

CONEXÃO LES:

PENSAMENTOS E CONTRIBUIÇÕES ÀS CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS

VOLUME I

AUTORES

Eduardo Eugênio Spers (Org.)
Débora Siqueira Campos Corrêa Leite (Org.)
Adalmir Leonidio
Ana Lúcia Kassouf
Andrea Coelho Lastória
Andrés Felipe Thiago Selingardi Guardia
Antônio Ribeiro de Almeida Júnior
Caio César Coelho Rodrigues
Carlos Eduardo de Freitas Vian
Carlos José Caetano Bacha
Catarina Barbosa Careta
Cleverton Tiago Carneiro de Santana
Davi Lago Ribeiro Sanches
Decio Zylbersztajn
Eliana Tadeu Terci
Geraldo Sant'Ana de Camargo Barros
Gustavo Carvalho Moreira
Haiany Brunielli da Silva Fonseca
Inácio Fernandes Araújo
José Vicente Caixeta Filho
Luciano Mendes
Lucilio Rogério Aparecido Alves
Luiz Fernando Satolo
Marcelo de Carvalho Griebeler
Marcos Cesar Rodrigues de Miranda
Margarete Boteon
Maria Paula Vieira Cicogna
Mauro Osaki
Nicole Rennó Castro
Odaléia Telles Marcondes Machado Queiroz
Pedro Carvalho de Mello
Pedro Valentim Marques
Renato Eliseu Costa
Renato Garcia Ribeiro
Rosebelly Nunes Marques
Sergio De Zen
Taitiâny Kárita Bonzanini
Thais Angela Cavalheiro de Azevedo
Thiago Guilherme Péra
Vânia Galindo Massabni



Fealq

CONEXÃO LES

**PENSAMENTOS E CONTRIBUIÇÕES
ÀS CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS**

DOI: 10.11606/9788571331099



FUNDAÇÃO DE ESTUDOS AGRÁRIOS LUIZ DE QUEIROZ - FEALQ

Avenida Centenário, 1080 - São Dimas

13.416-000 • Piracicaba • SP • Brasil

Fone: (19) 3417-6600

livros@fealq.com.br

www.fealq.org.br

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Reitor – Prof. Dr. Aluísio Augusto Cotrim Segurado

Vice-reitora – Profa. Dra. Liedi Legi Bariani Bernucci

Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”

Diretora – Profa. Dra. Thais Maria Ferreira de Souza Vieira

Vice-diretor – Prof. Dr. Marcos Milan

1ª edição setembro de 2026

Capa e diagramação: MUV Mídia

Editor: Humberto Luis Marques

Coordenação de produção editorial: Gabriela P. S. L. Scatamburlo

Gestão editorial: Fabiana Cerri de Carvalho

Impressão: Gráfica Idealiza

Fotos da capa: Acervo LES/Esalq-USP

Foto da contracapa: Acervo LES/Esalq-USP

Ilustrações e fotos de aberturas dos capítulos: Acervo LES/Esalq-USP

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - DIBD/ESALQ/USP

Conexão LES: pensamentos e contribuições às ciências sociais aplicadas: v.1 [recurso eletrônico] / organizadores Eduardo Eugênio Spers e Débora Siqueira Campos Corrêa Leite. - Piracicaba : FEALQ, 2026.

565 p. : il.

ISBN: 978-85-7133-109-9

DOI: 10.11606/9788571331099

1. Ciências sociais aplicadas 2. Agronegócio 3. Departamento de Economia, Administração e Sociologia/ESALQ/USP - História 4. Indústria agrícola 5. Inovações tecnológicas 6. Interdisciplinaridade I. Spers, E. E., org. II. Leite, D. S. C. C., org III. Título

CDD 338.1

Índice para o catálogo sistemático:

1. Ciências sociais aplicadas : Economia agrícola : Ensino superior CDD 338.1

Maria Angela de Toledo Leme - CRB-8/3359



“Esta obra é de acesso aberto. É permitida a reprodução parcial ou total desta obra, desde que citada a fonte e a autoria e respeitando a Licença Creative Commons.”

CONEXÃO LES

**PENSAMENTOS E CONTRIBUIÇÕES
ÀS CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS**



S U M Á R I O

Prefácio	12
PARTE I — A HISTÓRIA DO LES/ESALQ/USP	14
Capítulo 1	17
História do Departamento de Economia, Administração e Sociologia (LES) da USP/Esalq: da Cadeira de Economia Rural à consolidação de um centro de excelência em ensino, pesquisa e extensão. <i>Eduardo Eugênio Spers, Débora Siqueira Campos Corrêa Leite e Haiany Brunielli da Silva Fonseca</i>	
PARTE II — FUNDAMENTOS TEÓRICOS E INTERDISCIPLINARES	38
Capítulo 2	41
A ideia de sistema no pensamento aristotélico <i>Adalmir Leonídio</i>	
Capítulo 3	69
Novos desafios à gestão de pessoas jurídicas originados pelo Marco Legal do Combate ao Crime Organizado <i>Andrés Felipe Thiago Selingardi Guardia</i>	
Capítulo 4	85
Mercadoria: o átomo social do capitalismo <i>Antônio Ribeiro de Almeida Júnior</i>	
Capítulo 5	109
O debate de ideias sobre a ordem econômica na Assembleia Nacional Constituinte de 1987 <i>Eliana Tadeu Terci</i>	

PARTE III — ECONOMIA E DESENVOLVIMENTO	126
Capítulo 6	129
Da previsão à causalidade: integrando aprendizado de máquina e econometria na avaliação de Políticas de Desenvolvimento Econômico <i>Ana Lúcia Kassouf e Luiz Fernando Satolo</i>	
Capítulo 7	151
Externalidades na agricultura: teoria econômica e soluções baseadas no mercado <i>Marcelo de Carvalho Griebeler</i>	
Capítulo 8	167
Caracterização dos compradores de créditos de carbono no mercado voluntário do Brasil <i>Davi Lago Ribeiro Sanches e Maria Paula Vieira Cicogna</i>	
Capítulo 9	187
A modernização das finanças e do mercado de capitais no Brasil (1964-1985) <i>Pedro Carvalho de Mello</i>	
Capítulo 10	213
Impactos econômicos e ambientais das cadeias de valor: bases de dados, métodos de mensuração e indicadores <i>Inácio Fernandes Araújo</i>	
PARTE IV — AGRONEGÓCIO E SISTEMAS AGROINDUSTRIAIS	232
Capítulo 11	235
Evolução e transformações do agronegócio brasileiro <i>Nicole Rennó Castro e Carlos Eduardo de Freitas Vian</i>	

S U M Á R I O

Capítulo 12	261
Agronegócio no Brasil: dimensão e desafios	
<i>Carlos José Caetano Bacha</i>	
Capítulo 13	285
Ensaio sobre a governança de sistemas agroindustriais: teoria, estruturas de coordenação e análise prática no agribusiness brasileiro	
<i>Decio Zylbersztajn</i>	
Capítulo 14	297
Gestão de custos e avaliação de riscos de retorno dos investimentos na agropecuária	
<i>Lucilio Rogério Aparecido Alves, Mauro Osaki, Geraldo Sant’Ana de Camargo Barros e Renato Garcia Ribeiro</i>	
Capítulo 15	319
Gestão e modelagem da logística do agronegócio na era da otimização e da inteligência artificial	
<i>Thiago Guilherme Péra e José Vicente Caixeta Filho</i>	
Capítulo 16	351
Inteligência agropecuária, produção de dados e segurança alimentar: fundamentos para a sustentabilidade do agronegócio brasileiro	
<i>Sérgio de Zen e Cleverton Tiago Carneiro de Santana</i>	
Capítulo 17	377
Inovação e evolução tecnológica na agricultura e no agronegócio brasileiro: uma abordagem evolucionária	
<i>Catarina Barbosa Careta e Carlos Eduardo de Freitas Vian</i>	

Capítulo 18	397
Perspectivas sobre as Indicações Geográficas e Marcas Coletivas	
<i>Eduardo Eugênio Spers, Odaléia Telles Marcondes Machado Queiroz</i>	
<i>e Rosebelly Nunes Marques</i>	
PARTE V — ADMINISTRAÇÃO, INOVAÇÃO E TECNOLOGIA	422
Capítulo 19	425
Gestão sustentável do agronegócio: aplicação dos conceitos de custos	
nas propriedades rurais	
<i>Margarete Boteon e Lucílio Rogério Aparecido Alves</i>	
Capítulo 20	441
Técnicas de <i>machine learning</i> para tomada de decisão: fundamentos, aplicações e limites	
<i>Gustavo Carvalho Moreira</i>	
Capítulo 21	457
<i>Business Process Management</i> como método integrador no ensino de Administração	
<i>Catarina Barbosa Careta e Luciano Mendes</i>	
Capítulo 22	475
A Administração Pública como campo interdisciplinar de formação, pesquisa	
e transformação institucional	
<i>Renato Eliseu Costa</i>	
PARTE VI — EDUCAÇÃO, ENSINO E FORMAÇÃO	494
Capítulo 23	497
A crise da sala de aula em Administração: por que ainda ensinamos como no Século XIX?	
<i>Caio César Coelho Rodrigues e Renato Eliseu Costa</i>	

S U M Á R I O

Capítulo 24	519
Políticas de formação inicial docente no Brasil: continuidades, disputas e reconfigurações	
<i>Andrea Coelho Lastória e Thais Angela Cavalheiro de Azevedo</i>	
Capítulo 25	533
Formação docente em Ciências Agrárias: prática, inovação pedagógica e articulação normativa	
<i>Rosebelly Nunes Marques, Vânia Galindo Massabni e Marcos Cesar Rodrigues de Miranda</i>	
Capítulo 26	549
Formação de professores: desafios pedagógicos e o Plano Nacional de Educação (2026-2036)	
<i>Taitiâny Kárita Bonzanini</i>	

P R E F Á C I O

A Esalq/USP sempre foi caracteristicamente agrícola, possuindo hoje 12 Departamentos com 235 professores nas diferentes áreas, indo desde produção vegetal, produção animal, solos, entomologia até Economia, Administração e Sociologia. A pergunta que fica é sobre o que deve ser um Departamento de Economia, Administração e Sociologia (LES) dentro de uma Escola de Ciências Agrárias. Hoje, o LES possui cerca de 50 professores, mas qual o tamanho e qual a importância que ele deve ter?

Esta é a pergunta que me faço desde que comecei como estagiário no LES, nos anos 70. Afinal, fiquei admirado, pois já naquela época o LES era um dos maiores Departamentos da Esalq/USP, onde se desenvolviam grandes projetos com universidades americanas. Éramos ponto de referência no estudo de administração rural, fazíamos levantamentos de campo e daqui saíam importantes contribuições sobre administração rural, comercialização agrícola, logística de transporte e financiamento do agronegócio.

Durante os últimos 50 anos, o Departamento cresceu e ocupou espaços no tripé ensino, pesquisa e extensão, sendo hoje o responsável ou principal responsável pelos cursos de Economia, Administração, Licenciatura em Ciências Agrárias e Biológicas, Gestão Ambiental, além de oferecer disciplinas para os demais cursos. Neste período, nos tornamos referência com os indicadores de preços do Cepea, com o Esalq-Log e com os cursos do Pecege.

O segredo foi ocupar espaços, graças à dedicação dos professores e dos responsáveis pelo Departamento. O LES foi pioneiro na oferta do Estágio Profissionalizante, da Área de Concentração, na criação de novos cursos de Graduação e Pós-graduação em Economia e Administração, da Licenciatura e de cursos de Especialização. Como consequência, hoje a Esalq/USP pode oferecer aos seus alunos a oportunidade de se formar com uma carga excepcional de disciplinas ligadas à Economia, Administração e às Ciências Humanas.

É de chamar a atenção também a dedicação dos professores do LES na administração da Esalq/USP, uma vez que daqui saíram quatro ex-diretores da instituição. Paralelamente, tem sido muito grande a participação de professores do LES em órgãos de representação e de pesquisa, como Sober, Fapesp, Reitoria da USP e Administração do Campus.

A leitura do Conexão LES: Pensamentos e Contribuições às Ciências Sociais Aplicadas é um convite à integração de saberes e práticas. Com contribuições de diferentes áreas e olhares, o livro valoriza a trajetória do Departamento de Economia, Administração e Sociologia, reafirmando seu papel na construção de conhecimento e na aproximação entre universidade e sociedade.

Pedro Valentim Marques

Professor Titular Sênior no Departamento de Economia, Administração e Sociologia da Esalq/USP



PARTE I

An aerial photograph of a modern architectural complex, possibly a university campus, featuring several interconnected buildings with flat and sloped roofs. The complex is surrounded by dense tropical vegetation, including palm trees. The entire image is overlaid with a semi-transparent blue filter.

A HISTÓRIA DO LES/ESALQ/USP

Capítulo **1**

História do Departamento de Economia, Administração e Sociologia (LES) da Esalq/USP: da Cadeira de Economia Rural à consolidação de um centro de excelência em ensino, pesquisa e extensão¹

Eduardo Eugênio Spers

Professor Titular do Departamento de Economia, Administração e Sociologia da Esalq/USP

Débora Siqueira Campos Corrêa Leite

*Assistente Administrativa do Departamento de Economia, Administração e Sociologia
da Esalq/USP*

Haiany Brunielli da Silva Fonseca

Discente do Departamento de Economia, Administração e Sociologia da Esalq/USP

¹Os autores agradecem os depoimentos dos professores: Evaristo Marzabal Neves, Geraldo Sant'Ana de Camargo Barros, José Vicente Caixeta Filho, Pedro Valentim Marques, Ricardo Shirota e Rodolfo Hoffmann.

A história do Departamento de Economia, Administração e Sociologia (LES) da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (Esalq), da Universidade de São Paulo (USP), está profundamente vinculada à própria evolução da agricultura brasileira, da educação superior e das ciências sociais aplicadas ao desenvolvimento rural. Ao longo de mais de um século, o departamento acompanhou e contribuiu para as transformações econômicas, sociais e institucionais do país, formando profissionais, pesquisadores, gestores e educadores que atuaram em diferentes segmentos da sociedade brasileira.

A trajetória do LES possui uma singularidade rara no contexto universitário nacional. Diferentemente de muitas unidades acadêmicas que surgiram já estruturadas como departamentos ou faculdades especializadas, sua origem remonta ao início do século XX, quando a agricultura brasileira passava por um intenso processo de modernização e demandava novos conhecimentos relacionados à gestão, à organização econômica da produção e às instituições que regulavam a atividade rural.

A compreensão dessa trajetória exige retornar ao contexto histórico da criação da própria Esalq. No início do século XX, o Estado de São Paulo consolidava-se como principal centro econômico do país, impulsionado sobretudo pela expansão da cafeicultura. O crescimento da produção agrícola, a ampliação das exportações e a necessidade de incorporar conhecimentos científicos à atividade produtiva estimularam a criação de instituições voltadas à formação de profissionais especializados.

Foi nesse ambiente que a Escola Agrícola “Luiz de Queiroz” consolidou sua estrutura acadêmica. Desde seus primeiros anos, a instituição buscou diferenciar-se pela combinação entre formação técnica, pesquisa científica e compromisso com o desenvolvimento econômico. Essa visão ampliada da agricultura influenciaria diretamente a criação da área que posteriormente daria origem ao atual Departamento de Economia, Administração e Sociologia.

1. As origens: criação da 7ª Cadeira de Economia Rural

A origem formal do LES encontra-se na Lei nº 1.356, de 19 de dezembro de 1912, que reorganizou a Escola Agrícola “Luiz de Queiroz” e definiu a estrutura curricular do curso de Agronomia. Entre as sete cadeiras estabelecidas pela legislação figurava a 7ª Cadeira – Economia Rural, composta pelas disciplinas de Economia Rural, Contabilidade Agrícola e Legislação Rural (São Paulo, 1912).

A criação dessa cadeira representou uma iniciativa pioneira no ensino agrícola brasileiro. Enquanto a maior parte das escolas agrícolas da época concentrava sua atenção nos aspectos biológicos, químicos e produtivos da agricultura, a Esalq reconhecia formalmente a importância dos fatores econômicos e institucionais para o sucesso da atividade agropecuária.

A criação da Cadeira de Economia Rural em 1912 representou uma inovação pioneira no ensino agrícola brasileiro.

A criação da Cadeira de Economia Rural em 1912 representou uma inovação pioneira no ensino agrícola brasileiro.

A inclusão dessas disciplinas refletia uma percepção avançada para o período. A agricultura paulista já se encontrava integrada aos mercados internacionais, exigindo dos produtores conhecimentos relacionados à administração das propriedades, à comercialização, ao financiamento das atividades produtivas e ao cumprimento da legislação vigente. A formação do engenheiro agrônomo passava, portanto, a incorporar competências relacionadas à gestão e à análise econômica.

Essa decisão demonstrava que a Esalq compreendia a agricultura como um fenômeno multidimensional. Produzir alimentos e matérias-primas exigia domínio técnico, mas também capacidade de gestão, planejamento e compreensão do ambiente econômico em que a atividade se desenvolvia. Tal concepção permanece presente na identidade do LES até os dias atuais.

2. Tarcísio de Magalhães e os primeiros 25 anos da Economia Rural (1912–1937)

O primeiro responsável pela nova cadeira foi o Professor Tarcísio de Magalhães, figura que ocupa posição central na história das ciências econômicas aplicadas à agricultura na Esalq. Embora sua trajetória seja menos documentada do que a de alguns de seus sucessores, sua contribuição institucional foi decisiva para a consolidação da área durante seus primeiros 25 anos de existência.

Entre 1912 e 1937, Tarcísio de Magalhães foi responsável pelo ensino das disciplinas de Economia Rural, Contabilidade Agrícola e Legislação Agrária. Sua atuação ocorreu em um período de profundas transformações econômicas, marcado pela expansão da produção cafeeira, pela crescente profissionalização da agricultura e pelos desafios decorrentes da integração do Brasil aos mercados internacionais.

A permanência de um mesmo professor à frente da cadeira durante um período tão longo contribuiu para consolidar uma identidade acadêmica própria. Em uma época em que os recursos educacionais eram limitados, e o acesso à literatura especializada ainda era reduzido, o professor catedrático exercia papel central na definição dos conteúdos, métodos de ensino e prioridades intelectuais da área.

Os registros históricos indicam que Tarcísio de Magalhães defendia uma visão da agricultura que ultrapassava os limites da produção agrícola propriamente dita. Para ele, a propriedade rural deveria ser compreendida como uma organização econômica sujeita a princípios de administração, planejamento e controle. Essa perspectiva antecipava conceitos que somente décadas mais tarde seriam incorporados de forma sistemática ao ensino da Administração Rural.

Sua influência também se manifestou no campo institucional. Entre janeiro de 1916 e junho de 1918 exerceu a direção da Esalq, participando da consolidação administrativa da Escola em seus primeiros anos de funcionamento. A combinação entre liderança acadêmica e capacidade administrativa contribuiu para fortalecer a posição da Economia Rural dentro da estrutura institucional da Escola.

Ao analisar retrospectivamente esse período, percebe-se que a contribuição de Tarcísio de Magalhães vai além da criação de disciplinas ou da formação de estudantes. Sua principal realização foi estabelecer as bases intelectuais de uma tradição acadêmica que sobreviveria às transformações institucionais do século XX. A preocupação com a gestão econômica da agricultura, inaugurada por sua atuação, permaneceria como um elemento estruturante da identidade do futuro departamento.

3. Érico da Rocha Nobre e a construção da Economia Rural moderna (1937-1972)

A sucessão de Tarcísio de Magalhães por Érico da Rocha Nobre, em 1937, inaugurou uma nova etapa na evolução da área. Se o primeiro representou o período de implantação da Economia Rural, o segundo liderou sua consolidação científica e institucional.

Durante os 35 anos em que permaneceu à frente da Cátedra de Economia Rural, Érico da Rocha Nobre testemunhou e participou de algumas das mais profundas transformações da agricultura brasileira. Sua atuação coincidiu com o processo de industrialização do país, com a expansão da intervenção estatal na economia, com o fortalecimento das políticas agrícolas e com o surgimento das primeiras iniciativas sistemáticas de pesquisa em economia rural.

Os depoimentos de professores que conviveram com ele revelam a dimensão de sua influência intelectual. Geraldo Sant'Ana de Camargo Barros recorda que Érico possuía uma formação humanística ampla e exercia forte liderança acadêmica sobre docentes e estudantes. As aulas ministradas pelos professores catedráticos frequentemente eram acompanhadas por outros docentes, evidenciando o prestígio e a centralidade que essas figuras ocupavam na vida universitária (Barros, 2026).

Sob sua liderança, a Economia Rural passou a ampliar seu escopo temático. Questões relacionadas à sociologia rural, à estrutura fundiária, ao desenvolvimento regional e à organização dos mercados agrícolas passaram a integrar as atividades de ensino e pesquisa. Essa ampliação contribuiu para aproximar a área das Ciências Sociais e preparou o terreno para a futura configuração interdisciplinar do departamento.

Foi também durante esse período que começou a formar-se uma geração de docentes que marcaria profundamente a história do LES. Entre eles destacavam-se Joaquim José de Camargo Engler, Paulo Fernando Cidade de Araújo, Rodolfo Hoffmann, José Molina Filho, Oriowaldo Queda e outros professores que liderariam a expansão acadêmica das décadas seguintes.

A atuação de Érico da Rocha Nobre não se restringiu à área de Economia Rural. Em 1957 assumiu a direção da Esalq, evidenciando o reconhecimento institucional de sua liderança. Seu trabalho contribuiu para fortalecer a posição da Escola no cenário nacional e para ampliar a inserção da área econômica dentro da instituição.

Ao final de sua trajetória como catedrático, a área de Economia Rural apresentava características muito diferentes daquelas existentes em 1937. O ensino havia sido ampliado, a pesquisa científica co-

meçava a ganhar relevância e um novo grupo de docentes estava preparado para assumir os desafios de uma agricultura em acelerado processo de modernização.

Mais importante ainda, estavam sendo criadas as condições que permitiriam uma transformação institucional de grande alcance. As décadas seguintes testemunharam a internacionalização da Esalq, a criação da pós-graduação, o fortalecimento da pesquisa científica e, posteriormente, a própria criação do departamento.

A história do LES ingressava, então, em uma nova fase, marcada pela modernização da agricultura brasileira, pela cooperação internacional e pela construção das bases acadêmicas que consolidariam a unidade como referência nacional em Economia Aplicada, Administração e Ciências Sociais.

4. A modernização da agricultura brasileira e a internacionalização da Esalq

As décadas de 1950 e 1960 representaram um período de transformações profundas para a agricultura mundial. O crescimento populacional, a necessidade de ampliar a oferta de alimentos e os avanços científicos relacionados ao melhoramento genético, à mecanização agrícola e ao uso de fertilizantes impulsionaram aquilo que posteriormente seria denominado Revolução Verde. Em diversos países, universidades e centros de pesquisa passaram a desempenhar papel estratégico na geração de tecnologias e na formação de recursos humanos capazes de conduzir esse processo de modernização.

No Brasil, a agricultura encontrava-se diante de desafios semelhantes. O crescimento econômico do período exigia ganhos de produtividade, expansão da produção e melhor integração entre ciência, tecnologia e setor produtivo. Entretanto, as características dos solos, do clima e das estruturas produtivas brasileiras impediam a simples importação de modelos desenvolvidos em outras regiões do mundo. Tornava-se necessário construir conhecimento científico adaptado às condições nacionais.

Foi nesse contexto que a Esalq fortaleceu sua inserção internacional. Segundo o professor Geraldo Sant'Ana de Camargo Barros, o período foi marcado pela formação de uma geração de pesquisadores que passou a receber treinamento avançado em universidades norte-americanas, ampliando significativamente o nível científico das pesquisas desenvolvidas na Escola (Barros, 2026).

A principal iniciativa desse processo foi o convênio estabelecido entre a Universidade de São Paulo, a Esalq, a *Ohio State University* (OSU) e a *United States Agency for International Development* (USAID). Mais do que uma simples parceria acadêmica, o convênio representou um dos mais importantes programas de cooperação internacional já desenvolvidos na agricultura brasileira.

Professores norte-americanos passaram a atuar diretamente na Esalq, enquanto docentes brasileiros receberam apoio para realizar cursos de pós-graduação e estágios avançados nos Estados Unidos. A circulação de pessoas, ideias e métodos promoveu uma transformação profunda na cultura acadêmica da instituição.

Entre os professores estrangeiros que participaram desse processo destacavam-se Richard Lee Meyer, Donald Larson, Alvin Moxon, Howard Steele e John H. Sitterley. Suas presenças contribuíram para a introdução de novas metodologias quantitativas, técnicas econométricas, abordagens de análise econômica e modelos de pesquisa que representavam o estado da arte da ciência econômica naquele período.

Pedro Valentim Marques recorda que o convênio trouxe não apenas conhecimento, mas também recursos materiais, equipamentos, veículos, bibliografia e infraestrutura de pesquisa. Segundo seu depoimento, o ambiente acadêmico criado durante aqueles anos foi decisivo para ampliar as possibilidades de investigação científica e fortalecer a inserção internacional da área de Economia Rural (Marques, 2026).

A influência dessa cooperação ultrapassou os limites da pesquisa. Novas formas de organização acadêmica foram incorporadas à rotina da unidade, incluindo seminários regulares, projetos coletivos, orientação sistemática de estudantes e maior valorização da produção científica publicada em periódicos especializados.

A partir desse momento, a área de Economia Rural da Esalq passou a integrar uma rede internacional de produção de conhecimento, estabelecendo relações que continuariam a produzir efeitos por muitas décadas.

5. Formação de Capital na Agricultura Paulista: um marco da pesquisa econômica

Entre os diversos projetos desenvolvidos durante esse período, um dos mais relevantes foi o estudo “*Formação de Capital na Agricultura Paulista*”, iniciado em 1965.

O projeto surgiu da necessidade de compreender os mecanismos de investimento, acumulação de capital e modernização tecnológica da agricultura paulista. Sua execução envolveu extensos levantamentos de campo em diferentes regiões do Estado, mobilizando professores, estudantes e pesquisadores em uma experiência inédita de pesquisa aplicada.

Os dados coletados permitiram analisar o comportamento dos produtores rurais, os padrões de investimento agrícola, a adoção de tecnologias e os fatores que influenciavam o desenvolvimento da agricultura paulista. Os resultados serviram de base para diversas dissertações, teses e artigos científicos produzidos nos anos seguintes.

O professor Evaristo Marzabal Neves recorda que sua própria trajetória acadêmica teve início nesse projeto. Ainda como estudante de graduação, participou das equipes de coleta de dados sob orientação dos professores Paulo Fernando Cidade de Araújo e Joaquim José de Camargo Engler. A experiência proporcionou seu primeiro contato com a pesquisa científica e revelou o potencial da investigação aplicada para compreender os desafios do setor agropecuário (Neves, 2026).

Mais do que um projeto específico, “*Formação de Capital na Agricultura Paulista*” contribuiu para consolidar uma cultura de pesquisa baseada em evidências empíricas, característica que passaria a distinguir o departamento ao longo das décadas seguintes.

6. A criação da pós-graduação e a consolidação de linhas de pesquisa

O fortalecimento da pesquisa exigia estruturas permanentes de formação avançada de recursos humanos. Nesse contexto, foi criado, em 1966, o Programa de Pós-Graduação em Ciências Sociais Rurais, organizado inicialmente em duas áreas: Economia Agrária e Sociologia Rural (Araújo & Neves, 2012).

A criação do programa colocou a Esalq entre as instituições pioneiras da pós-graduação brasileira nas Ciências Sociais Aplicadas voltadas à agricultura. Mais do que oferecer títulos acadêmicos, o objetivo era formar pesquisadores capazes de produzir conhecimento relevante para os desafios econômicos e sociais do país.

A iniciativa coincidiu com a implantação do sistema nacional de pós-graduação e antecipou movimentos que posteriormente se tornariam comuns nas universidades brasileiras. O programa combinava sólida formação teórica com forte orientação para problemas concretos da agricultura e do desenvolvimento rural.

Rodolfo Hoffmann, integrante da primeira turma do Mestrado, recorda que o ambiente acadêmico da época era marcado por intensa inovação. Em 1967, tornou-se o primeiro aluno a defender uma dissertação de Mestrado na área de Economia Agrária na Esalq, fato que simboliza o pioneirismo do programa (Hoffmann, 2026).

A criação do programa colocou a Esalq entre as instituições pioneiras da pós-graduação brasileira nas Ciências Sociais Aplicadas voltadas à agricultura.

Nos anos seguintes, a pós-graduação tornou-se um dos principais instrumentos de consolidação acadêmica da unidade. Diversos docentes realizaram Doutorados e Pós-doutorados no exterior, retornando posteriormente à Esalq com novas perspectivas teóricas e metodológicas.

Segundo Geraldo Barros, a estratégia adotada pelo departamento foi particularmente bem-sucedida porque combinava formação internacional com forte compromisso com os problemas brasileiros. O objetivo não era apenas reproduzir modelos estrangeiros, mas adaptar conhecimentos e métodos à realidade nacional (Barros, 2026).

Os resultados tornaram-se evidentes nas décadas seguintes. O programa passou a atrair profissionais provenientes da Embrapa, do Instituto Agrônomo de Campinas, do Instituto de Economia Agrícola, de universidades públicas e privadas e de diversas organizações ligadas ao setor agropecuário.

A pós-graduação contribuiu ainda para consolidação de áreas de estudo e linhas de pesquisa em Economia Aplicada. Ao longo dos anos, pesquisadores formados na Esalq passaram a ocupar posições

de destaque em universidades, centros de pesquisa e órgãos governamentais, ampliando significativamente a influência da instituição no cenário nacional.

7. A geração que transformou a área: Engler, Cidade, Hoffmann e Molina

A consolidação da pós-graduação coincidiu com a emergência de uma geração de professores que desempenharia papel decisivo na história do futuro departamento.

Joaquim José de Camargo Engler destacou-se pela combinação entre sólida formação acadêmica e extraordinária capacidade de gestão. Seu papel foi fundamental na estruturação da pesquisa, na formação de docentes e na modernização administrativa da unidade.

Paulo Fernando Cidade de Araújo tornou-se uma das figuras centrais da construção institucional do departamento. Diversos depoimentos o descrevem como um articulador excepcional, capaz de identificar oportunidades, construir consensos e transformar ideias em instituições duradouras. Sua atuação seria decisiva para iniciativas como a criação da Fealq (Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz) e, posteriormente, do Cepea (Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada).

Rodolfo Hoffmann consolidou-se como uma das maiores referências brasileiras em métodos quantitativos, distribuição de renda e desigualdade social. Sua produção científica projetou o nome da Esalq para além dos limites da economia agrícola, ampliando o reconhecimento nacional do departamento.

José Molina Filho, por sua vez, desempenhou papel essencial na consolidação da Sociologia Rural. Seus trabalhos contribuíram para ampliar a compreensão dos processos sociais relacionados ao desenvolvimento agrícola e fortaleceram a dimensão interdisciplinar da unidade.

Ao lado de outros docentes da mesma geração, Engler, Cidade, Hoffmann e Molina construíram as bases acadêmicas que permitiriam a expansão institucional das décadas seguintes.

8. Da cátedra ao departamento

Enquanto a pós-graduação se consolidava e a pesquisa científica ganhava impulso, mudanças estruturais ocorriam no sistema universitário brasileiro.

A Reforma Universitária implementada no final da década de 1960 promoveu a substituição do antigo sistema de cátedras pela organização departamental. O objetivo era tornar as universidades mais flexíveis, democráticas e compatíveis com as exigências da ciência contemporânea.

Na Esalq, essa transformação marcou o encerramento de uma etapa iniciada em 1912. A antiga Cátedra de Economia Rural, liderada por Tarcísio de Magalhães e, posteriormente, por Érico da Rocha Nobre, deu lugar a uma nova estrutura baseada no trabalho coletivo dos docentes.

Em 1970 foi criado o Departamento de Ciências Sociais Aplicadas, embrião do atual Departamento de Economia, Administração e Sociologia.

A mudança foi muito mais do que administrativa. Ela simbolizou a passagem de uma organização centrada na figura do professor catedrático para uma instituição baseada na cooperação entre docentes, na pesquisa coletiva e na integração entre ensino, pesquisa e extensão.

A história iniciada pela Cadeira de Economia Rural ingressava, assim, em uma nova fase. Um departamento moderno estava sendo construído e encontraria, nas décadas seguintes, novas oportunidades de crescimento e transformação.

9. A consolidação institucional do departamento

A criação do Departamento de Ciências Sociais Aplicadas em 1970 marcou o início de uma nova etapa na história da unidade. Encerrava-se o período das cátedras e iniciava-se a construção de uma organização acadêmica moderna, estruturada em torno da cooperação entre docentes, da expansão da pesquisa e da integração entre ensino, pesquisa e extensão.

Os desafios daquele momento eram consideráveis. O departamento precisava consolidar sua identidade institucional, fortalecer a pós-graduação recém-criada, ampliar a produção científica e responder às transformações que ocorriam simultaneamente na agricultura, na economia brasileira e no sistema universitário.

A geração formada durante o período do convênio com a *Ohio State University* assumiu papel central nesse processo. Professores como Joaquim José de Camargo Engler, Paulo Fernando Cidade de Araújo, Rodolfo Hoffmann, José Molina Filho, Oriowaldo Queda e outros docentes passaram a ocupar posições de liderança, contribuindo para redefinir os rumos da unidade.

Os depoimentos reunidos para esta obra revelam que o departamento possuía, naquele período, uma característica marcante: a convivência de diferentes perfis acadêmicos em torno de um projeto institucional comum. Havia pesquisadores fortemente orientados para a economia quantitativa, especialistas em Sociologia Rural, estudiosos da Administração Agrícola e docentes dedicados à formação profissional. Essa diversidade, longe de representar um obstáculo, tornou-se uma das principais forças da unidade.

Segundo Evaristo Marzabal Neves, o ambiente acadêmico era marcado por intensa interação entre os professores e por forte comprometimento com o crescimento institucional. A construção do departamento moderno ocorreu por meio de um esforço coletivo que envolveu sucessivas gerações de docentes, servidores e estudantes (Neves, 2026).

10. Paulo Fernando Cidade de Araújo: o construtor de instituições

Entre as lideranças que marcaram a história do departamento, poucas exerceram influência tão ampla quanto Paulo Fernando Cidade de Araújo.

Os depoimentos de Evaristo Marzabal Neves, Ricardo Shiota e Geraldo Sant'Ana de Camargo Barros

convergem ao atribuir a Paulo Cidade um papel singular na construção institucional da unidade. Mais do que um pesquisador ou administrador universitário, ele é frequentemente descrito como um articulador capaz de transformar ideias em projetos concretos, e projetos em instituições permanentes.

Sua atuação ultrapassava os limites tradicionais da vida acadêmica. Ao mesmo tempo em que participava da formação de estudantes e da orientação de pesquisas, dedicava-se à criação de mecanismos que permitissem ampliar a inserção social da universidade.

Segundo Ricardo Shirota, Paulo Cidade possuía extraordinária capacidade de identificar oportunidades e mobilizar pessoas em torno de objetivos comuns. Foi essa característica que o transformou em uma das principais lideranças da história do departamento (Shirota, 2026).

Evaristo Marzabal Neves recorda que Paulo Cidade desempenhou papel decisivo em diversos momentos estratégicos da unidade, incluindo a criação da Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz (Fealq) e nas iniciativas que posteriormente levariam ao surgimento do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (Cepea) (Neves, 2026).

Ao analisar retrospectivamente sua trajetória, percebe-se que uma parte importante da estrutura institucional que sustenta atualmente as atividades do LES foi concebida ou impulsionada por sua liderança.

11. A criação da Fealq e a ampliação das possibilidades de atuação

O crescimento das atividades de pesquisa e extensão ocorrido durante a década de 1970 exigia novas soluções institucionais. Os mecanismos administrativos disponíveis na universidade nem sempre eram suficientes para atender às demandas de projetos financiados por órgãos públicos, empresas ou organismos internacionais.

Nesse contexto, surgiu a Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz (FEALQ), criada em 1976. A fundação representou uma inovação importante para a época. Sua criação permitiu ampliar a capacidade de gestão de projetos, facilitar a captação de recursos externos e fortalecer a interação entre universidade e sociedade.

Segundo Geraldo Barros, a Fealq desempenhou papel fundamental na viabilização de inúmeras iniciativas acadêmicas que talvez não pudessem ter sido executadas dentro da estrutura tradicional da universidade. Ao oferecer suporte administrativo e financeiro aos projetos, a fundação contribuiu para ampliar significativamente o alcance das atividades de pesquisa e extensão (Barros, 2026).

A participação de docentes do departamento na criação e consolidação da Fealq demonstra a preocupação permanente da unidade em construir instrumentos institucionais capazes de apoiar o desenvolvimento científico sem comprometer a autonomia acadêmica.

Ao longo das décadas seguintes, a fundação tornou-se uma das mais importantes organizações de apoio vinculadas à USP, contribuindo para a execução de centenas de projetos e fortalecendo a presença da Esalq em diferentes setores da sociedade.

12. O surgimento do Cepea

Se a criação da Fealq representou um marco institucional, o surgimento do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (Cepea) constituiu uma das iniciativas mais transformadoras da história do departamento.

As origens do centro remontam aos esforços realizados durante as décadas de 1980 e 1990 para aproximar ainda mais a produção científica das necessidades concretas da sociedade. O objetivo era criar uma estrutura capaz de gerar informações econômicas confiáveis e disponibilizá-las para produtores, empresas, cooperativas, governos e demais agentes do setor agropecuário.

Inicialmente, os trabalhos desenvolvidos eram relativamente modestos. Equipes reduzidas realizavam levantamentos de mercado, estudos econômicos e análises setoriais para órgãos públicos e instituições privadas.

Entretanto, a qualidade técnica dessas atividades rapidamente ampliou sua visibilidade. Segundo Geraldo Barros, um momento decisivo ocorreu com a parceria estabelecida entre a Esalq e a Bolsa de Mercadorias & Futuros (BM&F). Essa cooperação permitiu o desenvolvimento de indicadores de preços para diversas cadeias agropecuárias, criando referências confiáveis para os mercados brasileiros (Barros, 2026).

Os indicadores de boi gordo, milho, soja, açúcar, etanol e diversos outros produtos passaram a ser amplamente utilizados por produtores, cooperativas, agroindústrias, instituições financeiras e formuladores de políticas públicas.

Pela primeira vez, diferentes agentes econômicos passaram a compartilhar parâmetros transparentes e metodologicamente consistentes para a formação de preços.

O impacto dessa iniciativa ultrapassou os limites do setor acadêmico. O Cepea tornou-se referência nacional na geração de informações econômicas para o agronegócio, contribuindo para reduzir assimetrias de informação e aumentar a eficiência dos mercados.

Ao longo dos anos, o centro expandiu suas áreas de atuação, incorporando novos setores produtivos, desenvolvendo metodologias inovadoras e fortalecendo sua inserção nacional e internacional.

Sua trajetória demonstra de forma exemplar a capacidade do LES de transformar conhecimento científico em benefícios concretos para a sociedade. O LES consolidou-se como elo entre universidade e sociedade, transformando conhecimento em desenvolvimento.

13. A expansão da graduação e a diversificação das áreas de formação

Ao final da década de 1990, o Departamento de Economia, Administração e Sociologia encontrava-se diante de uma nova etapa de sua trajetória. A consolidação da pós-graduação, o fortalecimento da pesquisa científica, a criação da Fealq e o crescimento do Cepea haviam

ampliado significativamente a capacidade institucional da unidade. Ao mesmo tempo, a agricultura brasileira tornava-se cada vez mais complexa, integrada aos mercados globais e dependente de profissionais com formação multidisciplinar.

Nesse contexto, o departamento passou a ampliar sua participação na graduação da Esalq. Até então, sua atuação estava concentrada principalmente na formação dos estudantes de Agronomia e Engenharia Florestal, além da pós-graduação. A partir dos anos 1990 e 2000, o LES assumiria papel decisivo na criação de novos cursos, ampliando significativamente sua contribuição para a formação de recursos humanos.

Essa expansão não representou uma ruptura com sua trajetória histórica. Pelo contrário, constituiu um desdobramento natural da tradição iniciada em 1912 com a criação da Cadeira de Economia Rural. A preocupação com a formação econômica, administrativa e social dos profissionais ligados ao setor agropecuário continuava presente, mas agora assumia novas formas e alcançava públicos cada vez mais diversificados.

14. O curso de Ciências Econômicas

A criação do curso de Ciências Econômicas representou um dos marcos mais importantes da história recente do departamento. Durante décadas, a formação econômica oferecida pela Esalq esteve voltada principalmente para estudantes de Agronomia e para os programas de pós-graduação. Entretanto, o crescimento da pesquisa em Economia Aplicada e o reconhecimento nacional alcançado pela área criaram condições para a implantação de uma graduação própria.

O processo de criação do curso exigiu articulação institucional e intenso diálogo dentro da Universidade de São Paulo. Segundo Evaristo Marzabal Neves, houve discussões prolongadas envolvendo diferentes unidades da USP, especialmente a Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade (FEA), que naturalmente acompanhava com atenção a proposta de criação de um novo curso de Economia na universidade (Neves, 2026).

A proposta aprovada preservou a tradição histórica da Esalq ao combinar sólida formação econômica com atenção especial aos temas relacionados ao agronegócio, ao desenvolvimento regional, à economia ambiental e às políticas públicas. O objetivo não era criar uma réplica dos cursos tradicionais de Economia existentes no país, mas formar profissionais capazes de compreender a dinâmica econômica contemporânea sem perder de vista os desafios específicos do desenvolvimento brasileiro.

A implantação do curso ampliou significativamente a presença do LES na graduação e contribuiu para atrair estudantes com perfis distintos daqueles tradicionalmente vinculados às ciências agrárias. Ao longo dos anos, seus egressos passaram a atuar em instituições financeiras, órgãos governamentais, empresas, consultorias, organizações internacionais e universidades, reforçando a projeção nacional da formação oferecida pela Esalq.

15. As licenciaturas e a contribuição do LES para a formação de professores

Embora amplamente reconhecido por suas contribuições nas áreas de Economia Aplicada, Administração e Sociologia, o LES possui uma dimensão menos conhecida, mas igualmente relevante: sua contribuição para a formação de professores.

Essa trajetória possui raízes anteriores à própria criação da Licenciatura em Ciências Agrárias. Entre 1967 e 1991, a Esalq ofereceu o curso de Economia Doméstica, vinculado às áreas de Economia e Ciências Sociais Aplicadas. Além da formação profissional específica, o curso contemplava habilitação para a docência, constituindo uma das primeiras experiências sistemáticas da unidade na formação de educadores (Bonzanini, 2026).

A experiência acumulada nesse período criou as condições para um projeto mais ambicioso que seria desenvolvido nos anos seguintes.

Em 1995 foi criada a Licenciatura em Ciências Agrárias, uma iniciativa pioneira no contexto da Universidade de São Paulo. O curso surgiu durante a gestão do professor Evaristo Marzabal Neves na Diretoria da Esalq e resultou de discussões conduzidas por docentes comprometidos com a formação de professores para a educação técnica e profissional.

Segundo os relatos reunidos por Bonzanini (2026), a proposta foi liderada pelos professores Pedro Valentim Marques e Ayrton de Almeida Túllio, contando ainda com contribuições importantes de Maria Angélica Penatti Pipitone, Fábio Poggiani e outros docentes da Escola.

O curso foi concebido para permitir que estudantes das graduações da Esalq obtivessem simultaneamente formação técnica e habilitação docente. A iniciativa respondia a uma demanda concreta das escolas técnicas agrícolas e de outras instituições educacionais que necessitavam de profissionais com sólida formação científica e preparo pedagógico.

Pedro Valentim Marques recorda que a proposta surgiu a partir da constatação de que muitos profissionais possuíam excelente formação técnica, mas não tinham preparação específica para atuar como professores. Inspirado por experiências nacionais e internacionais, o grupo responsável pelo projeto estruturou uma licenciatura capaz de integrar conhecimentos pedagógicos, científicos e profissionais (Marques, 2026).

Ao longo de três décadas, a Licenciatura em Ciências Agrárias consolidou-se como uma das mais importantes contribuições da Esalq para a formação docente no Brasil. Centenas de profissionais passaram a atuar em escolas técnicas, instituições públicas, programas de educação ambiental, organizações não governamentais e iniciativas de extensão rural.

A expansão das atividades relacionadas à formação de professores levou também à criação da Licenciatura em Ciências Biológicas. A nova graduação ampliou ainda mais a presença da área de Educação dentro da Esalq e fortaleceu o papel do LES na formação de docentes para a educação básica.

Nas décadas seguintes, destacaram-se professoras como Maria Angélica Penatti Pipitone, Laura

Alves Martirani, Vânia Galindo Massabni, Ricardo Leite Camargo, Rosebelly Nunes Marques, Taitiâny Kárita Bonzanini, Karina Soledad Maldonado Molina e Andrea Coelho Lastória, cujas contribuições foram fundamentais para a consolidação das atividades de ensino, pesquisa e extensão relacionadas à formação docente (Bonzanini, 2026).

A atuação do departamento foi fortalecida ainda por programas institucionais como o Programa de Aperfeiçoamento de Ensino (PAE), o Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) e o Programa Residência Pedagógica, que aproximaram a universidade da educação básica e ampliaram as oportunidades de formação prática dos licenciandos.

Ao completar 30 anos em 2025, a Licenciatura em Ciências Agrárias confirmou a relevância da visão daqueles docentes que compreenderam a importância estratégica da formação de professores para o desenvolvimento do país. Sua trajetória tornou o LES uma das poucas unidades da Esalq a contribuir simultaneamente para a formação de engenheiros agrônomos, economistas, administradores, gestores ambientais e educadores.

16. Gestão Ambiental: pioneirismo e sustentabilidade

O início do século XXI trouxe novos desafios para a sociedade e para as universidades. Questões relacionadas à sustentabilidade, à conservação dos recursos naturais, às mudanças climáticas e à gestão ambiental passaram a ocupar posição central nas agendas públicas e privadas.

A Esalq respondeu a esse cenário por meio da criação do Curso de Gestão Ambiental, implantado em 2002. A iniciativa representou uma inovação importante tanto para a universidade quanto para o próprio departamento.

A nova graduação foi concebida com forte caráter interdisciplinar, reunindo contribuições das ciências naturais, sociais e econômicas. Sua proposta refletia a compreensão de que os problemas ambientais não poderiam ser analisados apenas sob a perspectiva biológica ou ecológica, exigindo também conhecimentos relacionados à economia, à gestão, às políticas públicas e à sociedade.

A participação do LES foi fundamental para conferir ao curso uma visão integrada da sustentabilidade, articulando questões ambientais com temas relacionados ao desenvolvimento econômico, à governança e à gestão de organizações.

O sucesso da iniciativa confirmou a capacidade do departamento de antecipar tendências e responder a demandas emergentes da sociedade.

17. O curso de Administração

A criação do curso de Administração constituiu outro marco importante na diversificação das atividades de ensino do departamento. Embora conteúdos relacionados à gestão estivessem presentes na Esalq desde a criação da Cadeira de Economia Rural em 1912, a implantação de uma graduação

específica em Administração representou uma nova etapa na evolução institucional da unidade.

O curso surgiu em um contexto marcado pela crescente complexidade das organizações e pela necessidade de profissionais capazes de atuar em ambientes econômicos dinâmicos, competitivos e globalizados.

A proposta acadêmica buscou combinar a tradição da Esalq com abordagens contemporâneas da Administração, oferecendo formação sólida em estratégia, marketing, finanças, operações, comportamento organizacional e empreendedorismo.

A criação do curso ampliou significativamente o alcance social do departamento e fortaleceu sua interação com diferentes segmentos empresariais. Ao mesmo tempo, reforçou a identidade interdisciplinar do LES, aproximando ainda mais as áreas de Economia, Administração e Ciências Sociais.

Ao final das duas primeiras décadas do século XXI, o departamento havia se transformado em uma das unidades mais diversificadas da Esalq. A expansão da graduação refletia não apenas o crescimento institucional do LES, mas também sua capacidade de se adaptar às transformações da sociedade sem abandonar os princípios que orientaram sua trajetória desde a criação da antiga Cadeira de Economia Rural.

Essa evolução preparou o caminho para uma nova fase de internacionalização, expansão da extensão universitária e fortalecimento das conexões entre universidade e sociedade, temas que serão abordados na seção seguinte.

18. Extensão universitária, educação continuada e novas formas de interação com a sociedade

A consolidação do Departamento de Economia, Administração e Sociologia como referência nacional não decorreu apenas da qualidade de seus cursos de graduação e pós-graduação ou da produção científica de seus docentes. Um dos elementos mais distintivos de sua trajetória foi a capacidade de estabelecer conexões permanentes entre universidade e sociedade, transformando conhecimento acadêmico em benefícios concretos para diferentes setores econômicos e sociais.

Essa vocação esteve presente desde os primeiros levantamentos de campo realizados pelos pesquisadores da área de Economia Rural. Entretanto, a partir das últimas décadas do século XX, passou a assumir formas institucionais mais estruturadas e abrangentes.

O desenvolvimento do Cepea demonstrou que era possível produzir conhecimento científico de excelência e, simultaneamente, gerar informações úteis para produtores rurais, empresas, cooperativas, instituições financeiras e formuladores de políticas públicas. O sucesso dessa experiência inspirou novas iniciativas voltadas à ampliação da interação entre universidade e sociedade.

Entre elas destaca-se o Programa de Educação Continuada em Economia e Gestão de Empresas (Pecege). Criado para atender à crescente demanda por formação profissional ao longo da carreira, o programa ampliou significativamente o alcance das atividades educacionais da Esalq.

Inicialmente voltado a cursos presenciais de especialização e aperfeiçoamento, o Pecege expandiu suas atividades incorporando tecnologias educacionais inovadoras e modalidades de ensino a distância. Essa transformação permitiu que profissionais de diferentes regiões do Brasil tivessem acesso à formação oferecida pela Esalq, fortalecendo a presença nacional do departamento.

Segundo Ricardo Shirota, a criação do programa representou uma resposta às mudanças ocorridas no mercado de trabalho e à crescente necessidade de atualização permanente dos profissionais. A iniciativa tornou-se uma das mais bem-sucedidas experiências brasileiras de educação continuada vinculada a uma universidade pública (Shirota, 2026).

Paralelamente ao Pecege, outras iniciativas ampliaram a presença do departamento em áreas estratégicas para o desenvolvimento nacional.

19. Esalq-Log e a ampliação das fronteiras da pesquisa aplicada

O crescimento do agronegócio brasileiro trouxe novos desafios relacionados à infraestrutura, logística e competitividade internacional. Em um país de dimensões continentais, os custos de transporte e armazenamento passaram a exercer forte influência sobre a eficiência das cadeias produtivas.

Nesse contexto, surgiu o Grupo de Pesquisa e Extensão em Logística Agroindustrial (Esalq-Log), posteriormente consolidado como uma das principais referências nacionais na área.

Sua atuação ampliou significativamente o escopo temático do departamento, incorporando questões relacionadas à infraestrutura de transportes, planejamento logístico, custos de movimentação de cargas e competitividade dos sistemas agroindustriais.

Ao produzir estudos técnicos, análises econômicas e propostas para o aperfeiçoamento da logística brasileira, o grupo reforçou a tradição do LES de desenvolver pesquisas orientadas para problemas concretos da sociedade.

A experiência do Esalq-Log demonstra como o departamento soube adaptar-se às transformações da economia contemporânea sem abandonar sua conexão histórica com o desenvolvimento agrícola e rural.

20. O Cepea contemporâneo

Nas primeiras décadas do século XXI, o Cepea consolidou-se como uma das mais importantes iniciativas de economia aplicada da América Latina.

Os indicadores desenvolvidos pelo centro passaram a ser amplamente utilizados por produtores, cooperativas, agroindústrias, agentes financeiros, governos e organismos internacionais.

A credibilidade construída ao longo de décadas transformou suas análises em referência para o acompanhamento dos mercados agropecuários brasileiros.

Ao mesmo tempo, o centro ampliou suas atividades de pesquisa, incorporando novos setores produtivos, desenvolvendo metodologias inovadoras e fortalecendo parcerias nacionais e internacionais.

O crescimento do Cepea simboliza a maturidade institucional alcançada pelo departamento. A iniciativa demonstra que a produção de conhecimento científico pode gerar impactos concretos sobre o funcionamento dos mercados, a formulação de políticas públicas e a tomada de decisão por agentes econômicos.

21. Internacionalização e redes globais de colaboração

A internacionalização iniciada durante o convênio com a *Ohio State University* permaneceu como característica permanente da trajetória do departamento. Ao longo das décadas, sucessivas gerações de docentes realizaram parte de sua formação em universidades estrangeiras, desenvolveram projetos conjuntos com pesquisadores internacionais e participaram de redes globais de produção de conhecimento.

Essa inserção internacional ampliou a visibilidade da pesquisa produzida na Esalq e contribuiu para fortalecer a qualidade dos programas de graduação e pós-graduação.

A internacionalização contemporânea passou a incluir não apenas a formação de docentes, mas também a recepção de estudantes estrangeiros, a realização de projetos multilaterais de pesquisa, a organização de eventos científicos internacionais e a participação em consórcios acadêmicos globais.

Essa dinâmica reforçou a capacidade do departamento de dialogar com diferentes tradições científicas e de contribuir para debates internacionais sobre agricultura, desenvolvimento, sustentabilidade, comportamento do consumidor, logística e gestão.

22. As lideranças e a continuidade institucional

Ao longo de sua história, o LES foi conduzido por diferentes lideranças que contribuíram para sua consolidação e expansão.

A trajetória iniciada por Tarcísio de Magalhães e Érico da Rocha Nobre teve continuidade por meio de professores que assumiram responsabilidades acadêmicas e administrativas em diferentes momentos da história da unidade.

Joaquim José de Camargo Engler desempenhou papel decisivo na consolidação da estrutura departamental e da pós-graduação. Paulo Fernando Cidade de Araújo destacou-se pela capacidade de construir instituições duradouras. Rodolfo Hoffmann projetou nacional e internacionalmente a pesquisa desenvolvida pelo departamento. José Molina Filho fortaleceu a Sociologia Rural e a dimensão interdisciplinar da unidade.

Posteriormente, lideranças como Geraldo Sant’Ana de Camargo Barros, Evaristo Marzabal Neves, Carlos José Caetano Bacha, José Vicente Caixeta Filho, Mirian Rumenos Piedade Bacchi, Sílvia Helena Galvão de Miranda e Eduardo Eugênio Spers (atual) contribuíram para ampliar a inserção acadêmica, fortalecer os cursos de graduação e pós-graduação e consolidar a presença institucional do departamento.

Cada gestão enfrentou desafios específicos, mas todas compartilharam um compromisso comum com a excelência acadêmica e o fortalecimento institucional.

23. A identidade institucional do LES

Ao observar a trajetória centenária do departamento, torna-se possível identificar algumas características que ajudam a explicar sua permanência e relevância.

A primeira delas é a interdisciplinaridade. Desde sua origem, a unidade atuou na interface entre diferentes áreas do conhecimento, integrando economia, administração, sociologia, educação, sustentabilidade e agronegócio.

A segunda característica é a forte conexão com a realidade. A produção científica desenvolvida pelo departamento sempre esteve associada à busca de soluções para problemas concretos enfrentados pela sociedade brasileira.

A terceira é a valorização da formação de recursos humanos. Ao longo de sua história, milhares de profissionais passaram por seus cursos de graduação, pós-graduação, especialização e extensão, ampliando o impacto da instituição para além dos limites do campus universitário.

Por fim, destaca-se a capacidade de adaptação. Em diferentes momentos históricos, o departamento soube incorporar novas áreas de conhecimento, responder a mudanças econômicas e sociais e reinventar suas formas de atuação sem abandonar os princípios que orientaram sua criação.

24. O LES contemporâneo

No início do século XXI, o Departamento de Economia, Administração e Sociologia consolidou-se como uma das principais unidades acadêmicas brasileiras dedicadas às ciências sociais aplicadas ao desenvolvimento econômico, à gestão e ao agronegócio.

Sua atuação abrange cursos de graduação em Ciências Econômicas, Administração,

Gestão Ambiental e Licenciaturas, além de programas de pós-graduação reconhecidos nacional e internacionalmente.

A produção científica de seus docentes contribui para o avanço do conhecimento em temas relacionados à economia aplicada, administração, sociologia, sustentabilidade, comportamento do consumidor, logística, marketing e desenvolvimento regional.

Os centros, laboratórios e grupos vinculados ao departamento ampliam continuamente sua capacidade de gerar conhecimento, formar profissionais e prestar serviços à sociedade.

A unidade mantém ainda forte compromisso com a internacionalização, a inovação, a inclusão e a sustentabilidade, buscando responder aos desafios contemporâneos sem perder de vista sua trajetória histórica.

25. Considerações finais

A história do Departamento de Economia, Administração e Sociologia da Esalq constitui um exemplo de continuidade institucional e capacidade de transformação.

A trajetória iniciada com a criação da 7ª Cadeira de Economia Rural, em 1912, evoluiu para uma das mais relevantes experiências acadêmicas brasileiras nas áreas de Economia Aplicada, Administração e Ciências Sociais.

Ao longo de mais de um século, diferentes gerações de professores, estudantes, pesquisadores e servidores contribuíram para construir uma instituição comprometida com a excelência acadêmica e com o desenvolvimento da sociedade.

A contribuição de Tarcísio de Magalhães estabeleceu as bases iniciais da Economia Rural. Érico da Rocha Nobre consolidou a área e formou a geração que conduziria sua modernização. Joaquim Engler, Paulo Cidade, Rodolfo Hoffmann, José Molina Filho, Geraldo Barros, Evaristo Marzabal Neves, Pedro Valentim Marques, Ricardo Shirota e muitos outros docentes participaram da construção de instituições, programas e iniciativas que transformaram o departamento em referência nacional.

Uma contribuição particularmente singular do LES foi sua atuação na formação de professores. Desde as experiências vinculadas ao curso de Economia Doméstica, passando pela criação da Licenciatura em Ciências Agrárias em 1995 e pela participação na Licenciatura em Ciências Biológicas e em programas de formação docente da USP, o departamento ampliou significativamente seu impacto social. Essa trajetória tornou o LES uma das poucas unidades da Esalq a contribuir simultaneamente para a formação de engenheiros agrônomos, economistas, administradores, gestores ambientais e professores da educação básica e profissional (Bonzanini, 2026).

Ao mesmo tempo, iniciativas como a Fealq, o Cepea, o Pecege e o Esalq-Log demonstram a capacidade da unidade de transformar conhecimento científico em benefícios concretos para a sociedade.

A história do LES revela que a construção de uma instituição universitária é resultado de um processo contínuo e coletivo. Como observou Ricardo Shiota, a formação de uma organização acadêmica assemelha-se à construção de uma igreja: cada geração acrescenta novos elementos à obra iniciada por seus antecessores (Shiota, 2026).

Ao completar mais de um século de existência, o LES permanece fiel aos princípios que orientaram sua origem: a busca pela excelência, o compromisso com a formação humana e a produção de conhecimento voltado ao desenvolvimento sustentável da sociedade.

Referências

- Araújo, P. F. C., & Neves, E. M. (2023). *Os 110 anos de Economia na ESALQ: 1912–2022*. Piracicaba: ESALQ/USP.
- Barros, G. S. C. (2026). *Entrevista concedida ao Projeto de História do Departamento de Economia, Administração e Sociologia da ESALQ*, 28 de maio de 2026.
- Bonzanini, T. K. (Org.). (2026). *Semeando a docência: Reflexões sobre a formação de professores nos 30 anos da Licenciatura em Ciências Agrárias da Esalq/USP*. FEALQ. <https://doi.org/10.11606/9786589722984>
- Departamento de Economia, Administração e Sociologia. (s.d.). *Histórico Institucional do LES*. ESALQ/USP.
- Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. (s.d.). *Linha do tempo Institucional da ESALQ*. Piracicaba: Universidade de São Paulo.
- Fonseca, H. B. S. (s.d.). *História do Departamento de Economia, Administração e Sociologia da USP/ESALQ*. Documento interno.
- Hoffmann, R. (2026). *Entrevista concedida ao Projeto de História do Departamento de Economia, Administração e Sociologia da ESALQ*, 25 maio 2026.
- Marques, P. V. (2026). *Entrevista concedida ao Projeto de História do Departamento de Economia, Administração e Sociologia da ESALQ*, 18 maio 2026.
- Marques, P. V. (2026). Licenciatura em Ciências Agrárias da Esalq. In T. K. Bonzanini (Org.), *Semeando a docência: Reflexões sobre a formação de professores nos 30 anos da Licenciatura em Ciências Agrárias da Esalq/USP* (pp. 17–20). FEALQ.
- Neves, E. M. (2026). *Entrevista concedida ao Projeto de História do Departamento de Economia, Administração e Sociologia da ESALQ*, 1 junho 2026.
- Neves, E. M. (2026). Curso de Licenciatura em Ciências Agrárias: cumprindo missão vitoriosa. In T. K. Bonzanini (Org.), *Semeando a docência: Reflexões sobre a formação de professores nos 30 anos da Licenciatura em Ciências Agrárias da Esalq/USP* (pp. 13–16). FEALQ.
- Pipitone, M. A. P. (2026). De 1995 a 2025: 30 anos da Licenciatura na Escola Superior de Agricultura

“Luiz de Queiroz”/USP. In T. K. Bonzanini (Org.), *Semeando a docência: Reflexões sobre a formação de professores nos 30 anos da Licenciatura em Ciências Agrárias da Esalq/USP* (pp. 21–31). FEALQ. São Paulo. (1912). Lei nº 1.356, de 19 de dezembro de 1912. *Reorganiza a Escola Agrícola “Luiz de Queiroz”*.

Shirota, R. (2026). *Entrevista concedida ao Projeto de História do Departamento de Economia, Administração e Sociologia da ESALQ*, 10 junho 2026.

Spers, E. E. (s.d.). *História do Departamento de Economia, Administração e Sociologia da USP/ESALQ*. Documento interno.

A blue-tinted photograph of a conference room. In the center, there is a dark wooden conference table with several chairs around it. To the right, there are rows of black chairs facing towards the left. On the left side, there is a dark wooden door. On the wall behind the door, there is a small framed picture and a fire alarm pull station. The ceiling has a large white projector and a ceiling fan. The floor is covered with a dark carpet. The text "PARTE II" is overlaid in a large, white, serif font across the middle of the image.

PARTE II

*FUNDAMENTOS
TEÓRICOS E
INTERDISCIPLINARES*

Capítulo 2

A ideia de sistema no pensamento aristotélico¹

Adalmir Leonídio

*Historiador, Professor Associado do Departamento de Economia,
Administração e Sociologia da Esalq/USP*

¹Este texto foi pensado originalmente para fazer parte de um livro sobre teoria de sistemas que não chegou a ser publicado, mas também como material didático para subsidiar debates no âmbito da disciplina Problemas de História e Metodologia da Ciência.

Segundo Nicola Abbagnano, a palavra “sistema” pode ser entendida a partir de três sentidos principais. Como “totalidade dedutiva de discurso”, ela foi usada pela primeira vez por Sexto Empírico (160-210 d. C.), a fim de designar o conjunto formado por premissas e conclusão e, a partir daí, para indicar em filosofia um discurso organizado dedutivamente, isto é, formado por um todo cujas partes derivam umas das outras. Apesar desta origem remota, a palavra é pouco usada até o fim do século XVII. Em Leibniz ela aparece explicitamente para definir um “repertório de conhecimentos que não se limitasse a ser um simples inventário, mas que contivesse suas razões ou provas e descrevesse o ideal sistemático”. Pouco depois, já no início do século XVIII, Christian Wolff define sistema como “um conjunto de verdades ligadas entre si e com seus princípios” (Abbagnano, 2007, p. 908).

Na “*Crítica da razão pura*”, de Kant, a palavra aparece várias vezes com o sentido de “unidade de múltiplos conhecimentos, reunidos sob uma única ideia”, “um todo organizado finalisticamente, sendo portanto uma articulação e não um amontoado” (Abbagnano, 2007, p. 908-909). Essa ideia de Kant se tornou bastante popular entre os românticos alemães, tornando-se o sistema uma forma da ciência, ligada a um princípio único e absoluto. Mas é curioso notar que nos dicionários do século XVIII a palavra não aparece. Na “*Enciclopédia*” de Diderot, apesar de ser mencionada em vários verbetes, ela não ganhou uma notação própria, o que indica um uso pouco difundido da palavra. Já no século XIX ela aparece em praticamente todos os dicionários. No conhecido dicionário da língua francesa do positivista Émile Littré, por exemplo, ela aparece definida como “conjunto de partes coordenadas entre elas” (Littré, 1889, p. 2119).

Esta definição de Littré remete diretamente ao segundo sentido da palavra apontado por Abbagnano, isto é, “qualquer totalidade ou todo organizado”. E é neste sentido que se fala em “sistema solar”, “sistema nervoso”, entre outros, mas também em “classificação sistemática”, “como fez Lineu, quando quis insistir no caráter ordenado e completo de sua classificação”, em seu “*Systema Naturae*”, de 1735. Mas a palavra pode ser empregada também para indicar o caráter escassamente empírico de uma teoria científica ou filosófica, como no caso das teorias cosmológicas do século XIX, também chamadas de “sistema do mundo” (Abbagnano, 2007, p. 909), expressão que vem de Francis Bacon e que, a partir daí, reaparece em vários autores, mormente em Auguste Comte (Leonidio, 2024).

Só no século XX, no entanto, é que o conceito de sistema ganhou o *status* de uma teoria, a chamada “Teoria Geral dos Sistemas”. Um de seus principais idealizadores foi o biólogo austríaco Ludwig von Bertalanffy, ligado ao neopositivismo do chamado “Círculo de Viena”, até mudar-se para a América do Norte em 1948. Em sua obra de referência sobre o tema (Bertalanffy, 2010), o autor define sistema de diferentes maneiras, todas com significados similares e muitas delas relacionadas às ideias de sistema em uso antes dele: “organismo”, “totalidade organizada”, “complexidade organizada”, “ordem hierárquica”, “todo superordenado em relação a suas partes” e “complexo de elementos em interação”. A partir daí, define a “Teoria Geral dos Sistemas” também de diferentes maneiras: “Teoria da complexidade organizada”, “Ciência geral da totalidade”, “Concepção organísmica”, entre outras (Bertalanffy, 2010).

Todas essas definições remetem a um conjunto de três críticas fundamentais ao modo como a ciência ocidental vem pensando o mundo desde o século XVII. Primeiramente, a crítica às “limitações do modelo analítico”, onde as interações entre as partes que compõem o todo ou não existem ou são suficientemente fracas para poderem ser desprezadas. Sendo assim, as relações que descrevem o comportamento das partes são tidas como lineares, isto é, os processos parciais podem ser sobrepostos para obter o processo total. Daí também a crítica à excessiva especialização da ciência e o propósito da “Teoria Geral dos Sistemas” de chegar a uma generalidade mais alta do que a das ciências especiais (Bertalanffy, 2010, p. 34-39).

Depois, a crítica à imagem mecanicista do mundo, como um jogo cego de átomos isolados, governado pelas leis da causalidade, sem direção, ordem ou finalidade. Tais leis corresponderiam a séries causais lineares, relacionando sempre uma causa e um efeito isolados, ou, no máximo, um conjunto de poucas variáveis. Por fim, a crítica ao esquema Estímulo-Resposta. Para a “Teoria Geral dos Sistemas” o organismo seria um sistema espontaneamente ativo, onde mesmo na ausência de estímulos externos ele é capaz de agir.

A “Teoria Geral de Sistemas” acredita na existência de princípios ou propriedades universais aplicáveis aos sistemas em geral, quer sejam naturais ou sociais. A consequência fundamental disso seria o aparecimento de isomorfismos, isto é, semelhanças estruturais, em diferentes campos. Por exemplo, uma lei exponencial de crescimento aplica-se tanto a populações de bactérias, quanto de animais e seres humanos.

Bertalanffy deduz daí ser possível a integração das várias ciências, naturais e sociais. Esta integração seria possível somente a partir de uma teoria com alto nível de generalidade, como a “Teoria Geral de Sistemas”. Ao desenvolver princípios unificadores que atravessam verticalmente o campo das especialidades, esta teoria se aproximaria da meta de uma unidade na ciência, sonho acalentado por vários filósofos e cientistas desde a Antiguidade. Uma última decorrência seria a integração da educação científica (Bertalanffy, 2010, p. 61-62). Mas diferentemente de autores como Isaac Newton, que sonhavam com a redução de todos os níveis de realidade ao da física, para Bertalanffy o princípio unificador das ciências seria a “organização em todos os níveis”, a “ordem”, “conservação em meio a uma contínua transformação, regulação e aparente teleologia” (Bertalanffy, 2010, p. 62). Daí talvez pudesse nascer, segundo ele, uma nova moral, uma nova ética, que guardaria profundo respeito por toda forma de vida.

Como pretendo mostrar aqui, nenhuma dessas ideias, ao menos em um certo nível, é nova. Como dito, ela se encontra em vários autores antes de Bertalanffy, embora não com o mesmo propósito sistemático. O próprio autor chegou a reconhecer a importância de seus antecessores. Mas ninguém que tenha discutido a

Ninguém que tenha discutido a ideia de sistema até aqui incluiu no rol de autores fundamentais o filósofo grego Aristóteles.

ideia de sistema até aqui incluiu no rol de autores fundamentais o filósofo grego Aristóteles. Isso por uma razão muito simples: diferentemente do que acontece com Sexto Empírico, a palavra não aparece nele nem uma única vez em toda sua vasta obra. Mas, se olharmos para os aspectos principais do conceito de sistemas e mesmo para a teoria geral de sistemas formulada por Bertalanffy, é impossível não ver semelhanças espantosas com o “sistema aristotélico”: seu holismo metodológico, seu finalismo causal, seu sistema de classificação, sua interdisciplinaridade e sua ideia de que apesar da constante transformação o mundo obedece a uma profunda ordem e hierarquia, onde cada coisa ocupa seu lugar devido a sua natureza própria, cumprindo uma finalidade. É curioso por isso que o próprio Bertalanffy não tenha se referido nem uma única vez ao estagirita.

A ideia de que o conjunto da obra e do pensamento de Aristóteles conforme um sistema filosófico é controversa (Bernhardt, 1973). Ao ler Aristóteles, de fato, fica-se com a impressão de que ele quis abranger tudo e a tudo explicar, ocupando-se de todo o espectro de conhecimento de seu tempo: zoologia, botânica, medicina, matemáticas, meteorologia, física, metafísica, psicologia, linguística, epistemologia, lógica, economia, ética, política eram partes comunicantes de um todo que era a filosofia. Se essa imagem de um saber total é real ou não, não vamos colocar em discussão aqui, mas fica claro, ao ler Aristóteles, que essa era sua intenção subjetiva. O que é preciso entender é em que medida essa intenção subjetiva corresponde à estrutura objetiva da sociedade da qual fez parte.

Mas não se pode concordar, certamente, que seu gosto didático pelas distinções técnicas, que lhe rendeu a alcunha de “Professor” e onde tudo parece resolvido de antemão, seja suficiente para dar a sua obra o sentido de um dogma fechado, inflexível, pouco propenso à reflexão e à crítica (Bernhardt, 1973). Se a física aristotélica é de fato incompatível com a física moderna e sua imagem do mundo, a ideia de causalidade, a lógica dualista, o gosto pela classificação e hierarquia do mundo, são fundamentos de seu pensamento que ainda são profundamente marcantes no mundo ocidental.

Por outro lado, existe um certo senso comum sobre a origem do modo de pensar do Ocidente na Grécia Clássica, particularmente em Aristóteles. Mas, visto como um todo, não só o modo de pensar, mas também o mundo grego clássico é radicalmente distinto do mundo ocidental em sua forma capitalista. Esta diferença explica o eterno retorno, às vezes inconsciente, por parte de muitos dos críticos desse estilo de pensar e de sentir do Ocidente, aos fundamentos do pensamento aristotélico.

Apesar de esse mal-estar em torno da cultura ocidental e esse retorno ao aristotelismo aparecer de forma mais explícita no imediato pós-Guerra, ele pode ser encontrado em diferentes momentos da história do pensamento ocidental, até mesmo em autores às vezes insuspeitos como Isaac Newton ou, de forma mais explícita, em autores como Auguste Comte. Essa nos parece ser a importância e a atualidade da discussão sobre o pensamento aristotélico.

Buscaremos analisar Aristóteles tanto a partir de suas intenções subjetivas, isto é, a partir daquele sentido que o próprio autor buscou imprimir ao conjunto de sua obra, como a partir de sua significação

objetiva, ao relacionar o conjunto da obra e do pensamento do autor com a estrutura social e histórica de sua época (Goldmann, 1979). Para isso, analisaremos aquelas obras deixadas por Aristóteles e consideradas icônicas de seu modo de pensar, seguindo mais ou menos a ordem cronológica em que foram escritas, a despeito da classificação dada a esse conjunto pelo próprio autor, como veremos: “*Física*”, “*Do Céu*”, “*Da geração e da corrupção*”, “*Meteorologia*”, “*Da alma*”, “*Metafísica*”, “*Ética a Nicômaco*” e “*Política*”. Essas obras formam dois conjuntos, necessariamente interligados, de acordo com o próprio autor: ciências especulativas (*Física*, *Metafísica* e afins) e ciências práticas (*Ética* e *Política*), sendo as segundas uma espécie de “aplicação” das primeiras.

Partamos, então, da sua “*Física*”, que tem um sentido bem mais amplo do que aquele que a ciência moderna nos acostumou a pensar. A escolha desse ponto de partida não é casual e nem tem a ver apenas com a questão cronológica. Para Aristóteles, tudo é *physis*. Todas as coisas que são o são de acordo com sua natureza, todas elas formando um universo unificado, homogêneo, todo ele no mesmo plano. De modo que veremos o conceito atravessar toda a sua obra e dar a ela um certo sentido de sistematicidade.

Inicialmente, a palavra tem um sentido muito próximo àquele encontrado nos dicionários atuais, como um adjetivo, opondo-se à arte e referindo-se a tudo aquilo que existe “naturalmente”, isto é, que não foi criado artificialmente, como as plantas e os animais. Mas, diferentemente de qualquer significado atual, a característica diferencial dessas coisas é que contêm dentro de si um princípio de movimento e repouso - em relação ao lugar, ao crescimento e à alteração. Isto é, possuem a fonte de sua própria produção e mudança. A natureza é uma potência criadora: ação de engendrar, produzir, fazer nascer.

Um outro sentido importante de *physis* está intimamente ligado a este último e diz respeito à qualidade do ser, aquilo que lhe diferencia de outras coisas que são como são: “O termo ‘segundo a natureza’ é aplicado a todas essas coisas e também aos atributos que lhes pertencem em virtude do que são, por exemplo, a propriedade do fogo de ser carregado para cima” (Aristóteles, 2023, p. 6). Isto é, a qualidade do fogo é a leveza, assim como a da terra é ser pesada. Daí que um tenda a subir e o outro a descer. Veremos que essas qualidades não dizem respeito só àquelas coisas que costumamos designar por naturais, como plantas, animais e minerais, mas a tudo o que existe, inclusive as pessoas.

Os elementos mais simples ou mais gerais da natureza são, em ordem, o fogo, o ar, a água e a terra. Tudo o mais vem daí: pedra, madeira, bicho, gente etc. Segundo Jean Bernhardt, “essa ordem de complexidade crescente permite classificar em grandes conjuntos as realidades naturais e sobretudo mostrar que a noção de natureza deve” (Bernhardt, 1973, p. 61) ser entendida como relativa a vários níveis, como em cima e embaixo, leve e pesado etc. Esse princípio classificatório, indo do mais simples ao mais complexo, será aplicado a tudo: à ciência, aos animais, às plantas, à constituição humana, à sociedade etc. Ele terá importante continuidade em vários autores modernos, como uma base fundamental para as chamadas “ciências naturais”, como, por exemplo, em Lamarck, em sua “*Filosofia zoológica*”. Esse princípio se desdobra, então, na ideia de que o mundo conforma uma ordem seriada, com cada coisa se conectando a outra, necessariamente.

Um quarto sentido também está intimamente ligado ao segundo: “substrato material imediato das coisas que têm em si mesmas um princípio de movimento ou mudança”. Nesse aspecto, “a madeira

é a ‘natureza’ da cama, e o bronze é a ‘natureza’ da estátua” (Aristóteles, 2023, p. 6-7). Mas, a natureza de uma coisa é também o “formato ou forma que é especificada na definição da coisa”. Pois, “se diz mais apropriadamente que uma coisa é o que é quando atinge o seu pleno desenvolvimento do que quando existe potencialmente” (Aristóteles, 2023, p. 8), isto é, uma coisa só se torna aquilo que definitivamente é quando passa da potência ao ato, assumindo sua forma final.

Um último sentido, portanto, e o mais importante, segundo a hierarquia estabelecida pelo próprio Aristóteles, é o fim ou “aquilo em prol do qual” uma coisa é o que é, sua finalidade no mundo. Pois, “o que cresce, cresce de alguma coisa para algo. Para ser o que, então, ele cresce? Não para tornar-se aquilo de onde surgiu, mas para tornar-se aquilo para o qual tende. A forma, então, é a natureza” (Aristóteles, 2023, p. 8). A física aristotélica, portanto, trata da natureza e atributo dos corpos (matéria e forma), sendo a forma aquilo para o que tende uma coisa em seu desenvolvimento. Note-se que para Aristóteles não existe movimento ou progressão infinita. O homem adulto e maduro é o fim do menino e é sempre melhor que ele, seu “sumo bem”, pois depois do homem não há mais nada que possa se seguir e nem o homem pode voltar a ser menino. A progressão de qualquer coisa infinitamente é impossível. As coisas se transformam apenas até alcançar sua forma final, seu limite. Na “*Metafísica*” Aristóteles retoma essa importante noção:

Aqueles que insistem na introdução da infinitude deixam de compreender que estão aniquilando a natureza do bem; tampouco haveria qualquer inteligência no mundo, porque o indivíduo inteligente age sempre visando alguma coisa, o que constitui um limite, porque o fim é um limite (Aristóteles, 2012, p. 78).

Note-se que, de acordo com essa importante noção de finalidade, na “*Física*” Aristotélica não há uma teoria unitária e homogênea do espaço, como na física moderna. Cada coisa ocupa um lugar distinto, de acordo com sua própria natureza. Não existe uma coisa sem um lugar definido para ela. E esse lugar é definido pela finalidade que deve cumprir cada coisa em um mundo ordenado.

O que seria, então, conhecer em física? Conhecer as causas da mudança ou aquilo a partir do qual uma coisa vem a ser e perdura. Por exemplo, a madeira da cama e o bronze da estátua são suas causas, porque a cama ou a estátua não existiriam sem elas. Mas um pedaço de madeira ou de bronze não são causas apenas da cama e da estátua, mas podem sê-los de inúmeras outras formas de coisas, como uma cadeira, por exemplo. Então, “a forma da essência também é uma causa” daquilo que é. Mas uma cadeira ou uma mesa não é uma natureza, por isso elas precisam de um motor para existir, uma causa externa, uma fonte primária da mudança ou do repouso, ou seja, uma causa motriz ou eficiente, que neste caso é o artesão. Resta saber, no entanto, por quê um pedaço de madeira ganhou a forma de uma mesa ou de uma cadeira e não de outra coisa qualquer pelas mãos do artesão. A razão para isso, segundo Aristóteles, é a causa final ou “aquilo em prol do qual” determinada coisa foi feita ou criada. Nesse sentido, a saúde é a causa da caminhada, e “o mesmo se aplica a todos os estágios intermediários que são realizados através da ação de outra coisa como meios para o fim” (Aristóteles, 2023, p. 14-15).

A importância dada por Aristóteles à causa final mostra que para ele a natureza nada faz ao acaso, pois nada age sobre algo ou sofre a ação de algo sem que haja um propósito qualquer. “Portanto,

a ação para um fim está presente em coisas que vêm a ser e que são por natureza” (Aristóteles, 2023, p. 32), como as folhas de uma planta que crescem para dar sombra aos frutos. Quando uma série (de coisas) tem uma conclusão, todas as etapas anteriores decorrem para isso. E tal como é na natureza, assim é em cada ação, mesmo a humana, se nada interferir. “Ora, a ação inteligente é para um fim; portanto, a natureza das coisas também o é” (Aristóteles, 2023, p. 32). Assim, se uma casa fosse feita pela natureza, teria sido feita do mesmo modo que é feita pela arte (construtor); “e se as coisas feitas pela natureza fossem feitas também pela arte, elas passariam a ser do mesmo modo que são as feitas pela natureza. Cada passo na série, então, ocorre em prol do passo seguinte; e em geral a arte em parte completa o que a natureza não pode levar a certo um fim, e em parte a imita” (Aristóteles, 2023, p. 32). A conclusão é que a natureza é uma causa, uma causa que ocorre com um propósito.

Assim, o trabalho do físico é conhecer as quatro causas do movimento e do repouso. Mas, o mais importante é o sistema de valores associado a essa teoria. A causa final é o melhor para a coisa que vem a ser e por isso também é a causa mais importante. Então, o que é verdadeiro é necessariamente bom e justo, de modo que no sistema aristotélico não há separação entre juízos de valor e juízos de fato, entre ciência e ética. O melhor para um corpo pesado é que ele fique no chão e não que suba para o ar, assim como para um peixe que fique na água e assim por diante.

Compreenderemos melhor este modo de raciocínio se analisarmos o livro “*Do Céu*”, que é uma continuidade da “*Física*” e tem por objeto a cosmologia ou estudo do universo ordenado, sendo ao mesmo tempo uma crítica à teoria cosmogônica de Platão no “*Timeu*”. Aristóteles começa por classificar o movimento dos corpos no espaço: retilíneo ascendente, isto é, que se distancia do centro (ou centrífugo); movimento retilíneo descendente ou centrípeto; movimento circular; movimento natural e movimento não natural ou mediante força. Os corpos pesados (terra, água e seus compostos) são naturalmente descendentes e os corpos leves (fogo, ar e seus compostos) são ascendentes. O movimento não natural perece (cessa) mais rapidamente, enquanto o natural tende a manter-se. De um modo ou de outro, todo movimento, quer seja ascendente, descendente ou circular, é sempre finito, pois tudo que se move se move em direção a um fim determinado, mesmo o Céu, que “certamente gira e realiza toda sua órbita circular num tempo finito”. E, “sendo finito o tempo de sua revolução, a extensão por ele percorrida também é necessariamente finita”. Portanto, “aquilo que se move circularmente não é eterno nem infinito”, como pensava Platão (Aristóteles, 2023b, p. 57-58).

Sendo a natureza do movimento essencialmente qualitativa, onde cada ser busca realizar sua própria natureza ao mover-se, Aristóteles dá pouca importância às medidas. Assim, segundo ele, a proporção dos tempos é inversa aos pesos: se um corpo corresponde ao dobro (de peso) do outro, consumirá metade do tempo para percorrer certa distância (Aristóteles, 2023b, p. 61). Sua física está, portanto, colada ao senso comum segundo o qual um corpo mais pesado cai mais rapidamente. Além disso, sendo fundamental em sua física a noção de lugar ocupado por um corpo em um todo ordenado fixamente, não resta nenhum papel a ser cumprido pela geometria, uma vez que o espaço geométrico é um espaço vazio, isto é, um não lugar. A física de Aristóteles visa apenas dar um tratamento sistemático e coerente aos dados do senso comum. Veremos que esse modo de raciocínio está estreitamente ligado ao mundo aristotélico, ou melhor a uma sociedade agrária, escravocrata e hierarquicamente ordenada.

Mas, então, que imagem do mundo essa física, centrada na ideia de natureza e de lugar, pode nos fornecer? O cosmo ou a totalidade do que existe é uno, indestrutível, não gerado e finito. Ele possui necessariamente a forma esférica e seu movimento é regular. Em seu centro está a Terra, que também possui a forma esférica e é imóvel, enquanto o Céu se move ao seu redor de maneira circular:

Todas as coisas estão em repouso e movem-se forçadas a fazê-lo ou naturalmente; uma coisa se move conforme a natureza para onde repousa sem ser forçada, e assim se comporta no lugar para onde se move conforme a natureza. É pela ação da força que se move ao lugar em que repousa na mesma condição, e repousa por ação da força ali para onde se move por ação da força. Além disso, se um determinado movimento é por ação da força, seu contrário é natural (Aristóteles, 2023b, p. 69).

Hierarquicamente, o mundo está dividido em supralunar e sublunar. No primeiro, mais próximo de Deus, estão os corpos incorruptíveis, seres eternos, em movimentos circulares uniformes, isto é, mais próximos da imobilidade, sem falha e sem progresso, sem começo nem fim. No segundo, está a região da física propriamente dita, da imperfeição, da multiplicidade de corpos corruptíveis; nele só há uma ordem imperfeita, cheia de conflitos. Os seres vivos seriam os mais complexos, os mais ricamente determinados deste mundo. Por isso, quase um terço do *corpus* aristotélico está ocupado por estudos dos seres vivos. E é nesse sentido que aparece em Aristóteles a prioridade do ato sobre a potência, da forma sobre a matéria. A partir da semente, por exemplo, o vir a ser progressivo da forma desenvolve numa ordem determinada uma série de funções, necessariamente (Bernhardt, 1973, p. 153).

Em suma, o mundo ou cosmo aristotélico é um todo hierarquicamente ordenado, onde cada coisa ocupa um lugar de acordo com sua natureza própria e nele tende a permanecer a menos que seja forçado a deixá-lo (por meio de uma violência externa). A localização das coisas em uma ordem determinada e fixa não é indiferente nem para elas, nem para o universo. E o mais importante, ao cumprir sua finalidade ou natureza própria, como a pedra, que, por ser um corpo pesado, deve ficar parada no chão, cada ser garante a ordem no mundo e assim o melhor para o todo e para si mesmo. Por isso, o movimento na física aristotélica é sempre um estado transitório.

É muito importante enfatizar que quando Aristóteles fala em movimento, ele não está se referindo apenas ao movimento de um corpo no espaço, movendo-se de um lugar para o outro, involuntária e casualmente, como na física moderna. O crescimento de uma planta, o desgaste de um metal, assim como as paixões da alma são igualmente movimentos e têm um sentido definido. Daí sua afirmação de que o estudo da alma serve para conhecer a natureza, “posto que a alma é o princípio dos seres animados” (Aristóteles, 2023b, p. 2296), isto é, a causa final da vida e de seu movimento. Ela é a potência ativa da forma em complemento à potência passiva do organismo. Mas o mais importante em Aristóteles é que ele, diferentemente de filósofos modernos como Descartes, e mesmo da tradição cristã, não separa corpo e alma. Todas as sensações da alma, inclusive o pensamento, não podem se manifestar sem a mediação do corpo. Daí sua conclusão de que “ao naturalista, ao físico, é a quem pertence principalmente o estudo da alma” (Aristóteles, 2023b, p. 2298-2299).

Então, seu tratado “*Da alma*” é também uma continuidade da “*Física*” e do estudo da natureza do ser. Para o estudo da alma e seus movimentos, Aristóteles mobiliza temas que hoje colocaríamos no campo da biologia ou da psicologia, mas que para ele não podem ser separados. Como dito, sua teoria hilemórfica do corpo vivo suprime toda distinção substancial entre corpo e alma. De fato, apesar de a alma ser a entelequia do corpo, ela não basta para definir a vida, pois para que um corpo possa ser dotado de vida, ele precisa conter órgãos. Daí sua definição da alma como “entelequia

primeira de um corpo natural dotado de órgãos” (Aristóteles, 2023, p. 2317). Mas apesar de corpo e alma formarem uma unidade orgânica indissociável, a alma não se reduz ao corpo, não é uma mera manifestação fisiológica, como acontecerá depois entre os modernos, de Lamarck a Comte.

Essa autonomia da alma, por assim dizer, existe em função, mais uma vez, do princípio classificatório de Aristóteles. A alma aparece, então, dividida em quatro faculdades principais, segundo a ordem a seguir, de acordo com sua importância: nutrição (relacionada ao crescimento e decrescimento do corpo); sensibilidade; locomoção; inteligência. A única que as plantas possuem é a nutrição (esta função pode existir separadamente das outras, mas o contrário não é verdadeiro) e por isso, na ordem dos seres vivos elas são as mais inferiores. O animal, por seu lado, possui sensibilidade e alguns a locomoção. Havendo sensibilidade, há também imaginação e desejo, pois este existe sempre que há prazer e dor. Assim, às quatro faculdades da alma pode unir-se o desejo, os apetites, que são inseparáveis da nutrição e da sensibilidade. Mas a inteligência somente o homem a possui e é ela, como veremos, que comanda todas as demais, conferindo autonomia à alma (Aristóteles, 2023b, p. 2321-2322).

Assim, as diversas funções da vida (nutritiva, reprodutiva, locomotiva etc.) não estão todas presentes nos diferentes seres vivos. A hierarquia das funções está de acordo com a hierarquia classificadora dos grupos biológicos. Trata-se de uma hierarquia fixa, não havendo em seu sistema nenhuma possibilidade de passagem de uma espécie a outra (evolução), estando as formas específicas do ser, tanto pelo equilíbrio geral do cosmos quanto por seu estatuto de causas finais, destinadas a se reproduzirem tais quais são por toda a eternidade. No livro “*História dos animais*”, Aristóteles estabelece o primeiro sistema classificatório de que se tem conhecimento. Seu método consiste em comparar as diferentes partes constitutivas dos animais, seus órgãos, modos de vida, de locomoção, reprodução e “caráter”, as semelhanças e diferenças entre eles, e assim agrupá-los em diferentes classes, gêneros e espécies (Aristóteles, 2006). Mas não inclui aí o estudo das funções e nem a discussão sobre o que seja a vida, por entender que estas questões estão relacionadas ao estudo da alma (de acordo com o livro “*Da alma*”). Veremos que os naturalistas modernos, como Lamarck, pensaram a vida e as funções como algo puramente biológico, relacionados meramente ao corpo, apesar de ainda se manter algumas noções metafísicas como “fluido nervoso” (Lamarck, 1830).

O mais importante em Aristóteles é que ele, diferentemente de filósofos modernos como Descartes, e mesmo da tradição cristã, não separa corpo e alma.

Mas, o mais importante em Aristóteles é que, apesar de estar relacionado a um objeto externo, o movimento da alma não se reduz ao esquema Estímulo-Resposta, tão comum aos modernos, já que a alma é a própria causa do movimento, sua *enteléquia*, isto é, realização plena de uma potencialidade ou finalidade natural. Isso porque se a sensação, que é apenas uma das faculdades da alma, depende do estímulo, que é um particular, a inteligência não, já que se aplica aos universais. Por isso, a gente não sente quando quer (mas apenas quando em contato com um objeto externo), mas pensa espontaneamente. Porque o pensamento está relacionado à forma e não ao sentido em si mesmo. O sentido é o que recebe as formas sensíveis dos objetos sem a matéria destes objetos. O órgão é o elemento primitivo onde se encontra esta faculdade (órgão do sentido). As plantas, assim como os animais, apesar de sensíveis ao tato, não têm um princípio capaz de receber as formas. Pensar não é uma espécie de sensação. O pensamento admite o bem e o mal, a prudência e a imprudência, a ciência e o erro, mas a sensação não (Aristóteles, 2023b, p. 2342- 2352).

A locomoção, por sua vez, tem sempre um objeto especial, um fim determinado, está sempre acompanhada pela imaginação e o desejo (ou temor). É o coração, a paixão que por si só imprime o movimento e esta é outra parte da alma. A inteligência pode comandar, mas não é por ela que o ser se move (Aristóteles, 2023b, p. 2365). O papel da razão, portanto, é controlar os desejos e paixões que fazem a alma mover-se, para que se mova na direção certa. Mas a inteligência que pode produzir o movimento é a inteligência prática (Ética e Política) e não a especulativa (Física e Metafísica). A inteligência prática se propõe sempre um fim, que nunca tem a especulativa, cujo fim está em si mesma:

O objeto desejado move o pensamento e a inteligência, a qual por sua vez comunica o movimento ao corpo; porém, no fundo, o objeto desejado é a causa primeira da locomoção. A imaginação mesma, quando move o animal, não pode movê-lo sem o apetite (...) A vontade, sem a qual a inteligência não pode mover o corpo, não é mais que um apetite; e o raciocínio, quando move o ser racional, vai sempre acompanhado de vontade. E o apetite pode produzir o movimento apesar e contra a razão mesma. A grande diferença, que separa a inteligência do apetite e da imaginação, consiste em que a inteligência sempre é correta e justa, ao passo que as outras podem não sê-la. No mais, o objeto desejado, que provoca o movimento, é sempre um bem, verdadeiro ou aparente (Aristóteles, 2023b, p. 2367).

Aqui aparece uma outra discussão fundamental que tem mobilizado os neurocientistas contemporâneos, que é a relação entre razão e emoção nas tomadas de decisão e, portanto, na própria ação (Damásio, 2012). Vemos que para Aristóteles não existe nenhuma tomada de decisão e, portanto, nenhuma ação sem a participação das emoções, que são tão importantes quanto a razão, apesar desta imprimir sempre a melhor direção a seguir. De certa forma, em Aristóteles é possível ver um problema que será hipostasiado em Descartes, isto é, de uma interferência negativa da emoção. Mas isso só ocorre quando nossas atitudes envolvem não o presente, mas o futuro: “A inteligência manda resistir, porque leva em conta o resultado futuro. O desejo exige a satisfação imediata. Porque o objeto é atualmente agradável, parece que o é absolutamente, que é absolutamente bom; o ser não prevê as consequências” (Aristóteles, 2023b, p. 2367).

O movimento da alma também significa o mover-se em direção ao conhecimento das coisas que são objeto da sensação, pois o conhecimento envolve necessariamente as faculdades da alma, assim como os órgãos do corpo: primeiramente o próprio sentido (sensação), principalmente a visão; em seguida a memória, que somada com a audição confere a capacidade de aprender e adquirir experiência; a arte e raciocínio são obtidos a partir da experiência, mas não se reduzem a ela, pois a experiência refere-se a uma particularidade, enquanto o conhecimento deve referir-se a um universal. Por exemplo, saber que uma pessoa padece de uma determinada doença e que isso ou aquilo lhe faz bem é uma questão de experiência; mas julgar que faz bem a todas as pessoas de um certo tipo que padecem daquela doença, é uma questão de arte (ciência). O conhecimento pertence, portanto, à arte (ciência/teoria) mais que à experiência.

Esse conhecimento do universal, que deve ir além do contingente e das flutuações da opinião (*doxa*), está ligado, como vimos na “*Física*”, ao conhecimento da causa das coisas que são feitas, seu porquê. Por isso é que os mestres sabem mais do que os artesãos e merecem maior apreço. Por outro lado, a experiência individual não pode ser ensinada (transmitida); só o conhecimento científico o pode. Assim, o artista (cientista) é admirado não por suas invenções serem úteis, mas por ser naturalmente sábio e superior. Há, portanto, dois tipos de “descobrimientos”: aqueles relacionados às “necessidades da vida” (artesão) e ao “entretenimento” (artista/sábio). Os segundos não visam a utilidade. Por isso é que, segundo Aristóteles, “as ciências matemáticas nasceram nas vizinhanças do Egito, porque aí a casta sacerdotal podia desfrutar do lazer” (Aristóteles, 2012, p. 41-43) ou, como diria Sócrates, do ócio. Veremos também a seguir que esse aspecto hierárquico do saber tem profunda relação com a sociedade agrária, aristocrática e escravocrata do tempo de Aristóteles.

Portanto, a sabedoria/ciência diz respeito às causas primeiras e aos princípios e com isso temos estabelecida não só uma classificação, mas também uma clara hierarquia dos saberes: “Julga-se o homem da experiência mais sábio do que os meros detentores de qualquer faculdade sensorial (como os animais), o artista mais do que o homem da experiência, o mestre mais do que o artesão; e as ciências especulativas mais ligadas ao saber do que as produtivas” (Aristóteles, 2012, p. 44). Enquanto as ciências práticas e produtivas visam a ação, as ciências especulativas visam a verdade. Se quisermos colocar de forma esquemática, poderíamos estabelecer a seguinte ordem: Experiência, Ciências Produtivas (ou poéticas: artes, isto é, poesia, pintura, escultura, mas também engenharia, medicina etc.), Ciências práticas (Ética e Política) e Ciências especulativas (Física e Metafísica). A superioridade das últimas está relacionada ao conhecimento das causas e dos princípios, do bem e do fim das coisas, da essência, “porque uma coisa é o que é” (Aristóteles, 2012, p. 87).

Sábio, portanto, é aquele que conhece todas as coisas, sem ter conhecimento de cada uma delas individualmente; aquele que vai além da mera percepção sensorial e do sentido de utilidade. Aquele que deseja o conhecimento por si mesmo e não por seus resultados. Um homem independente (livre) é aquele que existe por si mesmo e não graças a uma outra pessoa. Assim, a ciência independente (que existe por si mesma, não em função de uma utilidade) é própria do homem independente. E é por isso que “o sábio deve dar ordens e não as receber” (superioridade do conhecimento especulativo)

(Aristóteles, 2012, p. 44). Quem tem o conhecimento de todas as coisas é quem tem o conhecimento dos universais, pois conhece todos os particulares contidos nos universais (estes são os mais distantes dos sentidos humanos). E dentre todos, os primeiros princípios são os mais cognoscíveis (pois é a partir destes que as outras coisas se tornam conhecidas). As ciências mais exatas são aquelas baseadas em poucos princípios (causas). Exemplo: a aritmética é mais exata que a geometria. “E será a ciência máxima e superior às subordinadas a que detiver o conhecimento da finalidade de cada ação a ser concretizada (primeiros princípios), isto é, o bem em cada caso particular e, no geral, o bem supremo no conjunto da natureza” (Aristóteles, 2012, p. 46).

É sabido que essa “ciência superior”, a mais geral e abstrata, à qual se refere Aristóteles, é a Metafísica ou filosofia primeira, ciência do ser como ser e dos atributos que lhe são inerentes devido a sua natureza, aquela que investiga os primeiros princípios e as “causas supremas” (absolutas). Nesse sentido, distingue-se da Física (filosofia da natureza ou filosofia segunda) enquanto ciência particular, que isola uma parte do ser (natureza) e investiga seus atributos. O ser remete à substância, essência, àquilo que é primário, relacionado aos primeiros princípios. Por isso é um saber mais geral, que envolve todos os outros. Daí sua superioridade. Daí que deva estar no comando.

Assim, para Aristóteles, a função da Metafísica é estudar os princípios do raciocínio silogístico (primeiros princípios) e estabelecer “os mais certos princípios” e os “modos do ser como ser”. Trata-se, como se sabe, dos princípios basilares da lógica ocidental. Ele parte de uma crítica do conhecido aforismo de Heráclito segundo o qual um homem não pode banhar-se duas vezes no mesmo rio, isto é, da contínua mutação das coisas, não sendo possível nada afirmar sobre o ser. Para o estagirita, a mudança em questão seria apenas quantitativa, relativamente ao domínio sensorial da matéria, que representa apenas uma pequena parte do todo do ser. A natureza, a essência, a qualidade do ser é imutável. Daí o primeiro princípio da lógica clássica, princípio da identidade ou unidade do ser: o que é, é, unidade pela qual a coisa perdura e persiste. Daí deriva o segundo princípio, o da não contradição, isto é, uma coisa não pode ser e não ser ao mesmo tempo; bem como o terceiro, da tríplice identidade: Se “X” é igual a “Y” e “Z” é igual a “Y”, “X” é igual a “Z”. De um antecedente que une dois termos a um terceiro, infere-se um conseqüente que une estes dois termos entre si: todo homem é bípede; Pedro é homem; Pedro é bípede. Bípede é uma essência do homem, porque não existe homem quadrúpede.

Sobre a relação entre sujeito e objeto, pode-se dizer que Aristóteles é um realista (Hessen, 2012). Diferentemente de Platão, para o estagirita o necessário e o universal devem ser buscados no próprio mundo e não fora dele. A ordem do mundo é um dado primeiro, evidente por si mesmo. Um vinho doce pode parecer azedo para alguém, em função da alteração do mesmo ou da percepção individual, mas a sua essência doce jamais muda, “estando-se sempre certo a respeito disso, e aquilo que é para ser doce é necessariamente dessa natureza” (Aristóteles, 2012, p. 123). Trata-se de um atributo necessário e não accidental, isto é, que não pode ser de outro jeito, imutável, portanto. Desse modo, as propriedades percebidas convêm às coisas, independente da consciência percipiente. Conhecer é, de agora em diante, estabelecer diferenças, composições, ligações, correspondências, enfim, “articulações imanentes do único mundo jamais pensável, estruturas múltiplas e entrecruzadas” (Bernhardt, 1973, p. 132).

Em resumo, para as ciências produtivas (arte e engenharia), a fonte do movimento está no produtor e não na coisa produzida. Para as ciências práticas (Ética e Política), o movimento não está na coisa que sofre a ação, mas no agente. Já a Filosofia natural ou Física (teórica ou especulativa) ocupa-se de coisas que contêm em si mesmas uma fonte de movimento (deve considerar a essência ou causa das coisas) (Aristóteles, 2012, p. 281). As matemáticas, por sua vez, são especulativas e se ocupam de coisas permanentes e que não existem separadamente. Por fim, a Metafísica se ocupa da totalidade do ser enquanto ser. As ciências especulativas são superiores às produtivas e práticas. E dentro das especulativas a Metafísica é a mais importante, pois trata do mais importante aspecto da realidade, seus primeiros princípios ou essência (Aristóteles, 2012, p. 282).

Mas, como o mundo conforma um sistema, no livro “*Meteorológicas*” Aristóteles estabelece a ordem a partir da qual convém tratar as coisas relacionadas ao mundo em devir: 1) princípios gerais (livros 1 e 2 da “*Física*”); 2) estudo do movimento natural em geral (livros 3 a 8 da “*Física*”); 3) estudo dos astros e da Terra (livros 1 e 2 “*Do Céu*”), depois os elementos e sua geração mútua (livros 3 e 4 “*Do Céu*”); 4) produção e destruição dos seres individuais (livro “*Da geração e da corrupção*”); 5) mudanças que se produzem na atmosfera e que inauguram a análise de realidades mais complexas (livro “*Meteorológicas*”); 6) estudos dos animais e plantas (livros “*Parva Naturalia*” e “*História dos animais*”). A esse esquema poderíamos acrescentar, por ordem de complexidade e generalidade, segundo seu próprio raciocínio, estudos de ética e a política (sobretudo os livros “*Ética a Nicômaco*” e “*Política*”). Poderíamos dizer, igualmente, que a Matemática vem antes da Física.

Vemos, assim, que a classificação é um componente importante do sistema aristotélico, pois permite estabelecer a organização e a ordem do todo, identificando o lugar ocupado, sempre hierarquicamente, por cada uma de suas partes, bem como sua finalidade no todo. Vimos até aqui a importância e o lugar ocupado pelas “ciências especulativas” nesse esquema classificatório. Vejamos agora o das “ciências práticas”, pois é nelas que perceberemos a articulação entre as partes constitutivas de seu sistema, já que são as mais complexas.

Como visto, a natureza nada cria sem uma finalidade. E toda arte, toda ciência, toda ação tem sempre como objetivo algum bem. O objetivo e o bem maior da Ética e da Política é a felicidade. E ser feliz é “bem viver” e “bem agir”. Segundo Aristóteles, a maioria dos homens identifica o “bem viver” e o “bem agir” com os prazeres e até mesmo com a riqueza, enquanto alguns os identificam com a vida política e suas honrarias. Mas, é preciso primeiramente distinguir o que é um bem em si mesmo, incondicional, do que é um mero meio para alcançar este fim. Por exemplo, a riqueza não seria um bem em si mesmo, mas apenas um meio. A honra, o prazer, a razão seriam bens em si mesmos, embora sejam um meio para a felicidade. Mas a felicidade propriamente é a única coisa que buscamos absolutamente por si mesma. Portanto, a felicidade é autossuficiente, um absoluto, aquilo que sozinho torna a vida desejável, sem que nada mais falte (Aristóteles, 2021, p. 9-19). Ela não depende da eficácia técnica e nem do consumo, como no mundo moderno. Como veremos, esse modo de raciocínio está profundamente relacionado a um mundo dominado pela economia doméstica, produtora de valores de uso e centrada no consumidor final. O consumo não é uma finalidade em si mesmo, mas apenas um meio útil para um fim necessário.

Portanto, uma vida feliz para Aristóteles é uma vida virtuosa e esta relaciona-se às atividades do espírito e não aos prazeres externos. Ações virtuosas são agradáveis em si mesmas, por sua própria natureza (Aristóteles, 2021, p. 23-24). Apesar disso, Aristóteles reconhece que a felicidade também precisa de bens externos, embora reduzidos a meros meios. Por exemplo, “um homem cuja aparência é muito feia, ou mal nascido ou solitário e sem filhos não tem muitas chances de ser feliz (...)” (Aristóteles, 2021, p. 24-25). Mas a razão dessa dependência não tem a ver tanto com a importância do bem em si mesmo, antes está relacionada ao fato de o homem ser um ser social, diferentemente do que pensavam os estóicos, não podendo bastar-se a si mesmo. É precisamente nesse sentido que Aristóteles afirma que “o objetivo da vida política é o melhor dos fins” (Aristóteles, 2021, p. 26). Nenhum animal tem essa capacidade. Só homem. Aqui já fica clara a distinção entre “ciências produtivas” e “ciências práticas”, na medida em que estas é que conformam o verdadeiro sentido da ação em Aristóteles, como atividade *poiética*, criativa. São elas que constituem a *pólis*, que não é como as demais coisas que resultam da natureza. A cidade é uma criação humana, uma atividade política, apesar de estar sempre relacionada à natureza das próprias coisas.

Mas apesar da importância das coisas externas, como meios, o homem feliz ou virtuoso “enfrentará os acasos da vida do modo mais nobre e com o maior decoro” do que um homem sem qualidades. Alguns grandes acontecimentos até podem esmagar a sua felicidade, como a perda de um filho, por exemplo. Mas mesmo nesses casos, “pode-se observar a nobreza de um homem que aceita, resignado, muitas grandes vicissitudes, não por insensibilidade ao sofrimento, mas pela grandeza e a nobreza de sua alma” (Aristóteles, 2021, p. 28). Ou seja, um homem feliz é por natureza virtuoso e nunca realizará atos odiosos e vis. O futuro pode ser obscuro, mas a felicidade é um fim em si mesmo. Então, não há lugar para perplexidades diante dos acontecimentos da vida.

Aristóteles divide a virtude em dois tipos: morais (liberalidade, temperança, justiça etc) e intelectuais (sabedoria). A virtude moral (*ethiké*) não é uma natureza, isto é, algo com que se nasce, mas é obtida pelo hábito (*ethos*), isto é, pela prática e não pela educação, como a intelectual. Por natureza, primeiro adquirimos a potência e depois o ato. Isso é evidente no caso dos sentidos: “não é por ver ou ouvir com frequência que adquirimos a visão ou a audição; ao contrário nós já as possuímos antes de usar” (Aristóteles, 2021, p. 36). Mas com as virtudes ocorre o contrário: adquirimos ao exercitá-las (como a arte, pois ninguém é artista por nascimento, em potência). Por isso, não basta conhecer o bem para praticá-lo.

Mas a prática da virtude seria um ato voluntário ou involuntário? Depende de uma decisão humana ou não?

Para Aristóteles, são involuntários os atos que ocorrem sob compulsão ou devido à ignorância de quem os pratica. E é compulsório ou forçado “aquilo cujo princípio motor está fora de nós, para o qual nada contribui a pessoa que age ou sente a paixão” (Aristóteles, 2021, p. 53). Por exemplo, quando homens são forçados a lançar suas mercadorias ao mar durante uma tempestade, não temos de fato uma escolha. Tudo o que é feito por ignorância é também involuntário. Mas há diferença entre o que se arrepende e o que não se arrepende do ato praticado por ignorância. Também há diferença entre o que age como resultado da ignorância e na ignorância (neste caso, por exemplo, a pessoa bêbada

ou com raiva). Há também uma diferença entre ato voluntário e escolha. “As crianças e os animais inferiores participam da ação voluntária, mas não da escolha” (Aristóteles, 2021, p. 58). O mesmo se aplica aos atos praticados sob o impulso do momento: são voluntários, mas não escolhidos. A escolha envolve um princípio racional, é um desejo deliberado. O desejo é um fim e o que deliberamos é um meio. O exercício das virtudes está relacionado aos meios (o que escolhemos deliberadamente). Então a virtude está em nosso poder (depende de nós a prática de atos nobres ou vis). Está em nosso poder ser virtuoso (bom) ou vicioso (mau) (Aristóteles, 2021, p. 63). Em outras palavras, um homem não escolhe as paixões, mas é responsável pelo modo como faz com que elas se submetam à sua ação. A excelência ética está na regulação das paixões (Novaes, 2007).

Assim é que Aristóteles define a justiça como estado de caráter que torna as pessoas dispostas a fazer o que é justo. E é considerado justo aquele que respeita a lei e é honesto (Aristóteles, 2021, p. 104-105). As leis de uma cidade visam o bem comum, o bem do todo. Portanto, são justos aqueles atos que tendem a produzir e a preservar, para a sociedade, a felicidade. A lei nos obriga a ser corajoso (por exemplo, não largar as armas e abandonar nosso posto), temperante (por exemplo, não cometer adultério) e calmo (por exemplo, não agredir ninguém). Por isso a justiça é a maior das virtudes, pois ela é o bem do todo (Aristóteles, 2021, p. 106-107).

Mas além de respeito às leis, Aristóteles introduz um outro princípio ético fundamental para a garantia da harmonia do todo, inclusive para o funcionamento da lei, a “retribuição proporcional”, garantida pela “conjunção cruzada”. Aqui há um equívoco crucial em sua ideia de troca, que depois será apontado por Marx na discussão da mercadoria. Isso porque o estagirita está considerando uma economia natural, sem troca de equivalentes, onde de fato a demanda é fundamental para a garantia do equilíbrio.

O próprio Aristóteles chega a reconhecer a impossibilidade da equivalência entre coisas qualitativamente distintas, mas a demanda resolveria o problema, já que ambos os lados “desejam” a troca. Além disso, o dinheiro, “unidade estabelecida de comum acordo”, tornaria “todas as coisas comensuráveis” (Aristóteles, 2021, p. 117). Este raciocínio de Aristóteles tem como fundamento principal a noção de “qualidade”. No mundo aristotélico as quantidades nada significam. Daí o quiproquó em relação à noção de equivalente, como veremos mais à frente. A justiça seria, assim, “um tipo de meio-termo, mas não da mesma forma que as outras virtudes, e sim porque diz respeito a um montante intermediário, enquanto a injustiça se relaciona com os extremos”. Justiça é, portanto, “dar o que é igual de acordo com a proporção” (Aristóteles, 2021, p. 117). A reciprocidade aí é um ato de vontade, como aquilo que é praticado com conhecimento de causas, critério fundamental para definir o justo e o injusto.

Assim, devemos escolher o meio-termo e este é ditado pela razão. Trata-se de uma virtude intelectual. “Três coisas existem na alma que controlam a ação e a verdade: sensação, razão e desejo” (Aristóteles, 2021, p. 132). A sensação não dá origem a nenhuma ação. Sendo a escolha um desejo deliberado, tanto o raciocínio deve ser verdadeiro como reto o desejo para a escolha ser boa. Dessa forma, percebemos mais uma vez que o verdadeiro é necessariamente justo e bom, não havendo diferença entre Ciência e Ética:

A origem da ação - sua causa eficiente, não a causa final - é a escolha, e a origem da escolha é o desejo acompanhado do raciocínio, com vistas a um fim. É por isso que a escolha não pode existir sem a razão e sem o intelecto, nem sem uma disposição moral, pois a boa ação e o seu contrário não podem existir sem uma combinação de intelecto e de caráter. O intelecto em si, no entanto, não move nada; apenas é capaz de fazê-lo o intelecto prático que visa a um fim. Isso também vale para o intelecto produtivo (...) (Aristóteles, 2021, p. 133).

Arrisco dizer que o livro “*Política*” condensa, numa espécie de síntese, os principais argumentos dos livros anteriores. Além disso, é neste livro onde fica mais claro o holismo metodológico de Aristóteles. Nos livros anteriores o autor já havia afirmado em várias oportunidades que o homem é um ser social e que nasce para a cidadania. Isto é, sua natureza ou qualidade como ser é a vida em cidade, fundamento de sua virtude e felicidade. A própria humanidade do homem prende-se a sua vinculação a uma comunidade (*koinonia*) e a cidade constitui o fim de toda comunidade (Darbo-Peschanski, 2007; Castoriadis, 1987). A cidade é a casa do cidadão, o lugar natural onde a vida se desenvolve para os homens. Por isso, ela é o elo que liga ciência, ética, política, justiça etc. Vejamos mais de perto como Aristóteles desenvolveu esse argumento.

A cidade, para Aristóteles, “é a mais elevada forma de comunidade e visa ao bem maior dos cidadãos”. As pessoas se unem para formar uma comunidade de acordo com uma “necessidade natural”, isto é, de acordo com a natureza própria de cada um, sendo elas incapazes de viver umas sem as outras; seja na união entre o homem e a mulher para a perpetuação da espécie, seja entre um comandante e um comandado para a preservação recíproca. Sendo as qualidades de cada um diferentes, é natural que haja, então, a “demanda cruzada”, como vimos anteriormente na “*Ética*”. “Quem pode usar o seu espírito para prever é naturalmente um comandante e naturalmente um senhor, e quem pode usar o seu corpo para prover é comandado e naturalmente escravo; o senhor e o escravo têm, portanto, os mesmos interesses” ou “demandas” (como o homem e a mulher). A natureza faz cada coisa com um propósito (ou natureza). O da mulher e do escravo é servir. Eles (senhor e escravo, homem e mulher etc.) formam, por isso, uma “comunidade natural” de interesses. Cada um cumprindo sua natureza, propósito, finalidade ou função no todo (Aristóteles, 1985, p. 13-14).

A natureza de uma coisa, como visto, é o estágio final, o que cada coisa é quando o seu crescimento se completa (seja um homem, um cavalo ou uma família). “Mais ainda: o objetivo para o qual cada coisa foi criada - sua finalidade - é o que há de melhor para ela” (Aristóteles, 1985, p. 15). Portanto, a cidade é uma coisa natural e o homem um ser social por natureza, “é um homem que por natureza não fizesse parte de cidade alguma, seria desprezível ou estaria acima da humanidade” (Aristóteles, 1985, p. 15). A cidade é, portanto, anterior à família e a cada um individualmente, “pois o todo deve necessariamente ter precedência sobre as partes; com efeito, quando todo o corpo é destruído pé e mão já não existem mais, pois a mão nessas circunstâncias para nada servirá e todas as coisas são definidas por sua função e atividade” (Aristóteles, 1985, p. 15). Veremos que essa imagem do “corpo social” como um composto feito de elementos heterogêneos, de partes separadas e classes de funções distintas, mas de cuja mistura e fusão pode surgir o equilíbrio tem a ver com a nova ordem de coisas que surge com o fim da civilização palaciana e das antigas cosmogonias associadas a rituais reais e a mitos de soberania (Vernant, 1989).

Assim, cada coisa ou pessoa deve cumprir sua função em um todo hierarquicamente ordenado, pois desse modo o todo funcionará melhor. Trata-se, portanto, de definir a função de cada um, como os membros ou órgãos de um corpo: “a função do chefe de família se desmembra em partes correspondentes aos elementos dos quais a família por sua vez se compõe, e a família, em sua forma perfeita, é composta de escravos e pessoas livres”. Seu método propõe ir do mais simples ao mais complexo e os elementos mais simples de uma família são o senhor e o escravo, o marido e a mulher, o pai e os filhos. Cumpre, portanto, investigar o que é cada uma dessas três relações.

Começamos pela relação entre senhor e escravo. Bens e riquezas são, para Aristóteles, instrumentos para assegurar a vida, isto é, um meio e não um fim em si mesmos. Uma pessoa é um ser humano pertencente a outro se, sendo um humano, ele é um bem “e um bem é um instrumento de ação separável de seu dono”. Por isso, o escravo é definido como um “bem vivo” e pertencente ao senhor. As ações pertencentes a um e outro são o mandar e o obedecer, “condições não somente inevitáveis mas também convenientes” a ambas as partes. Esta reciprocidade é que garante, como visto a respeito das trocas, a unidade e a harmonia do todo:

Alguns seres, com efeito, desde a hora de seu nascimento são marcados para ser mandados ou para mandar (...) pois em todas as coisas compostas, onde uma pluralidade de partes, seja contínua ou descontínua, é combinada para constituir um todo único, sempre se verá alguém que manda e alguém que obedece, e esta peculiaridade dos seres vivos se acha presente neles como uma decorrência da natureza em seu todo, pois mesmo onde não há vida existe um princípio dominante, como no caso da harmonia musical (Aristóteles, 1985, p. 18-19).

Aristóteles recorre aqui, mais uma vez, a uma analogia com o corpo:

Um animal é constituído de alma e corpo, e destas partes a primeira é por natureza dominante e a segunda é dominada (...) é num ser vivo que se pode discernir a natureza do comando do senhor e do estadista: a alma domina o corpo com a prepotência de um senhor, e a inteligência domina os desejos com a autoridade de um estadista ou rei; estes exemplos evidenciam que para o corpo é natural e conveniente ser governado pela alma, e para a parte emocional ser governada pela inteligência, enquanto para as duas partes estar em igualdade ou em posições contrárias é nocivo em todos os casos (Aristóteles, 1985, p. 19).

Mas também apela ao mundo natural como um todo e suas conexões necessárias:

As mesmas considerações se aplicam aos animais em relação ao homem: a natureza dos animais domésticos é superior à dos animais selvagens, e portanto para todos os primeiros é melhor ser dominados pelo homem, pois esta condição lhes dá segurança. Entre os sexos também, o macho é por natureza superior e a fêmea inferior; aquele domina e esta é dominada; o mesmo princípio se aplica necessariamente a todo o gênero humano; portanto, todos os homens que diferem entre si para pior no mesmo grau em que a alma difere do corpo e o ser humano difere de um animal inferior (e esta é a condição daqueles cuja função é usar o corpo e que nada melhor podem fazer), são naturalmente escravos, e para eles é melhor ser sujeitos à autoridade de um senhor (...) (Aristóteles, 1985, p. 19).

Portanto, a natureza tem uma intenção ao fazer cada coisa, de modo a garantir a unidade e a harmonia do mundo vivo, pois o que é conveniente para as partes é também para o todo: “A intenção da natureza é fazer também os corpos dos homens livres e dos escravos diferentes - os últimos fortes para as atividades servis, os primeiros eretos, incapazes para tais trabalhos mas aptos para a vida de cidadãos” (Aristóteles, 1985, p. 19). O escravo é, então, “parte do senhor - parte de um corpo, viva mas separada; logo, há uma certa comunidade de interesses e amizade entre o escravo e o senhor quando eles são qualificados pela natureza para as respectivas posições” (Aristóteles, 1985, p. 21). Em suma, o animismo biologista de Aristóteles não separa o biológico do social.

O escravo é, portanto, um bem que pertence ao seu senhor como o braço pertence ao corpo. Mas, como dito, bem é um meio e não um fim. Resta saber então se a arte de enriquecer pertence à economia doméstica ou não e se a aquisição em si é uma parte da arte de aquisição. Não é difícil deduzir a resposta, por tudo que foi dito até aqui. Mas vejamos os argumentos do próprio autor.

Como visto, a natureza nada faz sem uma finalidade, então a natureza fez os animais e os escravos por causa dos homens livres. É justo caçar uns e outros, já que foram marcados pela sujeição e se recusam a isso. Portanto, a caça ou a guerra são artes da aquisição e são, por natureza, uma parte da economia doméstica, “uma vez que esta deve ter disponíveis, ou proporcionar ela mesma, as coisas passíveis de acumulação necessárias à vida e úteis à comunidade composta pela família ou pela cidade”. O necessário aqui é definido como aquilo que é útil para “bem viver”, que como vimos é o fundamento da vida feliz. “Tais coisas parecem constituir a verdadeira riqueza, pois a quantidade desses bens necessários por si mesmos a uma vida agradável não é infinita”, isto é, um bem é definido por sua qualidade e utilidade e não por sua quantidade (Aristóteles, 1985, p. 24-25). A arte da aquisição, portanto, é aquela apropriada à “boa vida” das famílias e pertence ao seu chefe e senhor.

Mas existe um outro gênero de arte da aquisição, “chamado frequente e justamente de arte de enriquecer, e este originou a noção de que não há limites para as riquezas e aquisições”. “A arte da aquisição não é por natureza uma parte da arte de enriquecer, pois a arte da aquisição era necessária somente para satisfazer às necessidades próprias do homem” (Aristóteles, 1985, p. 25), isto é, enquanto uma é um movimento natural, tem um fim, a outra é *contranatura*, ilimitada. A arte da aquisição pertence à economia doméstica, a arte de enriquecer ao comércio. Uma está voltada para o “bem viver”, a outra para satisfazer o desejo de viver ilimitadamente. “Não cabe à arte de tecer produzir lã, mas usá-la” (Aristóteles, 1985, p. 27), isto é, o fim é o usuário ou o uso. A economia doméstica seria, portanto, “necessária e louvável”, enquanto o comércio deveria ser “justamente censurado”. A “usura” seria ainda mais condenável, “pois seu ganho vem do próprio dinheiro (...) Efetivamente, o objetivo original do dinheiro foi facilitar a permuta, mas os juros aumentam a quantidade do próprio dinheiro” e dinheiro não é um bem em si mesmo, como dito (Aristóteles, 1985, p. 28).

Em um nível muito equiparável ao dos escravos, em termos hierárquicos, está a mulher, já que sua função também é servir. Mas os escravos estão em um nível mais baixo, pois são equiparáveis aos bens inanimados, *instrumentum vocale*. Então, “é claro que a economia doméstica se interessa

mais pelos seres humanos da casa que por seus bens inanimados, que denominamos riquezas, e mais por seus membros livres que pelos escravos”. Há também o lugar ocupado pelo artífice, que está mais afastado do senhor se comparado ao escravo, “e sua condição requer apenas qualidades proporcionais à sua dependência, pois a condição dos artífices mecânicos é uma espécie de escravidão limitada, e enquanto o escravo existe por natureza, nenhum sapateiro ou qualquer outro artífice exerce seu ofício por natureza” (Aristóteles, 1985, p. 33). A família de tipo extenso, um microcosmo, base do sentido de *koinonia*, conforma uma hierarquia natural.

Vemos que as mesmas noções aplicáveis ao mundo físico são igualmente aplicáveis ao mundo social. É que para Aristóteles, como dito, tudo é *physis*. Ordem social e ordem natural não diferem entre si. Uma deriva da outra. A *Física* aristotélica, assim como a *Política*, está dominada por noções como lugar, ordem, hierarquia, qualidade e finalidade. Por não ser matematizável e incapaz de gerar uma tecnologia, no sentido moderno da palavra, Alexandre Koyré definiu esta física como falsa (Koyré, 1982). E o mesmo poderia ser, por analogia, à Política. Mas, dizer isso, é apenas metade da questão. Trata-se de entender por que era assim. De fato, como visto, Aristóteles não viu nenhuma função física na matemática, já que sua física se refere a seres qualitativamente diferenciados. Mas não viu porque esta era rigorosamente desnecessária. De acordo com o ideal de uma economia doméstica, não mercantilizada, não há motivos para produzir além do necessário para “bem viver”. O limite da produção é a utilidade e a necessidade. Sendo o excedente e a própria troca meramente accidental, também não há necessidade da equivalência. A realidade, a da vida cotidiana entre os gregos, não comportava medidas, era sempre da ordem do mais ou menos, do aproximadamente. Além disso, vimos que o ideal da física aristotélica é a não mudança, definida pelo limite, pela forma, pela norma a ser alcançada pelo ser em devir.

Como mostrou Marx no “*Capital*”, o valor de uso ou valor natural de uma coisa consiste em sua capacidade de prover as necessidades da vida humana. Trata-se de um valor intrínseco às próprias coisas. Mas, por ser um valor qualitativo, não pode ser mensurado. O valor de troca, ao contrário, não é uma propriedade intrínseca das coisas que se trocam. Ele existe apenas na troca, sob a forma de equivalência entre as coisas trocadas, uma valendo tanto quanto a outra. Enquanto o valor de uso é regido pela qualidade da coisa em si, no valor de troca as coisas diferem em função de suas respectivas quantidades. O valor de uso não decorre necessariamente do trabalho: o ar que respiramos, a terra virgem a ser cultivada, os pastos naturais, as árvores que crescem na floresta e da qual utilizamos sua madeira são bens, mas não foram produto do trabalho humano. O valor de troca, ao contrário, depende do trabalho humano incorporado à coisa produzida para existir. E é este trabalho, transformado em uma quantidade, que lhe conferirá seu valor. Enquanto o valor de uso visa satisfazer as necessidades de quem o usa, desaparecendo imediatamente após cada ato, o valor de troca tem por finalidade atender as necessidades de um outro, transformando o mero valor de uso em valor-de-uso social e com isso ganhando vida própria e autônoma. Nesta passagem, somem todas as qualidades que distinguem os bens entre si, como mesa, cadeira, tecido etc. Somem igualmente todas as qualidades diferenciais das atividades que os produziu, como as do carpinteiro, tecelão etc. Ou, nas palavras de Marx:

Ao desaparecer o caráter útil dos produtos do trabalho, também desaparece o caráter útil dos trabalhos neles corporificados; desvanecem-se, portanto, as diferentes formas de trabalho concreto, elas não mais se distinguem umas das outras, mas reduzem-se, todas, a uma única espécie de trabalho, o trabalho humano abstrato (Marx, 2011, p. 60).

Como mostrou Jean-Pierre Vernant, o grego da era clássica não conhecia a palavra trabalho. *Pónos*, que em tradução livre significa dor, aplica-se a todas as atividades que exigem um esforço penoso. Assim, também, existem vocábulos para designar atividades específicas, como carpinteiro ou ferreiro, mas não para designar uma atividade genérica e abstrata. Em Hesíodo, o trabalho da terra não constitui uma atividade visando produzir valores úteis ao grupo. Está mais relacionado a uma forma de entrar em contato com as forças divinas (Vernant, 1990, p. 329). Em Xenofonte o trabalho não é artifício humano, mas uma parte da natureza. Não é uma ação sobre a natureza, para transformá-la ou adaptá-la a fins humanos, mas uma atividade conforme a natureza. Daí que o comércio se constitua numa espécie de escândalo, como vimos também para Aristóteles. O homem não tem a sensação de criar, com o seu trabalho, um valor social. Tende a predominar, portanto, o sentido de trabalho concreto descrito por Marx, onde cada profissão, com suas qualidades humanas diferenciais, se situa em uma ordem hierarquicamente ordenada. Por sua profissão e função na cidade, cada um estabelece uma relação de dependência natural e recíproca com o outro, uma relação de serviço com o usuário final, como visto anteriormente.

Não sendo uma troca de atividade social e não tendo por isso função social de base, “o trabalho parece antes estabelecer, entre o produtor e o usuário de um produto, um elo pessoal de dependência, uma relação de serviço (...) O artesão e sua arte existem em vista do produto, o produto em vista da necessidade” (usuário) (Vernant, 1990, p. 352-353). Em suma, o produtor é um meio e o usuário um fim. Pode-se dizer, então, que o artesão corresponde à causa motriz. Ele opera sobre um material - causa material - para lhe dar uma forma - causa formal - que é a da obra acabada. Esta forma, que será inteiramente consumida pelo usuário, constitui ao mesmo tempo o fim de toda a operação, sua causa final. Portanto, a verdadeira causalidade do processo operatório reside não no artesão, mas fora dele, no produto fabricado e no seu usuário. A própria essência do produto fabricado é independente do artesão, de seus processos de fabricação, de sua habilidade ou de suas inovações técnicas. A causa motriz não é realmente produtora: ela representa o papel de um meio pelo qual uma forma preexistente atualiza-se em uma matéria, que se destina a um fim, o usuário (Vernant, 1990, p. 353-354).

Assim, percebemos que à hierarquia das quatro causas estabelecida pelo próprio Aristóteles, sendo a causa final a mais importante, corresponde uma hierarquia existente na sociedade. A atividade técnica, ligada ao trabalho, é uma mera rotina mecânica, onde o artesão aparece como uma causa motriz capaz de introduzir uma forma na matéria e assim produzir algo para alguém que dele precisa, o usuário ou causa final da fabricação. Por seu lado, a atividade ética e política é aquela própria dos homens livres, dotados de razão e de vontade para deliberar e escolher uma ação. Desse modo, o cidadão e senhor, aquele que ordena a produção de alguma coisa, está relacionado à causa final. Escravo, servo, camponês ou artesão estão relacionados à causa motriz, ao trabalho. Por isso, a causa final é considerada superior. Tanto

na natureza quanto na sociedade o trabalho aparece como elemento secundário ou inferior, a fabricação sendo menos importante que seu uso (Chauí, 2004, p. 11-13).

Vimos que para Aristóteles o conhecimento deve ser desejável em si mesmo e não por seus resultados e que uma “ciência livre” (que não existe em função de uma utilidade qualquer) só pode ser cultivada por homens livres. Esta ciência é superior porque conhece a razão das coisas que são feitas e por isso deve estar no comando. As “ciências produtivas” ao contrário estão submetidas a uma finalidade prática, a uma utilidade e por isso devem obedecer e não comandar. Portanto, não é o artesão que detém o melhor conhecimento da forma que deverá encarnar na matéria. Existe um abismo a separar teoria e prática, pensamento e produção, ciência e técnica. O mesmo abismo que separa o homem livre, o homem ativo, macho, proprietário, enfim cidadão, de escravos, servos e trabalhadores manuais e mecânicos. Nesse sistema, o homem age quando usa as coisas, não quando as fabrica.

Como mostrou Perry Anderson, as cidades gregas da era clássica não formavam uma comunidade de artífices, mercadores e negociantes. Apesar do esplendor de sua cultura, eram essencialmente “conglomerados urbanos de proprietários de terras” (Anderson, 1995, p. 73). Dentro delas, as manufaturas eram poucas e rudimentares, não ultrapassando o nível técnico de simples adaptação às coisas, imitação da natureza, eteotécnica. Apesar da existência paralela de camponeses livres, rendeiros dependentes e artesãos urbanos, eram os escravos a condição para o exercício da liberdade. No mundo grego, como dito, não existe algo similar ao *ethos* do trabalho no mundo moderno. O trabalho não encerra em si nenhum valor moral humano. Muito pelo contrário, é sinal de imperfeição, imaturidade, subdesenvolvimento. Apesar de liberar uma classe proprietária para a vida ativa nas cidades, a escravidão avilta o trabalho, desqualifica-o (Anderson, 1995).

Mas ao mesmo tempo o escravo era o limite claro do desenvolvimento das forças produtivas. É que, como mostrou Marx, somente a necessidade da poupança de trabalho e o consequente barateamento da produção podem forçar a inovação técnica. Entre os gregos, a natureza não é um obstáculo a ser superado e a técnica uma aplicação da ciência. Dominado por uma economia natural, voltada para a produção de valores de uso, o trabalho existe apenas como trabalho concreto, voltado para o usuário final, estando, por isso, desligado do sentido de técnica como fator de mudança, de transformação. É preciso lembrar que a física aristotélica é uma física estática, está dominada pelo sentido de ordem, uma ordem igualmente estática, onde cada coisa ocupa um lugar por sua natureza e ali deve permanecer. A liberdade e o progresso estão limitados à finalidade, ao lugar a ser ocupado em uma ordem hierarquizada. Por isso, a *technè* grega é apenas a maneira de produzir, o método, a habilidade produtiva relativa a uma ocupação, bem como a faculdade que permite fazer, uma qualidade distintiva do ser. É arte, mas que efetivamente não cria nada de novo, nem mesmo transforma. Em outras palavras, é mera imitação da natureza, rotina prática. Porque, como vimos, a natureza é um limite, uma norma, uma forma a ser alcançada pelo ser em devir (Castoriadis, 1987).

Ora, vimos que a cidade forma uma espécie de comunidade natural feita de reciprocidade e equilíbrio, contendo todas as suas partes, do proprietário ao escravo. Precisamos entender agora, objetivamente, o que está por trás dessa intenção subjetiva da obra e do pensamento de Aristóteles. No livro “*Política*”, após assim definir a cidade, Aristóteles faz uma dura crítica ao ideal de comunidade de bens e mulheres defendido por Platão na “*República*”. A unidade, a igualdade, não deveria ir além de certo ponto,

pois a cidade é por natureza uma pluralidade (seres humanos especificamente diferentes e, por isso, com funções diferentes). “Consequentemente, a igualdade qualificada, e não a igualdade pura e simples, é a salvaguarda das cidades, como dissemos na *“Ética”* (Aristóteles, 1985, p. 36). É isso que garante a autosuficiência da cidade, cada um fazendo o que faz de melhor. Além disso, “a propriedade comum a maior número de donos recebe atenção menor; os homens cuidam mais de seus bens exclusivos, e menos dos que eles possuem em comum” (Aristóteles, 1985, p. 37). “Com efeito, há dois motivos para as pessoas se preocuparem com as coisas e gostarem delas: o sentimento de propriedade e o de afeição”, sendo o último superior ao primeiro (Aristóteles, 1985, p. 39).

Nesse sentido, o melhor sistema para ele seria a propriedade privada mas com uso comum dos bens. “Na Lacedemônia”, por exemplo, “as pessoas usam os escravos das outras, e os cavalos e cães, como se fossem seus, e quando lhes faltam provisões em viagem elas se apropriam do que encontram nos campos através dos lugares por onde passam” (Aristóteles, 1985, p. 42). Assim se garantiria a unidade e a harmonia da cidade.

Mas quem deve ser chamado de habitante da cidade, isto é, cidadão e qual sua natureza? “Cidadão integral” é aquele definido pelo direito de administrar justiça e exercer funções públicas. Deve ser filho de pai cidadão e mãe cidadã. Mas esta definição pode variar de acordo com a constituição da cidade, se uma democracia ou uma oligarquia, por exemplo. Um cidadão deve ser um parceiro na cidade, sua preocupação principal deve ser com o bem-estar dela. A excelência da cidadania também tem a ver com a capacidade de mandar e obedecer. Um cidadão apto a comandar (por sua natureza) não estará sendo um bom cidadão se aprender as tarefas daqueles que estão sujeitos ao mando, como os escravos e os artífices.

De fato, antigamente a classe dos artífices em algumas cidades era constituída de escravos ou estrangeiros; logo, a melhor forma de cidade não deverá admitir os artífices entre os cidadãos; se forem admitidos, nossa definição das qualidades do cidadão não se aplicará a cada cidadão nem a cada homem livre como tal, mas somente àqueles isentos das atividades servis. Nas atividades servis, aqueles que prestam seus serviços a um indivíduo são escravos, e os que os prestam à comunidade são artífices ou assalariados. Sob algumas formas de constituição a cidadania terá de ser estendida ao artífice e ao assalariado, enquanto sob outras formas isto é impossível (como no caso da aristocracia). Tais fatos demonstram que há várias espécies de cidadãos, e que cidadão em sentido absoluto é o homem que partilha os privilégios da cidade (Aristóteles, 1985, p. 87-88).

Quem deve deter o poder soberano nas cidades, as massas, os ricos ou os “homens bons”? As massas, mas os altos funcionários devem ser escolhidos por pessoas entendidas, “por exemplo, a escolha de um agrimensor deve caber a especialistas em topografia”. “Logo, de acordo com este argumento não se deve entregar às massas o poder decisório na escolha de altos funcionários, nem o de fiscalizar-lhes a prestação de contas” (Aristóteles, 1985, p. 99). Mas estes altos funcionários devem ter poder para decidir apenas os assuntos sobre os quais as leis não se mostram suficientemente precisas. Nos demais casos, a lei é soberana.

Assim, embora Aristóteles defenda a democracia como a melhor constituição em abstrato, defende também que a forma depende de como a cidade é composta, se tem mais ricos, mais nobres, mais pobres etc. Esta composição aparece para ele como algo natural. Ou seja, as classes são como plantas e animais, que

nascem e se desenvolvem espontaneamente e necessariamente em uma cidade, como tudo o mais em um cosmo ordenado. Além da diferença de riqueza, há também a diferença de nascimento, relativamente ao mérito e outras distinções. De modo que, “às vezes todas estas partes entram na composição de uma cidade, e às vezes somente um número menor ou maior delas”. Então, uma constituição depende dos “modos de ordenamento segundo a hierarquia e as diferenças entre as partes da cidade” (Aristóteles, 1985, p. 125).

Para classificar uma cidade e suas diferentes constituições políticas, Aristóteles recorre mais uma vez a uma analogia com o reino animal:

Primeiro definimos as características necessariamente próprias a cada animal (por exemplo, alguns órgãos sensoriais, os componentes do sistema mastigatório e do digestivo, como uma boca e um estômago, e também as várias espécies de órgãos locomotores), se só houvesse tais partes necessárias, mas se houvesse variedades distintas destas (quero dizer, vários tipos de boca e estômago e órgãos sensoriais, e também de partes locomotoras), o número dessas variações resultaria numa grande diversidade de espécies de animais, de tal forma que, quando todas as combinações possíveis de partes necessárias fossem consideradas, todas elas resultariam em espécies de animais, e haveriam tantas espécies de animais quantas fossem as combinações de partes necessárias; da mesma forma, portanto, classificaremos as várias constituições mencionadas (Aristóteles, 1985, p. 127).

A cidade é composta, portanto, de várias partes que se articulam para formar um todo hierarquicamente ordenado, tal como em um corpo: agricultores, artífices, comerciantes, trabalhadores braçais e soldados. Todas elas são indispensáveis à cidade em sua função, sempre de acordo com seu lugar “natural” como “órgão” desse corpo (produzir alimentos, construir casas etc.). Embora sejam todas indispensáveis, umas funções são mais importantes que outras. Por isso é uma ordem hierárquica natural:

Da mesma forma, então, que se deve considerar a alma parte mais importante num animal que o corpo, os elementos de uma cidade correspondentes à alma também devem ser considerados partes dela, com mais razão do que os que contribuem apenas para a satisfação de suas necessidades materiais (tais elementos são a classe militar e a encarregada de administrar a justiça, além da parte que delibera nas assembleias, pois deliberar é função da inteligência política). Quanto à competência em outras matérias, muitas pessoas pensam que ela pode apresentar-se em várias combinações; por exemplo, os mesmos homens podem ser soldados que defendem a cidade na guerra e agricultores que cultivam a terra, e artífices, e também aqueles que deliberam na assembleia, e juízes - na verdade, todos os homens pretendem possuir qualidades e se julgam capacitados para desempenhar a maior parte das funções de governo na cidade. Não é possível, porém, que os mesmos homens sejam pobres e ricos ao mesmo tempo; logo, estes parecem constituir no sentido mais amplo as partes componentes da cidade. Também o fato de os ricos serem geralmente poucos e os pobres serem muitos faz com que estas duas partes pareçam segmentos opostos entre as existentes na cidade, e faz igualmente com que a predominância das pretensões de uma ou de outra determine as formas de governo, a ponto de se pensar que há somente duas formas: democracia e oligarquia (Aristóteles, 1985, p. 128-129).

Em seguida, Aristóteles mostra que a melhor forma de governo para uma cidade está relacionada ao modo de vida que se pretende viver, a melhor maneira de viver. Começa classificando os bens em três tipos:

exteriores, do corpo e da alma. Ser feliz é ter esses três bens. Mas enquanto os últimos devem ser cultivados de forma ilimitada, os bens exteriores devem ser limitados à capacidade de usufruí-los. Portanto, em conformidade ao que havia dito na “*Ética*”, a felicidade de cada um é proporcional às qualidades morais e ao bom senso, à conduta moralmente boa e sensata e a vida melhor é aquela conforme as qualidades morais e provida de meios suficientes para a prática de ações moralmente boas (Aristóteles, 1985, p. 220).

Mas, como vimos, as qualidades morais consistem na reciprocidade, isto é, em ter a parte que cabe a cada um, sendo o contrário um movimento *contranatura*: “Dar, porém, o desigual a iguais, e o que não é idêntico a pessoas identificadas entre si, é contra a natureza, e nada contrário à natureza é bom”. E outra vez Aristóteles recorre a analogias com o mundo natural e o corpo orgânico:

Da mesma forma que, em todos os outros conjuntos formados pela natureza, as partes sem as quais o todo não poderia existir não são idênticas às outras partes do conjunto como um todo, obviamente nem tudo que é necessário a uma cidade deve ser considerado parte da cidade, nem de qualquer outra associação que constitua um só gênero e como se fosse um só corpo; uma parte essencial da cidade deve ser comum e idêntica para os participantes, quer a sua participação seja igual, quer seja desigual - por exemplo, esta parte comum pode ser o alimento ou uma certa extensão de terra, ou algo mais da mesma natureza - mas quando uma de duas coisas correlatas é um meio e a outra é um fim, nada há de comum entre elas, à exceção de que uma age e a outra sofre a ação; quero dizer que nada há de comum, por exemplo, entre o instrumento e o artifice, de um lado, e a obra por ele produzida, de outro - entre uma casa e um construtor nada há que seja produzido em comum, mas a habilidade do construtor existe em função da casa. Logo, embora a cidade necessite de propriedades estas não são parte da cidade, embora haja muitos seres vivos classificados entre as propriedades; a cidade não é apenas uma comunidade de seres vivos, mas de seres identificados entre si, e seu objetivo é a melhor vida possível (Aristóteles, 1985, p. 237).

Portanto, percebemos que existe um estado próprio, uma norma a ser atingida pelo cidadão em seu desenvolvimento natural. É a *pólis* que estabelece essa norma. Ou, nos termos de Castoriadis, existe uma *physis* da *pólis*, um estado próprio e único da *koinonia*, que é o estado de equilíbrio e harmonia entre suas partes constitutivas. Como vimos, o limite define a norma. O ilimitado, o infinito é inacabado, imperfeito, imaturo. Esse desenvolvimento final da cidade supõe que cada coisa está em seu devido lugar, cumprindo a função para que veio ao mundo. Não há lugar para a mudança, já que a mudança significa a negação do lugar. Isso quer dizer que nem todos pertencem à cidade, isto é, podem ser chamados de cidadãos, por seu estado de imaturidade, como as mulheres, os escravos, as crianças, os artífices, os agricultores:

(...) na cidade melhor constituída e, naquela dotada de homens absolutamente justos, os cidadãos não devem viver uma vida de trabalho trivial ou de negócios; tampouco devem ser agricultores os aspirantes à cidadania, pois o lazer é indispensável ao desenvolvimento das qualidades morais e à prática das atividades políticas (...) Efetivamente, a classe dos artífices não participa da cidade, nem qualquer classe que não seja composta de artífices de qualidades morais. Esta é uma consequência óbvia de nossos princípios, pois a felicidade é necessariamente associada às qualidades morais, mas uma cidade não deve ser qualificada de feliz com referência apenas a uma de suas classes, e sim a todos os cidadãos. É também evidente que as propriedades devem pertencer a estas classes, portanto é necessário que os agricultores sejam escravos ou servos bárbaros (Aristóteles, 1985, p. 239-240).

Então, resta óbvio que apenas os homens livres e proprietários pertencem de fato à cidade, pois só eles podem desfrutar do ócio necessário a uma vida dedicada à contemplação, sem ter que se ocupar com a vida produtiva e útil, sinal de imperfeição, imaturidade. A atividade intelectual e especulativa dignifica e enobrece porque é um fim em si mesmo:

Mas o lazer parece conter em si mesmo o prazer, a felicidade e a bem-aventurança de viver, e isto não está ao alcance dos homens ocupados, e sim dos que usufruem o lazer; o homem de negócios se ocupa na busca de algum objetivo ainda não alcançado, mas a felicidade é um objetivo alcançado, que todos os homens consideram acompanhado não pelo prazer da mesma forma; cada um o concebe segundo sua própria natureza e seu próprio caráter, e o prazer que o melhor dos homens considera ligado à felicidade é o melhor prazer e provém das mais nobres fontes (Aristóteles, 1985, p. 270).

Ora, uma criança não participa da cidade por não ter atingido ainda o estado próprio para isso. Então, deve-se deduzir daí que a *paideia* grega (criação/educação) consiste em conduzir a semente imatura ao seu estado próprio de ser humano, isto é, homem livre, proprietário e intelectualmente desenvolvido. Mas o que significa “desenvolvido” neste caso? Qual educação se deve dar ao jovem?

Não é difícil de ver, então, que devem ser ensinados aos jovens os conhecimentos úteis realmente indispensáveis, mas é óbvio que não se lhes deve ensinar todos eles, distinguindo-se as atividades liberais das servis; deve-se transmitir aos jovens, então, apenas os conhecimentos úteis que não tornam vulgares as pessoas que os adquirem. Uma atividade, tanto quanto uma ciência ou arte, deve ser considerada vulgar se seu conhecimento torna o corpo, a alma ou o intelecto de um homem livre inúteis para a posse e a prática das qualidades morais. Eis por que chamamos vulgares todas as artes que pioram as condições naturais do corpo, e as atividades pelas quais se recebem salários; elas absorvem e degradam o espírito. Há também algumas ciências que podem ser tidas como liberais, mas somente até o ponto em que elas não levam à vulgaridade (Aristóteles, 1985, p. 269).

Assim, percebemos claramente um elemento de tensão ou conflito por trás da aparente ordem aristotélica, feita de reciprocidade e equilíbrio entre as partes que compõem o todo, que é a *pólis*. Essa tensão se explica pela forma como se constituíram as cidades no período analisado. A Grécia antiga é um conglomerado de cidades-Estado independentes que começaram a formar-se durante o período micênico, mais ou menos entre 1600 e 1200 a. C., e se fortaleceram posteriormente com a passagem da monarquia à aristocracia. Um dos primeiros sinais desse fortalecimento foi o aumento da organização e do poderio militar, cuja consequência mais importante foi, a partir do século VIII, o alargamento territorial de cidades como Esparta e Atenas. Após a expulsão dos persas e a formação da Liga de Delos, no fim do século V, Atenas se tornaria um poderoso império e sustentaria a ambição de unificar a Grécia por meio de uma única *pólis*. Em algumas regiões, como a de Beócia, onde não chega a formar-se a supremacia de uma cidade sobre outra, tende a desenvolver-se a ideia de federação (ao mesmo tempo religiosa, política, militar e econômica). Essas cidades viviam em constantes guerras entre si. A guerra era uma coisa normal na Grécia antiga (Hatzfeld, 1988, p. 76-77).

No século V há profundas diferenças econômicas, políticas e sociais entre as cidades gregas. Em muitas delas, só uma minoria de proprietários de terras goza do status de cidadão, formando assim um Estado aristocrático, com assembleias pouco frequentes onde se decidem as questões mais importantes. Em cidades maiores como Atenas, tende a desenvolver-se uma constituição democrática. O conjunto total dos cidadãos livres era formado pelos hoplitas, sobretudo de origem entre agricultores de classe média, mas podendo conter artesãos urbanos, os tetas, cuja metade mais ou menos era constituída de camponeses pobres e, acima delas, “duas ordens muito menores de cidadãos mais ricos, cuja elite formava um cume de umas 300 famílias de grande fortuna” (Anderson, 1995, p. 38). Mas não se deve esquecer que por essa época havia talvez uns 80 a 100 mil escravos em Atenas, para uns 30 a 40 mil cidadãos livres.

As guerras constantes, todavia, tendiam a abalar esse aparente equilíbrio entre as diversas instituições, a tendência de harmonização entre as classes e a concessão de iguais possibilidades a todos os cidadãos. Isso explica a enorme popularidade dos sofistas, tão combatidos por Sócrates, Platão e Aristóteles. Tudo para eles se resume a uma questão de opinião, as leis, a moral, a justiça, a religião. Não existem valores absolutos. Explica igualmente o hedonismo, a busca incessante do prazer e a ideia de que só a vida do dia a dia tem real valor. Podemos igualmente ver nisso a raiz do estoicismo, apesar de a rigor esta filosofia só ter se desenvolvido a partir do fim da era clássica, após o fracasso do império macedônico e a morte de Aristóteles (Aubenque, 1973).

O que Aristóteles busca incansavelmente é um equilíbrio entre partes desiguais, a ordem em meio ao conflito de grupos rivais, a harmonia resultante do choque de prerrogativas e funções que se opõem. O meio termo, o centro era o natural, o melhor, ao passo que o excesso em uma direção ou outra era uma desordem. Apesar de a educação formal está restrita a uma elite, esses valores hierárquicos eram transmitidos por meio do contato direto na vida pública, desde a infância. O mundo grego antigo é predominantemente o da palavra falada e não da palavra escrita (Finley, 1985).

Vê-se, portanto, que aquilo que, à primeira vista, poderia parecer apenas uma cosmologia ultrapassada ou uma física “falsa”, revela-se, sob outro ângulo, como a expressão coerente de uma forma específica de inteligibilidade do mundo, profundamente enraizada em uma determinada estrutura social e histórica.

Nesse sentido, o pensamento aristotélico não apenas organiza o real, mas o faz segundo princípios que hoje reconheceríamos como propriamente sistêmicos: a primazia do todo sobre as partes, a interdependência funcional dos elementos, a existência de níveis hierárquicos de organização e a orientação teleológica dos processos.

A diferença fundamental em relação às teorias contemporâneas de sistemas não reside, portanto, na presença ou ausência de uma visão sistêmica, mas no modo como essa visão se estrutura. Enquanto a teoria moderna tende a privilegiar a formalização, a quantificação e a abstração das relações, o sistema aristotélico permanece ancorado na qualidade, na finalidade e na ordem substancial dos seres.

Isso não o torna menos sistemático, mas antes revela a historicidade da própria ideia de sistema. Longe de constituir uma invenção exclusiva da ciência do século XX, a noção de sistema encontra em Aristóteles uma de suas formulações mais abrangentes e coerentes, ainda que inscrita em um horizonte ontológico e social radicalmente distinto do moderno.

É precisamente nessa tensão entre permanência e transformação que reside a atualidade do pensamento aristotélico: não como um modelo a ser retomado, mas como um momento fundamental na longa história das tentativas de compreender o mundo como um todo organizado.

Referências principais

- Abbagnano, N. (1987). *Dicionário de filosofia*. Martins Fontes.
- Anderson, P. (1995). *Passagens da Antiguidade ao feudalismo*. Brasiliense.
- Aristóteles. (1985). *Política*. UnB.
- Aristóteles. (2006). *História do animais*. Imprensa Nacional Casa da Moeda.
- Aristóteles. (2012). *Metafísica*. Edipro.
- Aristóteles. (2014). *Do céu*. Edipro.
- Aristóteles. (2021). *Ética a Nicômaco*. Principis.
- Aristóteles. (2023a). *Física* (Vol. 1). Diário Intelectual.
- Aristóteles. (2023b). *Obras completas*. Ebookklasicos.
- Aubenque, P. (1973). As filosofias helenísticas: Estoicismo, epicurismo, ceticismo. In F. Châtelet (Org.), *História da filosofia* (Vol. 1). Zahar.
- Bernhardt, J. (1973). Aristóteles. In F. Châtelet (Org.), *História da filosofia* (Vol. 1). Zahar.
- Bertalanffy, L. von. (2010). *Teoria geral dos sistemas: Fundamentos, desenvolvimentos e aplicações*. Vozes.
- Castoriadis, C. (1987). *As encruzilhadas do labirinto* (Vol. 1). Paz e Terra.
- Chauí, M. (2004). *O que é ideologia*. Brasiliense.
- Damásio, A. (2012). *O erro de Descartes*. Companhia das Letras.
- Finley, M. (1985). *A política no mundo antigo*. Zahar.
- Goldmann, L. (1979). *Dialética e cultura*. Paz e Terra.
- Hatzfeld, J. (1988). *História da Grécia Antiga*. Europa-América.
- Hessen, J. (2012). *Teoria do conhecimento*. Martins Fontes.
- Koyré, A. (1982). *Estudos de história do pensamento científico*. UnB.
- Lamarck, J.-B. (1830). *Système analytique des connaissances positives de l'homme*. Baillière.
- Littre, É. (1889). *Dictionnaire de la langue Française*. Hachette.
- Marx, K. (2011). *O capital* (Vol. 1). Civilização Brasileira.
- Novaes, A. (Org.). (2007). *Ética*. Companhia das Letras.
- Vernant, J. P. (1989). *As origens do pensamento grego*. Bertrand Brasil.
- Vernant, J. P. (1990). *Mito e pensamento entre os gregos*. Paz e Terra.

Capítulo 3

Novos desafios à gestão de pessoas jurídicas originados pelo Marco Legal do Combate ao Crime Organizado

Andrés Felipe Thiago Selingardi Guardia¹

Professor Doutor do Departamento de Economia, Administração e Sociologia da Esalq/USP

¹Este trabalho foi desenvolvido no âmbito do Grupo de Pesquisa e Extensão em Direito Esalq Juris, como parte de atividades investigativas relacionadas a inovação legislativa no ordenamento jurídico brasileiro. Não foram empregadas ferramentas de inteligência artificial generativa na produção do texto.

Há mais de três décadas a prevenção e a repressão de ações praticadas por organizações criminosas têm sido objeto de diferentes iniciativas legislativas, que ainda parecem insuficientes diante de um cenário marcado por índices de criminalidade em ascenso e práticas de cooperação delitiva organizada cada vez mais complexas.

O advento da Lei nº 15.358, de 24 de março de 2026, que institui o Marco Legal do Combate ao Crime Organizado no Brasil, representa importante esforço de aperfeiçoamento do ordenamento jurídico nacional. Embora não se trate de novel iniciativa, nenhuma das normativas anteriores se ocupou tão detalhadamente de aspectos afetos à matéria, a ponto de promover um conjunto tão vasto de alterações que, embora orientado principalmente a temas penais e processuais penais, irradia-se amplamente pelo ordenamento jurídico, e contempla tanto searas do Direito Público quanto do Direito Privado. Por conseguinte, uma norma que à primeira vista interessaria majoritariamente a penalistas e criminólogos, mostra-se significativa a juristas de diferentes cátedras, operadores do Direito e profissionais de áreas diversas como Administração, Ciências Contábeis, Economia e Sociologia.

Pretende-se, neste trabalho, analisar como o Marco Legal do Combate ao Crime Organizado disciplina matérias afetas às pessoas jurídicas e lançar luz sobre transformações que possivelmente representam importantes desafios aos seus gestores.

Ao promover uma investigação teórico-formalista, de caráter exploratório, fundada no exame de dispositivos da Lei nº 15.358/2026, tenciona-se desenvolver uma análise que, embora orientada pelos rigores da ciência jurídica, seja útil não apenas a juristas e operadores do Direito, mas a gestores com distintas formações acadêmicas.

Os tópicos deste estudo dizem respeito à origem e desenvolvimento do arcabouço legislativo destinado a combater a criminalidade organizada; ao advento do novo marco legal; às principais reformas operadas pela Lei nº 15.358/2026; às normas diretamente alteradas; à disciplina de matérias afetas a pessoas jurídicas e aos desafios que estas transformações supõem. Por desbordar dos objetivos da análise, não se espera dar a conhecer o combate à criminalidade organizada desde sua gênese legal mais remota, discorrer paulatinamente sobre todas as etapas do processo legislativo que culminaram na aprovação do novo marco, ou escrutinar as inúmeras alterações de ordem penal e processual desencadeadas pela Lei. Ao organizar em tópicos os temas que conformam a estrutura deste capítulo, pretendeu-se dar a conhecer aspectos da matéria necessários à inteligência da norma e alicerçar a reflexão sobre determinadas alterações promovidas pela Lei, que alcançam pessoas jurídicas e podem representar novos desafios à gestão.

Considerada a aprovação do Projeto de Lei há pouco mais de três meses, antecedida de um curto período de debates legislativos, inevitável destacar a escassez de referências bibliográficas específicas sobre a matéria. Mais que evidente limitação, este fato evidencia uma característica inerente à proposta deste trabalho: descortinar horizontes descerrados pelo advento do recentíssimo Marco Legal do Combate ao Crime Organizado.

1. O combate à criminalidade organizada no ordenamento jurídico brasileiro e o advento da Lei nº 15.358/2026

Desde há muito o legislador brasileiro manifesta repúdio à cooperação de pessoas para a prática delitiva. Embora os Códigos Penais de 1830 e 1890 já estabelecessem relações entre autores e cúmplices, foi o Código Penal vigente, no art. 288, que pela primeira vez tipificou a associação de três ou mais pessoas, para o fim de cometer crimes. Inovador, o dispositivo descrevia o então denominado crime de quadrilha ou bando e, já em 1940, se referia à associação de criminosos armados.

A primeira lei especificamente voltada a promover o desmantelamento de organizações criminosas tão nocivas à ordem econômico-financeira, a instituições públicas e privadas, e à sociedade de modo geral, surgiu muito depois. No final dos anos 1980, a comissão de aperfeiçoamento da legislação penal de combate ao crime organizado, grupo de trabalho integrado por acadêmicos e profissionais do Direito, participou ativamente da elaboração do Projeto de Lei nº 3.516/1989, que anos mais tarde se converteria na Lei nº 9.034/1995.

A Lei de Combate ao Crime Organizado de 1995 parte da premissa de que grupos de criminosos, organizados para promover atividades como tráfico ilícito de drogas, exploração de lenocínio, tráfico de crianças, furto de veículos, contrabando e descaminho, terrorismo e crimes do colarinho branco, haviam logrado constituir autênticas empresas multimilionárias a serviço do crime e da corrupção generalizada. Sob esta perspectiva, caberia ao legislador dispensar às organizações criminosas, tratamento distinto do aplicado a ações isoladas (PL. 3.516/1989).

Ainda aferrada às noções de quadrilha e bando então previstas no art. 228, do Código Penal, a Lei dispunha concretamente sobre a utilização de meios operacionais para a prevenção e repressão de ações praticadas por organizações criminosas. Norma bastante sucinta, não contempla disposições específicas sobre pessoas jurídicas. Ou seja, ainda que procedimentos de investigação e formação de provas, como acesso a dados, documentos e informações, pudessem eventualmente relacionar-se a pessoas jurídicas, não havia previsão de medidas interventivas em particular.

Sob a vigência da Lei nº 9.034/1995, o Estado brasileiro deu um novo passo para fortalecer o combate à criminalidade organizada em âmbito global, ao firmar no ano 2000, a Convenção das Nações Unidas contra a Criminalidade Organizada Transnacional (Convenção de Palermo), ratificada em 2004 e promulgada por força do Decreto nº 5.015/2004.

Embora a Convenção de Palermo oriente-se à colaboração como forma de prevenir e combater a criminalidade transnacional, forçoso reconhecer que a norma muito contribuiu para o aperfeiçoamento do ordenamento jurídico pátrio. À guisa de exemplo, destacam-se a precisão terminológica

empregada na definição de termos como “grupo criminoso organizado” e “grupo estruturado”²; a caracterização de infrações penais e medidas de combate à atuação delitiva; o reconhecimento da responsabilidade penal, civil e administrativa de pessoas jurídicas em função de atos vinculados a grupo criminoso; a prevenção ao emprego indevido de pessoas jurídicas por grupos criminosos organizados.

Nos estreitos limites deste trabalho, cumpre destacar o reconhecimento da responsabilidade de pessoas jurídicas previsto no art. 10º., I, da Convenção de Palermo. Trata-se de disposição absolutamente inovadora, até então sem precedentes no Direito brasileiro. Observe-se que diferentemente das hipóteses de intervenção em pessoas jurídicas agora admitidas pelo atual Marco Legal do Combate ao Crime Organizado, detalhadas no subtítulo terceiro deste trabalho, a norma das Nações Unidas condiciona a responsabilidade de pessoas jurídicas à constatação de dois elementos objetivos: participação em infrações graves envolvendo um grupo criminoso organizado; prática de determinados delitos taxativamente indicados, como por exemplo lavagem do produto do crime, corrupção e obstrução à justiça.

Também merece destaque o disposto no art. 31, da Convenção, que insta os Estados Partes à adoção de medidas legislativas destinadas a dificultar a utilização indevida de pessoas jurídicas e a participação de grupos criminosos organizados em negócios lícitos. Salta aos olhos o caráter preventivo atribuído a tais medidas, distinto das soluções de viés repressivo empregadas pelo Marco Legal do Combate ao Crime Organizado, examinadas abaixo no subtítulo terceiro.

A Lei nº 9.034/1995 foi expressamente revogada pela Lei nº 12.850/2013 (Lei de Combate ao Crime Organizado). A norma mais recente, além de dispor sobre temas como investigação criminal, meios de obtenção de prova, infrações penais correlatas, altera o art. 288, do Código Penal, e apresenta uma definição positiva de organização criminosa.

Ao modificar o conteúdo do art. 288, do Código Penal, a Lei atualiza a nomenclatura empregada e estatui o crime de associação criminosa em substituição ao crime de quadrilha ou bando. A definição positiva, inscrita no art. 1º., § 1º., do texto legal, identifica como organização criminosa “a associação de 4 (quatro) ou mais pessoas estruturalmente ordenada e caracterizada pela divisão de tarefas, ainda que informalmente, com objetivo de obter, direta ou indiretamente, vantagem de qualquer natureza, mediante a prática de infrações penais cujas penas máximas sejam superiores a 4 (quatro) anos, ou que sejam de caráter transnacional.”

²“Art. 2º. Para efeitos da presente Convenção, entende-se por: a) “Grupo criminoso organizado” - grupo estruturado de três ou mais pessoas, existente há algum tempo e atuando concertadamente com o propósito de cometer uma ou mais infrações graves ou enunciadas na presente Convenção, com a intenção de obter, direta ou indiretamente, um benefício econômico ou outro benefício material; (...) c) “Grupo estruturado” - grupo formado de maneira não fortuita para a prática imediata de uma infração, ainda que os seus membros não tenham funções formalmente definidas, que não haja continuidade na sua composição e que não disponha de uma estrutura elaborada (...)” (Convenção de Palermo, 2000).

O período que antecede a Lei de Combate ao Crime Organizado foi marcado pela aprovação de duas normas que guardam relação com a matéria: a Lei nº 12.694/2012 (Lei do Juiz sem Rosto), que versa sobre o processo e o julgamento colegiado em primeiro grau de jurisdição de crimes praticados por organizações criminosas; a Lei nº 12.720/2012 (Lei das Milícias Privadas), que altera o Código Penal para dispor sobre os crimes praticados por grupos de extermínio ou milícias privadas.

Nos anos subsequentes, também foram produzidas normas direta ou indiretamente relacionadas à criminalidade organizada. Destacam-se, principalmente: a Lei nº 12.260, de 16 de março de 2016, que regulamenta o disposto no art. 5º, XLIII, da Constituição Federal, para disciplinar o terrorismo; a Lei nº 13.964, de 24 de dezembro de 2019 (Lei Anticrime), que versa sobre aspectos penais e processuais penais conexos ao tema; a Lei nº 15.245, de 29 de outubro de 2025, que promove alterações em normas penais com o intuito de ampliar a proteção dos agentes públicos ou processuais envolvidos no combate ao crime organizado, bem como tipificar condutas de obstrução de ações contra o crime organizado e de conspiração para obstrução de ações contra o crime organizado.

É exatamente neste contexto, marcado pelas particularidades de um arcabouço normativo complexo e pelo urgente propósito de impor freios à atuação de organizações criminosas que, em novembro de 2025, foi apresentado o Projeto de Lei nº 5.582/2025, de autoria do Poder Executivo, que tramitou em regime de urgência. A versão original do projeto pretendia aperfeiçoar o combate às organizações criminosas a partir de alterações pontuais na Lei de Combate ao Crime Organizado, no Código Penal, no Código de Processo Penal, na Lei dos Crimes Hediondos (Lei nº 8.072/1990), na Lei da Prisão Temporária (Lei nº 7.960/1989) e na Lei de Execução Penal (Lei nº 7.210/1984). Entretanto, durante a tramitação, o texto passou por profundas mudanças. Consequentemente, um projeto de lei inicialmente sucinto, que previa determinados ajustes na legislação, acabou por converter-se em uma lei específica bastante complexa, que não se restringe à matéria penal e propõe alterações tão extensas que alcançam até mesmo áreas como o Direito Eleitoral e o Direito Civil/Empresarial. Trata-se da Lei nº 15.358/2026, de 24 de março de 2026 (Lei Raul Jungmann), que institui o Marco Legal do Combate ao Crime Organizado.

2. Principais reformas operadas pela Lei nº 15.358/2026

Ao entrar em vigor – imediatamente após a publicação, no dia 25 de março de 2026 – a Lei nº 15.358/2026 não se limitou a promover alterações legislativas em outros diplomas legais, como propunha a versão original do Projeto de Lei nº 5.582/2025. Muito além, pretendeu também tipificar novos crimes e inaugurar um marco normativo próprio. Esta assertiva corrobora-se a partir do exame da ementa e do objeto da norma, que indicam a persecução destes objetivos. Evidencia-se, ainda, na estrutura da própria Lei, que destina o primeiro título a estatuir novos tipos penais, o segundo título a criar normas processuais e operacionais para, apenas no terceiro título, em disposições finais, modificar normas já existentes.

2.1. O Marco Legal do Combate ao Crime Organizado e os novos crimes tipificados

Diante desta constatação, inevitável questionar o que pretendeu o legislador ao optar pela criação de um marco normativo próprio. Conforme descrito no art. 1º., da lei, o Marco Legal do Combate ao Crime Organizado objetiva “definir e punir as condutas praticadas por organizações criminosas ultraviolentas, grupos paramilitares ou milícias privadas que, mediante violência ou grave ameaça, atentem contra a paz pública, a segurança da coletividade ou o funcionamento de instituições públicas ou privadas”.

Sob esta perspectiva, a Lei tipifica condutas identificadas como domínio social estruturado e favorecimento ao domínio social estruturado, dois crimes até então inexistentes.

Ambos os crimes têm por sujeito ativo – a pessoa que pratica a conduta indicada no tipo penal (Nucci, 2016) – integrantes de organização criminosa ultraviolenta, grupo paramilitar e milícia privada. A caracterização do sujeito como integrante de grupo paramilitar e milícia privada depende do exame de noções assentadas nas normas penais, particularmente no art. 288-A, do Código Penal. Diferentemente, a definição de organização criminosa ultraviolenta, também denominada facção criminosa, foi concebida pela própria Lei nº 15.358/2026, conforme disposto no § 2º., do art. 2º.: “agrupamento de 3 (três) ou mais pessoas que emprega violência, grave ameaça ou coação para impor controle territorial ou social, intimidar populações ou autoridades ou atacar serviços, infraestrutura ou equipamentos essenciais ou que pratica atos destinados à execução dos crimes tipificados nesta Lei.”

Em primeira análise, estima-se que o dispositivo se refere a pessoas físicas. Nada obstante disponha a Constituição Federal, no § 5º., do art. 173, sobre a responsabilidade da pessoa jurídica nos atos praticados contra a ordem econômica e financeira e contra a economia popular, ausente disposição expressa, não parece ter o legislador se ocupado do tema.

O crime de domínio social estruturado materializa-se na prática de um extenso rol de condutas indicado nos incisos do art. 2º., da Lei³. Em síntese, abarca ações violentas ou intimidatórias destinadas

³Art. 2º. “Constitui crime, independentemente de suas razões ou motivações, a prática, por integrante de organização criminosa ultraviolenta, grupo paramilitar ou milícia privada, nos termos do § 2º. deste artigo, de qualquer das seguintes condutas: I - utilizar violência ou grave ameaça para intimidar, coagir ou constranger a população ou agentes públicos, com o propósito de impor ou exercer o controle, o domínio ou a influência, total ou parcial, sobre áreas geográficas, comunidades ou territórios; II - empregar ou ameaçar por meio da utilização de armas de fogo, explosivos, gases tóxicos, venenos, agentes biológicos, químicos ou nucleares, expondo a perigo a paz e a incolumidade pública; III - impedir, dificultar, obstruir ou criar embaraços à atuação das forças de segurança pública, à perseguição policial ou às operações de manutenção da ordem, mediante a colocação de barricadas, bloqueios, obstáculos físicos, incêndios, destruição de vias, uso de artefatos ou qualquer outro meio destinado a restringir o deslocamento, a visibilidade ou a ação policial; IV - impor, mediante violência ou grave ameaça, qualquer tipo de controle social para o exercício de atividade econômica, comercial, de serviços públicos ou comunitários; V - usar explosivos, armas de fogo ou equipamentos para prática de crimes contra instituições financeiras de qualquer natureza, base de valores ou carros-fortes ou para interromper, total ou parcialmente, fluxo terrestre, aéreo ou aquaviário, com o objetivo de obstruir, dificultar ou postergar a atuação preventiva ou repressiva do Estado; VI - promover ataques, com violência ou grave ameaça, contra instituições prisionais; VII - apoderar-se ilicitamente de meios de transporte ou danificá-los, depredá-los, incendiá-los, destruí-los, saqueá-los, explodi-los ou inutilizá-los, total ou parcialmente; VIII - apoderar-se ilicitamente de aeronaves ou sabotá-las, expondo a perigo a vida ou a integridade física de uma ou mais pessoas ou comprometendo a segurança da aviação civil; IX - apoderar-se do funcionamento, sabotá-lo ou inutilizá-lo, total ou parcialmente, ainda que de modo temporário, de portos, aeroportos, estações e linhas férreas ou rodoviárias, hospitais, casas de saúde, escolas, estádios esportivos, instalações públicas ou locais onde funcionem serviços públicos essenciais, instalações de geração, transmissão ou distribuição de energia, unidades militares ou instalações de exploração, refino e processamento de petróleo e gás; X - interromper, danificar, perturbar ou dificultar o restabelecimento dos bancos de dados públicos, bem como dos serviços informático, telegráfico, radiotelegráfico, telefônico ou telemático governamentais ou de interesse coletivo, com o fim de desorientar o funcionamento, subtrair informações sigilosas ou obter vantagem de qualquer natureza. Pena - reclusão, de 20 (vinte) a 40 (quarenta) anos, sem prejuízo das sanções correspondentes à ameaça, à violência ou a de outros crimes previstos na legislação penal.”

a impor controle territorial ou social; empregar determinados meios que exponham a perigo a paz e a incolumidade pública; obstaculizar a atuação das forças de segurança pública em sentido amplo; promover ataques a instituições prisionais. Ademais, descreve nos incisos IV, V, VII, VIII, IX e X, do art. 2º., condutas potencialmente relacionadas a pessoas jurídicas. O inciso IV, mais abrangente, criminaliza a imposição de controle social para o exercício de atividade econômica, comercial, de serviços públicos ou comunitários. Os incisos seguintes têm objetivos mais específicos, como evitar que explosivos, armas de fogo ou equipamentos para prática de crimes sejam empregados contra instituições financeiras, base de valores, carros fortes ou para interromper vias de transporte; impedir que meios de transporte e aeronaves sejam utilizados de determinadas maneiras em práticas delitivas; assegurar a integridade de infraestruturas essenciais (como portos, aeroportos, estações e linhas férreas ou rodoviárias, hospitais, instalações de geração, transmissão ou distribuição de energia, bancos de dados, serviços informáticos e de telecomunicações, dentre outros).

O crime de favorecimento do domínio social estruturado materializa-se a partir de ações descritas nos incisos do art. 3º., da Lei⁴. Incidem nestas práticas os agentes que fundarem, aderirem ou fomentarem organização criminosa ultraviolenta, grupo paramilitar ou milícia privada; incitarem a prática de domínio social estruturado; promoverem o emprego de material explosivo ou arma de fogo para a prática de domínio social estruturado; destinarem bens móveis e imóveis a seu encargo para a prática de domínio social estruturado; fornecerem informações em apoio a organização criminosa ultraviolenta, grupo paramilitar ou milícia privada que se dediquem à prática de domínio social estruturado; alegarem falsamente pertencer a organização criminosa ultraviolenta, grupo paramilitar ou milícia privada que se dediquem à prática de domínio social estruturado para auferir vantagem ou intimidar terceiros.

2.2. Alterações legislativas em outros diplomas legais promovidas pela Lei nº 15.358/2026

Inscrevem-se no título terceiro, da Lei nº 15.358/2026, alterações promovidas em dez diplomas legais. Considerado o objeto deste estudo, impende destacar de plano parte das reformas operadas no Código Penal, que diretamente influem sobre pessoas jurídicas para, então, tecer considerações sobre outras mudanças operadas pela Lei.

⁴Art. 3º. “Constitui crime a prática das seguintes condutas: I - promover ou fundar organização criminosa ultraviolenta, grupo paramilitar ou milícia privada ou a eles aderir, assim como apoiá-los de qualquer forma; II - distribuir, ou tornar disponível ao público, material que contenha mensagem com a intenção de incitar outrem a cometer ato previsto no art. 2º. desta Lei; III - adquirir, importar, exportar, preparar, produzir, manter em depósito ou remeter material explosivo ou arma de fogo para a prática de ato previsto no art. 2º. desta Lei; IV - utilizar local ou bem de qualquer natureza de que tem a propriedade, posse, administração, guarda ou vigilância ou consentir que outrem dele se utilize, para cometer ato previsto no art. 2º. desta Lei; V - fornecer informações em apoio a organização criminosa ultraviolenta, grupo paramilitar ou milícia privada que pratique ato previsto no art. 2º. desta Lei; VI - alegar falsamente pertencer a organização criminosa ultraviolenta, grupo paramilitar ou milícia privada que pratique ato previsto no art. 2º. desta Lei, com o fim de obter qualquer tipo de vantagem ou de intimidar terceiros. Pena - reclusão, de 12 (doze) a 20 (vinte) anos, e multa.” (Lei nº 15.358/2026).

Ao inserir novas disposições em inciso e parágrafos do art. 92, do Código Penal, a Lei nº 15.358/2026 amplia o rol de efeitos da condenação que figuram na lei penal, para prever hipóteses de suspensão da eficácia da inscrição no Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica (CNPJ) e inaptidão. O mesmo dispositivo prevê, ainda, a vedação ao exercício do comércio pelo administrador responsável pela infração que gerou inaptidão da pessoa jurídica.

Além destas alterações, imediatamente associadas a pessoas jurídicas, outras mudanças foram produzidas no Código Penal: destinação dos instrumentos utilizados na prática de crimes por organizações criminosas e milícias, que deverão ser declarados perdidos em favor da União, do Estado ou do Distrito Federal, a depender da esfera na qual tramita a ação penal; alterações em tipos penais como homicídio doloso, lesão corporal seguida de morte, ameaça, sequestro e cárcere privado, furto, roubo, extorsão, extorsão mediante sequestro, receptação, em determinadas hipóteses relacionadas à nova Lei.

A Lei dos Crimes Hediondos (Lei nº 8.072/1990) também foi objeto de alterações, com a ampliação do rol de delitos assim considerados e de novas consequências decorrentes do reconhecimento de delitos como hediondos.

As mudanças implementadas na Lei de Execução Penal (Lei nº 7.210, de 11 de julho de 1984) dizem respeito ao monitoramento de visitas aos presos; gravação e acompanhamento de visitas; possibilidade de monitoramento de conversas entre advogados e cliente; transferências de preso em determinadas hipóteses independentemente de autorização judicial; progressão de regime.

Outra norma penal alterada, a Lei Antidrogas (Lei nº 11.343, de 23 de agosto de 2006) passou a prever o aumento de pena para determinados crimes, quando praticados por integrante de organização criminosa ultraviolenta, grupo paramilitar ou milícia privada; a possibilidade de concurso material entre determinados crimes, quando praticados por integrante de organização criminosa ultraviolenta, grupo paramilitar ou milícia privada, mediante emprego de arma de fogo.

O Estatuto do Desarmamento (Lei nº 10.826, de 22 de dezembro de 2003) foi objeto de modificações, no tocante ao concurso entre crimes previstos naquele texto e na Lei Antidrogas.

No Código de Processo Penal, a redação de alguns artigos foi alterada para modificar a disciplina da audiência de custódia, inclusive com a possibilidade de que seja celebrada por videoconferência pelo juiz competente, em tempo real; para que a competência do Tribunal do Júri deixe de prevalecer em casos de homicídios cometidos por membros de organizações criminosas ultraviolentas, grupo paramilitar ou milícia privada; para admitir a possibilidade de citação do acusado na audiência de custódia quando constatada pendência em outros processos criminais a que responde; para disciplinar a possibilidade de prisão preventiva e disposição sobre recurso.

O texto da Lei de Lavagem de Dinheiro (Lei nº 9.613, de 3 de março de 1998) também contou com ajustes, especialmente, quanto ao depósito, perda e destinação de valores e outros em favor do Distrito Federal.

Quanto ao Código Eleitoral, duas alterações se fazem presentes. A primeira, relacionada às hipóteses de indivíduos que não podem alistar-se eleitores, dentre as quais passam a figurar, por força do inciso IV, inserido no art. 5º. do Código Eleitoral, “as pessoas recolhidas a estabelecimento prisional, enquanto perdurar a privação de liberdade, ainda que sem condenação definitiva.” Ademais, dentre as hipóteses de cancelamento da inscrição do eleitor, inscreve-se agora, por força do inciso VI, inserido no art. 71, do Código Eleitoral, “a prisão provisória, em quaisquer de suas modalidades.”

Por fim, registram-se ainda reformas na Lei nº 13.756, de 12 de dezembro de 2018 – que dispõe sobre o Fundo Nacional de Segurança Pública (FNSP), sobre a destinação do produto da arrecadação das loterias e sobre a promoção comercial e a modalidade lotérica denominada apostas de quota fixa – e na Lei nº 14.790, de 29 de dezembro de 2023, que dispõe sobre a modalidade lotérica denominada apostas de quota fixa.

3. O marco legal e a disciplina de matérias afetas às pessoas jurídicas

Como mencionado, a Lei nº 15.358/2026 subdivide-se em três títulos. O primeiro descreve, pormenorizadamente, os crimes praticados por organização criminosa ultraviolenta, grupo paramilitar ou milícia privada. O segundo apresenta normas processuais e operacionais, instrumento técnico a serviço da ordem jurídica (Cintra et. al., 2016), que se presta a concretizar o disposto na parte anterior. Por esta razão, não parece descabido afirmar que os títulos primeiro e segundo representam as vigas mestras da Lei nº 15.358/2026, sua parte mais original e potencialmente renovadora. O terceiro enuncia, sob a epígrafe de “disposições finais”, as alterações expressamente promovidas em dez diplomas legais. Esta parte presta-se a realizar no ordenamento jurídico, transformações consideradas relevantes para a implementação de soluções individualizadas nos tópicos anteriores.

Após analisar os conteúdos indicados nos títulos primeiro e terceiro, respectivamente nos tópicos 2.1. e 2.2., necessário agora empreender a análise das normas processuais e operacionais que integram o título segundo. Este exame foi propositalmente alocado neste tópico 3, onde se encontram as disposições que maior efeito produz sobre as pessoas jurídicas.

A estrutura orgânica do título segundo subdivide-se em cinco capítulos. O capítulo I, dispõe principalmente sobre prazos, forças-tarefa e acordos de cooperação internacional policial ou de inteligência. O capítulo II, trata das medidas assecuratórias cautelares endereçadas a pessoas físicas e jurídicas; o capítulo III, das medidas definitivas; o capítulo IV, da ação civil de perdimento de bens; o capítulo V, do banco nacional e dos bancos estaduais de dados de organizações criminosas ultraviolentas, grupos paramilitares ou milícias.

A primeira matéria diretamente afeta às pessoas jurídicas se encontra no capítulo II, precisamente no art. 10º., que diz respeito a medidas assecuratórias de natureza cautelar aplicáveis a pessoas jurídicas.

O emprego de medidas cautelares representa um instrumento valioso para assegurar os resultados das decisões e medidas definitivas futuras, ou seja, a dar tempo a que a justiça seja feita (Cintra et. al., 2016). De caráter *assecuratório* ou *conservativo* (Leonel, 2024), a tutela cautelar estriba-se na probabilidade do direito invocado e no receio de que, ao ser prolatada a sentença de mérito, não mais subsista a possibilidade da realização efetiva do direito.

Consoante o disposto no *caput*, do art. 10º., o juiz poderá determinar, mediante requerimento do Ministério Público ou representação do Delegado de Polícia, duas medidas assecuratórias cautelares relacionadas à pessoa jurídica: o imediato afastamento dos sócios e a intervenção judicial em sua administração.

Admitidas no curso da investigação, estas medidas gravosas destinam-se a interromper a atividade criminosa, preservar empregos e contratos de boa-fé, bem como assegurar a destinação lícita de bens e valores (art. 10º., § 1º.). Condicionada à existência de indícios concretos de que uma pessoa jurídica seja beneficiária de organização criminosa ultraviolenta, grupo paramilitar ou milícia privada, a intervenção acarretará o bloqueio imediato de qualquer operação financeira, societária ou de gestão de fundos ou ativos, até a efetiva nomeação de interventor comprovadamente idôneo, dotado de qualificação técnica ou experiência em gestão ou *compliance*.

A atuação do interventor judicial, que deverá prestar contas trimestrais ao juízo e ao Ministério Público sobre a situação financeira e operacional da pessoa jurídica (art. 10º., § 7º.), deve ocorrer no prazo de seis meses, prorrogável por períodos iguais e sucessivos, caso subsistam as razões que determinaram a medida (art. 10º., § 3º.).

Ainda em sede de cautelar, nas hipóteses em que a pessoa jurídica detiver valor econômico lícito ou possa ser saneada, o interventor judicial poderá solicitar ao juiz autorização para vender cotas, ações ou demais ativos. (art. 10º., § 8º.).

Encerrada a intervenção judicial, fundado em relatório circunstanciado do interventor e manifestação do Ministério Público, o juiz deverá optar entre: determinar a restituição da empresa aos sócios de boa-fé, caso comprovada a inexistência de dolo ou de participação na atividade criminosa; promover a liquidação judicial da pessoa jurídica, com alienação de seus bens e ativos, quando comprovada a participação dolosa ou culposa grave; decretar a perda total dos bens, direitos e valores, quando comprovado que o patrimônio da empresa é essencialmente oriundo da atividade ilícita (art. 10º., § 10º.).

Cabe ressaltar que as disposições relativas à destinação de bens, direitos e valores previstas na Lei não serão aplicáveis às hipóteses que envolvam o tráfico ilícito de drogas, que continua submetido a regime próprio.

Outras matérias diretamente relacionadas às pessoas jurídicas encontram-se no capítulo III, precisamente no art. 11, que versa sobre medidas definitivas. Verificado o trânsito em julgado da sentença condenatória pelos crimes de domínio social estruturado e de favorecimento ao domínio social

estruturado, caso não tenha ocorrido perdimento extraordinário dos bens, valores ou ativos, caberá ao juiz determinar as medidas patrimoniais e restritivas destinadas a promover a desarticulação financeira definitiva da organização criminosa ultraviolenta, grupo paramilitar ou milícia privada. Incluem-se entre estas medidas, a conversão automática das medidas cautelares de bloqueio, sequestro ou arresto em perda definitiva de bens, direitos e valores (art. 11, I); a dissolução compulsória da pessoa jurídica, observada a responsabilidade solidária dos administradores e dos sócios que tenham concorrido, direta ou indiretamente, para a prática dos crimes (art. 11, III); liquidação judicial definitiva dos bens, direitos e participações societárias, sob supervisão de administrador nomeado pelo juízo (art. 11, IV); afetação imediata dos bens móveis e imóveis apreendidos, enquanto não for realizada sua alienação definitiva, ao uso de órgãos de segurança pública, de persecução penal, de execução penal e de combate à lavagem de dinheiro (art. 11, V); cancelamento de autorizações, de registros ou de licenças emitidos por órgãos públicos ou entidades reguladoras (art. 11, VII); responsabilidade solidária e sucessória dos sócios, administradores, herdeiros e pessoas que tenham se beneficiado, direta ou indiretamente, dos bens e valores de origem ilícita, até o limite do proveito obtido (art. 11, VIII).

O conteúdo do capítulo IV refere-se à ação civil de perdimento de bens, considerada imprescritível, que atinge a propriedade ou a posse de coisas corpóreas e incorpóreas e outros direitos, reais ou pessoais, e seus frutos, considerados produto ou proveito, direto ou indireto, de atividade ilícita com a qual estejam relacionados (art. 12, *caput*, §§ 1º. e 3º.; art. 13, *caput*).

Por fim, cabe destacar ainda o conteúdo do capítulo V, que diz respeito ao banco nacional e aos bancos estaduais de dados de organizações criminosas ultraviolentas, grupos paramilitares ou milícias privadas. No banco nacional de dados de organizações criminosas ultraviolentas, grupos paramilitares ou milícias privadas, figurarão não apenas as pessoas físicas, mas as pessoas jurídicas consideradas integrantes, colaboradoras ou financiadoras de organizações criminosas, grupos paramilitares ou milícias privadas, bem como suas ramificações estruturais, operacionais e financeiras (art. 29, § 1º.). Este banco de dados deve funcionar de forma interoperável com os bancos estaduais e distrital de dados (art. 29, § 2º.).

4. Considerações finais: potenciais desafios à gestão de pessoas jurídicas

Após analisar a estrutura da Lei nº 15.358/2026, os novos crimes tipificados, as normas processuais e operacionais, e de escrutinar transformações desencadeadas em outras prescrições normativas, necessário lançar luz sobre potenciais desafios à gestão de pessoas jurídicas suscitados pelo novo marco legal.

Ao refletir sobre temáticas que potencialmente representarão novos desafios à gestão de pessoas jurídicas, impende destacar possíveis problemas decorrentes do modelo normativo adotado pelo legislador. Ao analisar o processo legislativo que deu origem à primeira norma brasileira dedicada a combater a criminalidade organizada, a sucinta Lei nº 9.034/1995, observa-se que seu processo de

elaboração foi mais lento e marcado pela possibilidade de debates. Diferentemente, o processo legislativo que deu origem à Lei nº 15.358/2026 foi iniciado e concluído rapidamente, em aproximadamente quatro meses. Marcado por sucessivas e profundas alterações, o Projeto deveria ter passado por discussão mais ampla e revisão mais criteriosa, como evidenciam imprecisões ortográficas e conceituais.

Ao elencar um vasto conjunto de normas relacionadas à matéria, pretendeu-se demonstrar como a cooperação de pessoas para a prática delitiva, à luz do Direito, tornou-se altamente especializada e complexa nos últimos anos. Neste cenário, para compreender a natureza jurídica de um grupo de indivíduos imiscuídos em atividade delitiva, necessário conhecer as características que particularizam este grupo e seus objetivos comuns. Só então será possível determinar se materializam, dentre outras possibilidades, associação criminosa (prevista no art. 288, do Código Penal); organização criminosa (nos termos do art. 1º, § 1º, da Lei de Combate ao Crime Organizado); milícia particular ou grupo paramilitar (conforme disposto no art. 288-A, do Código Penal, estatuído pela Lei das Milícias Privadas); grupo terrorista (segundo descrito no art. 2º, *caput*, da Lei nº 12.260/2016), ou organização criminosa ultraviolenta (conforme inscrito no § 2º, do art. 2º, da Lei nº 15.358/2026).

O legislador optou pela manutenção de diferentes normas esparsas e de nomenclaturas que, em determinadas circunstâncias, se sobrepõem.

Ou seja, antes de promover a construção de um sistema uno e preciso, o legislador optou pela manutenção de diferentes normas esparsas e de nomenclaturas que, em determinadas circunstâncias, se sobrepõem. Por conseguinte, a coexistência de diversas leis sobre criminalidade organizada e atividades delitivas conexas pode comprometer o caráter sistêmico do ordenamento jurídico.

Outra importante consideração diz respeito à subjetividade ou indeterminação de algumas noções que figuram na Lei e podem acarretar insegurança para pessoas jurídicas. Observe-se, por exemplo, as menções a afastamento dos sócios da pessoa jurídica; suspensão de contratos e atividades suspeitas; rescisão de vínculos com pessoas investigadas.

Também chama atenção a promoção de venda antecipada de ativos e a ampla possibilidade de suspender contratos de pessoas jurídicas admitida pela Lei nº 15.358/2026. Enquanto a primeira versão do Projeto de Lei nº 5.582/2025 previa, a partir da intervenção judicial, a possibilidade de suspensão de contratos com o setor público, a Lei aprovada amplia possibilidades ao facultar textualmente que interventor suspenda contratos e operações suspeitas em sentido mais amplo; rescinda vínculos com pessoas investigadas.

Ainda, em relação aos reflexos da Lei em outros dispositivos normativos, cumpre destacar as hipóteses em que a inscrição da pessoa jurídica pode ser suspensa ou considerada inapta, bem como declarado impedimento do administrador para o exercício do comércio.

Consoante disposto no inciso IV, art. 92, do Código Penal, determina-se a suspensão, pelo prazo de cento e oitenta dias, da eficácia da inscrição no Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica (CNPJ) do estabelecimento

que, no exercício de atividade comercial ou industrial, for constituído ou utilizado para permitir, facilitar ou ocultar a prática do crime de receptação qualificada, previsto no art. 180, § 1º, do Código Penal.

Este dispositivo parece concebido para alcançar especificamente sociedades empresárias. Ao confrontá-lo com a definição de estabelecimento, inscrita no art. 1.142, *caput* e § 1º, do Código Civil⁵, depreende-se que os efeitos da suspensão se vinculam ao exercício de atividade comercial ou industrial, o que afasta pessoas jurídicas que não exercem tais atividades, nem se vinculam ao conceito de estabelecimento, como associações e fundações.

Como efeitos da suspensão, conforme disposto na Instrução Normativa Nº. 2.119/2022, da Receita Federal do Brasil, a entidade fica impedida de obter incentivos fiscais e financeiros; realizar operações de crédito que envolvam a utilização de recursos públicos; transacionar com estabelecimentos bancários, inclusive quanto à movimentação de contas-correntes, à realização de aplicações financeiras e à obtenção de empréstimos; emitir documento fiscal eletrônico.

Além da suspensão do CNPJ, outras duas medidas ainda mais gravosas são também admitidas: a declaração de inaptidão e a proibição de exercício do comércio pelo administrador.

Conforme previsto no § 3º, do art. 92, do Código Penal, caso a empresa continue a permitir, facilitar ou ocultar a prática do crime de receptação qualificada, previsto no art. 180, § 1º, do Código Penal, deverá ser considerada inidônea e terá sua inscrição no CNPJ considerada inapta, com os efeitos previstos na Lei nº 9.430, de 27 de dezembro de 1996. Frise-se que o próprio dispositivo emprega a palavra “empresa”, a reforçar, uma vez mais, a que espécie de pessoas jurídicas se aplicam as hipóteses de suspensão e inaptidão.

*Chama atenção a
promoção de venda
antecipada de ativos e a
ampla possibilidade de
suspender contratos de
pessoas jurídicas
admitida pela Lei.*

⁵Art. 1.142 – “Considera-se estabelecimento todo complexo de bens organizado, para exercício da empresa, por empresário, ou por sociedade empresária. § 1º. O estabelecimento não se confunde com o local onde se exerce a atividade empresarial, que poderá ser físico ou virtual.” (Código Civil).

Como consequências da inaptidão, conforme disposto na Instrução Normativa nº 2.119/2022, da Receita Federal do Brasil, além das já indicadas na suspensão, deverá inscrever-se no Cadastro Informativo de Créditos Não Quitados do Setor Público Federal (Cadin) e ficará impedida de participar de concorrência pública, celebrar convênios, acordos, ajustes ou contratos que envolvam desembolso, a qualquer título, de recursos públicos, e respectivos aditamentos.

Quanto à proibição do exercício do comércio, pelo período de cinco anos, aplica-se ao administrador que, direta ou indiretamente deu causa à infração que gerou a inaptidão da pessoa jurídica. (art. 92, § 4º.).

Feitas estas considerações, importante mencionar que não se pretendeu promover aqui uma análise exaustiva das eventuais problemáticas que certamente suscitará a implementação da Lei nº 15.358/2026. Este breve exame, realizado logo após a aprovação da Lei, materializa um primeiro esforço de reflexão sobre a matéria. Espera-se, em análises futuras, reexaminar de modo aprofundado estas temáticas e contemplar dispositivos que mesmo relacionados à matéria, permaneceram à margem deste primeiro enfoque.

Referências

- Cintra, A. C. A.; Grinover, A. P.; Dinamarco, C. R. (2015). *Teoria Geral do Processo*. (31ª. ed). Malheiros.
- Brasil. (1890). *Decreto Nº. 847*. 11 de outubro.
- Brasil. (2004). *Decreto Nº. 5.015*.
- Brasil. (1940). *Decreto-Lei Nº. 2.848*. 7 de dezembro. (Código Penal).
- Brasil. (1941). *Decreto-Lei Nº. 3.689*. 3 de outubro. (Código de Processo Penal).
- Brasil. (1830). *Lei de 16 de dezembro*. (Código Criminal).
- Brasil. (1965). *Lei Nº. 4.737*. 15 de julho. (Código Eleitoral).
- Brasil. (1984). *Lei Nº. 7.210*. 11 de julho. (Lei de Execução Penal).
- Brasil. (1990). *Lei Nº. 8.072*. 25 de julho. (Lei dos Crimes Hediondos).
- Brasil. (1995). *Lei Nº. 9.034*. 3 de maio.
- Brasil. (1998). *Lei Nº. 9.613*. 3 de março. (Lei de Lavagem de Dinheiro).
- Brasil. (2002). *Lei Nº. 10.406*. 10 de janeiro. (Código Civil).
- Brasil. (2003). *Lei Nº. 10.826*. 22 de dezembro. (Estatuto do Desarmamento).
- Brasil. (2006). *Lei Nº. 11.343*. 23 de agosto. (Lei Antidrogas).
- Brasil. (2012). *Lei Nº. 12.694*. 24 de julho. (Lei do Juiz sem Rosto).
- Brasil. (2012). *Lei Nº. 12.720*. 27 de setembro. (Lei das Milícias Privadas).
- Brasil. (2013). *Lei Nº. 12.850*. 2 de agosto. (Lei de Combate ao Crime Organizado).
- Brasil. (2016). *Lei Nº. 12.260*. 16 de março.
- Brasil. (2018). *Lei Nº. 13.756*. 12 de dezembro.
- Brasil. (2019). *Lei Nº. 13.964*. 24 de dezembro de 2019. (Lei Anticrime)

Brasil. (2023). *Lei Nº. 14.790*. 29 de dezembro.

Brasil. (2025). *Lei Nº. 15.245*. 29 de outubro.

Brasil. (2026). *Lei Nº. 15.358*. 24 de março. (Lei Raul Jungmann).

Brasil. (1989). *Projeto de Lei Nº. 3516*. 24 de agosto.

Brasil. (2025). *Projeto de Lei Nº. 5.582*. 1 de novembro.

Leonel, R. B. S. (2024). *Teoria Geral do Processo*. JusPODIVM.

Nações Unidas. (2000). *Convenção das Nações Unidas contra a Criminalidade Organizada Transnacional (Convenção de Palermo)*.

Nucci, G. S. (2016). *Curso de direito penal: Parte geral*. (V. 1). Forense.

Receita Federal. (2022). *Instrução Normativa Nº. 2.119*. 6 de dezembro.

Capítulo **4**

Mercadoria: o átomo social do capitalismo

Antônio Ribeiro de Almeida Júnior

Professor Titular do Departamento de Economia, Administração e Sociologia da Esalq/USP

A cooperação humana assenta-se em dois pilares: a fala e a transformação da natureza por meio do trabalho (Leroi-Gourhan, 2002). Entre outras coisas, a fala possibilita uma memória coletiva, a coordenação complexa, o compartilhamento de visões sobre a realidade, a sinalização de intenções, a construção de conhecimento e confiança mútuos. Em suma, ela é inerente a constituição da cultura, essa grandiosa expressão da cooperação. O trabalho conjunto de transformação da natureza produz a base material para a existência dos grupos humanos. A troca de trabalhos é algo inseparável da cooperação. Ela não é um problema, sendo, na verdade, quase que sinônimo de cooperação. Antes de ser algo econômico, a troca de trabalhos é um amplo fenômeno social. Ela ocorre, por exemplo, quando, por qualquer motivo, seres humanos trocam objetos. Na forma da dádiva (Mauss, 2025), essa troca é, primeiramente, equilibrada e justa, buscando mostrar que aquele que doa ou retribui não é um inimigo, nem tem a intenção de obter alguma vantagem. Ao contrário, parece querer afirmar que será vantajoso, ao outro, permanecer na relação de troca.

Sob o capitalismo, a mercadoria é a forma predominante das trocas de objetos e de trabalho. Ela é uma criação social de primeira ordem que, lentamente, foi ampliando sua importância para as interações humanas. Ela permite uma cooperação social por meio de trocas entre objetos úteis. Trata-se de uma forma muito específica de relação social, que tem efeitos positivos e negativos peculiares. Com o capitalismo, as trocas mercantis chegaram ao ápice e impuseram a mercadoria como vínculo social primordial e elemento chave da ordem econômica. Ela é o centro gravitacional desse tipo de sociedade. Tudo gira em torno dela. Tudo é organizado para atender suas necessidades. Tudo é avaliado por seus critérios (custos, benefícios, lucros etc.) e isso parece sensato e racional. A institucionalização fez dela um “sujeito social”, ou melhor, “o sujeito social”, uma espécie de “deus”, que subjuga os seres humanos. Ela é reverenciada, ocupando o centro do universo social, o altar social mais elevado. Essa institucionalização da mercadoria produziu uma sociedade em que a exploração do trabalho¹ é o fundamento último das desigualdades, colocando todas as demais formas de opressão a seu serviço. Suas moléculas formam aquilo que chamamos de capital, conjuntos articulados de mercadorias que permitem a exploração do trabalho, e sua síntese é o dinheiro que pode ser trocado por qualquer mercadoria.

Marx investigou detalhadamente a mercadoria, utilizando e criando uma série de conceitos: valor de uso, valor, trabalho útil, trabalho abstrato, trabalho social, tempo de trabalho, equivalente geral, fetichismo, alienação ... (Marx, 1985) que possibilitam constituir uma explicação abrangente sobre a mercadoria e, portanto, sobre a troca de trabalho nas sociedades capitalistas. Ele estava particularmente interessado em entender a produção de mercadorias em suas ramificações sociais e sua articulação na forma de capital que potencializa sua condição de sujeito social.

¹Para Marx, a exploração deriva do fato de que somente o trabalho produz valor, que pode ser apropriado por outras pessoas que não os trabalhadores. Em outras palavras, sob o capitalismo, o trabalhador recebe, como salário, apenas uma parte do valor que produz. A outra parte, a mais-valia, fica com o proprietário dos meios de produção que se apossa das mercadorias produzidas. O capitalismo é o regime social que vive da exploração do trabalho. (Wolf, 2025).

Marx devotou muito esforço e cuidado para analisar a mercadoria. Seu livro mais conhecido, “*O Capital*”, começa tentando desvendar os seus segredos. Para ele, talvez, este fosse o primeiro passo para remover as névoas do fetichismo e da alienação, expor as ilusões geradas pelos ciclos de acumulação, desmistificar a exploração do trabalho e revelar as relações sociais destrutivas e desumanas que predominam nas sociedades capitalistas. Por isso, se queremos entender seu pensamento sobre o capitalismo, precisamos prestar muita atenção às suas considerações sobre a mercadoria e seus desdobramentos (dinheiro e capital). Com todos os dilemas que possa levantar, a análise da mercadoria feita por Marx foi e é impactante, revelando relações sociais profundas e fornecendo argumentos poderosos para o questionamento da ordem capitalista e para entender o fracasso de sua regulação.

Houve, e ainda há, todo tipo de ataque contra essa análise, seu autor, e seus defensores, procurando desfazer e desacreditar as conquistas teóricas que ela apontou². Os escombros dessa e de outras batalhas ideológicas subsequentes estão por toda parte e permanecemos sem qualquer possibilidade de estabelecer uma condição paradigmática, ainda que mínima, nas Ciências Sociais. Nelas, as dificuldades para alcançar um conhecimento compartilhado, que possa ser chamado de científico, proliferaram e, hoje, estão fora de controle, produzindo uma atmosfera acadêmica perturbada por inúmeros conflitos de interesse e, verdadeiramente, caótica. Não parece haver reconciliação no horizonte, antes ao contrário. Em muitos momentos, o pensamento sociológico procura mais encobrir a realidade do que a revelar (Castoriadis, 2008), procura mais legitimar os abusos do poder do que criticá-los.

Não vivemos mais sob um capitalismo concorrencial, o mundo da mercadoria expandiu-se muito desde os tempos de Marx, sua institucionalização aprofundou-se, ela ficou mais evidente, mais desnuda, mais graúda, assumindo um papel relevante na comunicação social e, talvez, por suas crescentes ousadias mercantis, seja possível quebrar um pouco mais decisivamente esse átomo social com nossos aceleradores cognitivos do século XXI. Partindo das ideias e intuições de Marx, vamos mais uma vez, revisitá-la, iluminá-la com outros contrastes e radiações, bombardeá-la com dúvidas e desconfiança, buscando novamente invadir seus refúgios e expor suas maquinações. Seja como for, vale a pena tentar, ainda que os resultados deixem ortodoxos, neoliberais e pós-modernos insatisfeitos. Eles, se quiserem, estão convidados a fazer melhor. Não temos mais tempo para os tolos conflitos ideológicos que emergiram no século XIX, precisamos superar as desinteligências derivadas deles. Apesar dessa urgência, não parece provável que possamos realizar esta superação em futuro próximo, antes ao contrário. Com a análise da mercadoria, Marx nos deu um diamante que, agora, depois de muitas disputas e desfigurações ideológicas, nos parece novamente bruto. Tornou-se necessária uma nova lapidação, mais aguda, mais precisa, mais ajustada ao nosso tempo, que retome o brilho cintilante e criativo da análise. Não que isso, isoladamente, vá resolver as muitas crises em que a sociedade capitalista se encontra, mas, talvez, estudos dessa natureza possam nos situar melhor em relação à algumas dimensões dessas crises.

²Temos críticos clássicos como Jevons (1965), Menger (2017) e Böhm-Bawerk (1949) e críticos contemporâneos como o neoliberal Sowell (1985) e o anarquista Nozick (1991) para mencionar apenas alguns poucos exemplos.

1. Duplo caráter da mercadoria: valor de uso e valor

Marx nos diz que a mercadoria precisa ser analisada sob um prisma que permita capturar seu duplo caráter: como valor de uso e como valor. Cada mercadoria possui um corpo físico de qualidades próprias, distintas daquelas de outras mercadorias. É desse corpo físico, de sua utilização, que emerge o valor de uso da mercadoria, isto é, os diferentes empregos desse corpo que foram descobertos historicamente. Esse uso é complexo tendo dimensões físicas, psíquicas, simbólicas, imaginárias, atendendo às necessidades que se originam tanto no estômago quanto na fantasia.

O corpo da mercadoria e seu valor de uso são suportes do valor, nos ensina Marx. Para que isso seja possível é necessário que o valor de uso seja portador do vínculo social que permite a troca, constituído pelo reconhecimento social da utilidade dos objetos envolvidos nos intercâmbios, e que as relações sociais sejam suficientemente amistosas para que eles possam ocorrer. O processo histórico modifica continuamente o valor de uso, fazendo dele algo cultural e socializado.

Já o valor, o segundo caráter da mercadoria, é algo que se torna concebível apenas quando ocorrem trocas entre objetos distintos. O valor é algo em comum que todas as mercadorias possuem e que permite que sua troca assuma um aspecto aceitável para os envolvidos. Sem ao menos uma ilusão de igualdade, as interações mercantis seriam consideradas injustas, forçadas e ilegítimas e o mercado seria atacado como um mecanismo produtor de iniquidades. Esse algo em comum é, segundo Marx, a quantidade de trabalho social dispendido para a produção de cada mercadoria. O valor é, portanto, uma abstração dos trabalhos reais, criada pela efetivação das trocas entre objetos úteis. Socialmente imposta, a igualdade mercantil sutilmente hierarquiza as diferentes formas de trabalho útil e os compara transformando-os em trabalho abstrato. A troca mercantil pressupõe também um desapego do produtor em relação ao objeto produzido, que permite que ele seja trocado. O significado da mercadoria é sua projeção em outro objeto e seu efetivo intercâmbio. O valor de um objeto significa a possibilidade de acesso a outro objeto distinto de mesmo valor. Um emaranhado de ilusórias igualdades mercantis.

2. O caráter duplo do trabalho: trabalho útil e trabalho abstrato

Se a mercadoria possui esse caráter duplo, o trabalho que a põe no mundo também deve ser pensado sob o mesmo prisma: como trabalho útil, gerador do corpo da mercadoria (valor de uso) e, nesse sentido, como algo único e exclusivo, como um produtor de qualidades distintas; e como trabalho abstrato, mero trabalho humano igual a qualquer outro trabalho e, portanto, perfeitamente trocável por meio de transações mercantis.

Essas ideias de Marx sobre a mercadoria estão entre os temas mais debatidos pelos movimentos sociais e pelas Ciências Sociais. Elas foram esquadrihadas das mais diversas formas e

pelas mais diversas vias. Portanto, penso ser desnecessário alongar-me sobre esse duplo caráter da mercadoria e do trabalho. Ele pode já ser bem conhecido pelo leitor e pela leitora³.

3. Alguns mistérios do “trabalho social”

A exposição da ideia de mercadoria feita por Marx é didática, evitando complicar ainda mais a sua compreensão. Algumas ideias que fazem parte da exposição sobre a mercadoria são mais complexas do que parecem inicialmente. A ideia de trabalho social é uma dessas noções que precisamos esmiuçar porque ela carrega muitas sutilezas.

O trabalho social está envolvido em assimetrias e injustiças que os negociantes de mercadorias mais frágeis são obrigados a aceitar para permanecer em seus negócios. O mercado é um imenso mecanismo de chantagem social que impõe a troca mercantil desigual, finalizando a retirada da riqueza, do valor, das mãos daqueles que de fato a produzem. A aceitação das assimetrias do mercado significa apenas que as partes espoliadas não estão em condições de impor pactos mais vantajosos para si e, para sobreviver, aceitam as trocas que conseguem fazer sob as condições vigentes em cada época. Por meio dos preços, o mercado não apenas realiza as trocas de objetos e valores, mas efetiva também a redistribuição dos valores criados pelo trabalho, tendendo a favorecer aqueles que possuem mais riqueza acumulada.

A posse de trabalho passado, cristalizado na forma de mercadorias, dinheiro ou capital, modifica as condições em que as transações mercantis são realizadas. Aquele que possui apenas a própria força de trabalho para vender é forçado, por motivos de sobrevivência, a aceitar trocas bastante assimétricas. O tempo de trabalho social conta na composição do valor, mas o preço das mercadorias é distinto dele, gerando a possibilidade de transferências de valores sem o seu respectivo pagamento. Esse tempo não é o tempo que um trabalhador qualquer leva para produzir uma mercadoria. Na verdade, esse tempo concreto da atividade de um trabalhador desaparece quando a troca mercantil é realizada. A conversão do tempo de trabalho concreto de cada trabalhador em um tempo de trabalho social é bastante misteriosa.

É falsa a pressuposição de igualdade entre aqueles que realizam transações mercantis. Ela oculta as relações de poder que permeiam essas trocas em sua realidade efetiva. A distribuição do valor produzido segue também essas relações de poder. O valor, o trabalho social, existe no mundo concreto, onde há desigualdades de poder, que tornam, por meio de critérios nebulosos, os trabalhos de alguns mais valiosos do que o trabalho de outros. Aquele que, por qualquer motivo, produz mais lentamente é responsabilizado por essa lentidão, seu tempo de trabalho vale menos do que o tempo de trabalho social (Marx, 1985, p.47-48). É preciso considerar aqui o poder político, social, militar etc. daqueles que farão a distribuição dos valores produzidos. Seria também necessário explicar a relação entre maior qualificação do trabalho e a incorporação de valor nas mercadorias.

³Para quem ainda desconhece o assunto, recomendo em primeiro lugar a leitura do capítulo de abertura de “O capital”, intitulado “A mercadoria”. Há também uma vasta literatura sobre esse tema que pode ser facilmente encontrada e consultada (Marx, 1985; 2011; 2022; Lukács, 1968; Napoleoni, 1981; Braverman, 1981; Debord, 2007).

Na troca mercantil e, particularmente, sob o capitalismo, a generosidade presente na dádiva (Mauss, 2025) fica para trás. Além de ser fonte de desigualdade, ela encobre coerções sociais entre os distintos tipos de trabalho. O trabalho social mencionado por Marx (1985) é algo que se estabelece em meio as tremendas desigualdades de poder entre os produtores de mercadorias. Essas desigualdades não derivam apenas de relações entre oferta e demanda. Fatores políticos, militares, culturais, sociais, são intensamente relevantes na determinação dos preços das mercadorias, que diferem da quantidade de trabalho social presente em cada uma delas. Assim, trocas assimétricas de trabalho ganham aparência de algo perfeitamente equilibrado e justo. O mercado é o mecanismo que permite essas ilusões.

4. Objetivos

Neste capítulo, minha proposta é revisitar a mercadoria, esse elemento primordial da sociedade capitalista. A ideia não é simplesmente resgatar aquilo que Marx possa ter apresentado sobre a mercadoria, no capítulo inicial de *“O Capital”* ou em outros escritos, mas dentro do possível, retomar a análise, ver se, em algum sentido, podemos ir além. O que realmente importa não é apenas conhecer o que Marx escreveu, mas, fazer com que sua crítica sirva de base para revelar novas ideias, saindo da mera repetição.

Pouca atenção darei ao “trabalho abstrato”, ou ao “valor” das mercadorias, deixarei essa tarefa para outra oportunidade. Aqui tratarei quase que exclusivamente do “trabalho útil”, e de seu resultado o “valor de uso”. Aquele trabalho que, segundo Marx, traz o corpo da mercadoria ao mundo, atribuindo-lhe uma forma para sua existência física. Marx alertou sobre a ingratidão dessa tarefa escrevendo:

“À primeira vista, a mercadoria parece uma coisa trivial, evidente. Analisando-a, vê-se que ela é uma coisa muito complicada, cheia de sutileza metafísica e manhas teológicas. Como valor de uso, não há nada de misterioso nela, quer eu a observe sob o ponto de vista de que satisfaz necessidades humanas pelas suas propriedades, ou que ela somente recebe essas propriedades como produto do trabalho humano.”
(Marx, 1985, p. 70)

Fica evidente que ele considera que o trabalho abstrato, trazido ao mundo pela troca de mercadorias, e seu paralelo, o valor, são as causas das mistificações e dos problemas em que a mercadoria está envolvida. A abstração do trabalho, que ocorre quando trocamos mercadorias, sintetiza e oculta hierarquias sociais entre as diversas formas de trabalho útil. Em palavras mais explícitas, a quantidade de trabalho abstrato, o valor, está no centro dos problemas da sociedade capitalista. Disso especificamente não discordamos, mas, queremos chamar a atenção para o fato de que, dentro da produção capitalista de mercadorias, o trabalho útil também tem suas complexidades, não sendo um elemento tão sereno. Quanto ao valor de uso, pensamos que ele também se torna problemático à medida em que o capitalismo vai transformando o valor de uso para que ele gere “lucro” em lugar de simplesmente atender às necessidades humanas.

Nas condições atuais, o trabalho produz, antes de tudo, lucro, mais valor e, somente de modo secundário, produz objetos para atender às necessidades humanas. Essa é uma inversão, ou perversão se preferirem, específica do capitalismo. Depois, a força de trabalho que vai realizar o trabalho útil também

foi transformada em mercadoria, sendo vendida e comprada no mercado, mas, ela não é uma mercadoria qualquer, diferindo das outras mercadorias porque a quantidade de trabalho que pode produzir não é fixa, mas indeterminada. Se considerarmos as ideias de Marx, o salário representa uma quantidade fixa de trabalho social, mas o trabalho vivo comprado com o salário pode produzir um valor muito maior e totalmente distinto do salário recebido pelo trabalhador, por isso, a exploração do trabalho é possível. Se o valor, o trabalho abstrato, fixado nas mercadorias tem seus mistérios e suas manhas teológicas, dentro da produção capitalista, o trabalho vivo, útil, também as têm. Isso especificamente queremos investigar.

Podemos e devemos desmembrar o trabalho útil para poder descrevê-lo de um modo mais detalhado. Esse desmembramento pode ser feito por diversos caminhos. Neste capítulo, minha proposição é fazer isso utilizando ideias que já circulam nos meios acadêmicos, mas que não foram utilizadas com esse propósito explícito.

Minha sugestão é que o trabalho útil pode e deve ser subdividido em: 1) trabalho criativo (imaginação/concepção propriamente dita), 2) trabalho simbólico/burocrático (tradução da imaginação/controle da produção/*feedback*) e 3) trabalho de execução (trabalho de transformação física da matéria). A partir dessa subdivisão, poderemos entender melhor o que está se passando com as mercadorias. E, talvez, também possamos repensar alguns fenômenos decorrentes das trocas mercantis, da dimensão do valor, do trabalho abstrato.

Neste capítulo, defenderei as seguintes alegações:

- 1) Ao ser fragmentado, o trabalho útil tornou-se misterioso;
- 2) Há muita confusão a respeito do processo de externalização das habilidades dos trabalhadores, que é vital para o entendimento das transformações causadas pela produção de mercadorias;
- 3) As mercadorias tornaram-se um elemento-chave da comunicação social e sua concepção é um dos pilares da indústria cultural contemporânea;
- 4) A crítica social deve partir do entendimento da mercadoria, nele articulando as questões identitárias.

4.1. Trabalho útil na produção de mercadorias

No passado, concepção e execução estavam unidas em um mesmo trabalhador, o artesão, que concebia e executava todas as tarefas. Desde o período manufatureiro (1550-1780), no entanto, o trabalho útil que resulta em um objeto útil não está mais encarnado em um único trabalhador, mas resulta da atividade conjunta de muitos trabalhadores. Um processo de cooperação sob comando do capitalista. Por exemplo, produzida como mercadoria, uma mesa não é mais o resultado da atividade de um marceneiro, ela resulta de um processo de produção que reúne muitos trabalhadores que executam pequenas parcelas do trabalho necessário para produzir esse objeto. Talvez nenhum deles seja propriamente um marceneiro (artesão). O trabalho útil não é mais o trabalho de um artesão, mas o trabalho de muitos trabalhadores parciais, que têm dificuldade em perceber a mesa como seu produto ou mesmo como algo que lhes interessa. O resultado principal desse trabalho é a extração de mais-valia e a consequente acumulação e não a mesa ou qualquer outro objeto útil.

4.1.1. Divisão do trabalho útil: concepção x execução

Inicialmente, a execução fragmentada foi excluída das atividades de concepção dos objetos a serem produzidos e também da concepção sobre a organização da produção. Do ponto de vista do capitalista e tanto quanto possível, os trabalhadores que executam as atividades de transformação das matérias-primas em mercadorias não devem participar das decisões sobre como e o que produzir⁴.

Na produção capitalista, concepção e execução estão separadas. A concepção ocupa o lugar mais valorizado, correspondente ao espírito, enquanto a execução é relegada a um papel menor, correspondente ao corpo. Essa é a divisão do trabalho mais fundamental, que está na origem de todas as demais divisões. Ela estabelece a possibilidade da externalização das habilidades do trabalhador, cuja manifestação primeira consiste exatamente na externalização da concepção, que é retirada dos executores e transferida para o capitalista e seus gerentes, cientistas e técnicos.

No capítulo inicial de “*O Capital*”, quando Marx trata do trabalho útil, seus exemplos remetem ao alfaiate, ao marceneiro, ao carpinteiro etc., que são artesãos e não ao trabalho fragmentado da manufatura ou da fábrica mecanizada. No alfaiate e no marceneiro, concepção e execução estão unidas no trabalhador, sendo revividas e transformadas a cada ciclo de trabalho, carregando a subjetividade do artesão, suas preferências estéticas e suas tendências artísticas. Portanto, no trabalho útil estariam também unidas.

A separação entre concepção e execução nos obriga a dividir o trabalho útil como atividade de transformação direta dos objetos, que traz ao mundo um objeto útil, e o trabalho útil conceutivo, criativo e simbólico, que concebe o objeto útil e o processo de trabalho/produção que o trará ao mundo. Esse trabalho conceutivo comporta ao menos duas dimensões, a imaginação e a simbolização. Portanto, o trabalho útil, no capitalismo, não é realizado simplesmente pelo operário, se assim o fosse não haveria tantos problemas na produção. Essa separação é tão real quando a dupla dimensão da mercadoria apontada por Marx. O trabalho útil do operário não é, portanto, um trabalho útil no mesmo sentido do trabalho útil do artesão. O artesão integra em si concepção e execução, o trabalhador atual não.

“(…) Pressupomos o trabalho numa forma em que pertence exclusivamente ao homem. Uma aranha executa operações semelhantes às do tecelão, e a abelha envergonha mais de um arquiteto humano com a construção dos favos de suas colmeias. Mas o que distingue, de antemão, o pior arquiteto da melhor abelha é que ele construiu o favo em sua cabeça, antes de construí-lo em cera. No fim do processo de trabalho obtém-se um resultado que já no início deste existiu na imaginação do

⁴Alguns talvez queiram argumentar que formas recentes de organização da produção atribuíram decisões importantes aos trabalhadores, retirando-as das mãos da gerência. As novas formas de organização da produção não transferiram para os trabalhadores nenhuma autonomia significativa com relação ao que será produzido, aos processos de concepção ou sobre como será produzido. As decisões atribuídas aos trabalhadores são secundárias. Elas objetivam impedir a revolta dos trabalhadores e também os efeitos mais danosos do esvaziamento completo do trabalho e de seu significado. Não há muitas concessões nisso ou qualquer benevolência. O fundamental é que as novas formas de organização aumentam a lucratividade, e aprofundam a exploração do trabalho.

trabalhador, e portanto idealmente. Ele não apenas efetua uma transformação da forma da matéria natural; realiza, ao mesmo tempo, na matéria natural seu objetivo, que ele sabe que determina, como lei, a espécie e o modo de sua atividade e ao qual tem de subordinar sua vontade. E essa subordinação não é um ato isolado. Além do esforço dos órgãos que trabalham, é exigida a vontade orientada a um fim, que se manifesta como atenção durante todo o tempo de trabalho, e isso tanto mais quanto menos esse trabalho, pelo próprio conteúdo e pela espécie e modo de sua execução, atrai o trabalhador, portanto, quanto menos ele o aproveita, como jogo de suas próprias forças físicas e espirituais.” (Marx, 1985, p. 149-150)

Os exemplos aqui são de artesãos: arquiteto e tecelão. A abelha tem sua atividade estabelecida de modo rígido. Em outras palavras, ela não concebe sua própria atividade em uma forma similar àquela que os seres humanos utilizam rotineiramente. Por isso, Marx considera que somente os seres humanos podem, de fato, realizar trabalho (concepção e execução unidas)⁵. O operário também não concebe o seu trabalho, ainda que sua capacidade de concepção não possa ser totalmente liquidada e reapareça constantemente na produção. Ele apenas executa aquilo que outros conceberam. Por isso, podemos considerar que a separação entre concepção e execução constitui uma redução na humanidade do trabalhador e de seu trabalho (Ingold, 1983). Os seres humanos não reproduzem simplesmente algo programado ou concebido de antemão, eles são capazes de mudar aquilo que foi concebido, aprender com aquilo que executam e aperfeiçoar, em qualquer direção, tanto o produto quanto a forma de produzir.

A concepção mercantil hoje está centrada também no sistema de produção (sistemas de gerenciamento, máquinas, equipamentos, ferramentas, prédios etc.) e no sistema social além da mercadoria individual, que se torna resultado dessas concepções mais amplas. Isso faz com que a concepção das mercadorias para os “consumidores” seja menos maleável. Uma nova concepção da mercadoria individual pode significar outras máquinas, outras ferramentas, outros prédios etc.

No capitalismo contemporâneo, a execução só ocorre depois que a mercadoria foi criada, planejada, toda a infraestrutura foi construída, as matérias-primas foram compradas, assim como ferramentas e máquinas. Uma vez realizada, a concepção fica congelada e é copiada repetidamente. Ela é congelada no pelo próprio processo de produção fundado em máquinas, que não pode ser modificado rápida e significativamente sem que isso cause grandes transtornos à lucratividade. O trabalhador artesanal está constantemente revendo a concepção de seus produtos.

O trabalho de concepção (imaginação e projeto) é distinto do trabalho de execução. Em sua forma capitalista, ele não precisa ser renovado a cada ciclo de produção. Ele é apenas copiado na nova mercadoria. Nesse sentido, ele é trabalho passado, trabalho morto. No entanto, parece entrar na composição do valor como trabalho vivo, porque os executores incorporaram na mercadoria essa concepção realizada por outras pessoas. Concepção da qual são intencional e rigidamente excluídos.

⁵Tim Ingold (1983) argumenta que Marx exagera na separação entre animais e humanos e que a evolução indicaria uma certa transição nas distinções entre as abelhas e os arquitetos, em animais com atividades cognitivas mais amplas.

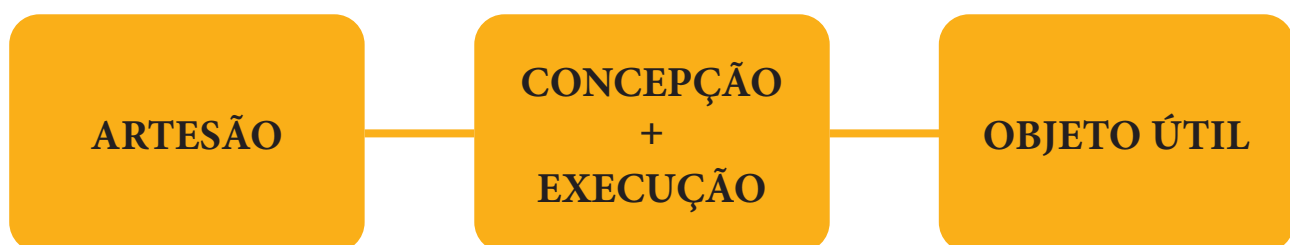
4.1.2. Divisão do trabalho: fragmentação da concepção

A concepção das mercadorias pode e deve ser subdividida em ao menos dois elementos: o trabalho criativo propriamente dito e o trabalho simbólico. No trabalho criativo, há a concepção da mercadoria a ser produzida, que envolve também a concepção do processo de produção que resultará nessa mercadoria. Recentemente, esse trabalho criativo alcança ainda os aspectos comunicativos em que a mercadoria está envolvida. Em outras palavras, a utilidade da mercadoria é concebida também como sua capacidade social de comunicação, atendendo às necessidades da fantasia, além daquelas derivadas do estômago.

O trabalho criativo precisa ser traduzido em planos, projetos, desenhos, mapas, ordens de produção etc. Essa tradução é feita por meio do trabalho simbólico que aparece para os executores como trabalho passado que determina suas ações, restringindo suas decisões e liberdade. A soma do trabalho criativo e do trabalho simbólico é aquilo que chamamos de concepção. O trabalho simbólico também ocorre como controle da produção, como *feedback* daquilo que está ocorrendo no processo produtivo, que vai orientar seu gerenciamento e, em um prazo mais longo, também o trabalho criativo. Trata-se de um trabalho com características burocráticas que, cada vez mais, não é efetivado pelas mesmas pessoas que realizam o trabalho criativo.

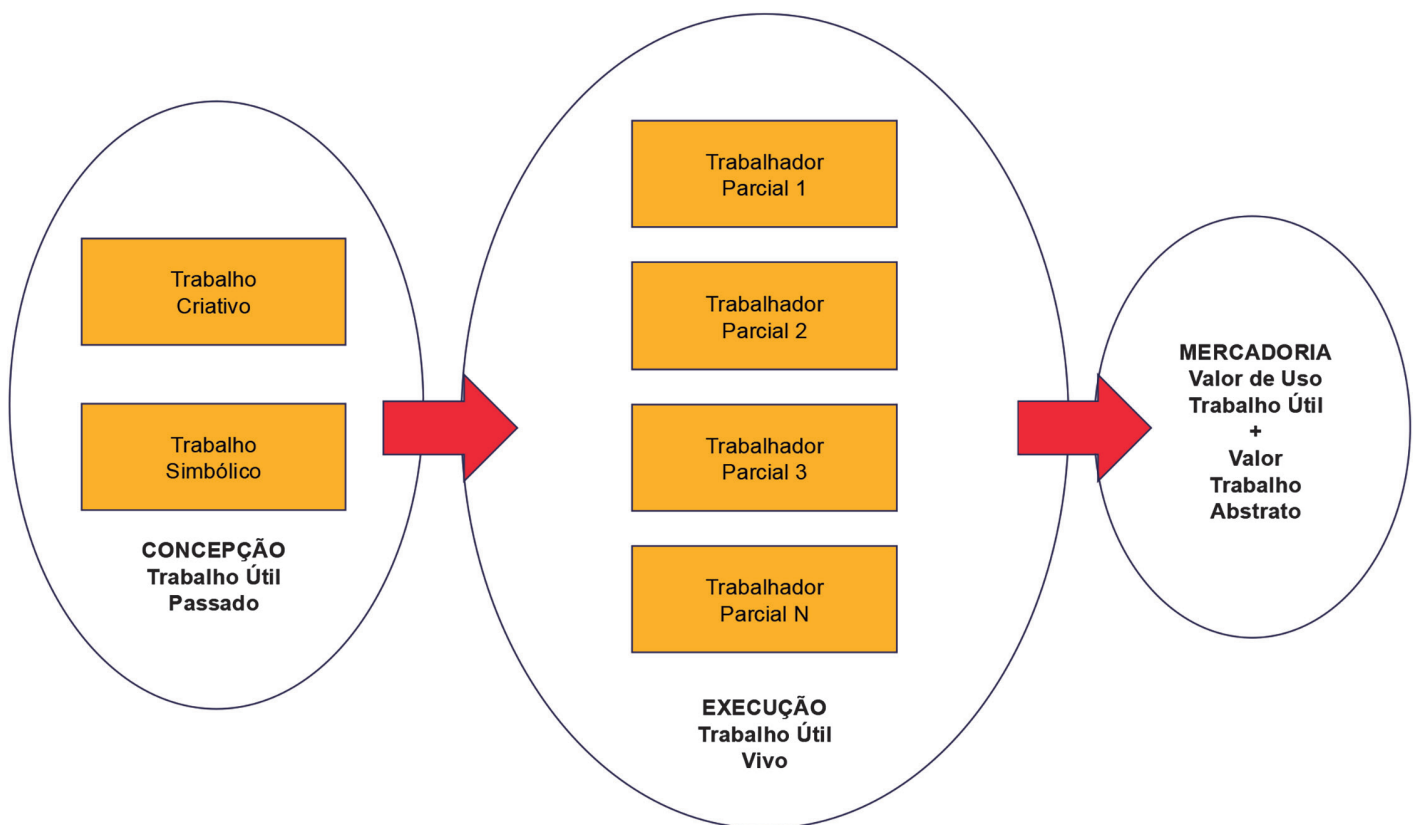
Só aos poucos, a concepção das mercadorias se tornou realmente capitalista e, de fato, sofreu uma transformação radical, a partir da segunda revolução industrial (1880-1950), com a constituição dos sistemas atuais de publicidade e marketing (Leiss et al. 2018). A concepção não é apenas da mercadoria em si, de seu corpo, mas de todo o processo de produção, do uso das ferramentas, máquinas, matérias-primas etc. Trata-se de uma concepção de como produzir lucro, mais valor, ao final do processo. Mais tarde, com a terceira e a quarta revoluções industriais, a concepção atinge também a constituição do consumidor e da subjetividade humana de um modo geral e fora da produção (Guattari; Rolnik, 1996), transformando a mercadoria em elemento central da comunicação social.

Figura 1. Relação do artesão com a concepção e a execução



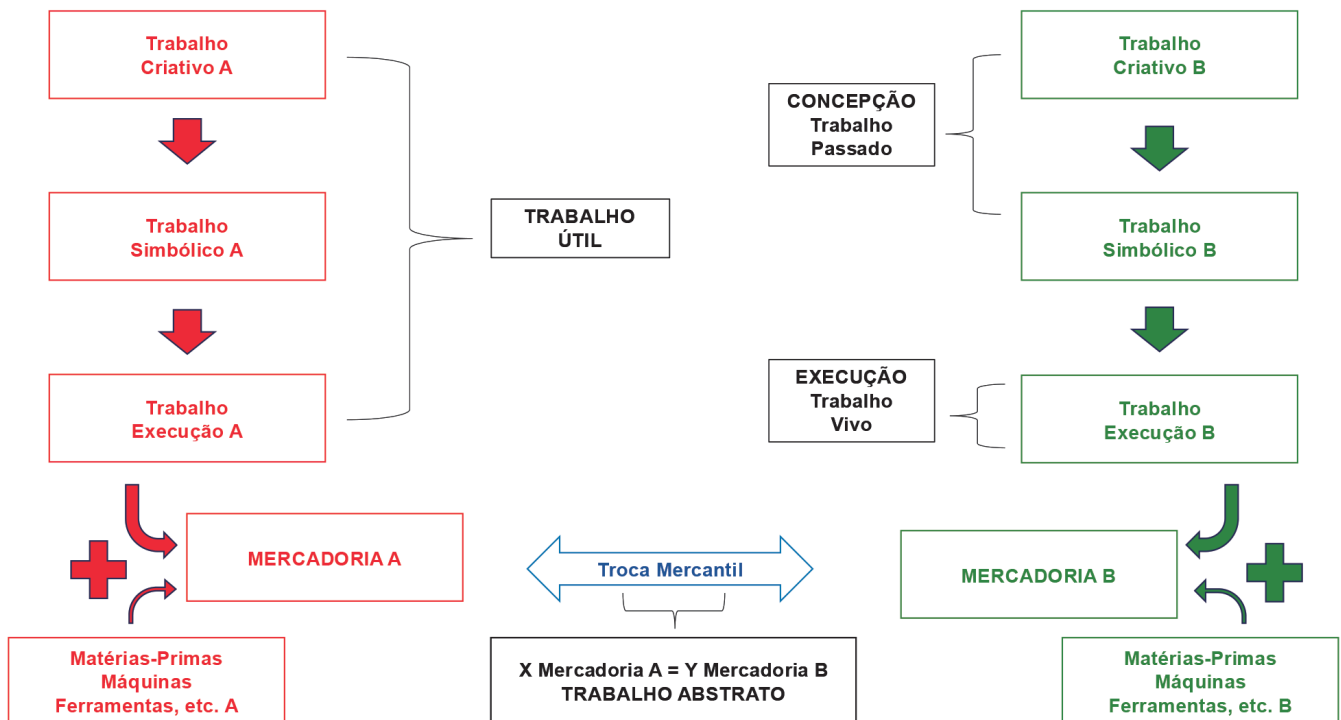
No artesanato, concepção e execução não eram inimigas entre si, como ocorre no capitalismo contemporâneo. Elas estavam integradas, seu objetivo ainda era orgânico e dirigido ao valor de uso. Nas condições atuais, a concepção volta-se à produção de mais valor, esse é seu objetivo primordial. O valor de uso aparece apenas como algo necessário, inevitável que, muitas vezes, precisa ser minimizado para permitir a geração de mais valor. Ele é a interferência do consumidor, sua resistência, um inimigo dos intentos da produção de mais valor.

Figura 2. A fragmentação da concepção e da execução



Nas condições atuais, o trabalho criativo e o trabalho simbólico (concepção) se opõem ao trabalho de execução, destroem o executor ao retirarem dele o livre exercício da imaginação e da simbolização. E destroem também o trabalhador criativo/simbólico ao retirarem dele a experiência da execução e o conhecimento que essa experiência produz. Podemos considerar que esse trabalhador criativo e simbólico são parte da classe média, fazendo a intermediação entre capital e trabalho (Oliveira, 1982). Ao proletário (executor) cabe apenas a experiência pesada da resistência corporal oposta pelas ferramentas, máquinas e matérias-primas que solicitam o esforço corporal do trabalhador. E ao trabalhador da concepção restam apenas a imaginação e simbolização descoladas de uma experiência corporal significativa.

Figura 3. Concepção e execução separadas



Ao considerar o trabalho, Marx preocupou-se prioritariamente com o proletário, o executor e seu papel na produção de mercadorias, mas, ele também analisou o trabalho de concepção (Braverman, 1981). A classe portadora da emancipação era, e ainda é, a classe oprimida pela exploração, aquela que executa as tarefas demandadas pela produção. Neste momento histórico, essa classe não está no comando do processo e, por esse motivo, está distante e forçosamente separada da concepção da mercadoria e da organização do processo de produção como um todo. Aqueles que concebem as mercadorias e seu processo de produção são, por assim dizer, “inimigos” da classe operária, dos proletários. Esta concepção é, no entanto, incorporada à mercadoria pelo trabalho executado pelo operário a cada ciclo produtivo. Ela também compõe a mercadoria, o trabalho útil que a mercadoria porta. Neste ponto, seguindo o exemplo de Braverman (1981), podemos buscar uma ampliação e aprofundamento das proposições de Marx sobre a divisão entre concepção e execução.

4.1.3. A concepção das mercadorias como Indústria Cultural

Os seres humanos são simbolizantes, transformam todos os objetos com os quais entram em contato em símbolos. Em outras palavras, a todo objeto, natural, artificial ou imaginário, é atribuído um conteúdo simbólico, para isso basta que ele entre em contato com uma sociedade, uma cultura. Existe, portanto, uma atividade de simbolização que se dirige ao mundo externo e também se volta para os objetos da imaginação tentando traduzi-los, transformando-os em algo simbolizável ou tomando-os como símbolos. As mercadorias não escaparam a esse destino.

Há também uma atividade da imaginação que se dirige a cada objeto e a cada mercadoria. Todo objeto desperta e ou é fruto de uma imaginação. Essa atividade imaginária é espontânea, para que ela ocorra basta que entremos em contato com qualquer objeto do mundo físico ou da própria imaginação. Em grande medida, essa atividade é inconsciente e fora do controle voluntário. No mercado, essa atividade imaginária manifesta-se em nossos gostos e inclinações em direção a certas mercadorias e não a outras.

A concepção das mercadorias passou a pensá-las como elementos da comunicação social. Um relógio pode marcar mais o status social do que as horas. Um tênis pode projetar mais a aura juvenil e esportiva de seu dono do que proteger seus pés. Com essa transformação das mercadorias, seus fabricantes assumiram uma tentativa explícita de controle sobre a cultura e sobre os vínculos sociais. Por exemplo, ao associar a felicidade à utilização de certas mercadorias, a publicidade buscou transformar a ideia cultural de felicidade e fez promessas que as mercadorias não poderiam cumprir (Jhally, 2000; Klein, 2009). Em outras palavras, o mercado realiza um trabalho que vai muito além da troca de mercadorias, tornando-se um instrumento privilegiado para fornecer ferramentas para a construção das identidades e para a socialização. As mercadorias tentam moldar essas identidades e essa socialização. Não é apenas o trabalhador que deve abrir mão de sua subjetividade, o consumidor (o trabalhador fora do trabalho) também deve curvar-se às subjetividades insistentemente sugeridas pela publicidade (Hall et al, 1997; Williamson, 1978; Jhally 1987).

A concepção capitalista transformou as mercadorias em problemáticos meios de comunicação social, em diferenciadores estéticos ou de estilos de vida, e em formas de manifestação das personalidades colonizadas pela publicidade. Esvaziados da concepção dos produtos de seu trabalho, os indivíduos ficam submetidos a comunicar-se por meio das mercadorias. Devem conceber apenas a si mesmos, projetando suas imagens em conformidade com modelos estereotipados de comportamento oferecidos pela comunicação social do capitalismo. A perda da concepção dos produtos do trabalho reflete-se na mediação mercadológica da concepção de si mesmo.

Com a necessidade humana de se comunicar ocorre o mesmo que com as outras necessidades. Não vamos obter amizade, amor, boas relações familiares por meio de mercadorias. Mas a publicidade tem associado essas ideias aos produtos de seus anunciantes. Nossa comunicação fica ainda mais imperfeita quando tentamos efetivá-la por meio de mercadorias. As ideias magicamente associadas às mercadorias têm o mesmo resultado das outras magias, uma fraca capacidade de interferência no mundo real e uma intensa repercussão na dimensão psicológica.

Quando as mercadorias passam a ser concebidas como parte da comunicação social, sua integração à imaginação e à simbolização do consumidor não é mais algo simplesmente social, tornando-se parte de tentativas de engenharia social características da indústria cultural. As mercadorias tornam-se intencionalmente ideológicas. Como elementos da comunicação social, em certo sentido, as mercadorias aumentaram as capacidades comunicativas de seus usuários, mas, ao mesmo tempo, limitaram essas capacidades oferecendo caminhos para elas e também constituíram uma cultura mais nebulosa e perturbadora.

Alguns sistemas de produção podem ser caracterizados como produtos da indústria cultural, a própria fábrica pode ser um artefato da indústria cultural, parte do processo comunicativo a respeito de seus produtos. Uma fábrica “verde”, “socialmente responsável”, “sem preconceitos raciais ou de gênero” etc. transmite aos seus produtos uma imagem “diferenciada”.

Para a cultura material, a concepção das mercadorias talvez seja a principal atividade da indústria cultural contemporânea. Ela se comporta da mesma forma que outros produtos culturais: custos elevados para a produção da primeira cópia e custos ínfimos para a produção das cópias subsequentes. Essa concepção fica ossificada pela constituição do conjunto de máquinas necessário para colocar a produção em andamento. Ela não é viva como no caso do artesanato.

*Para a cultura material,
a concepção das
mercadorias talvez seja
a principal atividade
da indústria cultural
contemporânea.*

4.1.4. Divisão do trabalho: fragmentação da execução

No capítulo introdutório de “*O Capital*”, Marx utiliza uma série de exemplos de trabalhos e profissões que remetem a uma ideia artesanal do trabalho útil. O trabalho realizado na tecelagem, na alfaitaria etc... produzindo algo útil para alguém, sugerindo um artesão, o tecelão, o alfaiate, o fiandeiro, o marceneiro, o pedreiro, ..., produzindo um valor de uso do começo ao fim. Usar um artesão para exemplificar o trabalho útil é brilhante como explicação, mas, se pensarmos um pouco mais, perceberemos que, na produção capitalista, o trabalho útil não é realizado por um artesão, cuja força de trabalho custaria muito. O trabalho útil é efetivado na forma de trabalho fragmentado, com trabalhadores parciais, subjugados por ferramentas e máquinas sob comando da direção capitalista.

O controle sobre o trabalho vivo, sua objetificação e exploração, permite que o capitalismo realize as magias do valor. Esse controle tem como pilar a externalização das habilidades do trabalhador via fragmentação (subsunção formal) e automação (subsunção real) (Marx, 2022), colocando a produção de valor em primeiro plano e o trabalhador, e seu trabalho útil, em segundo plano. O fetichismo da mercadoria aparece na produção como fetichismo tecnológico. As coisas, o trabalho passado materializado em máquinas, ferramentas, prédios, matérias primas etc., aparecem como superiores e mais importantes do que o trabalho vivo, útil, que foi fragmentado e esvaziado de suas habilidades corporais. Do trabalhador espera-se uma adaptação às tecnologias com as quais se defronta na produção. Em lugar de expressar sua subjetividade no trabalho, o trabalhador deve absorver subjetivamente, e aceitar, as condições de trabalho impostas pela produção capitalista. Ele deve aprender as novas e efêmeras

habilidades que essa produção exige e que, fora dela, não servem ao trabalhador, nem servem para entrar no mercado como um novo vendedor de mercadorias. No trabalho artesanal, o produtor expressa sua subjetividade e suas tendências artísticas, produzindo objetos únicos. Atualmente, não se espera que o trabalho expresse a subjetividade do trabalhador, antes ao contrário, espera-se que o resultado do trabalho expresse o apagamento dessa subjetividade. Não é o trabalho que se apropria do objeto, mas o objeto que se apropria do trabalho. A matéria-prima (objeto) absorve o trabalho vivo. Podemos ver isso, por exemplo, no fato de que o objeto produzido pertence ao capitalista e não ao trabalhador.

O próprio trabalho fragmentado, esvaziado de conteúdo, se parece, talvez e cada vez mais, com um simples trabalho abstrato. Ao fragmentar o trabalho, estamos aparentemente reduzindo o aspecto útil da força de trabalho. Na verdade, estamos aumentando a efetividade desse trabalho útil na produção de valor e de mais valia. Ao fragmentar o trabalho, fragmentamos também a capacidade dos trabalhadores de corretamente avaliarem sua participação na produção. Reduzimos sua autoimagem e sua capacidade de autorrealização.

Na seção IV de *“O Capital”*, Marx trata da evolução do trabalho e da produção; ele analisa a Cooperação, a Manufatura e a Revolução Industrial, curiosamente, tratando apenas superficialmente do trabalho no período artesanal. Nessa seção, é a história concreta dos processos produtivos e de suas consequências sociais que está sob escrutínio. Marx mostra que os trabalhadores são aos poucos destituídos do controle sobre o trabalho. A Manufatura vai fragmentar o trabalho, resultando em um trabalho dividido em pequenas tarefas executadas por trabalhadores parciais. A divisão manufatureira do trabalho rompe com as limitações impostas à inovação características do período artesanal (Sennet, 2019). Ela rebaixa a necessidade de qualificação do trabalhador que, então, pode ser rapidamente formado, para sua limitada tarefa, ao contrário daquilo que ocorria com a formação dos trabalhadores sob o artesanato. Trata-se já de um trabalhador esvaziado de suas habilidades e não mais de um artesão.

4.1.5. Externalização das habilidades

A história da subordinação do trabalho ao capital tem como um de seus elementos-chave o processo de externalização das habilidades do trabalhador, colocando-as sob o controle do capitalista. Nas palavras de Marx:

“Quando em 1735, John Wyatt anunciou sua máquina de fiar e, com ela, a revolução industrial do século XVIII, em momento algum aventou que, em vez de um homem, um burro moveria a máquina e, no entanto, esse papel acabou por recair sobre o burro. Uma máquina ‘para fiar sem os dedos’, rezava seu prospecto.” (Marx, 1984, vol. I, tomo2, p. 8)

Na expressão “uma máquina ‘para fiar sem os dedos’”, encontra-se a ideia central da externalização. Em outras palavras, uma habilidade, fiar, que estava nos dedos do trabalhador passou para

a máquina. Essa habilidade desencarnou, saiu do corpo do trabalhador e migrou para a máquina⁶. A externalização representa a transferência das habilidades do trabalhador para a máquina. O problema é que o processo de externalização das habilidades não ocorre apenas por meio de sua incorporação em uma máquina. Ele é muito mais extenso, complexo e difuso. Historicamente, a externalização sem máquinas foi particularmente importante durante o período manufatureiro, perdendo aos poucos sua centralidade após a Revolução Industrial.

Atualmente, temos as inteligências artificiais que querem absorver as habilidades cognitivas humanas. Essa externalização afeta diretamente os trabalhadores

simbólicos que, durante muito tempo, ficaram imunes aos processos de automação. A criação que envolve a junção ou o rearranjo de elementos disponíveis também já está sendo afetada. A externalização da cognição e da criação mais rudimentar trará novos patamares para a desvalorização do trabalho e para a extração de mais valia, afetando grupos que são considerados como classe média. Talvez, em futuro breve, reste aos seres humanos apenas a criação radical.

*A externalização
representa a transferência
das habilidades do
trabalhador para a
máquina.*

4.1.6. Externalização formal

Na produção artesanal, as habilidades estão encarnadas no corpo do artesão. As ferramentas são suas extensões para realizar as atividades que materializarão um objeto útil. Nada, ou quase nada, está externalizado, fora do corpo do artesão. Ainda que o artesão possa ser pensado como um produtor de mercadorias, como um pequeno capitalista, suas ferramentas, tecnologias e formas de organizar a produção não são capazes de realizar a externalização que virá em seguida. Na Manufatura, as coisas realmente começam a mudar e a externalização ganha força. A divisão do trabalho é a causa primeira de um extenso processo de externalização, de expropriação das habilidades do trabalhador.

Em primeiro lugar, a divisão do trabalho instaura a separação entre a concepção do trabalho e a sua execução. Esta é uma forma de externalização primária que transfere do trabalhador para o capitalista, ou seus representantes, a habilidade de conceber o que será produzido e também de conceber o próprio processo de produção. Não é uma externalização completa, que incorpora em uma máquina a habilidade transferida, mas, de qualquer modo, ela retira do trabalhador essa habilidade conceitual, criativa e, por essa via, o mutila em suas capacidades mais valiosas para a sociedade que está se constituindo.

⁶A ideia de corpo é muito importante para Marx, no entanto, são poucos os estudiosos que realmente reconhecem essa importância. Para um debate mais aprofundado sobre esses aspectos relativos ao corpo recomendamos a leitura dos seguintes autores: Marx (2008); Almeida Jr. (1995); Zuboff (1988); Smith (2014).

A transferência da concepção do trabalhador para o capitalista, sua externalização, é um passo fundamental na constituição das relações de subordinação da sociedade capitalista, mas, ela não é a única promovida pela Manufatura. A mesma divisão do trabalho, que transfere as habilidades intelectuais, simbólicas e imaginárias da concepção para fora do corpo do trabalhador, também externaliza muitas habilidades de execução. O trabalhador da manufatura, não é mais um artesão, ele é um trabalhador parcial, seu trabalho foi fragmentado e ele ficou com apenas uma pequena parte desse trabalho. Em outras palavras, suas habilidades ficaram restritas, foram externalizadas, encarnadas nos corpos de outros trabalhadores. Mas, para cada um dos trabalhadores parciais, isso representou uma externalização de suas habilidades, ainda que essa externalização tenha suas limitações. As habilidades ainda estão nos corpos do conjunto de trabalhadores, mas, não estão mais em todos os corpos, em todos os trabalhadores, como estavam em todos os artesãos. Na produção manufatureira, o artesão que domina todo o processo de trabalho torna-se residual.

“(...) na manufatura é o corpo de trabalho em ação uma forma de existência do capital. O mecanismo social de produção composto de muitos trabalhadores parciais individuais pertence ao capitalista.” (Marx, 1985, vol. I, tomo 1, p. 283)

Na Manufatura, as habilidades necessárias para a produção de um valor de uso, trocável no mercado, não estão mais reunidas no corpo de um único trabalhador. A divisão do trabalho colocou este conjunto de habilidades em um grupo de trabalhadores e não mais em cada um dos trabalhadores. Esse “mecanismo social de produção” (o grupo de trabalhadores), que “pertence ao capitalista” é, no período manufatureiro, o portador do conjunto de habilidades. Esse grupo de trabalhadores é concebido e gerenciado pelo capitalista. Cada trabalhador individual deixou de possuir esse conjunto de habilidades, deixou de ser capaz de produzir um valor de uso trocável por outras mercadorias. Nessas condições, ele ficou mais fortemente submetido às imposições do capitalista, único que se interessa por suas novas e reduzidas habilidades.

A fragmentação do trabalho é realizada por uma análise prática das atividades de produção e a descoberta de formas de divisão que tornam o trabalho mais produtivo. Menos trabalho útil resulta na mesma quantidade de trabalho abstrato. A fragmentação é um primeiro passo para a automação. A fragmentação realiza a análise do trabalho, revelando seus componentes mais simples e potencializando a criação de máquinas que possam substituir o trabalho fragmentado.

4.1.7. Externalização real

Quando a externalização é efetivada pela absorção da habilidade por uma máquina, então podemos falar em externalização real. Neste caso, a habilidade externalizada não está mais em um corpo humano, seja na gerência capitalista ou em outro trabalhador. Ela foi transferida para uma máquina, ganhando características novas que não estavam presentes quando a habilidade ainda estava encarnada em um ser humano.

A transferência para a máquina faz com que a habilidade fique totalmente liberta das limitações humanas. Nas palavras de Marx:

“O número de ferramentas com que a máquina-ferramenta joga simultaneamente está, de antemão, emancipado da barreira orgânica que restringe a ferramenta manual de um trabalhador”. (Marx, 1984, vol. I, tomo 2, p. 9)

Em outras palavras, a partir da máquina, o capitalista está em condições de revolucionar completamente a produção, utilizando muito menos trabalho vivo para produzir os objetos úteis que, desde o início, são pensados como mercadorias e destinados ao mercado. E, de fato, historicamente, a externalização das habilidades e sua absorção por máquinas, transformou completamente a produção. O trabalho útil ganhou outras características, não é mais o trabalho de um artesão habilidoso, que conhece plenamente seu ofício e que planeja o que vai produzir. Nem é também o trabalho manufatureiro, ainda que a divisão do trabalho permaneça presente. Ao contrário, o trabalho útil agora está organizado a partir de um conjunto de máquinas e ferramentas que, aparentemente, operam as tarefas mais refinadas e mais valiosas, deixando para os trabalhadores humanos tarefas fragmentadas, desvalorizadas e a vigilância sobre as próprias máquinas. Mas, apesar de desvalorizados, são os trabalhos que as máquinas não estão em condições de executar. Esses são seus novos trabalhos úteis que elevam exponencialmente a exploração do trabalho e a produção de valor. O trabalho vivo é cada vez mais rarefeito na produção e, por isso mesmo, mais produtivo. O trabalho útil é pensado e organizado pelo capitalista, sua gerência, seus técnicos e cientistas. Os executores desse trabalho útil possuem cada vez menos habilidades encarnadas em seus corpos e menor capacidade de pensar e de organizar a totalidade do processo produtivo.

Além disso, entre os trabalhadores e os recursos necessários para colocar em andamento os processos produtivos há uma barreira crescente e de aparência intransponível. Conforme avança a externalização, ao executor menos resta de suas habilidades anteriores e maior é a distância material que o separa da possibilidade de organizar o processo social de produção. A externalização incorpora em máquinas as habilidades necessárias à produção, resultando no crescimento do volume de recursos necessários para colocar a produção em andamento, agora supostamente fundada na utilização de máquinas e não no trabalho vivo. O trabalho passado materializado em matérias primas, ferramentas, máquinas, prédios etc. tem uma aparente prioridade no processo de produção, quando na realidade é o trabalho vivo que vai se tornando mais e mais produtivo.

A externalização é uma forma de expropriação especial. Ela não se refere à expropriação de objetos exteriores, como a terra e os meios de trabalho, mas de habilidades internalizadas no corpo orgânico do trabalhador, habilidades que possibilitavam sua interação como os meios de trabalho e sua condição de produtor de mercadorias. A nudez daquele que possui apenas sua força de trabalho para vender é amplificada por essa forma particularmente cruel de expropriação. A externalização é um resultado do conflito entre trabalhadores e capitalistas pelo controle da produção.

5. Mercadoria e as outras formas de opressão

Opressões milenares foram chamadas para substituir a luta contra o capitalismo e contra o domínio da mercadoria (International Standpoint, 2025; Asad, 2018; Lilla, 2018; Fraser, 1995). Opressões que já tinham sido absorvidas pela mercadoria e pelo capitalismo em sua caminhada para ampliar a exploração (Davis, 1983). Cada oprimido foi jogado contra os demais, buscando impedir que o *slogan* “Trabalhadores de todo o mundo uni-vos” pudesse realizar-se em um movimento coeso contra o regime social da mercadoria. Ainda que as sociedades atuais sejam intensamente racistas (Mbembe, 2017) e sexistas (Butler, 2024; Butler; Halberstam, 2025), elas não são articuladas pelo racismo ou pela discriminação de gênero. No panteão dos deuses sociais cultuados no presente, o sujeito social mercadoria tem um lugar mais alto do que a raça, o gênero ou o comportamento sexual. Quem articula a sociedade atual é a mercadoria e seu sistema social: o capitalismo (Lukács, 1968; Debord, 2007; Baudrillard, 2009). Ela é o grande sujeito que tudo subordina, com o auxílio de seus correlatos dinheiro e capital. Ao inverter e negar a hierarquia das opressões, colocando em primeiro plano questões identitárias em lugar de um questionamento mais acurado, muitos movimentos sociais dificultam o entendimento do sistema opressivo articulado em torno da mercadoria. Em grande medida, servem como elementos diversionistas, sendo patrocinados por grandes forças econômicas, políticas e militares do mundo contemporâneo (International Standpoint, 2025), gerando um caótico ambiente cultural de fim de império (Johnson, 2007). Tudo isso herda o título de “esquerda” (Hobsbawn, 1996; Malik, 2023).

Na realidade, trata-se de recomendar um gerenciamento capitalista das questões identitárias, como um substituto à superação do regime capitalista. Em outras palavras, para esses grupos e autores, o problema central das sociedades atuais não é o capitalismo ou a prioridade social da produção de mercadorias, mas um mau gerenciamento das intolerâncias irracionais derivadas das distintas identidades. Para eles, parece possível um “capitalismo civilizado” capaz de gerenciar as questões identitárias (Fukuyama, 2018), colocando a igualdade identitária no lugar da irracionalidade discriminatória, novamente, tentando curar o capitalismo por meio de instrumentos moralizantes, como propôs Durkheim (1999) faz muito tempo.

Hoje, depois de sofrimentos e riscos imensos, está evidente que a sociedade capitalista e suas tentativas de criar um império mundial nos conduziram ao limite social e planetário. O racismo, o sexismo e outras formas de discriminação e preconceito foram utilizadas nessa condução, mas não a articularam. A insustentabilidade, a instabilidade, a intolerância e a crueldade sistêmicas não podem ser encobertas. O atordoante fluxo de distorções, supressões, mistificações, exageros e mentiras, das notícias, das relações públicas, do marketing, da publicidade e da propaganda não consegue estabelecer minimamente a hegemonia capitalista (Jhally, 2000; Jhally 2006; Herman; Chomsky, 1988; Türcke, 2010). De fato, ele revela mais a aflição dos dirigentes do que a construção de qualquer consenso, ainda que frágil. A profunda irracionalidade sistêmica está exposta, não há

lógica capitalista, e mesmo quem não quer ver ou pretende não entender, é forçado a conviver com contradições torturantes e extremamente perigosas. Apesar de seus esforços desesperados para se enquadrar na alienação e na positividade (Han, 2017) exigidas pelo capitalismo contemporâneo, as novas gerações não conseguem realmente afastar as sombras e ameaças nas quais seu futuro está envolto. Supor que um gerenciamento capitalista “racional” das questões identitárias trará um futuro mais humano é um equívoco grosseiro. Durante os últimos dois séculos, em nenhum campo, o capitalismo conseguiu atuar de modo racional, antes ao contrário. Há de fato uma razão instrumental adequando meios e fins, mas sua ação é bastante limitada e possível somente em condições muito particulares (Marcuse, 1973; Santos, 2011).

A realidade é um intenso desconforto. Espectros rondam livremente e são muito mais disruptivos e assustadores do que o “comunismo”, ainda que muitos tentem negar sua existência e retornar à felicidade e ao esquecimento que a mantêm. Espectros dos preconceitos (Kite;

Insepulto, o capitalismo é um gerador de espectros e de espelhos deformantes.

Whitley Jr; Wagner, 2023), dos extremismos da direita (Pantucci; Ong, 2022), das rupturas sociais (Levin; Milner; Perrings, 2021), do acirramento das desigualdades (Giroux, 2017; Popple, 2025), das escravidões digitais (Zuboff, 2019), dos fundamentalismos religiosos (Lovlien, 2021), da exploração ainda mais extrema do trabalho (Braverman, 1981; Fisher, 2009), da catástrofe ambiental (Chomsky; Pollin; Polycroniou; Mattos, 2020), da guerra nuclear (Ritter, 2025) e muitos outros nos assombram diariamente. Não temos mais grandes utopias para nos guiar, não sabemos o que queremos (Santos, 2011) e, talvez, também não saibamos mais o que não queremos. Além desses espectros e seus perigos, o mundo cibernético das telecomunicações é povoado por distorcidos espelhamentos dessas realidades. Insepulto, o capitalismo é um gerador de espectros e de espelhos deformantes. Por muitos motivos poderosos, a imaginação do futuro tornou-se intensamente distópica e, depois de décadas, estamos realizando as distopias imaginadas. É mais frequente e confortável imaginar o Armagedom do que o fim do capitalismo (Fisher, 2009). Na realidade, muitos acreditam ser esse fim algo aberrante ou mesmo impensável.

Referências

- Almeida Jr., A. R. (1995). *A planta desfigurada: Crítica da representação de planta como máquina química e como mercadoria* [Tese de doutorado, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo]. Repositório Institucional da USP.
- Asad, H. (2018). *Armadilha da identidade: Raça e classe nos dias de hoje*. Veneta.
- Baudrillard, J. (2009). *A sociedade de consumo*. Edições 70.
- Böhm-Bawerk, E. (1949). *Karl Marx and the close of his system*. Augustus M. Kelley.

- Braverman, H. (1981). *Trabalho e capital monopolista: A degradação do trabalho no século XX*. Editora Guanabara.
- Butler, J. (2024). *Who's afraid of gender*. Farrar, Straus and Giroux.
- Butler, J., & Halberstam, J. (2025). *Who's afraid of gender? Solidarity, radical democracy, and the global politics of the anti-gender ideology movement: A conversation with Judith Butler and Jack Halberstam*. *GLQ: A Journal of Lesbian and Gay Studies*, 31(1), 137–158. <https://doi.org/10.1215/10642684-11573873>
- Castoriadis, C. (2008). *Encruzilhadas do labirinto* (Vol. 1). Paz e Terra.
- Chomsky, N., Pollin, R., Polycroniou, C. J., & Mattos, B. C. (2020). *Crise climática e o green new deal global: A economia política para salvar o planeta*. Roça Nova Editora.
- Davis, A. (1983). *Women, race & class*. Vintage Books.
- Debord, G. (2007). *A sociedade do espetáculo*. Contraponto.
- Durkheim, E. (1999). *Da divisão do trabalho social*. Martins Fontes.
- Fisher, M. (2009). *Capitalist realism: Is there no alternative?* Zero Books.
- Fraser, N. (1995). From redistribution to recognition? Dilemmas of justice in a “post-socialist” age. *New Left Review*, (212), 68–93.
- Fukuyama, F. (2018). *Identity: The demand for dignity and the politics of resentment*. Farrar, Straus and Giroux.
- Giroux, H. A. (2017). *The terror of neoliberalism: Authoritarianism and the eclipse of democracy*. Routledge.
- Guattari, F., & Rolnik, S. (1996). *Micropolítica: Cartografias do desejo*. Vozes.
- Hall, S. (Ed.). (1997). *Representation: Cultural representations and signifying practices*. Sage Publications; The Open University.
- Han, B-C. (2017). *Sociedade do cansaço*. Vozes.
- Herman, E. S., & Chomsky, N. (1988). *Manufacturing consent: The political economy of the mass media*. Pantheon Books.
- Hobsbawm, E. (1996). Identity politics and the left. *New Left Review*, (217), 38–47.
- Ingold, T. (1983). The architect and the bee: Reflections on the work of animals and men. *Man*, 18(1), 1–20.
- Internationalist Standpoint. (2025, 12 de julho). *Identity politics – a Marxist critique*. <https://www.internationaliststandpoint.org/identity-politics-a-marxist-critique/>
- Jhally, S. (1987). *The codes of advertising: fetichism and the political economy of meaning in the consumer society*. Routledge.
- Jhally, S. (2000). Advertising at the edge of apocalypse. In R. Andersen & L. Strate (Eds.), *Critical studies in media commercialism*. Oxford University Press.
- Jhally, S. (2006). *The spectacle of accumulation: Essays of culture, media and politics*. Peter Lang.
- Jevons, W. S. (1965). *The theory of political economy*. Sentry Press.
- Johnson, C. (2007). *Aflições do império: Militarism, secrecy and the end of the republic*. Record.

- Kite, E. M., Whitley, B. E., Jr., & Wagner, L. S. (2023). *Psychology of prejudice*. Routledge.
- Klein, N. (2009). *No logo, no space, no choice, no jobs*. Picador USA.
- Kurz, R. (1993). *O colapso da modernização: Da derrocada do socialismo de caserna à crise da economia mundial*. Paz e Terra.
- Leiss, W., Kline, S., Jhally, S., Botterill, J., & Asquith, K. (2018). *Social communication in advertising: Consumption in the mediated marketplace*. Routledge.
- Leroi-Gourhan, A. (2002). *O gesto e a palavra: 1- técnica e linguagem*. Edições 70.
- Levin, S. A., Milner, H. V., & Perrings, C. (2021). The dynamics of political polarization. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118(50), Artigo e2116950118. doi.org
- Lilla, M. (2018). *O progressista de ontem e o do amanhã*. Companhia das Letras.
- Løvlien, E. D. (2021). Radical beings? How group identities impact willingness to justify terrorism. *Perspectives on Terrorism*, 15(2), 33–57. jstor.org
- Lukács, G. (1968). *History and class consciousness*. MIT Press.
- Malik, K. (2023). *Not black and white: A history of race from white supremacy to identity politics*. Hurst & Co.
- Marcuse, H. (1973). *A ideologia da sociedade industrial: O homem unidimensional*. Zahar Editores.
- Marx, K. (1985). *O capital*. Nova Cultural.
- Marx, K. (2008). *Contribuição à crítica da economia política* (F. Fernandes, trad.; 2ª ed.). Expressão Popular.
- Marx, K. (2008). *Manuscritos econômicos-filosóficos*. Boitempo editorial.
- Marx, K. (2011). *Grundrisse: Manuscritos de 1857-1858: Esboços da crítica da economia política*. Boitempo; Editora da UFRJ. (Nota: Editoras em coedição são separadas por ponto e vírgula).
- Marx, K. (2022). *Capítulo VI (inédito)*. Boitempo.
- Mauss, M. (2025). *Ensaio sobre a dádiva: Forma e razão da troca nas sociedades arcaicas*. Martins Fontes.
- Mbembe, A. (2017). *Critique of black reason*. Duke University Press.
- Menger, C. (2017). *Princípios de economia política*. Le Books. [1]
- Napoleoni, C. (1981). *Lições sobre o capítulo VI (inédito) de Marx*. Livraria Editora Ciências Humanas.
- Nozick, R. (1991). *Anarquia, estado e utopia*. Jorge Zahar Editor.
- Oliveira, F. de. (1982). O Estado e o urbano no Brasil. *Espaço & Debates: Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais*, 2(6), 36–54.
- Pantucci, R., & Ong, K. (2022). Extreme right-wing violence in the West. *Counter Terrorist Trends and Analyses*, 14(1), 126–132. [1]
- Poppo, K. (2025). Neoliberalism and increasing inequality. In *Neoliberalism and urban regeneration*. Bristol University Press. <https://doi.org/10.51952/9781529243970.ch001>
- Ritter, S. (2025). *Highway to hell: The Armageddon chronicles (2015–2024)*. Clarity Press.
- Santos, B. S. (2011). *Crítica da razão indolente: Contra o desperdício da experiência*. Cortez.

- Sennet, R. (2019). *O artífice*. Record.
- Smith, A. (2014). *The concept of nature in Marx*. Verso.
- Sowell, T. (1985). *Marxism: Philosophy and economics*. Quill.
- Türcke, C. (2010). *A sociedade excitada: Filosofia da sensação*. Editora da Unicamp.
- Williamson, J. (1978). *Decoding advertisements: ideology and meaning in advertising*. Marion Boyars.
- Wolff, R. D. (2025). *Understanding capitalism* (Vol. 1). Haymarket Books.
- Zuboff, S. (1988). *In the age of the smart machine*. Basic Books.
- Zuboff, S. (2019). *A era do capitalismo de vigilância: A luta por um futuro humano na nova fronteira do poder*. Intrínseca.

Capítulo 5

O debate de ideias sobre a ordem econômica na Assembleia Nacional Constituinte de 1987

Eliana Tadeu Terci

Professora Doutora do Departamento de Economia, Administração e Sociologia da Esalq/USP

O capítulo examina o debate de ideias sobre a ordem econômica na Assembleia Nacional Constituinte de 1987. O processo constituinte representa um momento privilegiado para se conhecer as reflexões dos economistas e outros atores políticos e sociais sobre o desenvolvimento brasileiro. A transição do regime militar para a democracia, ainda desta vez de forma pretensamente controlada, colocou na pauta a convocação de uma Assembleia Nacional Constituinte para operar a mudança do regime rumo à democratização do país. A nova Constituição estava para ser escrita, cabendo nela registrar o que se queria para a economia brasileira: corrigir mazelas do longo ciclo do desenvolvimento apoiado na substituição de importações, que posicionara o Brasil entre as oito maiores economias do planeta e terminava com baixo crescimento, endividamento e inflação e reverter indicadores sociais extremamente negativos, alta concentração de renda, crise urbana e ambiental.

Assim, se entre 1945 a 1964 se produziu o “ciclo ideológico do desenvolvimentismo”, politicamente engajado na discussão sobre o processo de industrialização brasileira sob a coordenação e planejamento do Estado (Bielschowsky; 2000), 1987 pode ser considerado o momento do balanço. Era possível olhar para traz e acertar o passo para a retomada e, mais do que acertar o rumo da história, parecia possível repensar a própria trajetória e afinar as ideias, pois havia uma tarefa fundamental a realizar: escrever a nova Constituição Brasileira e assim estabelecer uma nova ordem institucional.

A sistematização do debate de ideias sobre tema tão controvertido é tarefa de grande envergadura, haja vista que o processo se estendeu por cerca de um ano e meio (de 1º de fevereiro de 1987, quando se instalou a Assembleia Nacional Constituinte, até 5 de outubro de 1988, data de promulgação da Constituição) e foi marcado por intensa disputa política e forte participação da sociedade civil. Para esta pesquisa, contou-se com o valiosíssimo acervo do Portal da Constituinte, mantido pela Câmara dos Deputados, contendo mais de dois milhões de registros textuais, fotográficos, sonoros e filmográficos¹. Dele extraíram-se as informações sobre o momento de discussão, negociação e aprovação do texto final que resultariam nos capítulos da ordem econômica. Através da consulta aos arquivos, procurou-se identificar as principais controvérsias, os principais expoentes no debate de ideias, suas filiações teóricas e doutrinárias, alinhamento político, bem como suas visões sobre a história econômica do Brasil contemporâneo; um exercício de História do Pensamento Econômico Brasileiro e do Brasil.

Vale lembrar que a Constituinte de 1987 resultou da atribuição de poderes constituintes ao Congresso Nacional composto a partir das eleições parlamentares de 1986; teve a representação de treze partidos políticos e contava com 487 deputados e 72 senadores, além dos 24 senadores “biônicos” nomeados em 1982. O debate acabou polarizado entre duas posições diametralmente antagônicas: de um lado os desenvolvimentistas insistindo no papel planejador, fomentador, distributivista e dirigente do Estado no processo de desenvolvimento, no controle do capital estrangeiro, afinados com a proposta da Comissão de Sistematização, apoiada pela maioria dos congressistas, campo político composto basicamente por constituintes do PMDB, PDT e PT; e, de outro, os neoliberais firmes na defesa do

¹Disponível em: http://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/legislacao/Constituicoes_Brasileiras/constituicao-cidada/assembleia-nacional-constituente

Estado mínimo, contrários ao dirigismo e ao intervencionismo estatais e às políticas distributivistas, reunidos em torno do “Centrão”, integrado principalmente por constituintes do PFL, PTB, PDS e parte do PMDB.

Assim, o capítulo aborda o teor desse confronto político que resulta na Constituição Federal de 1988 – a Constituição Cidadã, como a denominou Ulisses Guimarães, presidente da Assembleia Constituinte e do PMDB.

1. O cenário de crise da década de 1980

A década de 1980 abre uma conjuntura totalmente nova para o Brasil. Considerada “década perdida” para a economia, se consagra como a década de ouro para a política nacional, pois naquele período a democratização política ganhou impulsos decisivos: a retomada dos movimentos sociais liderados pelos sindicalistas do ABC, rearticulação da União Nacional dos Estudantes, a reforma partidária, a anistia política, entre outros eventos que culminam com a instauração da Assembleia Nacional Constituinte de 1987.

A situação socioeconômica, contudo, estava na contramão e fornecia ingredientes fartos e encorajadores para os movimentos sociais. Se no início dos anos 1970 o bom desempenho da economia e a promessa de distribuição dos frutos do crescimento sustentaram a ditadura, a perda de dinamismo ruía as esperanças e reduzia a credibilidade do governo militar. O quadro interno coincide e reflete a recessão mundial da década de 1970, cujos eventos marcantes foram as duas crises do petróleo (1973 e 1979) e a alta dos juros internacionais, promovida unilateralmente pelo Banco Central norte-americano, a qual promoveu um sistemático e vigoroso ataque ao padrão keynesiano de gestão pública e consequente desmonte do Estado de bem-estar característico das principais nações europeias.

Esse processo se acirra acalentado pela derrocada do socialismo real que levou de roldão todo o leste europeu. Os eventos de caráter libertário forneceram ingredientes fartos aos ideólogos do liberalismo, articulados em torno das premissas do “Consenso de Washington”, e reavivou a luta contra a intervenção do Estado na economia, em nome das promessas integradoras da “globalização” e de uma nova era.

No caso brasileiro, a desaceleração e posterior abandono das metas do II PND e da promessa da construção do “Brasil Potência”, em meio a uma conjuntura internacional totalmente adversa, revelava as principais mazelas do padrão de acumulação e financiamento do desenvolvimento: dívida externa e inflação incontrolláveis, reforçando o argumento da ineficiência intrínseca do Estado para planejar a economia.

Na verdade, o II PND e seu desfecho constitui evento carregado de simbolismo. Considerado “fim de um ciclo” para ampla gama de economistas (período de desenvolvimento e prosperidade nacional que se iniciara nos anos 1930, sob a liderança e coordenação do Estado nacional), o II PND foi considerado por Castro e Souza (1985) a tentativa derradeira de completar o processo de substituição de importações e superar o subdesenvolvimento, ou na visão de Fiori (1990), de realizar o “sonho

prussiano” de alcançar o desenvolvimento numa aliança estratégica entre o Estado e a burguesia nacional. Os resultados positivos aparecerão em 1884, quando a Balança Comercial se torna superavitária, revelando a inequívoca redução da dependência brasileira de bens de capital e petróleo (Giambiagi, 2005).

O fato é que houve uma desaceleração, seja em virtude de suas metas extravagantes (Castro e Souza, 1985), seja devido à postura ambígua do empresariado nacional — manifestamente antiestatal, mas dependente do Estado (Fiori, 1990) —, ou, ainda, em razão de uma opção equivocada, conforme aponta Campos (1994, p. 978), uma das vozes do governo militar:

Meus temores se confirmaram quando estourada a segunda crise do petróleo em 1979, optamos por persistir na “estratégia de crescimento” em vez da “estratégia de ajuste”. Isso causou a demissão do ministro Simonsen [Mario Henrique] – acusado de contracionista – e sua substituição por Delfim Netto, que acreditava poder reeditar o “milagre” em plena crise. “Se conseguir conciliar a queda da inflação com a retomada do crescimento”, disse eu aos meus botões, “merecerá o prêmio Nobel”.

“Falha de mercado” ou “falha de governo” fato é que, iniciada a década de 1980, o Estado estava “quebrado” e o regime militar, totalmente desgastado, o que animava as forças políticas de diversas matizes a se posicionarem pela aceleração da transição. Na verdade, o debate já estava colocado desde que a crise se prenunciara em meados da década de 1970, e rendeu ampla reflexão entre os intelectuais brasileiros². A Política Econômica perdeu força desde que a estagflação (inflação acompanhada de queda no nível de renda e emprego) se instaurou, pressionada entre tomar medidas mais contundentes de combate à inflação e correção do desequilíbrio externo e manter elevados níveis de produção e emprego. De todo modo, as políticas restritivas foram ineficazes (Mello & Belluzzo, 1998, p. 80).

A crise no Brasil – considerando-se a especificidade de sua industrialização tardia, liderada pelo Estado e materializada pelo capital oligopolista – manifestava-se de forma peculiar por meio do declínio acentuado da taxa de acumulação (parcialmente contida pela manutenção, ainda que reduzida, dos gastos públicos e dos investimentos) e da pressão inflacionária (mecanismo de defesa das margens de lucro da empresa oligopolista). Esse constituía o componente interno da crise, cujas raízes deveriam ser investigadas caso se pretendesse corrigir o rumo e retomar o desenvolvimento nacional.

E foi justamente nas contradições do modelo de crescimento apoiado no setor de bens de consumo duráveis que os economistas buscaram as causas da crise da década de 1970, ou seja, no esgotamento da capacidade de crescimento desse setor que tem “fôlego curto”, ou limitação de realização dinâmica. A saída arquitetada foi o aprofundamento do PSI, estratégia do II PND, e ênfase na indústria de bens intermediários e de capital para completar o processo. Até mesmo Campos admite que a *growthflation*, como denominou a estratégia do II PND: “a ‘transformação estrutural’, com ênfase sobre a substituição de importações, parecia uma opção racional” apesar do alto risco que representava, pois “implicaria aceitar o desconforto do endividamento externo e da pressão inflacionária adicional” (Campos, 1994, p. 977).

²Grande contribuição foi dada com a publicação em dois volumes, organizados por Luiz Gonzaga de Mello Belluzzo e Renata Coutinho, reunindo vários artigos versando sobre a temática, com o sugestivo título “Desenvolvimento Capitalista no Brasil: ensaios sobre a crise” (Belluzzo & Coutinho, 1998).

A sustentação do II PND, de acordo com os desenvolvimentistas, ficou inviabilizada devido à incapacidade do governo em articular os interesses diversos em torno de seu objetivo e,

nestas circunstâncias, o Estado se vê dardejado por uma onda de solicitações contraditórias, sobre a qual é incapaz de conciliar e atender. Assim, nem a definição dos projetos foi feita tomando em conta os interesses concretos, nem os interesses concretos podem se impor sem a mediação do Estado (Melo & Belluzzo, 1998, p. 182).

O impasse estava instaurado! Dessa perspectiva, vale lembrar a avaliação crítica do processo de substituição de importações brasileiro que ganha corpo a partir da publicação do seminal ensaio “*Auge e Declínio do Processo de Substituição de Importações no Brasil*” de Maria da Conceição Tavares, em que a economista diagnostica o esgotamento do PSI enquanto modelo dinâmico de crescimento para a economia brasileira. Deste diagnóstico identificam-se, ademais, as omissões e excessos que paralisaram o Estado e que contribuíram para o desempenho pífio da economia brasileira (Tavares, 1974).

De acordo com Suzigan (2006), o que explica também o atraso relativo e a baixa competitividade da indústria nacional foi o protecionismo frívolo (nos termos de Fajnzylber) tomado como estratégia para promoção da industrialização brasileira, cuja evolução ressentiu de: 1) uma política agrícola que promovesse o crescimento da produção de alimentos básicos de modo a promover aumentos reais de salários e inclusão social; 2) melhor articulação setorial que evitasse tamanhos hiatos e heterogeneidades; 3) desenvolvimento de um sistema financeiro privado para projetos de longo prazo; 4) melhor articulação social.

De qualquer forma, a partir dos anos 1980, o Estado assumia um papel passivo no processo de condução da industrialização e do desenvolvimento, preso que estava às políticas macroeconômicas de estabilização monetária e de aperto fiscal. Vencia, finalmente, a posição da corrente ortodoxa do governo, após uma última tentativa do ministro Delfim de reeditar o Milagre na virada para a década de 1980. Surpreendido por mais um choque do petróleo, aumento dos juros e em um cenário de recessão mundial, o ministro viu-se na contingência de conduzir uma política recessiva para o país e de caráter nitidamente ortodoxo (contenção da demanda) a partir de 1981: aumento da carga tributária, contração na liquidez e no crédito. Para completar o quadro crítico e mediante a deterioração das contas externas provocada pela ascensão dos juros, passadas as eleições de 1982, o governo teve que recorrer ao FMI, o que agravou o quadro recessivo. A década perdida ficava marcada por um desempenho medíocre do PIB, cuja taxa de crescimento fora de apenas 2% entre 1981 e 1990. Consequentemente, a renda per capita manteve-se constante no período (Giambigi, et. al., 2005).

A correção de rumo, entretanto, dividia as opiniões: de um lado os críticos do desenvolvimentismo como Roberto Campos, cuja convicção neoliberal vai se consolidando à medida que se esvazia a “confiança ainda um pouco lírica na capacidade direcional do Estado” (Campos, 1996, p. 46) e se lamentava ao ver seus temores se confirmarem com o estouro da segunda crise do petróleo; a saída pela via *growthflation*, ainda com Delfim insistindo em não proceder ao ajuste fiscal concomitantemente às medidas de política monetária (prefixação das correções monetária e cambial), se revelaria insustentável confirmando a previsão compartilhada com Afonso Celso Pastore, outro expoente do pensamento neoliberal.

Do lado dos desenvolvimentistas, Bresser Pereira reputa tola e insustentável a teoria da ineficiência intrínseca do Estado: “Tola porque é contraditória, porque é ilógica. Se o Estado, durante cinquenta anos, dos anos 30 até os 70, teve um papel muito importante, estruturador e fomentador do desenvolvimento, e de repente, nos anos 80, deixa de tê-lo, não pode ser porque o Estado é ineficiente” (Bresser Pereira, 1992, p. 126). Contrapõe-se com o argumento da crise fiscal, ou seja, além dos componentes externos (estrangulamento externo e elevação dos juros), acrescenta que o aprofundamento da crise se deveu às diversas medidas assumidas pelo Estado para sustentar a acumulação do setor privado: estatização da dívida externa das empresas, manutenção de pesados subsídios, vantagens e incentivos repassados pelo Estado, dentre outras razões. E conclui:

Foram muitas as formas através das quais o ônus da crise desencadeada pela dívida externa recaiu, afinal, principalmente sobre o Estado. Nas duas maxidesvalorizações, em 1979 e em 1983, por exemplo, primeiro o Estado permitiu que o setor privado pagasse em cruzeiros as suas dívidas e, em seguida, decidiu as maxidesvalorizações, que recaíram sobre o setor público *stricto sensu* e as empresas estatais (...); o desencadeamento da crise de 1979 (...) crise que atingia diretamente as finanças públicas, o setor privado continuou recebendo todos os subsídios e incentivos a que estava acostumado (idem, p. 127).

Assim, chegava à conclusão provocativa e paradoxal: a economia ia mal, assim como o povo, o Estado estava falido, mas o setor privado gozava de boa saúde, afinal “um setor privado continua financeiramente bem porque é bem administrado, porque se protege bem, porque continua a receber incentivos e proteção do setor público, porque não paga todos os impostos que seria necessário pagar, porque paga salários muito baixos” etc. (Bresser Pereira, 1992, p. 128).

É importante frisar que esse grupo de economistas se dedicou com afinco ao debate sobre as causas e os problemas da crise, o que os levava a reexaminar o processo de industrialização e seus problemas, mas confirmava a necessidade da recuperação do Estado para que este readquirisse a capacidade de coordenação dos rumos da economia: a redemocratização do país e a reforma do Estado em que inclusão social e reversão das heterogeneidades estruturais e dos desmandos do regime reconhecidamente autoritário pelas hostes do próprio governo.

Nesse clima de intenso debate, a sociedade brasileira cumpre o seu papel: em movimento, rompe o impasse político que a paralisava, revelando o outro lado do problema que Belluzzo e Mello apontaram recorrentemente nas entrelinhas do seminal Ensaio sobre a Crise: as dimensões da exclusão social. O saldo era alarmante! Se no auge do Milagre Econômico o próprio governo reconhecia que o povo ia mal, o que dizer diante da crise que então se consumava? A máxima de que a melhora no bem-estar da população viria com o crescimento econômico (a teoria do bolo de Roberto Campos e Delfim Netto) não se confirmava, e os dados denunciavam o grau de concentração de renda promovido pelo modelo de acumulação que se sustentava na superexploração dos trabalhadores: entre 1964 e 1974, o poder aquisitivo do salário mínimo recuou em 42% em virtude da política de arrocho salarial que achatava principalmente a base da pirâmide salarial em uma estrutura social em que $\frac{3}{4}$ dos assalariados recebiam até dois salários mínimos.

É nesse ambiente de intenso debate e mobilização social, em meio a uma crise econômica que se arrastava por toda a década e alimentava a crítica severa ao intervencionismo estatal, que a “transição lenta, gradual e segura” do regime culmina com a convocação da Assembleia Nacional Constituinte. Isso ocorre após a escolha, em 1985, de um presidente civil e de oposição, realizada por via indireta via Colégio Eleitoral:

Resultado não planejado de algo que, no início deveria ter sido apenas uma abertura controlada do regime (...) e que acabou se transformando numa autêntica vaga democratizante, de fato não controlada por nenhum ator ou campo de atores. Mas essa vaga não apenas subverteu as intenções de quem detinha a rédea da transição no início (a ditadura), mas criou uma enorme expectativa no campo oposto (Araujo, 2009, p. 17).

Em síntese, a crise econômica produz efeitos sociais deletérios e altera a dinâmica política de transição do regime autoritário rumo à democracia. Mais ainda: ao contrário do que argumentavam muitos de seus intérpretes, revela-se estrutural, ou seja, longe de expor dificuldades conjunturais relacionadas ao fluxo de capitais internacionais, ao desajuste fiscal e ao descontrole inflacionário, vem à baila o colapso dos próprios alicerces do modelo desenvolvimentista de substituição de importações, conforme diagnosticara Conceição Tavares.

2. O debate da ordem econômica na Constituinte

É por demais conhecida a fatalidade das circunstâncias que envolveram a mudança institucional do regime e a sucessão do General João Figueiredo. O Presidente Tancredo Neves sequer chegou a tomar posse em virtude de complicações de saúde que o levaram ao óbito. Assumiu em seu lugar o vice, José Sarney, integrante da Frente Liberal — dissidência do PDS que mais tarde fundaria o PFL —, agrupamento formado justamente para compor a Aliança Democrática (PMDB e FL) com o mandatário falecido. Ao assumir, Sarney se comprometeu em levar a cabo a plataforma da chapa vencedora: liberdade sindical, fim da censura, pluripartidarismo ampliado, remoção do “entulho autoritário” e convocação da Assembleia Constituinte. Neste caso, “a fórmula encontrada foi convocá-la através de uma emenda à Constituição de 1967, outorgada pela ditadura, uma indicação de que a nova institucionalidade deveria ser de alguma maneira gestada a partir da antiga, isto é, sem grandes sobressaltos” (Araujo, 2009, p. 17).

Ainda assim, havia quem visse com maus olhos e até questionasse a necessidade de uma nova Constituição, haja vista se tratar de um processo de transição sem grandes rupturas. Para o Senador Roberto Campos, melhor seria um “emendão” à Carta Magna de 1967, pois tinha “a premonição de que qualquer nova Constituição seria do tipo reativo, procurando opor-se acriticamente à chamada *Constituição dos militares*, de 1967, atirando-se fora coisas boas e coisas más” (Campos, 1994, p. 1186). Não obstante:

Uma coisa é a mudança de um regime político – por exemplo, de um regime autoritário para um regime democrático. Outra coisa é a mudança de certos padrões mais rotineiros de atuação do Estado para a sociedade, os quais frequentemente sobrevivem à mudança de regime (...) O Regime é um arranjo específico das instituições básicas do Estado; quando há uma mudança de regime, essas instituições se rearrumam, mudam seus papéis, mas não necessariamente deixam de existir. Porém, geralmente, só uma ruptura mais drástica entre um regime e outro – uma revolução social, por exemplo – é capaz de pôr em xeque essas instituições e mudar abruptamente seu padrão rotineiro de atuação (Araujo, 2009, p. 21).

O controle em que o processo constituinte havia sido concertado, porém, afastava de certa forma a possibilidade de mudanças abruptas, afinal “uma mudança de regime através de uma transição, como ocorreu no Brasil, guarda uma alta probabilidade de preservá-las, certamente enfraquecendo algumas e reforçando outras” (Araujo, 2009); provavelmente o arcabouço institucional do denominado Estado desenvolvimentista seria preservado e reformado para garantir maior inclusão social. E era isto que os expoentes neoliberais temiam, a essa altura, mais convictos de que a abertura do mercado e a desregulamentação econômica e financeira seriam a saída para o Brasil.

Esse temor vinha das ruas, do Movimento da Diretas-Já, que reuniu milhões de pessoas nas praças públicas e, mais do que isto, do grau de organização e mobilização da sociedade civil. Como assevera Araujo (2009), a própria “derrota” do movimento pelas eleições diretas num cenário de fortalecimento da sociedade civil, em lugar de provocar o recrudescimento da mobilização, “lhes rendeu mais credenciais para voltar à carga sobre o Congresso, desta vez através da elaboração da nova Constituição” (p. 5).

Os primeiros passos neste sentido são dados logo nos primeiros meses após a posse do novo governo, quando o Conselho Regional de Economia (Corecon), o Departamento de Economia da PUC-SP e o Centro Acadêmico Leão 13 organizam um seminário para discutir questões relativas à ordem econômica e social que deveriam estar presentes na nova Constituição³. Compreendiam os organizadores ser preciso tratar tais questões da forma mais “abrangente e precisa possível”, dada “a complexidade dos problemas enfrentados pelo País” (Folha de São Paulo, 29/05/1985); era preciso mobilizar a sociedade para que o processo não ficasse restrito a um corpo de juristas “não por falta de competência desses profissionais, mas porque existe o risco de colocar a Constituição com um conjunto de normas muito enxutas e genéricas, ou seja, ‘sem entrar um pouco mais pra baixo’”, como alertou Severo Gomes (Folha de São Paulo, 30/05/1985).

Em outros termos, o que se postulava era uma constituição dirigente para o Brasil, inspirada na experiência portuguesa de 1976 (conforme definição do jurista português José J. G. Canotilho, apud), segundo a qual a constituição deveria exprimir um projeto de futuro, um instrumento de mudança da realidade pelo direito, ou seja:

³O Seminário ocorreu entre os dias 28 e 31 de maio de 1985 e contou com a participação dos mais renomados economistas brasileiros, tais como Luiz Carlos Bresser Pereira, Luiz Gonzaga Belluzzo, Francisco de Oliveira, Silvia Schor, Luciano Coutinho, Walter Barelli, Eduardo Suplicy, João Manoel Cardoso de Mello, Paul Singer, dentre outros.

A característica essencial das constituições do século XX é, portanto, o seu caráter diretivo e programático. Esta característica é fruto da democracia de massas. A tentativa de incorporação da totalidade do povo no Estado passa a exigir a presença de uma série de dispositivos constitucionais que visam a alterar ou transformar a realidade socioeconômica. A reação a esta incorporação de temas de política econômica e social nos textos constitucionais gera boa parte do debate político-constitucional do século XX (Bercovici, 2009, p. 7).

O espírito do debate é traduzido por José Carlos de Souza Braga, então presidente do Corecon, que lamentava o fato de as Cartas anteriores não terem abordado de forma adequada a ordem econômica e social. O economista destacava, principalmente, a Constituição de 1967, que promoveu forte centralização do Poder Executivo na área econômica e “uma profunda superficialidade a respeito do tratamento dessas questões”. Defendia uma Constituição “abrangente e precisa”, por exemplo, na regulamentação da presença do capital estrangeiro que “precisa de melhores definições quanto aos mercados para sua atuação, particularmente no que diz respeito aos seus volumes de participação”, o mesmo valendo para o setor financeiro e bancário que também deveria ficar sob o controle dos capitais nacionais, “para evitar que venham a promover a internacionalização do segmento” (Folha de São Paulo, 29/05/1985).

Outro tema caro aos participantes do seminário foi referente aos direitos econômicos, apresentado por Walter Barelli (Dieese) Luiz Carlos Bresser Pereira (Secretário de Governo do Estado de SP), Silvia Schor (USP) e Ademar Sato (PUC-SP). Esclarecem preliminarmente que não se tratava de “mudar o regime de mercado e nem o sistema capitalista brasileiro, no máximo contribuir para torna-lo mais civilizado (...) entre outras coisas, melhorar as condições de barganha aos trabalhadores”. Barelli sintetiza: há a necessidade de “limpar esse lixo autoritário e pensar no que deve ser colocado no seu lugar. Creio que uma das propostas é caminhar para a Social Democracia, para uma sociedade capitalista moderna, que permita mais direitos, entre eles o ‘direito econômico’” (Folha de São Paulo, 31/05/1988).

A polêmica ganha corpo ainda em meados de 1988 quando a Comissão Provisória de Estudos Constitucionais, convocada pelo presidente José Sarney para elaborar um anteprojeto constitucional, apresenta sua proposta, resultado de consultas aos setores organizados, como sindicatos, igrejas, associações de moradores, escolas, além de propostas e sugestões individuais. Walter Barelli, membro da Comissão em artigo publicado na Folha de São Paulo, defende o texto como expressão do Movimento pelas Eleições Diretas:

Quem foi às praças queria muito mais do que eleger o presidente. Lutava contra as arbitrariedades, pelos direitos, por uma nova ordem econômica, por uma sociedade construída por e para a população. Essa sintonia com a vontade popular marcou a Comissão Provisória (...). As grandes questões que o movimento sindical apresenta estão inscritas no projeto: direito de greve, pleno emprego, representação a nível de empresa. O mesmo se diga das propostas da sociedade como viabilização da reforma agrária e urbana, defesa da tecnologia interna, escola gratuita para todos dos seis aos quinze anos, levantamento e procedência da dívida externa, superação das desigualdades sociais e regionais, proscrição da tortura como crime inafiançável. Nós não fizemos uma nova Constituição brasileira, mas sugerimos ao debate praticamente todas as questões que preocupam o brasileiro. (Folha de São Paulo, 19/09/1986)

Ou seja, a Comissão traduzia aquelas questões mais caras aos “social-democratas de esquerda”, que desde os anos 50 pautam o projeto para superar o subdesenvolvimento: planejamento, fomento e coordenação e investimentos diretos do Estado nos setores estratégicos, reformas de base, reforma agrária, controle do capital estrangeiro, distribuição de renda e desconcentração setorial e regional. (Bielschowsky, 2000).

A crítica ao documento da Comissão não tarda, entretanto. Na mesma data e sessão em que se publica a defesa de Barelli, divulga-se a contestação da “oposição” na síntese de Sérgio F. Quintella, engenheiro e economista, membro do Conselho Monetário Nacional, à época:

*Quem foi às praças
queria muito mais do
que eleger o presidente.
Lutava contra as
arbitrariedades, pelos
direitos, por uma nova
ordem econômica.*

Começamos pela extensão do texto (quase quinhentos artigos, sem contar os parágrafos e alíneas), pelo grau de minúcias e detalhamento e até mesmo pela invasão de áreas onde caberia, melhor, a ação do legislador ordinário (...). Segue-se o forte conteúdo intervencionista e estatizante, presente de forma inequívoca no capítulo da ordem econômica, onde prepondera mais do que a prioridade social (o que seria legítimo e recomendável), a aversão ao capital (especialmente o privado, ainda que nacional (...)) subordinando e tutelando ao Estado as ações ligadas a inovação e produção. Ao mesmo Estado que no Brasil e no mundo tem se mostrado incapaz de operar com eficácia como agente econômico direto e, portanto, de gerar os excedentes de produção que viabilizam uma adequada (e realista) política de distribuição de rendas a nível pessoal e regional. (Folha de São Paulo, 19/09/1986, sem grifos no original)

Evidencia-se o argumento neoliberal da ineficiência estatal, ultra valorizado na época, em razão da crise e derrocada dos regimes socialistas e a supervalorização do mercado e da iniciativa privada, o que estava em linha de colisão com o texto da Comissão:

A meu ver, o conjunto do articulado apoia-se na premissa de que a acumulação de capital – não importa a forma pela qual foi conseguida, nem o uso que dela foi feito – é em si um mal e como tal deve ser tratada. Os justos, amplos e liberais direitos e garantias ficam restritos aos indivíduos (enquanto carentes). A propriedade é questionada e condicionada: a rural (ainda que produtiva) está sujeita a desapropriação; o proprietário urbano pode ser compelido (!) a vender a sua terra. (idem)

Nessa perspectiva, desde A. Smith, a função fundamental do Estado moderno deveria ser a garantia dos direitos de propriedade e o cumprimento dos contratos, de modo que o texto da Comissão profanaria essa premissa básica da sociedade de direitos. Vale então o esclarecimento:

A liberdade de contratar é corolário da propriedade privada dos bens de produção, viabilizando a realização das virtualidades desta última. Essa viabilização, porém, é função do *regime* adotado em relação aos contratos, entendido como regime a forma como os poderes econômicos se relacionam com a realidade econômica. Daí porque não é adversa ao modo de produção socialista a liberdade contratual, assim como não compromete o modo de produção capitalista, antes o renovando, o chamado *dirigismo contratual* (Grau, 2002, p. 216-217).

Na verdade, a retórica contestadora se dirige ao modelo de Constituição dirigente que está se desenhando no processo e que vai conquistando simpatias e suscitando reações, acirrando a polarização da disputa. O argumento contundente vem de Mario Henrique Simonsen, cheio de metáforas e comentários irônicos, publicado no jornal O Globo (12/10/1986):

Que a economia é a administração da escassez sabe-se desde que Adão e Eva foram expulsos do paraíso. Que a escassez possa ser eliminada com sonho, papel e tinta equivale à hipótese de viabilidade do moto contínuo: uma engenhoca capaz de criar energia do nada (...). Em matéria de ordem econômica, nada mais parecido com um projeto de moto-contínuo do que o trabalho preparado pelos notáveis da Comissão de Estudos Constitucionais. De início trata-se de um trabalho alentado. Os seus quase quinhentos artigos o tornam absolutamente desproporcional às dimensões de uma carta magna que precisa ser enxuta (...), mas são do tamanho de um projeto de moto-contínuo. Segundo, o trabalho é muito bem-intencionado (...). Terceiro, a proposta é tecnicamente desastrosa.

E assim segue,

em primeiro lugar, considerando que a garantia de direitos econômicos como salário digno, emprego estável, habitação, educação, alimentação, assistência à saúde

somente podem ser garantidos se se demonstrar de onde sairão os recursos, “nesse ponto, o Estado foi transformado em moto-contínuo, capaz de criar recursos do nada. Lembre-se que o Estado pode transferir, mas não criar riquezas” (idem).

Em matéria de ordem econômica, nada mais parecido com um projeto de moto-contínuo do que o trabalho preparado pelos notáveis da Comissão de Estudos Constitucionais.

A “celeuma” repercute e mobiliza outros setores da sociedade civil. Em 25/06/1986, a Gazeta Mercantil publica que a Confederação das Associações Comerciais desencadeará campanha em todo o país, compreendendo publicações nos meios de comunicação, cartazes nas lojas, mensagens por mala direta e a divulgação de um documento elaborado por empresários contendo sugestões para os constituintes. “A campanha terá como tema básico a expressão “Sempre Livre” e defenderá a livre iniciativa empresarial e o sistema capitalista”, bem como a “fixação de limites sobre a participação do Estado na economia”.

Outro aspecto recorrente no debate entre as correntes do pensamento econômico brasileiro, que as divide em dois campos opostos - nacionalistas e internacionalistas - é a questão do papel do capital estrangeiro na economia. Esse é outro ponto em que Simonsen se apoia para reforçar o argumento do moto-contínuo e recorre aos ensinamentos da escola neoclássica:

Ignorando que o capital é um fator escasso, e que só se acumula com o sacrifício do consumo, o projeto envereda pela mais extensa xenofobia, que começa por expulsar os bancos estrangeiros e abre espaço para que o Congresso faça o mesmo nos setores em que bem entender (...) Como tábua de salvação, o projeto de Constituição determina que os encargos da dívida externa não excederão 3% ao ano, em termos reais. Com isso poderemos exportar menos, importar mais, suprimindo o mercado interno, economizando cerca de seis bilhões de dólares por ano (...) [porém], se uma constituição pudesse modificar contratos firmados fora do intervalo entre o Oiapoque e o Chuí, seria o caso (...) de repudiá-la integralmente. Afinal, (...) os credores não fazem muita diferença entre os caloteiros e os semicaloteiros. Mas que se lembre de que, se o calote não custasse caro, poucos devedores honrariam seus compromissos (Gazeta Mercantil, 25/06/1986).

A resposta vem de Fernando Gasparian, à época editor do jornal semanário Opinião e membro do PMDB. Em artigo publicado na Folha de São Paulo (04/10/1986), busca desconstruir os argumentos de Simonsen e Quintela, aludindo ao pensamento “nacionalista brasileiro”. Reconhece de saída o problema recorrente da insuficiência de poupança interna e os crescentes incentivos de que se foram lançando mão para suplementá-la com capital estrangeiro, uma das pernas do tripé⁴:

Convém iniciar recordando o fato de que as empresas multinacionais, nas décadas de 50 e 60, apropriaram-se dos setores mais dinâmicos de nossa economia através das famigeradas Instruções 113 e 289 da Sumoc⁵, que as colocaram em condições de superioridade relativamente aos investidores nacionais. O único obstáculo oposto ao capital estrangeiro nesse período ocorreu durante a administração João Goulart, e tomou forma de limitações à remessa de lucros ao exterior. A medida durou, contudo, pouco, sendo derrubada pelo Sr. Roberto Campos, nos primeiros momentos da chamada revolução (Folha de São Paulo, 04/10/1986).

Prossegue seu argumento aludindo a uma das principais falhas do processo de substituição de importações brasileiro, a saber, o foco no mercado interno que camuflou a principal mazela do modelo: a baixa competitividade.

Essas companhias (filiais de empresas estrangeiras) não podiam concorrer com suas matrizes nos maiores e mais importantes mercados mundiais. Nossas vendas externas dependiam, assim, de empresas nacionais, ilhadas em setores de manufaturas tradicionais cujos mercados externos eram de lento incremento e crescentemente protecionistas. (...) O momento exige, de fato, a criação de grandes empresas privadas nacionais situadas em setores dinâmicos da economia, que gerem tecnologia própria e partam para a conquista dos mercados mundiais” (idem).

⁴O tripé da industrialização brasileira, consolidado principalmente a partir do governo JK (1956-1961), articulava: **capital estatal** (infraestrutura/indústria de base), **capital privado nacional** (bens de consumo não duráveis) e **capital privado estrangeiro** (bens de consumo duráveis/automobilística).

⁵As Instruções da SUMOC (Superintendência da Moeda e do Crédito) foram normas fundamentais entre 1945 e 1965 para regular a política monetária, cambial e bancária no Brasil, agindo como embrião do Banco Central.

Quanto à solução para o problema da poupança, sua proposta remete à defesa da soberania nacional:

Por que, todavia, ir buscá-la através de grandes concessões aos interesses multinacionais quando basta evitar que nossas poupanças sejam drenadas para fora do país? Hoje o Brasil está remetendo para o Exterior 5% do PIB a título de serviço da dívida externa. Por que não limitar, o que já foi aliás anunciado pelo ministro da Fazenda, nossas remessas para o Exterior a somente 2,5% do PIB? (idem).

A alternativa provinha do Partido da Frente Liberal, representado por Francisco Dornelles — deputado constituinte e ex-ministro da Fazenda no governo José Sarney. Tratava-se de uma proposta afinada com o receituário neoliberal, idealizada para resolver múltiplos problemas por meio de um programa unificado: aperto fiscal e privatização das empresas estatais.

Intensificação do processo de privatização, como forma de reduzir o déficit público, estrito controle do orçamento fiscal pelo Congresso Nacional e eliminação de atribuição do Banco Central de supridor de recursos do Tesouro para financiar seu déficit são as três medidas que (...) considera essenciais ao êxito do processo de ajuste da economia (...) o que contribuiria, inclusive, para uma substancial redução na pressão que essas empresas [estatais] fazem sobre o mercado financeiro, concorrendo com o setor privado, em grande vantagem, na disputa dos recursos limitados (Jornal da Tarde, 17/08/1987, sem grifos no original).

Assim, tornava-se cada vez mais evidente que a definição da ordem econômica e social na nova Carta estaria condicionada à pressão da conjuntura internacional de “intensidade da globalização da economia mundial, que rumo a passos fortes para uma interação cada vez maior” e de seus adeptos nacionais e a resistência a essa “modernização”.

No decorrer daqueles anos, o debate foi se ampliando e se popularizando. O segmento autodenominado progressista traduzia o conteúdo da ordem econômica desejada pelo povo brasileiro como a “Constituinte do arroz e do feijão”, a constituição dirigente, para redemocratizar o país e “garantir que os militares não tenham o direito de intervir nas pendências internas nacionais”. Palavras do editorial da edição de nº 1 do Jornal Retrato do Brasil, de 29 de janeiro de 1987, que traduzia as aspirações das ruas:

Mudança – esta é a palavra chave para a Constituinte que se instala. O povo espera que a nova ordem jurídica ajude a resolver a ainda hoje não resolvida questão da sobrevivência material. Na sua simplicidade o povo quer uma carta que também ajude a produzir arroz, carne e feijão. O que o povo quer é resumido com clareza até por seus adversários. Guilherme Afif Domingos, campeão de votos da direita, um homem das elites ligadas ao regime militar, diz que a Constituinte está ameaçada pelo distributivismo que se expressa em ‘slogans’ como ‘justiça social’, ‘função social da propriedade’ e ‘nacional’. Para eles estas consignas são biombos para interesses ‘menos legítimos’ como a reserva de mercado e o fortalecimento da intervenção estatal. (P@rtes, 04/07/2000)

E afirmavam: “Depois de duas décadas de concentração de renda, de fome, de submissão internacional, o povo quer, de fato, o que Afif teme: justiça, distribuição de terras e de rendas, proteção da nossa indústria e direito a criar tecnologia nacional” (P@rtes, 04/07/2000).

Na compreensão de Bercovici (2011), a constituição dirigente brasileira é concebida como um projeto de construção nacional, “faz sentido enquanto projeto emancipatório, que inclui expressamente no texto constitucional as tarefas que o povo brasileiro entende como absolutamente necessárias para a superação do subdesenvolvimento e para a conclusão da construção da Nação, e que não foram concluídas” (p. 21). A partir da instalação da Assembleia Constituinte em primeiro de fevereiro de 1987, os debates se intensificaram e a anunciada polarização se confirma. A questão se tornou tão aguda que, ao final dos trabalhos, foram organizados dois textos: um da Comissão de Sistematização e outro, alternativo apresentado pelo “Centrão”. Nenhum deles agradava totalmente ao constituinte Roberto Campos:

O da Comissão de Sistematização é uma catástrofe. Dá a um governo, que não sabe nem a dimensão de sua receita e o número de funcionários que tem, a responsabilidade de formular planos globais, regionais e setoriais. E isto num momento em que países de economia de comando socialista estão reconhecendo a incapacidade governamental de planejar uma economia moderna.

Quanto à proposta do Centrão:

Melhorou muito o texto intervencionista da Sistematização, mas ainda deixou marcas do estilo dirigista. Eu preferia o sábio aforismo de Tao-Teh-Ching, dois mil anos antes de Cristo: ‘quanto menos faça ou diga um governante, mais feliz o seu povo’. E prescrevia que nem as trocas nem o comércio deveriam ser objeto de recomendações. (Folha de São Paulo, 24/04/1988)

De fato, os conservadores liberais, dentre os quais destacavam-se Afif, Roberto Campos, Francisco Dornelles, Sergio Quintella e o ideólogo liberal Mario Henrique Simonsen, se opunham frontalmente ao que se sistematizava para esse capítulo da Constituinte. Não faltavam adjetivos como a Constituinte de Bangladânia “uma terra tão pobre quanto a Bangladesh e tão isolada quanto a Albânia⁶” (Jornal da Tarde, 04/06/1987).

O texto da Comissão de Sistematização, por sua vez, defendido por seu relator o Deputado Severo Gomes, limitava a intervenção estatal, impedindo, por exemplo, a prática recorrente nos governos militares da criação de estatais por decreto lei. O texto sujeitava a criação de empresas à aprovação do Congresso, mas defendia a intervenção estatal lembrando o papel fundamental que teve o Estado na liderança do processo de industrialização do Brasil.

Para os liberais, entretanto, na argumentação de Campos, o mesmo preceito básico da redução do Estado valia para as áreas de infraestrutura, para as quais também não havia justificativa para os

⁶Albânia à época era o modelo de socialismo inspirador para o PC do B – Partido Comunista do Brasil.

monopólios estatais. O argumento rememorava as origens da industrialização brasileira, sob o comando das elites cafeeiras e dos imigrantes, ocorrida à revelia do Estado que, aliás, inviabilizou posteriormente as principais empresas com sua política de “demagogia tarifária” e se autoproclamou o “herói da industrialização”. Em suma, a nova conjuntura pediria menos Estado e mais mercado, de valorização e estímulo a iniciativa privada.

Por seu lado, os progressistas - e dentre eles os segmentos de esquerda - viam a oportunidade de reformar o Estado e finalmente fazê-lo cumprir sua função redistributiva. Paul Singer se fez porta-voz dessa perspectiva:

Nas economias avançadas, o Estado se apodera de boa parcela da renda das camadas ricas para redistribuí-la, sob a forma de escola pública, previdência social, assistência pública à saúde etc. ao conjunto da população. É imperativo que no Brasil, onde a miséria é tão grande, o Estado faça o mesmo. Isto não tem nada a ver com a “presunção de que o Estado é capaz de criar recursos do nada”. Mas, tem tudo a ver com o falso dilema “empobrecer os ricos ou enriquecer os pobres”. Quando os ricos pagam imposto de renda, que sustenta escolas públicas e postos de saúde que eles, ricos, não usam, é óbvio que há uma redistribuição de renda que, sem enriquecer os pobres, certamente os beneficia (Folha de São Paulo, 18/10/1987).

Um outro ponto fundamental, esclarecedor da proposta de reforma que a esquerda e os progressistas pleiteiam ao Estado, está muito afinada a visão crítica do processo de industrialização do Brasil comentado anteriormente. Nas palavras de Paul Singer,

A esquerda tem denunciado há muito tempo que o tão malsinado “estatismo” tem servido para “resolver” os problemas de uma elite política, econômica e financeira utilizando o dinheiro do contribuinte e fazendo de conta que está promovendo o bem público. Não é certamente a esquerda que defende a concessão do crédito subsidiado, isenções fiscais ou contratos leoninos a grupos privados, práticas levadas ao paroxismo no regime militar, apesar de suas posturas “privatistas” ou, quem sabe, por causa delas (idem).

Aliás, em relação à solução privatista como meio de aliviar ao Tesouro, Paul Singer lembrava que não há nenhuma racionalidade que recomende a compra de empresas que dão prejuízo: “quando um governo privatiza empresas deficitárias, pode-se ter certeza que, de algum modo, os adquirentes estão sendo subsidiados, pois como diz Simonsen, o capital privado “não é instituição de caridade” (idem).

Esse clima de intenso debate e disputa ideológica resultou na Constituição Brasileira de 1988, mais “progressista do que esperavam os progressistas, e menos conservadora do que esperavam os simpatizantes do chamado Centrão” (Araujo, 2009, p. 24).

3. Considerações finais

A título de considerações finais, vale reafirmar: o que estava em jogo no debate de ideias e na disputa política que resultou na Constituição Brasileira de 1988 era o Estado nacional desenvolvimentista,

ameaçado de ser totalmente desmontado na proposta liberal que responsabiliza o dirigismo estatal, a gastança irresponsável e a ineficiência intrínseca pela crise que a economia e sociedade atravessava.

Fica patente a posição dos progressistas no sentido de preservar o Estado e reorientar sua ação para a reversão dos problemas fundamentais do subdesenvolvimento, englobando as reformas de base, a ação redistributivista e a desconcentração setorial e regional do desenvolvimento. Tal reorientação passava, sobremaneira, pelo estabelecimento de limites ao capital estrangeiro, amplamente beneficiado durante o processo de substituição de importações. Isso ocorreu principalmente a partir do Plano de Metas do governo Juscelino Kubitschek, quando se consolidou o tripé de desenvolvimento: com o capital estrangeiro atuando no setor mais dinâmico da economia, e o Estado fornecendo infraestrutura e o capital nacional na condição de sócio minoritário.

O modelo de desenvolvimento “associado e dependente” — consolidado no governo militar por meio do financiamento externo e culminando na maior crise cambial da história do país — resultou em uma dívida incontável que colocava em risco a soberania nacional. Essa conjuntura permitia a ingerência do FMI na política econômica, diante de um Estado que perdera a capacidade de formular políticas de desenvolvimento. Foi a esse cenário que os progressistas reagiram, convertendo a escrita da nova Constituição em um instrumento de luta pela reorientação dos rumos do país.

Referências e fontes

- Araujo, C. (2009). O processo constituinte: sociedade civil e povo na transição. In GOULART, J. O. *As múltiplas faces da Constituição cidadã*. São Paulo: Cultura Acadêmica.
- Bresser Pereira, L. C. (1992). *A crise do Estado: ensaios sobre a economia brasileira*. São Paulo: Nobel.
- Belluzzo, L. G. M.; Coutinho, R. (orgs) (1998). *Desenvolvimento Capitalista no Brasil: ensaios sobre a crise*. 4ª ed. Campinas: Ed. Unicamp, V.1
- Bercovici, G. Prefácio in Goulart, J. O (2009). *As múltiplas faces da Constituição cidadã*. São Paulo: Cultura Acadêmica.
- Bielschowsky, R. (2000). *Pensamento econômico brasileiro: o ciclo ideológico do desenvolvimentismo*. 5ª ed. Rio de Janeiro: Contraponto.
- Câmara dos Deputados. *Portal da Constituição Cidadã*. Disponível em http://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/legislacao/Constituicoes_Brasileiras/constituicao-cidada/assembleia-nacional-constituente.
- Campos, R. (1994). *A lanterna na popa: memórias*. Rio de Janeiro: Topbooks.
- Fiori, L. C. (1990). Sonhos Prussianos, crises brasileiras – leitura política de uma industrialização tardia. *Ensaio FEE*. Porto Alegre, 11(1): 41-61.
- Giambiagi, et. al. (2005). *Economia Brasileira Contemporânea*. Rio de Janeiro: Elsevier.
- Grau, E. R. (2002). *A ordem econômica na Constituição de 1988*. 7ª ed. Malheiros Editores.
- Mello, J. M. C.; Belluzzo, L. G. M. (1998). Reflexões sobre a Crise Atual. In Belluzzo, L. G. M.; Coutinho,

R. (orgs). *Desenvolvimento Capitalista no Brasil: ensaios sobre a crise*. 4ª ed. Campinas: Ed. Unicamp, V.1

Revista P@rtes, Ano I, nº 4, Julho de 2000. Disponível em <http://www.partes.com.br/imprensa04.html>. Acesso em 05/05/2026.

Tavares, M. C. (1974). *Da Substituição de Importações ao Capitalismo Financeiro*. Rio de Janeiro: Zahar.

GALERIA DE CHEFES DO LES

PARTE III



ECONOMIA E DESENVOLVIMENTO

Capítulo 6

**Da previsão à causalidade:
integrando aprendizado de máquina
e econometria na avaliação de Políticas
de Desenvolvimento Econômico**

Ana Lúcia Kassouf

Professora Titular Sênior do Departamento de Economia, Administração e Sociologia da Esalq/USP

Luiz Fernando Satolo

Professor do Departamento de Gestão e Apoio à Decisão no ITA

A economia empírica atravessa uma transformação metodológica impulsionada pela disponibilidade crescente de bases de dados administrativas, registros de satélites, dados de sensores remotos e microdados de larga escala. Esse novo ambiente amplia as possibilidades analíticas, mas também impõe desafios que os métodos econométricos tradicionais não foram originalmente concebidos para enfrentar: alta dimensionalidade, não linearidade, e a necessidade de explorar heterogeneidade de efeitos de forma sistemática e sem imposição de estrutura paramétrica rígida.

O aprendizado de máquina ou *Machine Learning* (ML) surge nesse contexto não como substituto da econometria, mas como complemento. A distinção fundamental entre as duas tradições reside, historicamente, em seus objetivos: enquanto a econometria causal busca estimar efeitos de intervenções com garantias de validade interna, o ML foi originalmente desenvolvido para minimizar o erro de previsão fora da amostra. Embora avanços recentes tenham aproximado essas abordagens, especialmente no contexto de inferência causal com alta dimensionalidade, essa distinção permanece útil para compreender suas diferentes ênfases metodológicas. Essa diferença de objetivo tem implicações importantes para a escolha dos métodos, para a forma de avaliar seu desempenho e para a interpretação dos resultados.

O aprendizado de máquina ou Machine Learning (ML) surge nesse contexto não como substituto da econometria, mas como complemento.

O capítulo tem quatro objetivos. Primeiro, apresentar os fundamentos conceituais do ML que são relevantes para economistas. Segundo, revisar os principais métodos tradicionais de avaliação de impacto, destacando suas estratégias de identificação e limitações práticas. Terceiro, descrever os principais modelos supervisionados de ML, situando cada um em relação ao seu análogo econométrico. Quarto, apresentar a fronteira entre ML e avaliação de impacto causal, com destaque para o *Double/Debiased Machine Learning* e o *Causal Forest*, dois desenvolvimentos que transformaram a prática empírica recente. Ao longo do texto, os exemplos de aplicação mobilizam dados agrícolas, sociais e ambientais de acesso público no Brasil.

1. Previsão *versus* Inferência Causal: a distinção fundamental

Em um artigo seminal, Breiman (2001) descreveu o que chamou de “duas culturas” na modelagem estatística. A primeira, dominante na estatística acadêmica e na econometria, pressupõe que os dados foram gerados por um modelo estocástico com parâmetros a estimar, e o objetivo é recuperar esses parâmetros com propriedades desejáveis (consistência, eficiência, ausência de viés). A segunda cultura, dominante no ML, trata o processo gerador dos dados como desconhecido e concentra esforços em construir algoritmos que minimizem o erro de previsão fora da amostra, independentemente de qualquer modelo estrutural.

Essa distinção tem consequências diretas para a prática empírica. Um modelo de regressão por Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) estimado para fins causais deve incluir as variáveis corretas do ponto de vista teórico, evitar incluir como controles variáveis que atuem como mediadores, isto é, variáveis que são afetadas pelo tratamento e que, por sua vez, influenciam o resultado. Um modelo de ML estimado para previsão deve incluir todas as variáveis que melhorem a acurácia preditiva, independentemente de sua interpretação causal, e ser avaliado pelo desempenho em dados não utilizados no treinamento. Usar um modelo de previsão para inferência causal, ou usar um modelo causal para previsão, são erros metodológicos distintos, mas igualmente frequentes na prática.

1.1. O *trade-off* entre viés e variância

O conceito central do ML é o *trade-off* entre viés e variância, que tem paralelo direto com problemas que a econometria trata sob outros nomes. O erro quadrático médio de previsão de um estimador pode ser decomposto em três componentes: o quadrado do viés, a variância e o erro irreduzível. Modelos muito simples (subajustados) têm alto viés e baixa variância; modelos muito complexos (sobreajustados) têm baixo viés na amostra de treinamento, mas alta variância fora dela.

Na econometria, o viés de especificação por omissão de variáveis relevantes e o sobreajuste por inclusão de muitos regressores são manifestações do mesmo *trade-off*. A diferença é que o ML desenvolveu um conjunto de ferramentas operacionais para navegar esse *trade-off* de forma sistemática: regularização, validação cruzada e métodos de agregação (*ensemble*). Apresentar o *trade-off* viés-variância como linguagem comum entre as duas tradições é o primeiro passo para uma integração produtiva.

1.2. Validação cruzada como avaliação de desempenho

Na econometria causal, o desempenho de um estimador é avaliado por suas propriedades assintóticas (consistência, normalidade assintótica) e por testes de hipótese sobre os parâmetros de interesse. No ML, o critério primário é o desempenho preditivo em dados não utilizados no treinamento, mensurado por métricas como o erro quadrático médio de previsão (para variáveis contínuas) ou a acurácia, a área sob a curva ROC e o *F1*-score (para variáveis binárias ou categóricas).

A validação cruzada *k*-fold é o procedimento padrão: a amostra é dividida em *k* subconjuntos; o modelo é treinado em *k*-1 subconjuntos e avaliado no subconjunto restante, repetindo o processo *k* vezes e calculando a média do erro de previsão. Esse procedimento tem uma lógica análoga à avaliação de robustez por subamostras na econometria, mas é mais sistemático e diretamente integrado ao processo de seleção do modelo.

2. Métodos Tradicionais de Avaliação de Impacto

A avaliação de impacto causal busca estimar o efeito de uma intervenção sobre um resultado de interesse, isolando a variação causada pelo tratamento de outros fatores que afetam simultaneamente o resultado. O desafio central é o problema fundamental da inferência causal: para uma mesma unidade, observa-se apenas um dos dois resultados potenciais, com ou sem tratamento, nunca ambos. A solução consiste em construir um contrafactual crível, isto é, um grupo de comparação que aproxime o resultado que as unidades tratadas teriam obtido na ausência da intervenção.

A literatura consolidou um conjunto de estratégias de identificação que respondem a esse desafio em contextos distintos, incluindo experimentos aleatórios, pareamento, regressão descontínua, variáveis instrumentais e métodos baseados em variação temporal, como diferenças em diferenças e modelos de efeitos fixos em painel. Cada uma delas opera sob pressupostos distintos e é adequada a diferentes estruturas de dados e desenhos de pesquisa.

2.1. Experimentos Aleatórios (RCT)

O *Randomized Controlled Trial* (RCT) é o padrão-ouro da avaliação de impacto. Quando a atribuição do tratamento é determinada por sorteio, tratados e controles são, na média, idênticos em todas as características observadas e não observadas antes da intervenção. Nesse caso, a diferença de médias nos resultados entre os dois grupos identifica o efeito médio de tratamento ou *Average Treatment Effect* (ATE) sem nenhum pressuposto adicional sobre o processo gerador dos dados.

Formalmente, seja $D_i \in \{0,1\}$ o indicador de tratamento e $Y_i(1)$, $Y_i(0)$ os resultados potenciais. A aleatorização garante que $(Y_i(1), Y_i(0)) \perp D_i$, de modo que:

$$E[Y_i(1), Y_i(0)] = E[Y_i | D_i=1] - E[Y_i | D_i=0]$$

O estimador de diferença de médias é não viesado, consistente e assintoticamente normal, com inferência por testes t ou inferência por randomização.

As limitações dos RCTs são conhecidas: custo elevado, restrições éticas à aleatorização, problemas de cumprimento imperfeito (*non-compliance*) e validade externa limitada quando a amostra experimental não é representativa da população de interesse. Em contextos em que a aleatorização é inviável, os métodos observacionais descritos a seguir buscam reproduzir, sob condições mais restritivas, a lógica identificatória do experimento.

2.2. Pareamento por score de propensão (Matching)

O pareamento parte da hipótese de independência condicional (CIA): dado o vetor de covariadas pré-tratamento X_i , a atribuição ao tratamento é independente dos resultados potenciais:

$$(Y_i(1), Y_i(0)) \perp D_i \mid X_i$$

Sob essa hipótese, o efeito causal pode ser identificado comparando tratados e controles com o mesmo valor de X . Na prática, quando X é de alta dimensão, a comparação direta é inviável. O escore de propensão:

$$e(X_i) = P(D_i = 1 \mid X_i)$$

introduzido por Rosenbaum e Rubin (1983), resolve esse problema: sob a CIA, condicionar em $e(X)$ é suficiente para eliminar o viés de seleção. O pareamento por escore de propensão consiste em, para cada unidade tratada, identificar uma ou mais unidades de controle com escore semelhante e comparar seus resultados.

A qualidade do pareamento depende criticamente da estimação do escore de propensão e do suporte comum: a CIA exige que $0 < e(X) < 1$ para todos os valores de X na amostra. A violação do suporte comum invalida a identificação para as unidades fora da região de sobreposição.

2.3. Regressão Descontínua (RD)

A regressão descontínua explora situações em que a elegibilidade ao tratamento é determinada por uma variável contínua de seleção (*running variable*) S_i e um limiar fixo c : unidades com $S_i \geq c$ recebem o tratamento, enquanto aquelas com $S_i < c$ não recebem. A hipótese de identificação é que, na vizinhança do limiar, as unidades de ambos os lados são comparáveis em todas as características relevantes, exceto na atribuição do tratamento.

Na prática, o efeito médio de tratamento local (LATE) pode ser estimado por meio de uma regressão, como:

$$Y_i = \alpha + \tau D_i + \beta(S_i - c) + \gamma D_i (S_i - c) + \varepsilon_i$$

em que D_i é uma variável indicadora de tratamento (igual a 1 se $S_i \geq c$ e 0 caso contrário), e $(S_i - c)$ representa a distância ao limiar. O coeficiente τ capta a descontinuidade no ponto de corte e corresponde ao efeito causal de interesse sob os pressupostos de identificação.

O pressuposto central é a continuidade das funções de resultados potenciais em c : na ausência do tratamento, não haveria descontinuidade no resultado no limiar. Esse pressuposto é plausível quando as unidades não conseguem manipular a variável de seleção para posicionar-se estrategicamente acima ou abaixo do limiar, o que é verificável por testes de densidade (McCrary, 2008).

A principal limitação da RD é a validade externa restrita: o efeito é identificado apenas para as unidades próximas ao limiar, que podem não ser representativas da população mais ampla. A precisão das estimativas depende da largura de banda escolhida e do método de ajuste da função de regressão local.

2.4. Variáveis Instrumentais (IV)

O estimador de variáveis instrumentais é utilizado quando o tratamento D_i é endógeno, isto é, correlacionado com o termo de erro da equação de resultado. Um instrumento Z_i é uma variável que satisfaz três condições:

- (i) Relevância: Z_i afeta D_i ;
- (ii) Exclusão: Z_i não afeta Y_i diretamente, exceto por meio de D_i ;
- (iii) Exogeneidade: Z_i é independente dos fatores não observados que afetam Y_i .

Sob esses três pressupostos, o estimador IV identifica o *Local Average Treatment Effect* (LATE), definido por Imbens e Angrist (1994) como o efeito médio do tratamento para os *compliers*, isto é, as unidades cuja decisão de tratamento é efetivamente determinada pelo instrumento. O estimador de mínimos quadrados em dois estágios (2SLS) implementa a identificação em duas etapas:

$$\begin{aligned} 1^\circ \text{ estágio: } \hat{D}_i &= \pi_0 + \pi_1 Z_i + X_i' \gamma + v_i \\ 2^\circ \text{ estágio: } Y_i &= \alpha + \theta \hat{D}_i + X_i' \beta + \varepsilon_i \end{aligned}$$

A validade do instrumento depende do pressuposto de exclusão, que não é testável diretamente e requer justificativa substantiva. A força do instrumento, mensurada pela estatística F do primeiro estágio, deve ser verificada: instrumentos fracos produzem estimativas IV com viés em direção ao estimador MQO e inferência distorcida.

2.5. Diferenças-em-Diferenças e modelos de painel

Além das estratégias discutidas anteriormente, modelos baseados em variação temporal também desempenham papel central na avaliação de impacto. O método de diferenças-em-diferenças explora mudanças ao longo do tempo entre grupos tratados e de controle, sob a hipótese de tendências paralelas na ausência de tratamento. Uma especificação típica pode ser representada por:

$$Y_{it} = \alpha + \beta D_i + \gamma Post_t + \delta(D_i \times Post_t) + \varepsilon_{it}$$

em que Y_{it} representa o resultado de interesse para a unidade i no período t , D_i indica se a unidade pertence ao grupo tratado, $Post_t$ é uma variável indicadora para o período após o tratamento, e o termo de interação $(D_i \times Post_t)$ capta o efeito diferencial do tratamento ao longo do tempo. O parâmetro δ é o principal coeficiente de interesse, pois mede o efeito médio do tratamento sob a hipótese de tendências paralelas. O termo ε_{it} representa o erro idiossincrático.

De forma semelhante, modelos de dados em painel com efeitos fixos constituem uma extensão natural dessa abordagem, permitindo controlar por heterogeneidade não observada constante

no tempo ao nível das unidades de análise. Esses modelos são particularmente úteis em contextos com dados longitudinais, nos quais é possível explorar variação dentro da unidade ao longo do tempo. Uma formulação padrão é dada por:

$$Y_{it} = \beta X_{it} + \mu_i + \gamma_t + \varepsilon_{it}$$

em que X_{it} é um vetor de covariadas observáveis, μ_i representa efeitos fixos específicos de cada unidade, captando características invariantes no tempo, e γ_t corresponde a efeitos fixos de período, que controlam por choques agregados comuns a todas as unidades. Nesse contexto, a identificação dos parâmetros decorre da variação intraunidade ao longo do tempo.

Modelos de efeitos aleatórios também podem ser utilizados em estruturas de painel, embora dependam de hipóteses mais restritivas sobre a independência entre os efeitos não observados e as covariadas. Por essa razão, são menos utilizados em contextos de inferência causal quando comparados aos modelos de efeitos fixos.

2.6. Conexão com *Machine Learning*

Os cinco métodos de identificação descritos nas seções anteriores constituem as estratégias canônicas da econometria causal. O ML não substitui nenhuma dessas estratégias: a validade dos pressupostos de identificação, como ignorabilidade condicional, continuidade no limiar, exogeneidade e exclusão do instrumento, permanece inteiramente no domínio da teoria econômica e do desenho de pesquisa. O que o ML oferece são ferramentas para melhorar o desempenho em etapas auxiliares comuns a todos esses métodos.

No contexto do pareamento, o ML estima o escore de propensão de forma não paramétrica, captando interações complexas entre covariadas sem especificação manual. Na regressão descontínua, métodos de regularização podem selecionar controles adicionais que aumentem a precisão das estimativas locais. No contexto de variáveis instrumentais, o LASSO seleciona automaticamente os instrumentos mais relevantes em situações de alta dimensionalidade. No caso de diferenças-em-diferenças (DiD), técnicas de ML podem ser utilizadas para modelar de forma flexível tendências temporais e ajustar para heterogeneidade observável, além de melhorar a comparabilidade entre grupos tratado e controle. E, em todos esses contextos, o *Double/Debiased Machine Learning* (DML) e o Causal Forest, descritos na Seção 4, permitem que

O que o ML oferece são ferramentas para melhorar o desempenho em etapas auxiliares comuns a todos esses métodos.

a estimação das funções nuisance seja feita por ML sem comprometer a validade da inferência sobre o parâmetro causal de interesse.

Assim, o papel do ML na econometria causal é complementar: aumentar a flexibilidade e a precisão de etapas auxiliares, preservando os pressupostos de identificação que fundamentam a interpretação causal.

3. Aprendizado de Máquina: Modelos Supervisionado e Não Supervisionado

O aprendizado de máquina (ML) organiza seus métodos em duas grandes categorias, de acordo com a presença ou ausência de uma variável-alvo no processo de estimação.

3.1. Aprendizado supervisionado

No aprendizado supervisionado, o algoritmo é treinado em um conjunto de dados em que cada observação possui uma variável-alvo (*label*) conhecida, e o objetivo é aprender uma função que mapeie covariadas em previsões dessa variável. Quando a variável-alvo é contínua, o problema é de regressão; quando é binária ou categórica, o problema é de classificação.

A regressão supervisionada tem como análogo econométrico direto o modelo de MQO. A diferença fundamental está no critério de avaliação: enquanto o MQO visa recuperar coeficientes com propriedades estatísticas desejáveis (não-viés, eficiência), os modelos de ML supervisionado de regressão, como *Random Forest*, *Gradient Boosting* e redes neurais, minimizam o erro de previsão fora da amostra, medido tipicamente pelo erro quadrático médio (MSE) ou pelo erro absoluto médio (MAE). O LASSO e o Ridge, discutidos na Seção 3.3.1, situam-se na fronteira entre as duas tradições: são modelos de regressão com interpretação econométrica, mas avaliados e calibrados pelo critério preditivo do ML.

A classificação supervisionada tem como análogo o modelo logístico (logit), que especifica a probabilidade de um evento binário como:

$$P(Y_i = 1 \mid X_i) = 1 / (1 + \exp(-X_i' \beta))$$

O modelo logístico é não linear na probabilidade, mas impõe linearidade na função dos log-odds, o que pode ser restritivo quando a relação entre as covariadas e o resultado envolve interações complexas ou padrões não lineares que não são bem aproximados por essa estrutura. Algoritmos de classificação como o *Random Forest* e o *XGBoost* relaxam essa imposição, particionando o espaço de covariadas de forma não paramétrica. O desempenho de classificadores é avaliado por métricas como acurácia, precisão, recall, *F1-score* e área sob a curva ROC (AUC), que capta aspectos distintos do erro de classificação e são mais informativas do que a simples taxa de acerto quando as classes são desbalanceadas.

Em avaliação de impacto, a classificação supervisionada aparece especialmente na estimação do escore de propensão: o problema de prever a probabilidade de tratamento dado um vetor de covariadas é um problema de classificação binária, e qualquer classificador supervisionado pode ser utilizado nessa etapa, com ganhos em relação ao modelo logístico quando o espaço de covariadas é de alta dimensão ou apresenta relações não lineares.

3.2. Aprendizado não supervisionado

No aprendizado não supervisionado, não há variável-alvo: o algoritmo busca estrutura nos dados sem supervisão externa. Os objetivos típicos incluem redução de dimensionalidade, detecção de grupos latentes, ou seja, grupos não observados diretamente, mas inferidos a partir de padrões nos dados, e identificação de padrões de associação entre variáveis.

A análise de componentes principais (PCA) é o método de redução de dimensionalidade mais utilizado, construindo combinações lineares ortogonais das variáveis originais que maximizam a variância explicada. Em avaliação de impacto, a PCA é utilizada para construir índices sintéticos de riqueza, acesso a serviços ou condições de vida a partir de múltiplos indicadores, reduzindo a dimensionalidade sem perda excessiva de informação.

O *clustering*, como o algoritmo *K-means*, agrupa observações em conjuntos homogêneos com base na distância entre suas características. Em estudos de heterogeneidade de tratamento, o *clustering* pode identificar subpopulações com perfis distintos antes mesmo da estimação do modelo causal, orientando a análise de subgrupos. Métodos mais flexíveis, como o *Latent Dirichlet Allocation* (LDA) para dados textuais ou os *autoencoders* em redes neurais, estendem o aprendizado não supervisionado a tipos de dados não estruturados.

3.3. Modelos supervisionados de ML e seus análogos econométricos

3.3.1. Regularização: LASSO, Ridge e Elastic Net.

O estimador de mínimos quadrados ordinários minimiza a soma dos quadrados dos resíduos sem qualquer restrição sobre os coeficientes. Em contextos de alta dimensionalidade, em que o número de covariadas p é grande em relação ao número de observações n , o MQO produz estimativas com variância elevada ou é computacionalmente inviável quando $p > n$. A regularização resolve esse problema adicionando uma penalização sobre a magnitude dos coeficientes à função objetivo.

O estimador LASSO (*Least Absolute Shrinkage and Selection Operator*), proposto por Tibshirani (1996), minimiza:

$$\sum_{i=1}^n (y_i - x_i' \beta)^2 + \lambda \sum_{j=1}^p |\beta_j|$$

O parâmetro de regularização λ controla a intensidade da penalização: quanto maior o seu valor, mais fortemente os coeficientes são contraídos em direção a zero. No LASSO, a penalização assume a forma da norma vetorial L1 (a soma dos valores absolutos dos coeficientes, $\sum |\beta_j|$), que anula exatamente os coeficientes das variáveis irrelevantes, promovendo a seleção automática de variáveis. O estimador Ridge, proposto por Hoerl e Kennard (2000), substitui essa penalização pelo quadrado da norma vetorial L2 (a soma dos quadrados dos coeficientes, $\sum \beta_j^2$), que apenas contrai os coeficientes proporcionalmente ao seu tamanho, sem zerá-los:

$$\sum_{i=1}^n (y_i - x_i' \beta)^2 + \lambda \sum_{j=1}^p |\beta_j|^2$$

O Ridge encolhe todos os coeficientes em direção a zero mas não os zera, sendo preferível quando muitas variáveis contribuem com pequenos efeitos. O Elastic Net, proposto por Zou e Hastie (2005), combina as duas penalizações, interpolando entre LASSO e Ridge por meio de um segundo hiperparâmetro α .

A técnica de regularização LASSO é útil para a seleção de modelos, mas ela resulta em um modelo esparsos, no qual apenas um subconjunto das variáveis possui coeficientes diferentes de zero. Com a técnica de regularização Ridge, esse comportamento não ocorre, visto que a penalização reduz a magnitude dos coeficientes sem eliminá-los completamente, o que impede a seleção explícita de variáveis. Contudo, a Ridge é particularmente útil em contextos com elevada multicolinearidade entre covariáveis. A técnica de regularização *Elastic Net* pode ser vista como uma generalização da LASSO, produzindo um modelo esparsos com boa precisão à medida que inclui ou exclui grupos de covariadas altamente correlacionadas (MORETTIN; SINGER, 2022).

O valor de λ é escolhido por validação cruzada: para cada valor candidato de λ , calcula-se o erro de previsão fora da amostra e seleciona-se o λ que o minimiza. Na prática, usa-se frequentemente o critério “um desvio padrão acima do mínimo” (regra do 1-SE), que favorece modelos mais parcimoniosos com desempenho estatisticamente equivalente ao ótimo.

Exemplo 1: Previsão da produtividade da soja com LASSO e modelos híbridos¹

A formulação de políticas públicas e estratégias privadas no agronegócio depende, em grande medida, da capacidade de antecipar variações na produtividade agrícola. Considere um gestor estadual ou uma cooperativa que, no início da safra, precisa decidir onde alocar recursos técnicos, crédito ou seguro rural. A partir de uma base de dados integrada com produtividade da soja (IBGE/PAM), variáveis climáticas (ERA5), atributos de solo (MapBiomas) e indicadores socioeconômicos (IBGE), estimam-se três modelos para o período 2004–2021: (i) LASSO, capaz de selecionar automaticamente variáveis relevantes em alta dimensionalidade; (ii) modelo econométrico de efeitos fixos (EF) dinâmico, que capta persistência temporal (variável produtividade defasada) e heterogeneidade estrutural entre municípios (efeitos fixos de municípios); e (iii) modelo híbrido, que combina ambos ao modelar o resíduo do modelo econométrico com LASSO.

¹Os conjuntos de dados e os scripts em R que reproduzem esse exemplo estão disponíveis em: <https://github.com/luizsatolo/livro-les-cap-ml/tree/main/exemplo1-produtividade-soja>

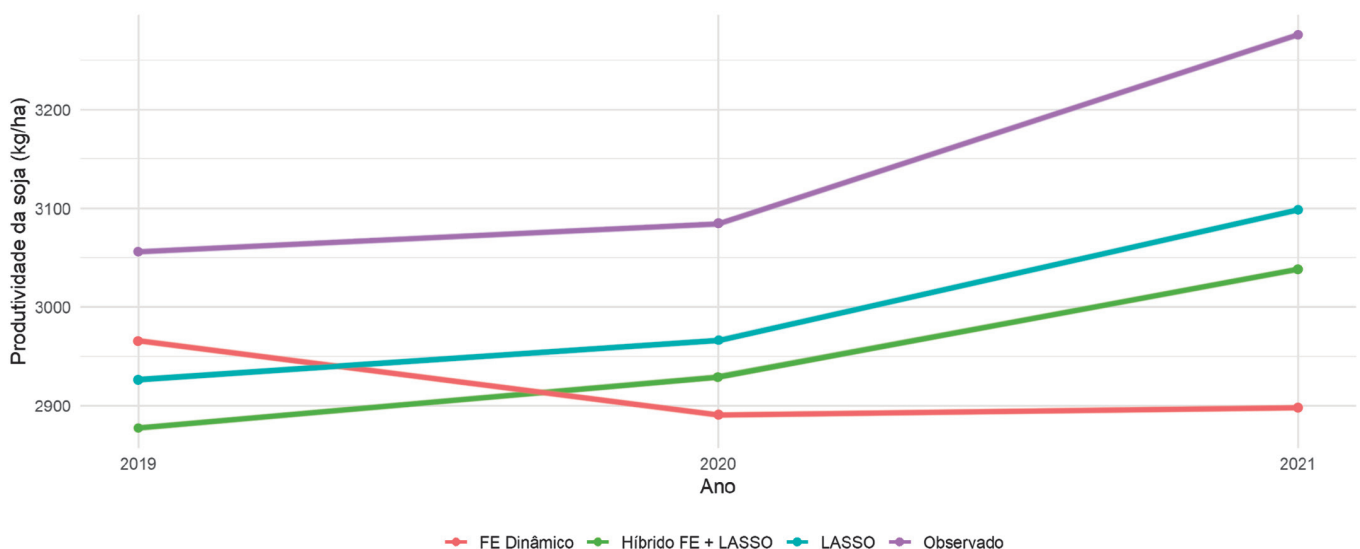
A Tabela 1 mostra que o LASSO apresenta bom desempenho de erro - *Root Mean Squared Error* (RMSE) e *Mean Absolute Error* (MAE) - por explorar simultaneamente a variação entre e dentro dos municípios. O modelo de efeitos fixos dinâmico alcança maior R^2 , indicando melhor capacidade de explicar a variabilidade ao captar persistência temporal e fatores estruturais não observados, embora com erro preditivo ligeiramente superior. O modelo híbrido combina as duas abordagens e apresenta o menor RMSE e maior R^2 , sugerindo que decompor a produtividade em uma componente estrutural e uma componente residual modelada por ML capta tanto padrões persistentes quanto relações adicionais entre covariadas e produtividade. A Figura 1 ilustra a média dos valores previstos de produtividade de soja pelos modelos na amostra de teste. Como o gráfico apresenta a média aritmética simples das previsões, sua interpretação está mais diretamente associada ao Erro Médio Absoluto (MAE). Sob essa métrica, o modelo LASSO apresentou o melhor desempenho, indicando maior precisão na previsão da produtividade média. Assim, caso o objetivo seja estimar o comportamento médio da produtividade, o LASSO se mostra a alternativa mais adequada. Entretanto, para representar de forma mais abrangente a distribuição da produtividade entre os municípios e melhorar o desempenho preditivo em observações extremas, o modelo híbrido constitui a alternativa mais robusta.

Tabela 1. Desempenho preditivo dos modelos (teste fora da amostra)

Modelo	RMSE	MAE	R^2
LASSO	631	483	0,126
EF dinâmico	638	492	0,163
Híbrido EF + LASSO	626	486	0,190

Fonte: Elaborado pelos autores

Figura 1. Média das previsões na amostra de teste



Fonte: Elaborado pelos autores

A análise das variáveis selecionadas reforça essa interpretação. Entre as 18 variáveis disponíveis, o LASSO reteve 9: indicadores climáticos (temperatura máxima, extremos térmicos, precipitação e dias secos consecutivos), atributos de solo (teor de argila), variáveis socioeconômicas (PIB per capita e valor adicionado da agropecuária) e a defasagem da produtividade. O modelo híbrido selecionou 8 variáveis, com ênfase em extremos climáticos, restrições hídricas e características estruturais. A combinação entre econometria e aprendizado de máquina melhora a precisão das previsões e permite identificar com maior clareza os fatores que influenciam a produtividade.

3.3.2. Árvores de decisão, *Random Forest* e *Gradient Boosting*

O modelo logístico especifica a probabilidade de um evento binário como função logística de uma combinação linear de covariadas, impondo linearidade no espaço dos *log-odds*. Modelos baseados em árvores relaxam essa imposição, particionando recursivamente o espaço de covariadas em regiões homogêneas com respeito à variável de interesse.

Uma árvore de decisão de regressão divide o espaço de covariadas em regiões $R_1, \dots, R_k$ e prediz a média da variável dependente em cada região. A divisão é feita de forma sequencial, escolhendo em cada nó a covariada e o ponto de corte que minimizam a soma dos quadrados dos resíduos dentro das regiões resultantes. Árvores profundas sobreajustam os dados de treinamento, mas árvores rasas têm alto viés. Esse *trade-off* é análogo ao dilema de especificação na econometria.

O *Random Forest* (Breiman, 2001) resolve o problema de sobreajuste das árvores individuais por meio de dois mecanismos combinados: *bagging* (*bootstrap aggregating*) e aleatorização das covariadas. No *bagging*, B árvores são estimadas em B amostras *bootstrap* independentes, e a previsão final é a média das previsões individuais. A aleatorização das covariadas consiste em, a cada divisão, sortear aleatoriamente um subconjunto de m covariadas entre as quais a divisão ótima é buscada, tipicamente $m = \sqrt{p}$ para classificação e $m = p/3$ para regressão.

A média de muitas árvores não correlacionadas reduz a variância sem aumentar o viés, produzindo estimativas com excelente desempenho preditivo fora da amostra. Uma propriedade adicional do *Random Forest* é a medida de importância das variáveis, que quantifica a contribuição de cada covariada para a redução do erro de previsão ao longo de todas as árvores. Embora não seja uma medida causal, é útil para exploração de dados e seleção de variáveis.

O *Gradient Boosting* (Friedman, 2001) adota uma estratégia diferente: em vez de combinar árvores independentes, constrói árvores sequencialmente, cada uma ajustando os resíduos da anterior. Formalmente, o modelo é construído de forma iterativa:

$$F_m(x) = F_{m-1}(x) + \eta \cdot h_m(x)$$

onde h_m é uma árvore ajustada aos resíduos negativos do gradiente da função de perda e η é a taxa de aprendizado. O *XGBoost* (Chen e Guestrin, 2016) é uma implementação computacionalmente eficiente do *Gradient Boosting* com regularização adicional e paralelização, sendo atualmente o algoritmo com melhor desempenho em uma ampla gama de problemas de previsão com dados tabulares.

Exemplo 2: Classificação de insegurança alimentar com *Random Forest* e logit multinomial²

A insegurança alimentar é um fenômeno multidimensional, influenciado por fatores econômicos, estruturais e habitacionais. Diante de restrições orçamentárias, um gestor público de programas de transferência de renda ou de segurança alimentar precisa priorizar famílias e territórios. Mais do que compreender retrospectivamente o problema, importa identificar domicílios com maior probabilidade de enfrentar insegurança em diferentes níveis de gravidade, sendo uma aplicação natural de classificação supervisionada para apoiar políticas focalizadas.

O exemplo utiliza microdados da Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) 2017–2018, com o domicílio como unidade de análise. A variável dependente corresponde à classificação observada da Escala Brasileira de Insegurança Alimentar (EBIA), preservando as quatro categorias originais: segurança alimentar, insegurança leve, moderada e grave. Como covariadas, utilizam-se características estruturais do domicílio (número de cômodos, moradores, banheiros, abastecimento de água, esgoto, lixo e energia) e indicadores econômicos (renda per capita e número de pessoas com rendimento no domicílio). Comparam-se uma regressão logística multinomial, valorizada pela interpretabilidade, e um *Random Forest*, capaz de captar interações sem especificação prévia.

A Tabela 2 mostra o desempenho global próximo entre os modelos. O modelo logístico multinomial tem maior acurácia (61,3%), mas essa métrica favorece a classe majoritária, que é a segurança alimentar, e pode mascarar dificuldades nas categorias menos frequentes. O *Random Forest*, com acurácia ligeiramente inferior (60,9%), supera o modelo logístico em macro-F1, acurácia balanceada e coeficiente Kappa, evidenciando maior equilíbrio na classificação das quatro categorias e menor influência do desbalanceamento.

Tabela 2. Desempenho dos modelos de classificação na amostra de teste

Modelo	Acurácia	Macro F1	Acurácia balanceada	Kappa
Logística multinomial	0,613	0,247	0,526	0,103
Random Forest	0,609	0,284	0,542	0,152

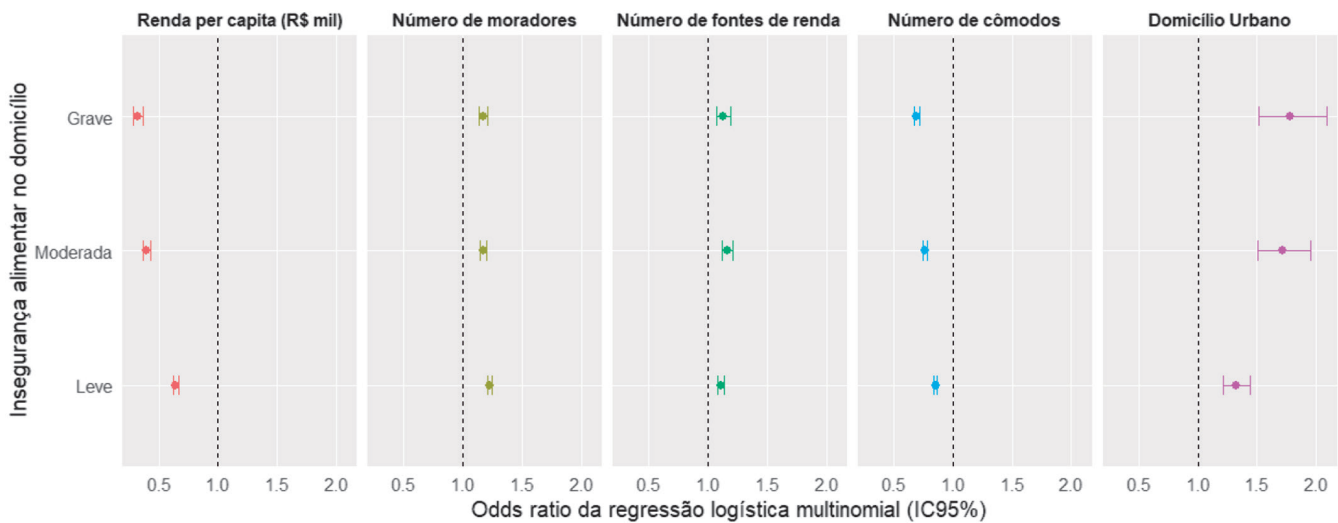
Fonte: Elaborado pelos autores

A análise da importância por permutação das variáveis no modelo *Random Forest* destaca a predominância de fatores econômicos. O principal determinante identificado é a renda per capita, seguido por quantidade de moradores, diversidade de fontes de renda, número de cômodos e situação (urbana ou rural) do domicílio. Por outro lado, a abordagem do modelo logístico multinomial permite interpretar a direção dos efeitos: os odds ratios apresentados na Figura 2 mostram que níveis mais elevados de renda estão associados a uma diminuição da probabilidade de insegurança alimentar, especialmente nas categorias moderada e grave.

²Os conjuntos de dados e os scripts em R que reproduzem esse exemplo estão disponíveis em: <https://github.com/luizsatolo/livro-les-cap-ml/tree/main/exemplo2-ebia-pof>

Em contraste, domicílios com um maior número de moradores apresentam uma chance aumentada de vulnerabilidade. Além disso, domicílios urbanos apresentam maior risco de insegurança alimentar do que os seus análogos localizados em áreas rurais. Essa análise evidencia uma complementaridade entre os métodos: enquanto o Random Forest prioriza o desempenho preditivo, a modelagem logística oferece uma interpretação substantiva dos mecanismos envolvidos.

Figura 2. *Odds ratio* das cinco variáveis com maior importância para a insegurança alimentar



Fonte: Elaborado pelos autores

3.4. Conexão entre *Matching* e *Machine Learning*

Na avaliação de impacto por *matching*, o passo crítico é a estimação do escore de propensão, definido como a probabilidade condicional de receber o tratamento dado um vetor de covariadas: $e(X) = P(D=1|X)$. O modelo padrão é o logístico, que impõe linearidade no espaço dos *log-odds* e exige que o pesquisador especifique manualmente interações e termos não lineares.

Quando o vetor de covariadas X é de alta dimensão, o modelo logístico pode ter desempenho ruim por duas razões: sobreajuste com muitas variáveis e incapacidade de captar relações não lineares sem expansão manual do espaço de covariadas. O *Random Forest* e o *XGBoost* estimam o escore de propensão de forma não paramétrica, aproveitando toda a estrutura de interações nos dados sem intervenção do pesquisador. Estudos de simulação (Lee *et al.*, 2010) mostram que escores de propensão estimados com ML produzem balanceamento superior ao logístico em amostras com muitas covariadas.

Essa conexão é direta e operacionalmente simples: o ML entra como uma etapa de estimação dentro de um procedimento de *matching* que o pesquisador já conhece, melhorando o desempenho sem alterar a lógica de identificação.

4. *Machine Learning* e Avaliação de Impacto Causal

4.1. O problema da alta dimensionalidade na inferência causal

A avaliação de impacto causal enfrenta um desafio específico quando o conjunto de covariadas de controle é grande: a seleção de variáveis por critérios estatísticos convencionais (testes t , critérios de informação) pode introduzir viés de pós-seleção, invalidando a inferência sobre o efeito causal de interesse. Berk *et al.* (2013) e Leeb e Pötscher (2008) demonstraram que a inferência realizada após procedimentos de seleção de variáveis, como *stepwise* ou LASSO, é, em geral, inválida, pois ignora a incerteza associada à etapa de seleção, resultando em intervalos de confiança com cobertura inferior ao nível nominal. Cabe notar que estimadores como LASSO e Ridge introduzem viés nos coeficientes, o que deve ser considerado na interpretação dos resultados (Morettin e Singer, 2023).

Esse problema é especialmente relevante em avaliações de programas sociais e agrícolas, em que bases administrativas ricas disponibilizam centenas de variáveis de controle potenciais. Simplesmente incluir todas as variáveis em uma regressão MQO é inviável quando p é próximo ou superior a n , e a seleção manual introduz subjetividade e risco de busca oportunista.

4.2. *Double/Debiased Machine Learning*

O *Double/Debiased Machine Learning* (DML), desenvolvido por Chernozhukov *et al.* (2018), oferece uma solução para esse problema. O ponto de partida é o modelo parcialmente linear de Robinson (1988):

$$Y_i = \theta D_i + g(X_i) + \varepsilon_i$$

$$D_i = m(X_i) + v_i$$

onde θ é o efeito causal de interesse, $g(X_i)$ é uma função desconhecida e possivelmente não linear das covariadas, e $m(X_i)$ é a função de esperança condicional do tratamento dado X . O estimador de Robinson elimina a influência de X fazendo *partialling-out*: regride Y em X e D em X , e estima θ pela regressão dos resíduos de Y sobre os resíduos de D .

O problema é que, quando g e m são estimadas por MQO com muitas covariadas, o erro de estimação nessas etapas contamina a inferência sobre θ . O DML substitui MQO por qualquer estimador de ML (LASSO, *Random Forest*, *XGBoost*) nas etapas de *partialling-out*, usando *cross-fitting* para evitar sobreajuste: a amostra é dividida em K subconjuntos, os modelos auxiliares são estimados em $K-1$ subconjuntos e os resíduos são calculados no subconjunto excluído. Sob condições de regularidade, o estimador de θ resultante é raiz- n consistente e assintoticamente normal, com inferência válida por métodos padrão.

A conexão com variáveis instrumentais é direta: o DML pode ser estendido para o caso em que D é endógena e há um instrumento Z , produzindo um estimador IV com *partialling-out* via ML. O primeiro estágio (regressão de D em Z e X) e a forma reduzida (regressão de Y em Z e X) são estimados por ML, eliminando o viés de especificação nas etapas auxiliares sem comprometer a validade da identificação causal.

Exemplo 3: Efeito do crédito Pronaf sobre a produtividade do milho via DML³

Considere um analista que precisa avaliar se o crédito do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf) aumenta a produtividade no campo. A intuição é positiva, pois o crédito facilita a aquisição de insumos, a mecanização e a adoção de tecnologias. No entanto, a comparação direta entre municípios com maior e menor acesso ao crédito pode ser enganosa: aqueles que recebem mais crédito geralmente apresentam solo mais fértil, clima mais favorável, maior escala produtiva e uma estrutura econômica mais diversificada. Um modelo simplificado pode ignorar fatores que influenciam os resultados, enquanto um modelo excessivamente complexo enfrenta problemas de dimensionalidade e colinearidade.

A análise utiliza um painel de dados de município por ano, com 19.800 observações em 2.556 municípios produtores de milho entre 2013 e 2021. Define-se Y_{it} como o logaritmo da produtividade do milho em kg/ha (PAM/IBGE), D_{it} como o logaritmo do valor Pronaf contratado (SICOR/Bacen) e X_{it} como um vetor com 29 covariadas: clima (ERA5), solo (MapBiomias), estrutura econômica (IBGE) e variáveis indicadoras de macrorregiões e anos. A estimativa é feita com o modelo $Y_{it} = \theta \cdot D_{it} + g(X_{it}) + u_{it}$ alternando entre os métodos *LASSO* e *Random Forest*, usando validação cruzada com 5 dobras e erros padrão agrupados por município.

A Tabela 3 apresenta duas mensagens principais. Primeiro, as estimativas pontuais são praticamente idênticas entre os dois métodos ($\hat{\theta} \approx 0,004$), o que valida o uso do método de aprendizado duplo (DML): o parâmetro de interesse se mostra robusto a diferentes especificações das funções de controle. Se a troca do modelo auxiliar alterasse significativamente o resultado, poderíamos suspeitar de problemas de especificação. Em segundo lugar, ambas as estimativas são significativas a 5%, e o *Random Forest* produz um erro padrão ligeiramente menor (0,00177 vs. 0,00203) por captar não linearidades que o *LASSO* não consegue acomodar.

Tabela 3. Efeito estimado do Pronaf sobre log (produtividade do milho)

Modelo	$\hat{\theta}$	EP (cluster)	z	p-valor
DML + <i>LASSO</i>	0,00405	0,00203	2,00	0,046
DML + <i>Random Forest</i>	0,00409	0,00177	2,31	0,021

Fonte: Elaborado pelos autores

³Os conjuntos de dados e os scripts em R que reproduzem esse exemplo estão disponíveis em: <https://github.com/luizsatolo/livro-les-cap-ml/tree/main/exemplo3-pronaf-dml>

A leitura econômica é semielástica: dobrar o valor contratado do Pronaf está associado, em média, a um aumento de cerca de 0,4% na produtividade do milho. Esse efeito, embora modesto, é compatível com a realidade de que o crédito é apenas uma entre várias variáveis que influenciam o rendimento da cultura, nas quais solo e clima têm um papel predominante. É importante ressaltar que o método de aprendizado duplo (DML) controla por fatores observáveis incluídos em X , mas não corrige o viés causado por variáveis omitidas que permanecem invariantes ao longo do tempo, como a qualidade da gestão municipal ou o capital social local. Para abordar essas limitações, seria necessário combinar essa abordagem com estratégias longitudinais.

4.3. Causal Forest e Efeitos Heterogêneos do Tratamento

Os estimadores convencionais de avaliação de impacto (diferenças em diferenças, variáveis instrumentais, regressão descontínua) identificam efeitos médios do tratamento: o *Average Treatment Effect* (ATE) ou o *Average Treatment Effect on the Treated* (ATT). Em muitas aplicações, contudo, o efeito médio é insuficiente: o efeito de um programa de transferência de renda pode ser muito maior para famílias em extrema pobreza do que para famílias próximas à linha de pobreza; o efeito de assistência técnica agrícola pode variar sistematicamente com o tamanho da propriedade, o bioma ou o acesso a crédito.

A abordagem convencional para explorar heterogeneidade é a inclusão de interações entre o tratamento e subgrupos de interesse na regressão. Esse procedimento tem dois problemas: exige que o pesquisador especifique *a priori* quais interações são relevantes, introduzindo risco de busca oportunista; e perde poder estatístico quando o número de subgrupos é grande.

O *Causal Forest* (Wager e Athey, 2018; Athey e Wager, 2019) estima o *Conditional Average Treatment Effect* (CATE), definido como:

$$\tau(x) = E[Y_i(1) - Y_i(0) \mid X_i=x]$$

A ideia central é adaptar a estrutura do *Random Forest* para o objetivo de estimação causal em vez de previsão. Cada árvore causal é construída particionando o espaço de covariadas de forma a maximizar a heterogeneidade dos efeitos do tratamento entre as regiões resultantes, e não a homogeneidade da variável dependente. Dentro de cada folha, o efeito do tratamento é estimado por diferença de médias entre tratados e controles, aproveitando a variação local.

O *Causal Forest* herda do *Random Forest* a propriedade de honestidade: cada árvore usa subamostras distintas para determinar as partições e para estimar os efeitos dentro das folhas, o que garante validade da inferência (Wager e Athey, 2018). Sob condições de regularidade, o estimador pontual de $\tau(x)$ é assintoticamente normal com variância estimável, permitindo construção de intervalos de confiança para o CATE em cada ponto x do espaço de covariadas.

O *Causal Forest* também produz estimativas do ATE e do ATT como médias ponderadas do CATE sobre a distribuição relevante de X , e permite testar formalmente a hipótese nula de ausência de heterogeneidade por meio de testes de calibração.

Em dados de painel com efeitos fixos, o estimador convencional identifica o efeito médio do tratamento assumindo homogeneidade. O *Causal Forest* pode ser aplicado após a remoção dos efeitos fixos por meio de *demeaning* (centrar na média), permitindo explorar a heterogeneidade dos efeitos do tratamento com base na variação intraunidade, sem impor uma estrutura paramétrica. Em RCTs, o *Causal Forest* aproveita a aleatorização para identificar o CATE sem risco de confundimento, sendo especialmente útil em experimentos com grande número de covariadas que podem explicar a heterogeneidade.

Exemplo 4: Heterogeneidade do efeito da assistência técnica via *Causal Forest*⁴

Suponha que um formulador de políticas tenha observado que, em média, programas de assistência técnica elevam a produtividade rural. Antes de expandir o programa, ele precisa entender onde o efeito é maior: em pequenos ou grandes produtores? Em regiões mais secas ou mais úmidas? Em municípios com agricultura familiar ou aqueles com agronegócio consolidado? O efeito médio, ao agregar situações tão diversas em um único número, oculta casos em que o programa não traz benefícios ou, pior ainda, onde drena recursos sem oferecer retorno.

Neste contexto, aplica-se o *Causal Forest* para avaliar o impacto da alta exposição à assistência técnica em municípios — definindo $W_i=1$ se a proporção de estabelecimentos com orientação técnica está acima da mediana nacional (21,5%) — sobre $Y_i = \log(\text{valor da produção/área dos estabelecimentos})$. A análise utiliza um conjunto transversal de dados de 2017, com 5.541 observações. As 25 covariáveis X_i incluem variáveis climáticas (ERA5), características do solo (MapBiomas), estrutura agrícola e dados socioeconômicos (IBGE), informações sobre crédito (PRONAF/SICOR) e variáveis indicadoras de macrorregiões. Como a exposição à assistência técnica é fortemente assimétrica entre regiões (92% no Sul e 12% no Nordeste), o escore de propensão $\hat{e}(X)$ se aproxima de 0 e 1 em muitos pontos, tornando a estimativa do efeito médio tratado (ATE) convencional numericamente instável. Assim, reporta-se o ATE ajustado com o peso de sobreposição $\hat{e} \cdot (1 - \hat{e})$, que dá ênfase à região onde os grupos tratados e de controle coexistem. Para facilitar a leitura econômica, os efeitos são reportados em R\$/ha pela transformação $B(\exp(\hat{\theta}) - 1)$, sendo B a base de referência, representada pela média geométrica amostral da produtividade ($B = \text{R\$ } 1.242/\text{ha}$).

Tabela 4. Efeito estimado da assistência técnica sobre produtividade agropecuária (R\$/ha)

Estimativa	$\hat{\theta}$	Erro Padrão	IC 95%	z	p-valor
ATE (overlap)	306	36	[230; 385]	9,44	<0,001
ATT	413	41	[337; 503]	11,49	<0,001
ATC	251	46	[158; 353]	5,97	<0,001

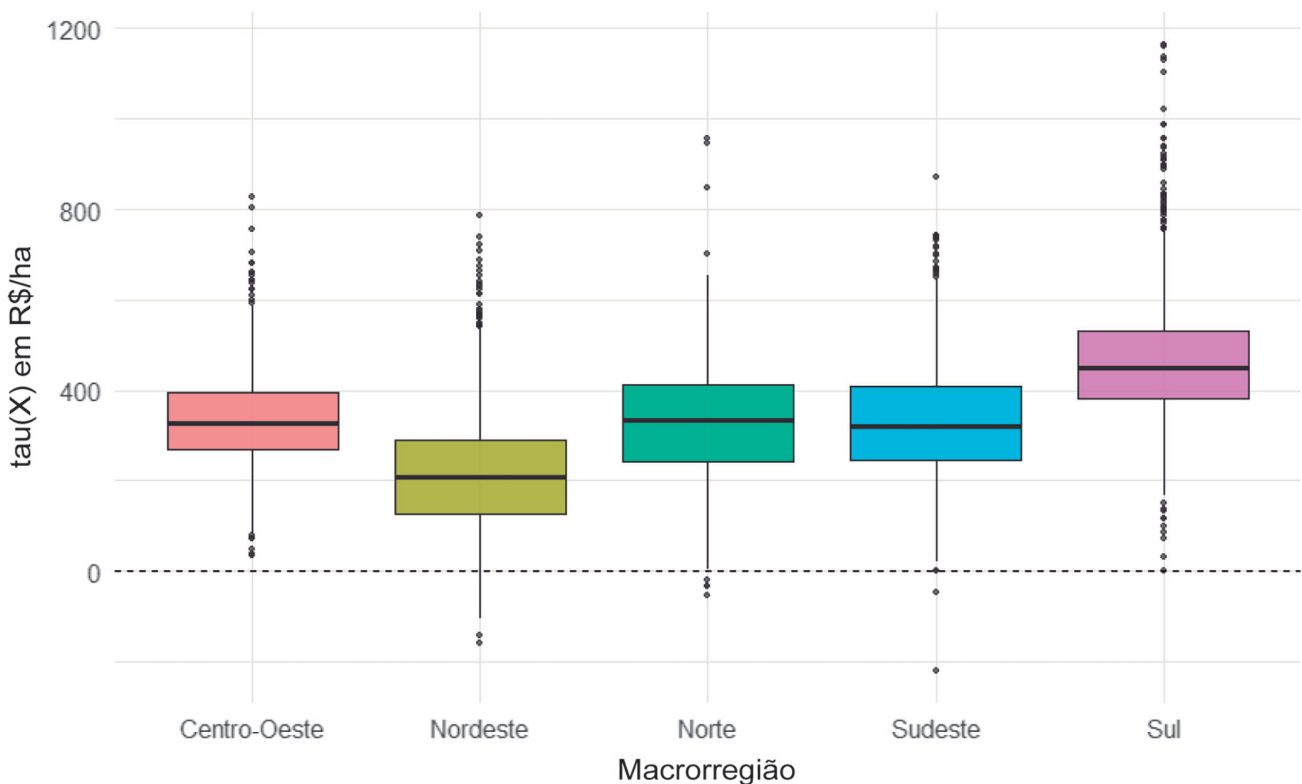
Fonte: Elaborado pelos autores

⁴Os conjuntos de dados e os scripts em *R* que reproduzem esse exemplo estão disponíveis em: <https://github.com/luizsatolo/livro-les-cap-ml/tree/main/exemplo4-assistencia-tecnica-causal-forest>

O ATE com peso de sobreposição indica que municípios com alta exposição à assistência técnica apresentam, em média, cerca de R\$ 306/ha mais de produtividade em comparação com municípios semelhantes de baixa exposição, equivalente a um acréscimo de 24,6% sobre a produtividade média de referência. O ATT (efeito sobre os tratados, R\$ 413/ha) é maior que o ATC (efeito sobre os controles, R\$ 251/ha), sugerindo que os municípios atendidos pela assistência técnica são exatamente aqueles onde o ganho seria maior, padrão consistente com seleção positiva na alocação do programa. O teste de calibração de Athey-Wager rejeita a hipótese de que o efeito do tratamento seja igual para todas as unidades analisadas.

A Figura 3 destaca essa heterogeneidade: o CATE médio - Efeito do Tratamento Condicional em Subgrupos - é mais elevado no Sul (R\$ 462/ha) e mais baixo no Nordeste (R\$ 206/ha), em parte devido às diferenças nas características dessas regiões, como a escala média dos estabelecimentos, o clima e a cobertura prévia do programa. A projeção linear da melhor forma (Best Linear Projection) do CATE corrobora essas direções: a escala produtiva eleva o efeito em R\$ 124 a cada hectare adicional de área média ($p < 0,001$), enquanto a temperatura média reduz o efeito em R\$ 31,5 a cada $^{\circ}\text{C}$ ($p = 0,025$). Como sempre, a interpretação causal pressupõe a ignorabilidade condicional dado X . Dessa forma, fatores não observados, como a qualidade da gestão e o capital social local, podem enviesar as estimativas dos efeitos condicionais $\hat{\tau}$ e, por consequência, as medidas agregadas de efeito θ .

Figura 3. CATE estimado por macrorregião



Fonte: Elaborado pelos autores

4.4. LASSO para seleção de instrumentos

Em aplicações de variáveis instrumentais com muitos instrumentos potenciais, como em designs de *shift-share* (Bartik, 1991) ou em avaliações que exploram variação climática como instrumento para decisões agrícolas, a seleção do conjunto de instrumentos relevantes é um desafio. O uso de todos os instrumentos disponíveis produz o problema de instrumentos fracos em amostras finitas. Por outro lado, a seleção manual introduz subjetividade.

O LASSO pode ser usado na primeira etapa do estimador IV para selecionar automaticamente os instrumentos mais relevantes, seguindo o procedimento post-LASSO de Belloni *et al.* (2012). O estimador resultante tem propriedades de inferência válidas sob condições de esparsidade (apenas um subconjunto pequeno de instrumentos é genuinamente relevante) e foi aplicado com sucesso em avaliações de impacto de políticas agrícolas e de desenvolvimento.

5. Conclusão

Este capítulo apresentou ML como extensão natural da caixa de ferramentas do economista empírico, situando cada método em relação ao seu análogo econométrico e destacando as conexões com a literatura de avaliação de impacto. A mensagem central é que a distinção entre previsão e causalidade permanece fundamental: o ML não resolve problemas de identificação causal por si só, mas oferece ferramentas poderosas para lidar com alta dimensionalidade, não linearidade e heterogeneidade de efeitos dentro de estratégias de identificação já consolidadas.

As contribuições mais relevantes para a prática econômica são três. O DML permite estimação causal válida em presença de muitas covariadas de controle, resolvendo o problema de pós-seleção que afeta métodos convencionais. O *Causal Forest* permite estimar e testar heterogeneidade do efeito do tratamento sem imposição de estrutura paramétrica, transformando a exploração de subgrupos, antes *ad hoc*, em procedimento formalmente fundamentado. O LASSO para seleção de instrumentos resolve o problema de muitos instrumentos fracos em aplicações de IV com alta dimensionalidade.

A agenda de pesquisa que emerge dessa integração é promissora. No Brasil, a combinação de bases administrativas ricas, dados socioeconômicos, de satélite de alta resolução e a diversidade regional e socioeconômica do país cria um ambiente excepcionalmente favorável para aplicações que mobilizem simultaneamente a credibilidade da econometria causal e a flexibilidade do ML. Programas agrícolas como o Pronaf (Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar) e o ATER (Assistência Técnica e Extensão Rural), políticas de transferência de renda como o Bolsa Família, e intervenções ambientais como o Fundo Amazônia, oferecem laboratórios naturais em que esses métodos podem produzir evidências de alta relevância para o desenho de políticas públicas.

Referências

- Athey, S., e Wager, S. (2019). Estimating treatment effects with causal forests: An application. *Observational Studies*, 5(2), 37-51.
- Bartik, T. J. (1991). *Who Benefits from State and Local Economic Development Policies?* Kalamazoo: W.E. Upjohn Institute for Employment Research.
- Belloni, A., Chen, D., Chernozhukov, V., e Hansen, C. (2012). Sparse models and methods for optimal instruments with an application to eminent domain. *Econometrica*, 80(6), 2369-2429.
- Berk, R., Brown, L., Buja, A., Zhang, K., e Zhao, L. (2013). Valid post-selection inference. *The Annals of Statistics*, 41(2), 802-837.
- Breiman, L. (2001). Statistical modeling: The two cultures. *Statistical Science*, 16(3), 199-215.
- Chen, T., e Guestrin, C. (2016). *XGBoost: A scalable tree boosting system. Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining.*
- Chernozhukov, V., Chetverikov, D., Demirer, M., Duflo, E., Hansen, C., Newey, W., e Robins, J. (2018). Double/debiased machine learning for treatment and structural parameters. *The Econometrics Journal*, 21(1), C1-C68.
- Chernozhukov, V., Hansen, C., e Spindler, M. (2016). hdm: High-dimensional metrics. *The R Journal*, 8(2), 185-199.
- Friedman, J. H. (2001). Greedy function approximation: A gradient boosting machine. *The Annals of Statistics*, 29(5), 1189-1232.
- Hoerl, A. E., e Kennard, R. W. (2000). Ridge regression: biased estimation for nonorthogonal problems. *Technometrics*, 42(1), 80-86.
- Lee, B. K., Lessler, J., e Stuart, E. A. (2010). Improving propensity score weighting using machine learning. *Statistics in Medicine*, 29(3), 337-346.
- Leeb, H., e Pötscher, B. M. (2008). Sparse estimators and the oracle property, or the return of Hodges' estimator. *Journal of Econometrics*, 142(1), 201-211.
- Lundberg, S. M., e Lee, S. I. (2017). A unified approach to interpreting model predictions. *Proceedings of the 31st International Conference on Neural Information Processing Systems.*
- Morettin, P. A., e Singer, J. da M. (2022). *Estatística e ciência de dados.* Rio de Janeiro: LTC.
- Robinson, P. M. (1988). Root-n-consistent semiparametric regression. *Econometrica*, 56(4), 931-954.
- Tibshirani, J., Athey, S., Friedberg, R., Hadad, V., Hirshberg, D., Miner, L., Sverdrup, E., Wager, S., e Wright, M. (2026). *grf: Generalized random forests.* R package version 2.6.1.
- Tibshirani, R. (1996). Regression shrinkage and selection via the lasso. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B*, 58(1), 267-288.
- Wager, S., e Athey, S. (2018). Estimation and inference of heterogeneous treatment effects using random forests. *Journal of the American Statistical Association*, 113(523), 1228-1242.
- Zou, H., e Hastie, T. (2005). Regularization and variable selection via the elastic net. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B*, 67(2), 301-320.

Capítulo 7

Externalidades na agricultura: teoria econômica e soluções baseadas no mercado

Marcelo de Carvalho Griebeler

Professor Associado do Departamento de Economia, Administração e Sociologia da Esalq/USP

A agricultura moderna depende intensamente da utilização de insumos capazes de elevar a produtividade da terra e ampliar a eficiência produtiva. Entre esses insumos, os fertilizantes ocupam posição particularmente relevante. O uso de nutrientes químicos foi um dos principais responsáveis pelos expressivos ganhos de produtividade observados ao longo das últimas décadas e constitui elemento central da agricultura intensiva contemporânea. No caso brasileiro, essa transformação foi decisiva para consolidar o país como uma das maiores potências agropecuárias do mundo, permitindo a expansão da produção agrícola mesmo em um contexto de crescente demanda global por alimentos.

A importância econômica dos fertilizantes é especialmente evidente em culturas de grande escala, como soja, milho, algodão e cana-de-açúcar. Em muitos casos, a utilização adequada de nutrientes permite elevar significativamente a produtividade por hectare, aumentar a rentabilidade da atividade agrícola e reduzir pressões associadas à expansão horizontal da produção. Sob essa perspectiva, fertilizantes não representam apenas um insumo produtivo, mas um componente fundamental do processo de modernização agrícola.

Entretanto, os mesmos mecanismos responsáveis pelo aumento da produtividade também geram efeitos colaterais importantes do ponto de vista ambiental. Parte dos nutrientes aplicados ao solo não é absorvida pelas plantas e acaba sendo transportada para rios, lagos e aquíferos por meio da chuva e do escoamento superficial. Esse processo contribui para a degradação da qualidade da água, para fenômenos de eutrofização e para alterações relevantes em ecossistemas aquáticos. Além disso, fertilizantes nitrogenados estão associados à emissão de gases de efeito estufa, particularmente o óxido nitroso, um dos principais gases relacionados ao aquecimento global.

Do ponto de vista econômico, esses efeitos caracterizam uma externalidade negativa. Produtores rurais decidem quanto fertilizante aplicar levando em consideração os ganhos privados de produtividade e os custos diretamente associados à aquisição e utilização do insumo. Contudo, os impactos ambientais decorrentes dessas decisões frequentemente recaem sobre terceiros - consumidores, comunidades vizinhas ou a sociedade como um todo - sem que tais custos sejam plenamente incorporados aos preços de mercado.

Essa divergência entre custos privados e custos sociais constitui um exemplo clássico de falha de mercado. Quando produtores não internalizam integralmente os danos ambientais associados ao uso de fertilizantes, o resultado tende a ser um nível de utilização superior ao socialmente eficiente. Em outras palavras, fertilizantes geram benefícios produtivos privados, mas também custos ambientais que permanecem parcialmente “invisíveis” para o sistema de preços.

Embora o problema das externalidades seja amplamente discutido na literatura econômica (Mas-Colell et al., 1995), sua aplicação ao contexto agrícola apresenta desafios particulares. Diferentemente da poluição industrial tradicional, frequentemente concentrada em fontes específicas e relativamente fáceis de monitorar, grande parte da poluição agrícola é difusa. O impacto ambiental associado ao uso de fertilizantes depende de fatores como tipo de solo, intensidade das chuvas, relevo, práticas de manejo e tecnologia utilizada pelo produtor. Consequentemente, produtores que utilizam quantidades semelhantes de fertilizantes podem gerar impactos ambientais bastante distintos.

Essa heterogeneidade possui implicações importantes para o desenho de políticas públicas. Instrumentos regulatórios uniformes - como limites padronizados de uso de fertilizantes ou metas idênticas de redução para todos os produtores - tendem a ignorar diferenças relevantes nos custos de adaptação ambiental. Alguns produtores conseguem reduzir emissões ou perdas de nutrientes a baixo custo, especialmente quando possuem acesso a tecnologias mais modernas de manejo e agricultura de precisão. Outros enfrentam custos significativamente maiores para atingir reduções semelhantes.

A existência de custos heterogêneos de redução da poluição constitui um elemento central para compreender por que soluções baseadas em mecanismos de mercado podem apresentar vantagens importantes no contexto agrícola. Quando diferentes produtores enfrentam custos distintos de adaptação ambiental, políticas uniformes frequentemente geram esforços de redução ineficientes do ponto de vista econômico. Em contraste, instrumentos de mercado permitem que produtores com menor custo de redução realizem esforços maiores, enquanto produtores com custos elevados podem ajustar-se de maneira mais flexível.

Essa lógica está no centro de mecanismos como permissões negociáveis de poluição e mercados de créditos ambientais. Em vez de determinar exatamente quanto cada produtor deve reduzir, tais instrumentos criam incentivos econômicos para que as reduções ocorram onde elas são menos custosas. O resultado potencial é a obtenção de metas ambientais a um custo agregado menor para a sociedade.

Embora instrumentos de mercado sejam frequentemente associados a mercados de carbono e à regulação industrial, seu uso no contexto agrícola vem ganhando atenção crescente (Ribaud et al., 2001; Shortle & Horan, 2001; Woodward & Kaiser, 2002). O avanço de tecnologias de monitoramento remoto, agricultura de precisão e rastreabilidade tem ampliado a possibilidade de aplicação desses mecanismos ao controle de externalidades associadas ao uso de fertilizantes. Ao mesmo tempo, a crescente pressão internacional por sustentabilidade ambiental nas cadeias agropecuárias cria incentivos adicionais para o desenvolvimento de soluções econômicas mais sofisticadas.

Nesse contexto, a microeconomia oferece ferramentas particularmente úteis para compreender o problema e pensar mecanismos eficientes de regulação ambiental. Conceitos como custos marginais, eficiência alocativa, heterogeneidade produtiva e incentivos descentralizados ajudam a explicar por que determinados instrumentos regulatórios podem gerar resultados superiores a alternativas uniformes de comando e controle.

Este capítulo discute o problema das externalidades associadas ao uso de fertilizantes na agricultura, com ênfase em soluções baseadas em instrumentos de mercado. O objetivo não é apresentar uma revisão abrangente de economia ambiental, mas utilizar ferramentas da teoria microeconômica para analisar como mecanismos descentralizados podem contribuir para reduzir impactos ambientais de maneira eficiente. Ao longo do capítulo, busca-se combinar intuição econômica, fundamentos teóricos e aplicações ao contexto agrícola brasileiro, enfatizando como políticas bem desenhadas podem conciliar produtividade e sustentabilidade ambiental.

1. Externalidades associadas ao uso de fertilizantes

O uso de fertilizantes ocupa posição central na agricultura moderna. Nutrientes como nitrogênio, fósforo e potássio desempenham papel fundamental no crescimento vegetal e foram decisivos para os expressivos aumentos de produtividade observados ao longo das últimas décadas. Em um contexto de crescente demanda global por alimentos, fertilizantes permitiram elevar a produção agrícola sem expansão proporcional da área cultivada, contribuindo para ganhos de eficiência econômica e segurança alimentar.

Do ponto de vista do produtor rural, fertilizantes representam um insumo produtivo capaz de aumentar a produtividade marginal da terra. Em geral, aplicações adicionais de nutrientes elevam a produção agrícola, especialmente em solos com baixa fertilidade natural. Em consequência, produtores possuem fortes incentivos econômicos para sua utilização, particularmente em culturas intensivas e voltadas ao mercado internacional.

Entretanto, o uso de fertilizantes também gera efeitos ambientais relevantes. Parte dos nutrientes aplicados não é absorvida pelas plantas e permanece no solo ou é transportada para o meio ambiente. O nitrogênio, por exemplo, pode infiltrar-se em lençóis freáticos na forma de nitrato ou alcançar rios e lagos por meio do escoamento superficial provocado pelas chuvas. O fósforo, por sua vez, está frequentemente associado a processos de eutrofização, caracterizados pela proliferação excessiva de algas em ambientes aquáticos.

Além dos impactos sobre recursos hídricos, fertilizantes nitrogenados contribuem para emissões atmosféricas associadas às mudanças climáticas. O óxido nitroso, liberado em processos biológicos relacionados ao ciclo do nitrogênio, possui elevado potencial de aquecimento global e representa uma importante fonte de emissões no setor agropecuário.

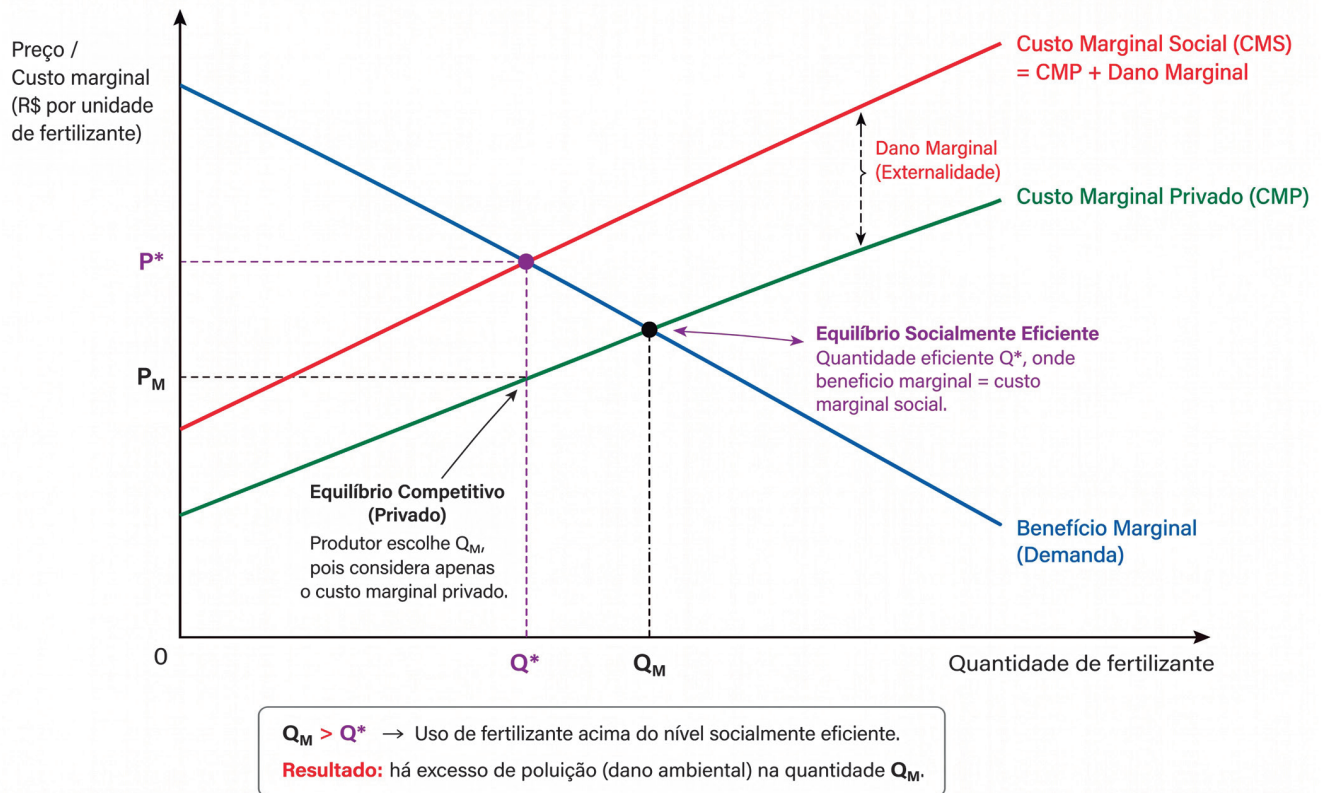
Esses impactos ambientais não implicam necessariamente que o uso de fertilizantes seja indesejável do ponto de vista social. Pelo contrário, fertilizantes geram benefícios econômicos e produtivos substanciais. O problema econômico surge porque os produtores tendem a considerar apenas parte dos custos associados à sua utilização. Em outras palavras, os benefícios privados do uso de fertilizantes são internalizados pelos produtores, enquanto parte dos custos ambientais é transferida para terceiros.

Essa é precisamente a lógica das externalidades negativas. Quando uma atividade econômica gera custos que não são plenamente refletidos nos preços de mercado, as decisões privadas deixam de coincidir com o nível socialmente eficiente de produção ou utilização de insumos. No caso dos fertilizantes, produtores escolhem sua intensidade de uso considerando preços, produtividade esperada e custos privados de aplicação, mas frequentemente ignoram os impactos ambientais associados à poluição difusa.

A distinção entre custo marginal privado e custo marginal social ajuda a formalizar essa intuição. O custo marginal privado corresponde ao custo adicional diretamente enfrentado pelo produtor ao utilizar uma unidade adicional de fertilizante. Já o custo marginal social incorpora também os danos ambientais gerados por essa utilização adicional. Quando há externalidades negativas, o custo marginal social excede o custo marginal privado.

Do ponto de vista econômico, isso implica que o equilíbrio competitivo tende a gerar uso excessivo de fertilizantes. Como produtores enfrentam apenas os custos privados associados à aplicação do insumo, a quantidade utilizada no equilíbrio de mercado tende a ser superior ao nível socialmente desejável. A figura a seguir ilustra essa ineficiência.

Externalidade Negativa no Uso de Fertilizantes



A intuição desse resultado é relativamente simples. Considere um produtor que decide aplicar uma unidade adicional de fertilizante. Se o ganho privado de produtividade exceder o custo privado do insumo, essa aplicação será economicamente racional do ponto de vista individual. Entretanto, caso essa unidade adicional também gere custos ambientais sobre terceiros, o ganho líquido para a sociedade pode ser inferior ao ganho percebido pelo produtor. O mercado, portanto, tende a estimular aplicações adicionais mesmo quando seus custos sociais superam seus benefícios sociais.

Embora essa lógica seja relativamente geral, sua aplicação à agricultura apresenta particularidades importantes. Em setores industriais, a poluição costuma estar concentrada em fontes específicas, como chaminés ou sistemas de despejo de resíduos. Isso facilita o monitoramento das emissões e a identificação dos agentes responsáveis pelos danos ambientais. Na agricultura, por outro lado, grande parte da poluição é difusa.

A poluição difusa decorre da soma de milhares de decisões individuais distribuídas espacialmente ao longo do território. Em muitos casos, não é possível identificar precisamente qual produtor foi responsável por determinado impacto ambiental. Além disso, a intensidade dos danos depende de fatores climáticos e geográficos que variam significativamente entre regiões.

Por exemplo, a mesma quantidade de fertilizante pode gerar impactos ambientais bastante distintos dependendo do tipo de solo, da inclinação do terreno, da intensidade das chuvas, da proximidade de corpos d'água e da tecnologia de manejo utilizada. Essa heterogeneidade é particularmente relevante do ponto de vista econômico. Diferentes produtores não apenas geram impactos ambientais distintos, mas também enfrentam custos diferentes para reduzir perdas de nutrientes ou adotar práticas mais sustentáveis.

Considere dois produtores agrícolas. O primeiro possui acesso à agricultura de precisão, sensores de aplicação e sistemas modernos de manejo do solo. O segundo utiliza técnicas tradicionais e possui menor capacidade tecnológica. Embora ambos utilizem fertilizantes, o custo de reduzir desperdícios ou minimizar impactos ambientais provavelmente será menor para o primeiro produtor.

Essa diferença de custos possui implicações importantes para o desenho de políticas ambientais. Instrumentos regulatórios uniformes frequentemente ignoram a heterogeneidade produtiva existente no setor agrícola. Uma política que imponha exatamente a mesma meta de redução para todos os produtores pode gerar custos excessivos para alguns agentes, enquanto outros seriam capazes de realizar reduções adicionais a baixo custo.

Do ponto de vista microeconômico, a heterogeneidade nos custos marginais de redução da poluição constitui um elemento central do problema. Alguns produtores conseguem reduzir impactos ambientais de maneira relativamente barata, enquanto outros enfrentam custos elevados de adaptação. Consequentemente, políticas eficientes devem levar em consideração não apenas o nível agregado de poluição, mas também a distribuição dos custos de abatimento entre produtores.

Essa lógica ajuda a compreender por que soluções puramente baseadas em comando e controle podem apresentar limitações importantes no contexto agrícola. Regulamentações uniformes tratam produtores heterogêneos como se enfrentassem as mesmas condições tecnológicas e econômicas. Como resultado, parte significativa dos custos de adaptação ambiental pode ser desnecessariamente elevada.

Ao mesmo tempo, avanços tecnológicos vêm alterando progressivamente as possibilidades de monitoramento e gestão ambiental na agricultura. Tecnologias de agricultura de precisão permitem aplicações mais eficientes de nutrientes, reduzindo desperdícios e melhorando o aproveitamento dos fertilizantes pelas plantas. Sensores remotos, imagens de satélite e sistemas digitais de rastreabilidade também ampliam a capacidade de monitorar práticas produtivas e impactos ambientais.

Essas transformações possuem implicações importantes para a política econômica. À medida que o monitoramento se torna menos custoso e mais preciso, aumentam as possibilidades de utilização de instrumentos econômicos mais sofisticados para lidar com externalidades agrícolas. Em particular, mecanismos baseados em incentivos de mercado tornam-se progressivamente mais viáveis em contextos anteriormente caracterizados por elevada dificuldade de mensuração.

No caso brasileiro, esse debate assume importância crescente diante da dimensão do agronegócio nacional e da relevância estratégica da sustentabilidade ambiental para inserção internacional do setor. A crescente pressão por rastreabilidade e produção sustentável tem ampliado o interesse por mecanismos capazes de compatibilizar competitividade agrícola e redução de impactos ambientais.

Nesse contexto, compreender a lógica econômica das externalidades associadas ao uso de fertilizantes constitui passo fundamental para analisar políticas ambientais mais eficientes. Como será discutido na próxima seção, a existência de heterogeneidade entre produtores abre espaço para soluções baseadas em mecanismos de mercado, capazes de descentralizar decisões de redução da poluição e minimizar os custos agregados de adaptação ambiental.

2. Soluções de mercado para externalidades agrícolas

A existência de externalidades associadas ao uso de fertilizantes cria espaço para políticas públicas voltadas à correção dessa falha de mercado. Do ponto de vista econômico, o objetivo dessas políticas consiste em aproximar os incentivos privados enfrentados pelos produtores dos custos sociais efetivamente gerados pela atividade agrícola. Em outras palavras, busca-se criar mecanismos que levem produtores a incorporar, ao menos parcialmente, os impactos ambientais associados às suas decisões de produção.

Historicamente, políticas ambientais foram frequentemente estruturadas em torno de mecanismos regulatórios diretos, geralmente conhecidos como políticas de “comando e controle”. No contexto agrícola, isso inclui limites máximos para utilização de determinados insumos, restrições territoriais, exigências técnicas de manejo e padrões obrigatórios de preservação ambiental.

Essas políticas possuem vantagens importantes. Em muitos casos, são relativamente simples de compreender e permitem respostas rápidas diante de problemas ambientais urgentes. Além disso, determinadas externalidades podem exigir restrições diretas, especialmente quando os danos ambientais possuem caráter irreversível ou quando há elevada incerteza sobre seus efeitos.

Entretanto, mecanismos de comando e controle frequentemente apresentam limitações importantes do ponto de vista econômico. Em geral, essas políticas tratam produtores heterogêneos de maneira uniforme, impondo regras semelhantes independentemente das diferenças tecnológicas, regionais ou produtivas existentes no setor agrícola. Como discutido na seção anterior, produtores enfrentam custos bastante distintos para reduzir impactos ambientais associados ao uso de fertilizantes.

Considere, por exemplo, uma política que determine que todos os produtores reduzam em 20% suas perdas de nutrientes. Alguns produtores podem atingir essa meta com relativa

facilidade, utilizando agricultura de precisão, manejo mais eficiente ou pequenas alterações no processo produtivo. Outros, entretanto, podem enfrentar custos significativamente maiores para alcançar a mesma redução.

Do ponto de vista econômico, esse tipo de política tende a gerar ineficiência. Parte dos esforços de redução é realizada por produtores para os quais o custo de adaptação é elevado, enquanto produtores capazes de reduzir impactos ambientais a baixo custo deixam de realizar reduções adicionais. O resultado é que a meta ambiental pode até ser atingida, mas a um custo agregado maior do que o necessário.

A microeconomia oferece uma maneira particularmente intuitiva de compreender esse problema por meio do conceito de custo marginal de abatimento. O custo marginal de abatimento representa o custo adicional necessário para reduzir uma unidade adicional de poluição. Em geral, esse custo aumenta à medida que o produtor realiza reduções mais intensas, refletindo a existência de custos marginais crescentes de adaptação ambiental. Mais importante, diferentes produtores possuem curvas de custo marginal de abatimento distintas. Alguns conseguem reduzir impactos ambientais de forma relativamente barata, enquanto outros enfrentam custos muito mais elevados. Essa heterogeneidade cria espaço para ganhos de eficiência associados à realocação dos esforços de redução entre produtores.

A ideia central das soluções baseadas em mercado é justamente explorar essa heterogeneidade de custos. Em vez de determinar exatamente quanto cada produtor deve reduzir, mecanismos de mercado criam incentivos para que as reduções ocorram onde elas são economicamente menos custosas.

Entre os instrumentos econômicos mais conhecidos estão os impostos ambientais, frequentemente associados à tradição pigouviana. Um imposto sobre fertilizantes ou sobre emissões associadas ao uso de nutrientes aumenta o custo privado da atividade poluidora, aproximando-o do custo social. Nesse caso, produtores passam a enfrentar incentivos econômicos para reduzir desperdícios, melhorar eficiência de aplicação ou adotar tecnologias menos poluentes.

Embora impostos ambientais possuam propriedades desejáveis do ponto de vista teórico, sua implementação prática no contexto agrícola enfrenta desafios importantes. Em particular, a mensuração precisa dos danos ambientais associados ao uso individual de fertilizantes é complexa, especialmente em situações de poluição difusa. Além disso, impostos uniformes podem continuar ignorando parte da heterogeneidade existente entre produtores.

Nesse contexto, permissões negociáveis de poluição - frequentemente conhecidas como sistemas de *cap-and-trade* - surgem como uma alternativa particularmente interessante. A lógica econômica desses mecanismos é relativamente simples. Em vez de impor uma meta uniforme de redução para cada produtor, o regulador define um limite agregado de poluição e distribui permissões negociáveis entre os agentes econômicos.

Cada permissão confere ao produtor o direito de emitir determinada quantidade de poluição ou utilizar determinado volume de insumos potencialmente poluentes. Após a distribuição inicial das permissões, produtores podem negociá-las livremente no mercado.

A principal implicação econômica desse sistema é que produtores passam a comparar dois custos distintos: o custo de reduzir sua própria poluição e o custo de comprar permissões adicionais no mercado. Produtores capazes de reduzir impactos ambientais a baixo custo possuem incentivos para realizar reduções adicionais e vender permissões excedentes. Em contraste, produtores com custos elevados de adaptação tendem a preferir comprar permissões em vez de realizar reduções muito custosas.

O resultado é uma realocação descentralizada dos esforços de redução da poluição. Em equilíbrio, produtores com menores custos marginais realizam maior parte do abatimento ambiental, enquanto produtores com custos elevados realizam reduções menores. Como consequência, a meta ambiental agregada é atingida ao menor custo possível para a sociedade.

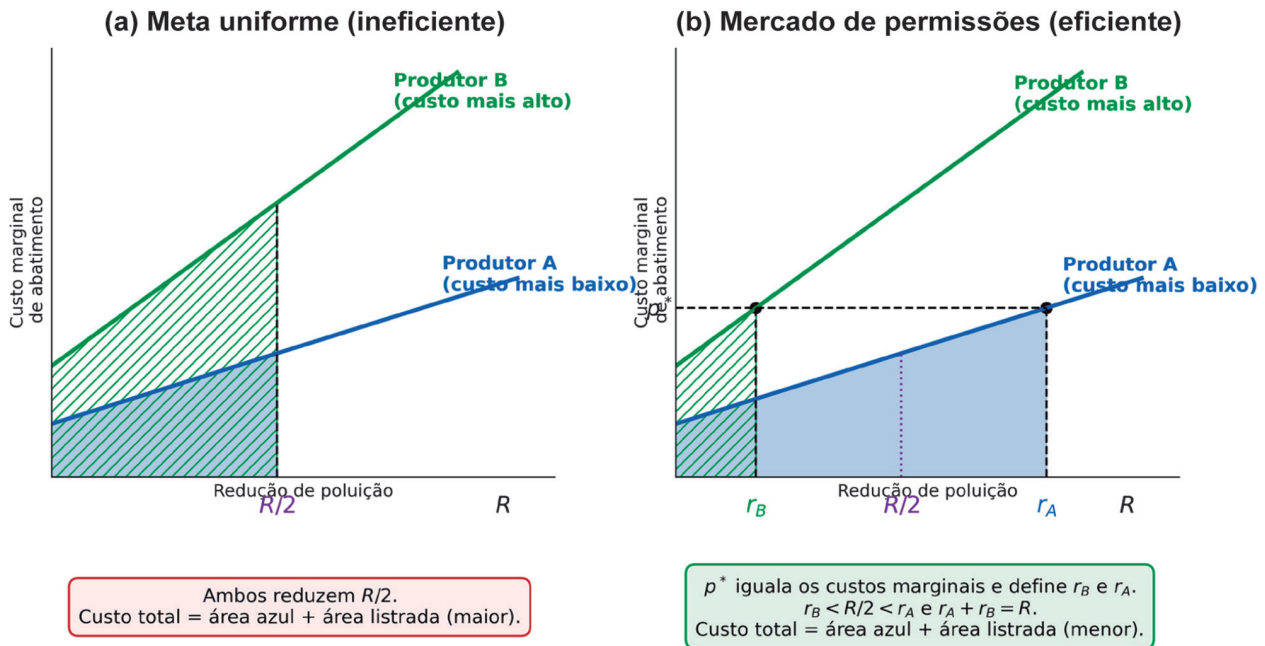
Do ponto de vista microeconômico, o mecanismo funciona porque o preço das permissões atua como um sinal econômico comum para todos os produtores. Cada agente escolhe seu nível ótimo de redução comparando seu custo marginal de abatimento ao preço de mercado do crédito ambiental. Em equilíbrio, os custos marginais de abatimento tendem a se igualar entre produtores, reproduzindo precisamente a condição associada à alocação eficiente.

Uma vantagem importante desses mecanismos é que eles descentralizam decisões de adaptação ambiental. O regulador não precisa conhecer detalhadamente os custos individuais enfrentados por cada produtor. Em vez disso, o próprio mercado coordena a distribuição eficiente dos esforços de redução.

Experiências internacionais ilustram essa lógica de maneira relativamente clara. Nos Estados Unidos, programas de *water quality trading* em bacias hidrográficas passaram a permitir que produtores agrícolas gerassem créditos ambientais associados à redução de perdas de nutrientes para rios e lagos. Em alguns desses programas, produtores capazes de reduzir poluição a baixo custo podem vender créditos para outros agentes econômicos que enfrentam custos mais elevados de adaptação ambiental. Embora esses mecanismos ainda enfrentem desafios relacionados à mensuração e monitoramento da poluição difusa, eles ilustram como instrumentos econômicos podem utilizar incentivos descentralizados para atingir metas ambientais a custos agregados menores (Woodward & Kaiser, 2002).

Essa lógica é particularmente relevante no contexto agrícola, marcado por elevada heterogeneidade produtiva e grande dispersão geográfica. Em muitos casos, seria extremamente difícil para o governo determinar precisamente quais produtores deveriam reduzir mais intensamente suas emissões ou perdas de nutrientes. Instrumentos de mercado permitem que essa informação seja revelada indiretamente por meio das decisões descentralizadas dos próprios agentes econômicos.

Heterogeneidade de custos e eficiência de mercado



A Figura acima ilustra a lógica econômica dos mercados de permissões negociáveis. No painel (a), uma política uniforme exige que ambos os produtores reduzam exatamente $R/2$. Embora a meta total de redução seja atingida, o custo agregado é elevado, pois parte do abatimento é realizada pelo produtor B, que possui custo marginal mais alto.

No painel (b), o mercado determina um preço de equilíbrio p^* , que iguala os custos marginais de abatimento dos dois produtores. Como o produtor A possui custos menores, ele realiza uma parcela maior da redução ($r_A > R/2$), enquanto o produtor B reduz menos ($r_B < R/2$). Ainda assim, a redução total permanece igual a R , isto é, $r_A + r_B = R$. Como uma parcela maior do abatimento é deslocada para o produtor de menor custo marginal, a soma das áreas sombreadas - representando o custo total de redução - torna-se menor no painel (b), gerando ganhos de eficiência econômica.

No caso específico dos fertilizantes, mercados de créditos podem assumir diferentes formatos. Uma possibilidade consiste na criação de créditos associados à redução de perdas de nutrientes em determinadas bacias hidrográficas. Produtores que adotem práticas capazes de reduzir escoamento superficial ou lixiviação poderiam gerar créditos ambientais negociáveis com outros agentes econômicos.

Outra possibilidade envolve integração entre políticas agrícolas e mercados de carbono. Técnicas de manejo mais eficiente de fertilizantes frequentemente reduzem simultaneamente emissões de gases de efeito estufa e perdas de nutrientes para o meio ambiente. Nesse contexto, instrumentos econômicos podem criar incentivos adicionais para adoção de tecnologias ambientalmente mais eficientes.

O avanço recente da agricultura de precisão amplia ainda mais o potencial desses mecanismos. Sistemas digitais de monitoramento, sensores remotos e tecnologias de aplicação localiza-

da tornam possível medir com maior precisão tanto o uso de fertilizantes quanto seus impactos ambientais. À medida que os custos de monitoramento diminuem, aumenta também a viabilidade econômica de instrumentos regulatórios mais sofisticados.

Apesar de suas vantagens teóricas, mercados de permissões negociáveis também enfrentam desafios importantes no contexto agrícola. A poluição difusa continua dificultando a mensuração precisa dos impactos ambientais individuais. Além

disso, flutuações climáticas, heterogeneidade regional e incertezas biológicas podem dificultar a definição precisa das relações entre uso de fertilizantes e danos ambientais.

Ainda assim, a lógica econômica desses mecanismos permanece particularmente relevante. Em contextos caracterizados por forte heterogeneidade de custos de adaptação ambiental, soluções baseadas em mercado possuem potencial significativo para reduzir o custo agregado das políticas ambientais. Mais do que simplesmente restringir a produção agrícola, esses instrumentos buscam criar incentivos para que produtores utilizem fertilizantes de maneira mais eficiente do ponto de vista social.

Em última instância, a principal contribuição da microeconomia nesse debate consiste em mostrar que o problema ambiental não depende apenas da quantidade agregada de poluição, mas também da forma como os esforços de redução são distribuídos entre agentes econômicos. Quando produtores enfrentam custos distintos de adaptação, mecanismos descentralizados podem gerar ganhos importantes de eficiência, conciliando objetivos ambientais e produtividade agrícola.

Quando produtores enfrentam custos distintos de adaptação, mecanismos descentralizados podem gerar ganhos importantes de eficiência, conciliando objetivos ambientais e produtividade agrícola.

3. Desafios e possibilidades para o caso brasileiro

A discussão sobre externalidades associadas ao uso de fertilizantes possui relevância particular no contexto brasileiro. O Brasil abriga um dos maiores setores agropecuários do mundo e desempenha papel central na oferta global de alimentos, fibras e biocombustíveis. Ao mesmo tempo, a crescente integração do agronegócio brasileiro aos mercados internacionais ampliou a importância de questões relacionadas à sustentabilidade ambiental, rastreabilidade e padrões de produção.

A escala da agricultura nacional e sua forte diversidade regional tornam o Brasil um ambiente particularmente relevante para o desenvolvimento de instrumentos econômicos voltados à redução de externalidades agrícolas. Diferenças de clima, solo, tecnologia e estrutura produtiva fazem com que os impactos ambientais associados ao uso de fertilizantes, bem como os custos de mitigação, variem substancialmente entre produtores e regiões.

Nesse contexto, mecanismos baseados em incentivos econômicos apresentam vantagens importantes em relação a políticas uniformes. Ao permitir maior flexibilidade nas decisões de adaptação ambiental, instrumentos de mercado podem acomodar diferenças tecnológicas e produtivas sem comprometer objetivos ambientais agregados.

Além disso, o próprio avanço tecnológico da agricultura brasileira amplia a viabilidade desses mecanismos. A crescente disseminação da agricultura de precisão, de sensores georreferenciados e de plataformas digitais de gestão agrícola vem reduzindo custos de monitoramento e permitindo aplicações mais eficientes de nutrientes. Em muitos casos, desperdícios de fertilizantes representam simultaneamente perda econômica para o produtor e dano ambiental para a sociedade, criando espaço para ganhos conjuntos de produtividade e sustentabilidade.

A crescente pressão internacional por rastreabilidade e produção sustentável também reforça esse movimento. Grandes compradores internacionais, instituições financeiras e cadeias globais de comercialização passaram a incorporar critérios ambientais de forma mais explícita em suas decisões de investimento e aquisição. Como consequência, práticas relacionadas ao uso eficiente de insumos e à redução de impactos ambientais vêm se tornando cada vez mais relevantes para competitividade e acesso a mercados.

Nesse cenário, instrumentos como mercados de créditos ambientais e programas de pagamento por serviços ambientais podem ganhar espaço progressivamente. Em determinadas bacias hidrográficas, por exemplo, produtores capazes de reduzir perdas de nutrientes poderiam gerar créditos negociáveis com outros agentes econômicos. Embora experiências desse tipo ainda sejam relativamente limitadas no Brasil, mecanismos semelhantes já vêm sendo utilizados em mercados de carbono e programas de compensação ambiental.

Naturalmente, desafios importantes permanecem. A natureza difusa da poluição agrícola dificulta a mensuração precisa dos impactos ambientais individuais, enquanto diferenças institucionais e regionais aumentam a complexidade de monitoramento e fiscalização. Ainda assim, o avanço tecnológico e a crescente sofisticação institucional do setor agropecuário ampliam progressivamente as possibilidades de utilização de instrumentos econômicos mais flexíveis e eficientes.

Mais do que simplesmente restringir o uso de fertilizantes, o desafio econômico consiste em criar incentivos para sua utilização socialmente eficiente. Nesse sentido, o caso brasileiro oferece um ambiente particularmente interessante para aplicação de soluções microeconômicas voltadas à conciliação entre produtividade agrícola e sustentabilidade ambiental.

4. Considerações finais

O uso de fertilizantes ocupa posição central na agricultura moderna e constitui um dos principais fatores responsáveis pelos ganhos de produtividade observados nas últimas décadas. No contexto brasileiro, fertilizantes desempenham papel particularmente importante diante da escala do agronegócio nacional e da crescente demanda global por alimentos. Ao mesmo tempo, sua utilização está associada a impactos ambientais relevantes, especialmente relacionados à poluição difusa de recursos hídricos e à emissão de gases de efeito estufa.

Do ponto de vista econômico, esses impactos representam um exemplo clássico de externalidade negativa. Produtores decidem quanto fertilizante utilizar com base em custos e benefícios privados, enquanto parte dos danos ambientais associados à atividade é transferida para terceiros. Como resultado, o equilíbrio de mercado tende a gerar utilização de fertilizantes superior ao nível socialmente eficiente.

Embora a existência de externalidades forneça justificativa para intervenção pública, a análise desenvolvida ao longo deste capítulo procurou enfatizar que o problema econômico relevante não consiste apenas em reduzir a quantidade agregada de poluição, mas também em compreender como os custos de adaptação ambiental estão distribuídos entre produtores. A agricultura caracteriza-se por elevada heterogeneidade tecnológica, produtiva e regional. Diferentes produtores enfrentam custos muito distintos para reduzir perdas de nutrientes e adotar práticas ambientalmente mais eficientes.

Essa heterogeneidade possui implicações importantes para o desenho de políticas públicas. Instrumentos regulatórios uniformes frequentemente impõem esforços semelhantes a produtores que enfrentam condições econômicas completamente distintas. Em consequência, metas ambientais podem ser atingidas a custos desnecessariamente elevados.

Nesse contexto, soluções baseadas em mecanismos de mercado apresentam vantagens importantes do ponto de vista microeconômico. Instrumentos como permissões negociáveis de poluição e mercados de créditos ambientais permitem que produtores com menores custos de adaptação realizem esforços maiores de redução, enquanto produtores com custos elevados ajustam-se de maneira mais flexível. O resultado é a descentralização das decisões de abatimento ambiental e a obtenção de metas agregadas a custos menores para a sociedade.

A principal contribuição da microeconomia para esse debate consiste justamente em mostrar como preços e incentivos podem coordenar decisões descentralizadas de maneira eficiente, mesmo em ambientes caracterizados por elevada heterogeneidade entre agentes econômicos. Em vez de exigir que o regulador conheça detalhadamente os custos individuais enfrentados por cada produtor, mecanismos de mercado utilizam o próprio sistema de preços para revelar informações dispersas e realocar esforços de redução de maneira eficiente.

No caso específico dos fertilizantes, esse argumento torna-se particularmente relevante porque grande parte da poluição agrícola é difusa e de difícil monitoramento. Em contextos

como esse, políticas excessivamente centralizadas podem enfrentar elevados custos de informação e implementação. Instrumentos econômicos mais flexíveis possuem potencial para reduzir parte dessas dificuldades, especialmente à medida que avanços tecnológicos ampliam a capacidade de monitoramento e rastreabilidade no setor agropecuário.

A crescente disseminação da agricultura de precisão, de sensores re-

motos e de sistemas digitais de gestão agrícola altera progressivamente as possibilidades de regulação ambiental no campo. Tecnologias capazes de medir aplicações de nutrientes com maior precisão reduzem desperdícios e ampliam a viabilidade de mecanismos econômicos mais sofisticados. Em muitos casos, ganhos privados de eficiência produtiva podem ser compatíveis com redução de impactos ambientais.

Além disso, a crescente pressão internacional por sustentabilidade ambiental nas cadeias agropecuárias cria incentivos adicionais para adoção de práticas mais eficientes no uso de fertilizantes. Questões relacionadas à rastreabilidade, emissões e preservação ambiental passaram a influenciar acesso a mercados, financiamento e competitividade internacional do agronegócio.

Naturalmente, instrumentos de mercado não eliminam todos os desafios associados às externalidades agrícolas. Problemas de mensuração, monitoramento, coordenação institucional e definição de direitos de propriedade continuam relevantes, especialmente em contextos caracterizados por forte heterogeneidade regional e elevada complexidade ambiental. Ainda assim, a lógica econômica desses mecanismos permanece poderosa: quando produtores enfrentam custos distintos de adaptação, permitir flexibilidade nas decisões de redução tende a gerar ganhos importantes de eficiência.

Mais do que simplesmente restringir o uso de fertilizantes, o desafio econômico consiste em criar incentivos para sua utilização socialmente eficiente. Nesse sentido, soluções baseadas em mecanismos de mercado não devem ser interpretadas como substitutos absolutos da regulação ambiental tradicional, mas como instrumentos capazes de complementar políticas públicas e reduzir os custos associados à transição para uma agricultura mais sustentável.

Em última instância, a discussão desenvolvida neste capítulo ilustra como ferramentas relativamente simples da teoria microeconômica podem contribuir para analisar problemas concretos enfrentados pela agricultura contemporânea. Ao enfatizar custos marginais, heterogeneidade produtiva e incentivos descentralizados, a microeconomia oferece não apenas um diagnóstico para o problema das externalidades associadas ao uso de fertilizantes, mas também

Mais do que simplesmente restringir o uso de fertilizantes, o desafio econômico consiste em criar incentivos para sua utilização socialmente eficiente.

um conjunto de instrumentos conceituais úteis para pensar políticas ambientais mais eficientes e compatíveis com a complexidade do setor agropecuário moderno.

Referências

- Mas-Colell, A., Whinston, M. D., & Green, J. R. (1995). *Microeconomic theory* (Vol. 1). New York: Oxford University Press.
- Ribaudo, M. O., Heimlich, R., Claassen, R., & Peters, M. (2001). Least-cost management of nonpoint source pollution: source reduction versus interception strategies for controlling nitrogen loss in the Mississippi Basin. *Ecological Economics*, 37(2), 183-197.
- Shortle, J. S., & Horan, R. D. (2001). The economics of nonpoint pollution control. *Journal of economic surveys*, 15(3), 255-289.
- Woodward, R. T., & Kaiser, R. A. (2002). Market structures for US water quality trading. *Applied Economic Perspectives and Policy*, 24(2), 366-383.

Capítulo 8

Caracterização dos compradores de créditos de carbono no mercado voluntário do Brasil

Davi Lago Ribeiro Sanches

Aluno, Departamento de Economia, Administração e Sociologia da Esalq/USP

Maria Paula Vieira Cicogna

Professora Doutora do Departamento de Economia, Administração e Sociologia da Esalq/USP

O processo produtivo e o modo de vida socialmente e culturalmente construídos ao longo do tempo, principalmente desde a revolução industrial, geram resíduos, poluição e desgastes do meio ambiente (externalidades negativas) não refletidos nos preços e custos das decisões de produção. A visão falha do processo produtivo baseado exclusivamente no fluxo de materiais extraídos da natureza, processados e transformados, e devolvidos na forma de resíduos, foi explicitada no clássico discurso de Kenneth Boulding (1966).

Dados os elevados níveis de poluição e de desgaste dos recursos naturais, em 1997 vários países assinaram o compromisso de redução de emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) no Protocolo de Kyoto, cujas metas para redução de emissões foram firmadas no Acordo de Paris em 2005, onde foram formadas as bases para o mercado de créditos de carbono por meio do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). Nos últimos anos, os esforços no sentido de conscientizar a sociedade sobre a necessidade de mudança se intensificaram e estão presentes em diversas diretrizes internacionais, a começar pelos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Organização das Nações Unidas (ONU), que traz explicitamente a importância do crescimento sustentável e da proteção ao meio ambiente em 4 dos 17 objetivos listados.

Dentre as alternativas existentes para controlar e reduzir a poluição, Perman et al. (2003) mencionam os instrumentos de incentivos econômicos baseados nos mercados, nos quais estão incluídos os créditos de carbono, que são créditos obtidos pelas empresas pela redução de emissões. O mercado voluntário de créditos de carbono (VCM, na sigla em inglês para *Voluntary Carbon Market*) consolidou-se, nas últimas duas décadas, como um dos principais mecanismos privados de financiamento climático. Seu surgimento decorre das limitações dos instrumentos formais instituídos sob o Protocolo de Kyoto, que não foram suficientes para induzir reduções substanciais de emissões globais. Em resposta a essas lacunas, empresas e organizações passaram a adotar esquemas voluntários para compensação de emissões e demonstrar engajamento ambiental, criando um sistema descentralizado, heterogêneo e em constante expansão (Miltenberger et al., 2021).

O mercado voluntário de créditos de carbono (VCM, na sigla em inglês para Voluntary Carbon Market) consolidou-se, nas últimas duas décadas, como um dos principais mecanismos privados de financiamento climático.

O fortalecimento de compromissos corporativos de sustentabilidade ampliou ainda mais o alcance do VCM. Conforme argumentam Spilker e Nugent (2023), a crescente sensibilidade pública em relação ao clima transformou a atuação ambiental das empresas em elemento central de legitimidade institu-

cional. Esse movimento ocorreu mesmo na ausência de diretrizes regulatórias convergentes, evidenciando que parte relevante da expansão do mercado foi impulsionada por fatores reputacionais e estratégicos.

Como mecanismo de financiamento, o VCM permitiu o desenvolvimento de uma gama diversificada de projetos de mitigação. O relatório “*Voluntary Carbon Markets*” (2022) destaca que iniciativas de conservação, reflorestamento, agricultura sustentável e energias renováveis foram beneficiadas pela estrutura flexível do mercado, que possibilitou a entrada de atores variados e a experimentação metodológica. Esse ambiente contribuiu, inclusive, para o avanço de processos de Monitoramento, Reporte e Verificação (MRV).

Outro aspecto importante na evolução do VCM é sua crescente interação com mercados regulatórios. Wang, Wang e Cui (2025) demonstram que a coexistência entre mercados voluntários e mandatórios gera efeitos de transbordamento, influenciando preços, disponibilidade de projetos e estratégias empresariais. Nesse contexto, ganha relevância o Artigo 6 do Acordo de Paris, que estabelece instrumentos de cooperação entre países para o cumprimento de suas metas climáticas. Esse artigo permite que resultados de redução de emissões obtidos em um país sejam transferidos e contabilizados por outro, desde que respeitadas regras internacionais de transparência e registro. O objetivo é aumentar a eficiência global na mitigação das emissões e incentivar o desenvolvimento de mercados de carbono e outras iniciativas de redução de emissões (Brasil, 2024).

Ao mesmo tempo, parte da literatura interpreta o VCM como uma “solução transitória” dentro da transição rumo a economias net-zero. Miltenberger et al. (2021) argumentam que, à medida que instrumentos regulatórios se fortalecem e exigências de mensuração se tornam mais rigorosas, mecanismos voluntários tendem a se integrar progressivamente a políticas climáticas formais, o que altera sua função e relevância no longo prazo.

Ainda com muitas lacunas a serem resolvidas e em meio a inseguranças jurídicas e regulatórias, o volume de créditos de carbono emitidos no mercado voluntário no Brasil passou de pouco mais de R\$ 3 milhões em 2009 para aproximadamente R\$ 45 milhões em 2021 (Vargas; Delazeri; Ferreira, 2022).

O incentivo para a emissão dos créditos por parte das empresas é o ganho financeiro pelo benefício gerado ao meio ambiente; em relação à demanda, há compradores interessados em compensar suas emissões ou nos retornos financeiros gerados pela diferença entre os preços de compra e venda.

Nesse contexto, pressões reputacionais sobre empresas tornaram-se mais significativas. Conforme discutem Spilker e Nugent (2023), organizações que utilizam créditos voluntários passaram a ser avaliadas não apenas pela adesão ao mercado, mas também pela coerência entre compensação, redução interna de emissões e transparência em suas estratégias climáticas. Isso elevou o peso da integridade dos créditos na tomada de decisão corporativa.

Há uma ampla heterogeneidade de agentes atuando no VCM. Segundo Ahonen et al. (2023), esse ambiente múltiplo combina racionalidades econômicas, reputacionais e institucionais, de modo que a decisão de participar do mercado é influenciada não apenas por atributos técnicos dos créditos, mas também por percepções, normas sociais e pressões competitivas. Assim, o comportamento dos participantes reflete a interação entre fatores internos às organizações e elementos externos do ambiente regulatório e social.

Pouco se sabe de forma sistematizada sobre o perfil dos compradores de créditos de carbono brasileiros: quais setores lideram as aquisições, quais estratégias predominam (aposentadoria para compensação *versus* negociação e revenda), e como suas decisões se relacionam com atributos específicos dos projetos, como metodologia de certificação, tipo de atividade ou região de implementação. A ausência de bases de dados estruturadas que integrem informações de preços, características dos projetos e identificação dos principais agentes limita análises mais robustas sobre a formação de preços e sobre o comportamento estratégico dos participantes.

O objetivo desse estudo é contribuir para caracterizar o lado da demanda dos créditos de carbono no Brasil, considerando os maiores compradores dos créditos de carbono emitidos pela empresa Verra. Foram analisadas as operações para aposentadoria dos créditos de carbono (ou seja, utilizados para compensação de emissões) entre 2012 e 2024, anos de elevado crescimento do mercado no Brasil e no mundo. Os compradores dos créditos de carbono foram caracterizados pelo país de origem, ano de compra, ano e motivo da aposentadoria, setor e tamanho dos ativos e das receitas. Pretende-se, dessa maneira, conhecer ao menos parte da formação desse mercado, que ainda possui muitos questionamentos sobre a falta de transparência das suas operações.

O conteúdo está organizado da seguinte maneira: na próxima seção está descrito o processo para emissão e negociação dos créditos de carbono no mercado voluntário brasileiro, com uma visão crítica em relação à falta de transparência e incertezas envolvidas no processo. Segue-se a metodologia para coleta e análise dos dados, sendo os resultados apresentados na seção seguinte. Por fim, uma seção de considerações finais.

1. Visão crítica do processo de emissão e negociação dos Créditos de Carbono no Mercado Voluntário Brasileiro

Os créditos de carbono são o instrumento financeiro mais promissor para o incentivo à internalização da geração de resíduos do processo produtivo, porém, a incerteza institucional e regulatória são os principais entraves para o desenvolvimento do mercado no Brasil, uma vez que o processo de emissão dos créditos de carbono no mercado voluntário ocorre em uma estrutura totalmente descentralizada e não regulada.

Essas limitações institucionais tornam-se particularmente relevantes, visto que o mercado voluntário de carbono no país ainda se caracteriza pela ausência de um arcabouço regulatório centralizado que estabeleça requisitos uniformes para a participação dos diferentes agentes e para a padronização das atividades realizadas nesse mercado. Nesse sentido, a literatura destaca que o mercado ainda carece de mecanismos regulatórios mais abrangentes que unifiquem critérios e ampliem a segurança institucional para os participantes desse mercado (Argas et al., 2021).

No Brasil, algumas tentativas foram feitas para regular e incentivar o mercado voluntário de créditos de carbono, sendo a mais recente o Decreto nº 11.075/2022. As bases do decreto foram estabelecidas na

Política Nacional de Mudança do Clima (PNMC), lei promulgada em 2009, além de outras iniciativas como o Programa Floresta+Carbono (2020) e a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais (Lei nº 14.119) de 2021.

Por meio do Decreto nº 11.075/2022, o governo federal estabeleceu procedimentos

No Brasil, algumas tentativas foram feitas para regular e incentivar o mercado voluntário de créditos de carbono, sendo a mais recente o Decreto nº 11.075/2022.

para a estruturação do mercado de redução de Gases de Efeito Estufa (GEE), limitando-se à definição dos critérios para criação de um mecanismo de gestão ambiental, sem definir metodologias, metas e prazos (BRASIL, 2022). Entretanto, o Decreto nº 11.075/2022 gerou ainda mais incerteza regulatória e tributária por trazer definições conflitantes com a visão da Comissão de Valores Mobiliários e com o Código Florestal brasileiro, no que concerne à classificação dos créditos de carbono enquanto ativos a serem contabilizados pelas empresas emissoras e demais investidores do mercado.

No processo de estruturação dos projetos para emissão dos créditos de carbono, não há diretrizes do governo quanto ao processo de certificação, o que abre espaço para arbitrariedades dos critérios utilizados. A autorregulação é ditada pelos padrões internacionais de emissão dos créditos sob liderança do setor privado, enquanto que a negociação nos mercados de balcão confere baixa transparência na divulgação de preços (Vargas; Delazeri; Ferreira, 2022).

A emissão dos créditos de carbono começa com o projeto, elaborado por uma empresa desenvolvedora em parceria com uma empresa certificadora, alinhado à metodologia desta segunda. As metodologias de certificação são definidas por padrões internacionais, não havendo regulação no Brasil para tal, tampouco para a certificação das emissões, o que afeta diretamente o preço final dos créditos por meio dos custos (CEBDS, 2016).

Em grande medida, a organização dos projetos ocorre a partir de padrões internacionais de certificação e de iniciativas privadas responsáveis pela validação e emissão de créditos. Os créditos são lançados em lotes anuais (safras) de acordo com o volume estimado para captação do carbono, registrados em uma instituição custodiante. A compra dos créditos de carbono pode ser feita por pessoas físicas ou jurídicas diretamente com as empresas desenvolvedoras, ou por meio de intermediários (*brokers*) no mercado de balcão.

A estrutura do mercado de emissões é caracterizada por um oligopólio com barreiras à entrada de novos participantes por meio da desvalorização dos créditos de carbono não emitidos pelas empresas certificadoras dominantes, o que aumenta os custos dos projetos e das certificações.

As empresas que desejam adquirir os créditos de carbono para compensação de emissões devem realizar um inventário de suas emissões para calcular o respectivo volume de créditos

de carbono que deve ser aposentado (retirado do mercado). Por outro lado, o crescimento acelerado do mercado de créditos de carbono estimulou a entrada de investidores que buscam retornos financeiros, os quais fomentam o mercado ao dar liquidez às transações. Contudo, o estímulo ao uso dos créditos de carbono como instrumentos de especulação e estratégias de arbitragem pode distorcer a função principal do mercado, ao passo que não há regulação sobre o método de estimação do inventário de emissões.

Os preços variam com o valor associado à qualidade do projeto, à safra e à relação entre oferta e demanda, e estão sujeitos à variação cambial, pois não existe mercado nacional para a comercialização dos créditos gerados internamente (Vargas; Delazeri; Ferreira, 2022).

A ausência de padronização metodológica consolidada gerou questionamentos sobre adicionalidade, permanência, risco de reversão e definição de linhas de base. Miltenberger et al. (2021) observam que inconsistências nesses elementos comprometeram a integridade ambiental de certos projetos, alimentando incertezas e afetando a credibilidade do mercado como um todo.

A transparência constitui ponto crítico recorrente. Chen et al. (2024) demonstram que persistem opacidades em diferentes etapas do processo, desde a verificação de projetos até a estrutura financeira das transações. A falta de clareza sobre critérios de certificação, remuneração de intermediários e rastreabilidade dos créditos amplia assimetrias de informação e dificulta a avaliação da integridade das reduções declaradas.

A estrutura de intermediação reforça essa complexidade. Chen et al. (2024) apontam que certificadoras, consultorias, plataformas e revendedores desempenham funções essenciais, mas atuam com graus variáveis de transparência e governança. A multiplicidade de intermediários pode elevar custos de transação, dificultar o rastreamento financeiro e gerar incentivos desalinhados entre os diferentes elos da cadeia.

Nos últimos anos, esforços de reforço institucional têm buscado enfrentar esses desafios. Organizações como ICVCM (*Integrity Council for the Voluntary Carbon Market*) e VCMI (*Voluntary Carbon Markets Integrity Initiative*) vêm desenvolvendo padrões de integridade com o objetivo de harmonizar metodologias, estabelecer critérios mínimos de qualidade e aumentar a confiabilidade das reduções certificadas. Para Miltenberger et al. (2021), esse processo de institucionalização representa uma etapa natural do amadurecimento do mercado e tende a reduzir a variabilidade técnica que marcou o VCM em sua fase inicial.

A incorporação de tecnologias emergentes também tem desempenhado papel relevante. Ferramentas de sensoriamento remoto, inteligência artificial e integração geoespacial vêm sendo aplicadas a novos modelos de MRV, permitindo maior precisão na mensuração de impactos ambientais. Miltenberger et al. (2021) sugerem que essas inovações contribuem para diminuir incertezas, fortalecer a confiabilidade dos dados e aprimorar a integridade dos créditos emitidos.

Os debates recentes sobre “*greenwashing*” reforçaram ainda mais a busca por rigor. Investigações jornalísticas e estudos independentes revelaram fragilidades metodológicas em alguns projetos, levando empresas a priorizar créditos de maior integridade e padrões mais exigentes de verificação

(Miltenberger et al., 2021). Esse ambiente de revisão crítica tem impulsionado melhorias estruturais e maior escrutínio por parte de compradores e reguladores.

Cabe, por fim, trazer a reflexão proposta por MacKenzie (2009) e por Gifford (2020), que, dentre outros autores, questionam a forma de transformar a captura de carbono em commodity negociada em qualquer parte do mundo. MacKenzie (2009) pontua que a comensurabilidade do carbono, ao tornar gases diferentes em iguais, faz com que seja possível a destruição de um gás em um local se transformar em algo comensurável com as emissões de um gás diferente em um local diferente, estabelecendo a comensurabilidade tanto do material biofísico quanto das práticas sociais, por meio da padronização, a qual é vital para o desenvolvimento da compensação de carbono.

Por sua vez, Gifford (2020) traz uma crítica sobre a forma como o mercado de créditos de carbono se estruturou ao afirmar que nas compensações de carbono florestal, a contabilidade de carbono é o ponto de tradução que encobre as redes sociais e de poder que constituem os projetos de conservação e desenvolvimento sustentável, as dependências de mercado, os esquemas de valoração e as relações neocoloniais - transformando as florestas em espaços técnicos de capital natural e de geração de carbono como mercadoria.

2. Metodologia

A presente pesquisa caracteriza-se como um estudo quantitativo aplicado, de natureza observacional e não experimental, de caráter empírico-descritivo, e consistiu na construção de uma base de dados sobre compradores de créditos de carbono no mercado voluntário, com foco em projetos brasileiros, conforme disponibilizado pela certificadora Verra referentes a todas as transações de créditos de carbono aposentados registrados na plataforma da empresa entre os anos de 2012 e 2024.

A Verra é atualmente a maior certificadora do mercado voluntário, representando aproximadamente 63% do mercado global (Sylvera, 2025) e certificou 75% do total de créditos de carbono dos projetos brasileiros em 2021 (Vargas; Delazeri; Ferreira, 2022), o que a torna fonte relevante para análise da dinâmica de aposentadoria de créditos. A base original continha 2.902.298 créditos transacionados no período analisado¹.

Com o objetivo de concentrar a análise nos agentes com maior relevância econômica, adotou-se como critério de refinamento dos dados a seleção dos 30 maiores compradores de cada ano, classificados pelo volume de créditos aposentados. Após a aplicação desse filtro, a base passou a conter 2.561.670 créditos, o que corresponde a aproximadamente 88,3% do volume total transacionado no período.

Definida a amostra preliminar, iniciou-se a etapa de coleta complementar de informações corporativas. Para cada empresa identificada, realizou-se a busca sistemática por dados que permitissem caracterizar em detalhes os compradores, tais como relatórios financeiros anuais, balanços patrimoniais,

¹Disponível em: <https://registry.verra.org/app/search/VCS>. Acesso em 12/06/2024. Os dados referentes a 2025 serão incorporados na base de dados do projeto no mês de março/2026.

relatórios de sustentabilidade, metas de neutralidade de carbono, políticas ambientais declaradas e outras variáveis de interesse. Terminada a fase de busca de detalhes financeiros dos compradores, foi possível estruturar integralmente informações corporativas para empresas responsáveis por 938.321 créditos, correspondendo a aproximadamente 36,6% do volume da base filtrada.

Após a obtenção das informações, procedeu-se ao tratamento e padronização dos dados. As variáveis monetárias foram convertidas para dólares americanos utilizando a taxa de câmbio correspondente ao último dia útil do ano de referência do balanço patrimonial. Não foi realizado ajuste inflacionário intertemporal, sendo os valores analisados em dólares correntes de cada ano.

A análise empírica concentrou-se em estatísticas descritivas com o objetivo de caracterizar o perfil dos compradores e identificar padrões de comportamento. Entretanto, infelizmente, a opacidade característica do mercado de balcão limita o acesso a informações completas sobre os preços de transações privadas.

3. Resultados

Diante dos trabalhos realizados com o banco de dados da Verra, foi possível extrair informações referentes a 57 empresas, responsáveis por quase 1 milhão de créditos de carbono aposentados - aproximadamente 30% do primeiro filtro de 30 maiores compradores. Entre os dados obtidos, destacam-se o faturamento, o ativo total, o motivo de aposentadoria dos créditos, a quantidade adquirida, o país de origem, o setor econômico de cada empresa e os anos de compra e aposentadoria dos créditos.

Com base nesse conjunto de informações, elaboraram-se as estatísticas que compõem a presente seção, as quais permitem visualizar de forma estruturada o comportamento das empresas participantes do mercado voluntário de carbono e suas principais características.

A Tabela 1 apresenta a distribuição das compras de créditos de carbono por país, considerando simultaneamente o número total de créditos adquiridos, o número de transações e a quantidade média de créditos de carbono por transação, para todos os anos da amostra. Os resultados evidenciam forte concentração em economias desenvolvidas, com exceção do Brasil e da República Dominicana, tanto em termos de frequência quanto de intensidade das aquisições.

A República Dominicana, que destoia do padrão observado, aparece na amostra em razão da atuação da marca Ron Barceló, produtora de rum que vem se destacando por sua estratégia de sustentabilidade. A empresa recebeu reconhecimento internacional por seu código de sustentabilidade RB360, classificado como “*Best in the World Sustainability Report*” pelo “*Hallbars Awards Best in the World 2022*”, o que sinaliza um posicionamento institucional alinhado a práticas ambientais estruturadas. Esse caso ilustra como fatores reputacionais e estratégias corporativas específicas podem explicar a participação de países que, do ponto de vista macroeconômico, não figuram entre as principais economias desenvolvidas (Ron Barceló, 2022).

De forma geral, os dados indicam que o mercado voluntário de créditos de carbono é fortemente dependente da demanda oriunda de economias avançadas, com algumas exceções, cujos compradores

realizam operações de maior escala. Essa configuração reforça a hipótese de que fatores institucionais, disponibilidade de capital e compromissos corporativos estruturados influenciam decisivamente o padrão de demanda, ao mesmo tempo em que revelam assimetrias relevantes na distribuição internacional das compras.

Tabela 1. Aquisição de Créditos de Carbono de Projetos Brasileiros por Países nos anos 2012-2024

País	Quantidade	Número de Transações	Quantidade Média
Estados Unidos	296.808	13	22.831,38
Itália	150.600	7	21.514,29
Japão	132.133	5	26.426,60
França	83.127	5	16.625,40
Brasil	80.047	5	16.009,40
Espanha	65.109	4	16.277,25
Países Baixos	50.000	3	16.666,67
Reino Unido	31.506	2	15.753,00
Canadá	20.000	2	10.000,00
Austrália	6.708	2	3.354,00
República Dominicana	6.000	1	6.000,00
Coreia do Sul	4.500	1	4.500,00
Áustria	4.334	1	4.334,00
Alemanha	2.267	1	2.267,00
Finlândia	2.000	1	2.000,00
Bélgica	1.199	1	1.199,00
Suíça	1.077	1	1.077,00
Noruega	706	1	706,00
Suécia	200	1	200,00

Fonte: Elaborado pelos autores a partir da base de dados Verra Registry

A Tabela 2 mostra a distribuição das compras por ano da amostra e também a quantidade de créditos de carbono que foram aposentados ao longo do período, lembrando que não é possível saber em qual ano o crédito aposentado foi comprado. Dentre os dados apresentados, cabe notar o elevado volume de créditos de carbono que foram comprados em 2021, bastante discrepante dos demais anos, com uma queda muito acentuada nos anos seguintes. Esse montante corresponde à maior parte da quantidade total negociada na amostra, confirmando que 2021 foi marcado não apenas por maior número de operações, mas também por aquisições de grande magnitude, com valor médio superior a 50.526 créditos por transação.

Esse comportamento é consistente com a dinâmica do mercado voluntário de carbono naquele período, que registrou forte expansão global e superou pela primeira vez a marca de US\$ 2 bilhões

em transações em 2021, impulsionado principalmente pelo aumento do número de empresas assumindo compromissos de neutralidade de carbono e ampliando a demanda por créditos de compensação (Capital Reset, 2021). Nos anos subsequentes, contudo, observa-se uma desaceleração no mercado, associada a fatores como maior cautela dos compradores, questionamentos sobre a integridade de alguns projetos e volatilidade nos preços dos créditos, elementos que contribuíram para a redução do ritmo de transações observada em anos mais recentes (Brarbo, 2024).

Os dados de aposentadoria por ano, entretanto, mostram tendência diferente: em 2021 o número de créditos aposentados cresceu quase 245% em relação ao ano anterior, mas a tendência de aumento no número de créditos aposentados se manteve pelos próximos anos, declinando em 2024.

Tabela 2. Compras e aposentadorias de Créditos de Carbono de projetos brasileiros por ano

Ano de Compra	Quantidade Comprada	Quantidade Média Comprada por Transação	Quantidade Aposentada
2012	0	0,00	0
2013	0	0,00	0
2014	2.143	535,75	906
2015	28.595	3.574,38	4.336
2016	9.223	1.844,60	9.355
2017	1.042	1.042	0
2018	41.794	5.224,25	14.061
2019	44.079	3.673,25	44.821
2020	0	0,00	45.250
2021	808.419	50.526,19	156.073
2022	0	0,00	234.778
2023	3.026	1.008,67	273.137
2024	0	0,00	155.604

Fonte: Elaborado pelos autores a partir da base de dados Verra Registry

Em conjunto, a análise temporal dos créditos de carbono comprados e aposentados sugere que o mercado voluntário de créditos de carbono tem passado por um processo de intensificação recente, caracterizado pelo aumento do tamanho médio das operações e pela maior concentração das compras em determinados países e agentes econômicos. Esse padrão reforça a interpretação de que a dinâmica do mercado tem sido impulsionada por compradores institucionais com elevada capacidade financeira e metas climáticas estruturadas.

De acordo com Picchi Alves, Armond e Nascimento (2009), a estrutura produtiva das economias modernas pode ser compreendida a partir de uma divisão setorial que distingue três grandes grupos de atividades. O setor primário corresponde às atividades voltadas à extração e ao aproveitamento direto

dos recursos naturais, constituindo a base material da produção econômica. O setor secundário refere-se ao conjunto de atividades industriais responsáveis por processar e transformar esses recursos em bens manufaturados. Por sua vez, o setor terciário abrange atividades imateriais, voltadas à circulação de mercadorias e à prestação de serviços, assumindo papel central na dinâmica econômica contemporânea.

A Tabela 3 apresenta a distribuição das compras de créditos de carbono por agrupamento de setor de atividade, considerando a quantidade total adquirida, a frequência de participação e a quantidade média por transação. Observa-se que o setor terciário lidera em número de operações, com 39 registros de compra, seguido pelo setor secundário, com 15, e pelo setor primário, com apenas 3 ocorrências. Essa predominância em termos de frequência sugere maior adesão formal de empresas de serviços a estratégias de compensação de emissões, possivelmente associada à maior exposição reputacional e à pressão de consumidores, investidores e parceiros comerciais por compromissos ambientais explícitos.

Entretanto, quando se observa a quantidade total adquirida, o padrão se altera significativamente. O setor secundário concentra 606.119 créditos, superando amplamente os demais setores, apesar de apresentar menor número de empresas participantes. Dentro desse conjunto, destaca-se de maneira expressiva o segmento de energia, responsável por 33,67% de todas as compras realizadas na amostra analisada. Empresas vinculadas a petróleo e gás, geração e transmissão de energia, gás e eletricidade e utilidades públicas figuram entre os maiores compradores individuais de créditos. Esse resultado indica que a demanda por créditos está fortemente associada a atividades com elevada intensidade de emissões, nas quais a compensação se torna instrumento relevante de gestão climática.

A quantidade média por transação reforça essa interpretação. O setor secundário apresenta média aproximada de 40.407 créditos por operação, valor substancialmente superior ao observado no setor primário (15.049) e no setor terciário (7.360). Esse padrão sugere que empresas industriais (especialmente aquelas do setor de energia) realizam aquisições concentradas e de grande porte, refletindo tanto sua escala operacional quanto a necessidade de neutralizar volumes expressivos de emissões. Em contraste, empresas do setor terciário tendem a efetuar compras mais fragmentadas e distribuídas ao longo do tempo. O setor primário, grandemente representado por atividades extrativistas e agropecuárias, por sua vez, mantém participação reduzida tanto em frequência quanto em volume, o que não reflete a necessidade de compensação do setor, particularmente em projetos vinculados ao uso da terra e criação de animais para abate.

Tabela 3. Aquisição de Créditos de Carbono de projetos brasileiros por grupos de setores de Atividade Econômica nos anos 2012-2024

Setor	Quantidade Comprada	Número de Transações	Quantidade Média
Primário	45.149	3	15.049,67
Secundário	606.119	15	40.407,93
Terciário	287.053	39	7.360,33

Fonte: Elaborado pelos autores a partir da base de dados Verra Registry

A quantidade total de créditos de carbono adquirida para compensação de emissões tem grande participação do setor de Energia, com pouco mais de 28% do total, sendo a empresa Japan Petroleum Exploration Co. a maior compradora do período, com 112.000 créditos de carbono aposentados, seguida pela empresa Civita Resources (que passou a chamar SM Energy Company após fusão ocorrida em 30 de janeiro de 2026), que aposentou 91.041 créditos de carbono. O segundo lugar ocupado pelo setor de Alimentos e Bebidas deve-se à empresa Luigi Lavazza S.p.A., que aposentou 150.451 créditos de carbono, sendo, inclusive, a empresa que teve a maior quantidade de créditos de carbono negociados da amostra.

Em terceiro lugar na compensação de carbono está o setor de Indústria e Manufatura, sendo que a maior aquisição de carbono do setor foi feita pela empresa brasileira Consentino, com a aquisição de 61.716 créditos de carbono no período, seguida pela empresa ServiceHouse, que adquiriu 50.000 créditos de carbono para aposentaria no período. Os dados estão na Tabela 4.

Tabela 4. Aquisição de Créditos de Carbono de projetos brasileiros por grupos de setores de Atividade Econômica nos anos 2012-2024

Setor	Quantidade de Créditos Aposentados	% total
Energia	265.052,00	28,20%
Alimentos e Bebidas	177.403,00	18,90%
Indústria e Manufatura	157.216,00	16,80%
Consultoria e Auditoria	75.604,00	8,10%
Transporte e Logística	62.654,00	6,70%
Serviços Financeiros	56.453,00	6,00%
Imobiliário e Construção	54.725,00	5,80%
Setor Público e Organizações Cooperativas	49.265,00	5,30%
Saúde e Farmacêutico	18.926,00	2,00%
Tecnologia e Telecomunicação	9.593,00	1,00%
Sustentabilidade e créditos de carbono	5.262,00	0,60%
Educação	4.542,00	0,50%
Turismo, Hotelaria e Eventos	1.453,00	0,20%
Agro e Pet Food	149,00	0,00%
Automotivo e Mobilidade	24,00	0,00%
Total	938.321,00	100,00%

Fonte: Elaborado pelos autores a partir da base de dados Verra Registry

O motivo da aposentadoria dos créditos de carbono é revelador sobre o direcionamento desses instrumentos financeiros. A análise da Tabela 5 evidencia forte concentração das transações nas categorias “Aposentadoria em nome de Pessoa ou Organização” e “Benefício Ambiental”, que juntas

respondem pela quase totalidade dos dados da amostra, tanto em relação ao número de transações, quanto pelo total de créditos aposentados. A primeira categoria registra 34 ocorrências e o total de 458.160 créditos, sendo o principal motivo de aposentadoria identificado na amostra. Esse resultado sugere que grande parte das organizações utiliza créditos de carbono para compensação direta de emissões ou para associar sua atuação institucional a estratégias de neutralização de carbono.

A categoria “Benefício Ambiental” aparece como o segundo principal motivo, com 14 ocorrências e o total de 445.496 créditos, valor muito próximo ao observado na categoria mais frequente. No entanto, a quantidade média por transação significativamente mais elevada (31.821,14 créditos por transação) indica que essas operações tendem a ocorrer em maior escala, possivelmente associadas a iniciativas voluntárias de apoio a projetos ambientais ou a estratégias corporativas mais amplas de sustentabilidade.

De forma geral, os resultados indicam que o mercado analisado é predominantemente orientado por motivações associadas à compensação direta de emissões e à construção de reputação ambiental, enquanto usos mais técnicos ou setoriais possuem participação limitada tanto em número de transações quanto no volume de créditos aposentados.

Tabela 5. Motivo de aposentadoria dos Créditos de Carbono negociados no Período 2012-2024

Motivo de Aposentadoria	Quantidade
Aposentadoria em nome de Pessoa ou Organização	458.160
Benefício Ambiental	445.496
Contabilização do Inventário Corporativo de Emissões	20.000
Imobiliário e Gestão de Propriedades	2.000
Outro	8.210
Não Especificado	4.455

Fonte: Elaborado pelos autores a partir da base de dados Verra Registry

A Tabela 6 apresenta as estatísticas descritivas dos indicadores financeiros das empresas compradoras de créditos de carbono presentes na amostra, considerando as variáveis de ativo total e faturamento. Os resultados evidenciam que os agentes participantes do mercado são empresas médias e grandes, com ativo total superior a US\$ 1,3 milhão, com maior predominância das grandes empresas. O ativo total varia de aproximadamente US\$ 1,37 milhão a US\$ 188,5 bilhões, enquanto o faturamento oscila entre cerca de US\$ 682 mil e US\$ 42,38 bilhões, revelando ampla dispersão nos valores observados e indicando a coexistência de empresas de diferentes portes entre os compradores de créditos de carbono.

A comparação entre média e mediana para ambas as variáveis sugere a presença de assimetria à direita nas distribuições. No caso do ativo total, a média, aproximadamente US\$ 11,03 bilhões, é substancialmente superior à mediana, cerca de US\$ 1,56 bilhão. De forma semelhante, para o faturamento, a média, aproximadamente US\$ 5,05 bilhões, também supera significativamente a mediana, cerca de US\$ 1,10 bilhão. Esse padrão indica que a presença de algumas empresas de grande porte exerce in-

fluência relevante sobre os valores médios da amostra. Além disso, os elevados desvios padrão, US\$ 32,79 bilhões para ativo total e US\$ 11,46 bilhões para faturamento, reforçam a existência de alta dispersão nos dados, evidenciando que o conjunto de compradores analisado inclui desde empresas relativamente menores até grandes corporações com elevada capacidade financeira.

Tabela 6. Estatísticas Descritivas do Ativo Total e do Faturamento dos 30 maiores compradores dos Créditos de Carbono por ano no período 2012-2024

Indicador	Ativo Total (US\$)	Faturamento (US\$)
Mínimo	US\$ 1.369.386,20	US\$ 682.729,41
Máximo	US\$ 188.548.000.000,00	US\$ 42.380.000.000,00
Mediana	US\$ 1.565.528.200,00	US\$ 1.099.000.000,00
Média	US\$ 11.029.843.634,20	US\$ 5.050.505.472,40
Desvio Padrão	US\$ 32.789.817.343,74	US\$ 11.455.343.934,37

Fonte: Elaborado pelos autores a partir da base de dados Verra Registry

Com o objetivo de caracterizar melhor os compradores, a amostra foi segmentada em percentis de 20 pontos percentuais de acordo com a distribuição do faturamento. Ao combinar os percentis de faturamento com a quantidade total de créditos aposentado por estratificação e o setor predominante, nota-se que a maior quantidade de créditos de carbono comprada no período para compensação de emissões está na faixa de faturamento de 60% a 80%, sendo que 44% dos créditos de carbono foram usados para compensação da empresa italiana Luigi Lavazza S.p.A. Na faixa de empresas com maior faturamento, a maior compensação de carbono por meio dos créditos negociados na Verra foi da empresa Japan Petroleum Exploration Co., com quase 62% de todos os créditos pertinentes a essa estratificação, com faturamento de US\$ 5,7 bi. Os dados estão na Tabela 7 e mostram que, embora haja setores com maior propensão a compensar emissões do que outros, a relação entre compensação de emissões e o tamanho do faturamento aponta para maiores compensações feitas por empresas de maior faturamento, entretanto, está muito mais relacionada à política ambiental da empresa.

Tabela 7. Estatísticas Descritivas do Ativo Total e do Faturamento dos 30 maiores compradores dos créditos de carbono por ano no período 2012-2024

Percentil da amostra	Faturamento Máximo (US\$)	Faturamento Médio (US\$)	Quantidade de Créditos Aposentados	Setor predominante
20%	119.022.374	44.812.811,19	100.349	Setor Público e Organizações Cooperativas
40%	1.023.141.420	406.841.746,69	151.968	Energia
60%	1.853.025.963	1.388.075.256,66	108.955	Indústria e Manufatura
80%	5.593.062.900	3.822.965.284,79	341.777	Alimentos e Bebidas
100%	42.380.000.000	21.449.029.979,07	191.744	Energia

Fonte: Elaborado pelos autores a partir da base de dados Verra Registry

No que se refere às metodologias dos projetos associados às transações analisadas, observou-se forte concentração em uma única tipologia. Considerando a base filtrada dos 30 maiores compradores por ano, 78,58% dos créditos adquiridos estavam vinculados à metodologia VM0007, classificada como *Agriculture, Forestry and Other Land Use* (AFOLU), enquanto 21,42% estavam associados à metodologia ACM0001, referente a projetos do setor de energia (*Energy Industries – Renewable/Non-renewable Sources*).

Entretanto, após a aplicação do filtro adicional que restringiu a amostra às empresas com informações corporativas completas e verificáveis, verificou-se alteração substancial na composição metodológica da base. A participação da metodologia VM0007 passou a representar 99,68% dos créditos analisados, enquanto a ACM0001 reduziu-se a 0,32%. Essa mudança indica que a consolidação da base com informações corporativas mais robustas resultou, na prática, em forte concentração em projetos de uso da terra e florestais.

Do ponto de vista metodológico, essa concentração possui implicações relevantes para a interpretação dos resultados. Primeiramente, a predominância da VM0007 sugere que a demanda observada entre os principais compradores está fortemente direcionada a projetos de natureza baseada em ativos ambientais (*Nature-based Solutions*), em detrimento de projetos de energia. Em segundo lugar, a elevada concentração pode limitar a comparabilidade entre diferentes tipologias de projeto, reduzindo a variabilidade técnica associada à metodologia de certificação dentro da amostra final.

Por outro lado, essa homogeneidade metodológica pode contribuir para maior consistência interna na análise de padrões de compra e, futuramente, na modelagem de preços, uma vez que parte da heterogeneidade associada às diferenças estruturais entre projetos de energia e projetos de uso da terra é mitigada.

No que se refere às metas corporativas de neutralidade climática (net-zero), observou-se que apenas um número reduzido de empresas da amostra disponibiliza políticas públicas claras e verificáveis com cronograma definido. Apenas nove empresas da amostra possuem metas explícitas de neutralidade de carbono divulgadas em relatórios institucionais ou documentos oficiais.

A partir dessas informações, foi calculada a distância temporal entre o ano da primeira compra de créditos de carbono de cada uma das empresas com metas explícitas de net-zero e o ano-meta estabelecido para atingimento do compromisso. O intervalo médio observado foi de 26 anos, indicando que, em média, as empresas iniciam sua estratégia de aquisição de créditos com horizonte temporal relativamente longo até o cumprimento de sua meta climática. Em termos ilustrativos, isso significa que uma empresa cuja primeira compra identificada ocorreu em 2024, por exemplo, estabeleceria sua meta de neutralidade para aproximadamente 2050.

Destaca-se, entretanto, o caso da empresa brasileira Americanas S.A., cuja primeira compra registrada na base ocorreu em 2021 e possui meta pública de neutralidade fixada para 2030. Esse intervalo de nove anos representa horizonte significativamente inferior à média observada, configurando um *outlier* na amostra.

Do ponto de vista analítico, esses resultados sugerem que a utilização de créditos de carbono, ao menos entre as empresas com metas publicamente declaradas, está majoritariamente inserida em estratégias de transição gradual rumo à neutralidade, frequentemente alinhadas ao horizonte de 2050. A elevada distância temporal média pode indicar que os créditos são utilizados como instrumento complementar dentro de planos de descarbonização de longo prazo, e não necessariamente como mecanismo imediato de neutralização integral das emissões.

Entretanto, deve-se reconhecer que o número reduzido de empresas com metas transparentes limita a qualidade das inferências. Além disso, a análise considera apenas a primeira compra identificada na base de dados, não sendo possível afirmar que tal compra representa o início efetivo da estratégia climática da empresa, podendo haver aquisições anteriores em outras certificadoras ou mercados.

Por fim, cabe destacar a participação das quatro empresas brasileiras da amostra, responsáveis pela compra de 14,8% do total de créditos da amostra. As empresas pertencem a setores diferentes e também possuem portes de faturamento diversos, entretanto, são empresas com elevada preocupação ambiental definidas em suas políticas e reportes de sustentabilidade, conforme pode ser visto na Tabela 8.

Tabela 8. Participação das empresas brasileiras na amostra

Empresa	Setor	Quantidade de Créditos Comprados	% total
Cosentino	Indústria e Manufatura	61.716	44,6%
CTEEP – COMPANHIA DE TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA PAULISTA	Energia	37.511	27,1%
Americanas S.A.	Alimentos e Bebidas	20.366	14,7%
Notre Dame Intermédica Saúde S.A	Saúde e Farmacêutico	18.926	13,7%
Total		138.519	100,0%

Fonte: Elaborado pelos autores a partir da base de dados Verra Registry

4. Considerações finais

As análises desenvolvidas ao longo deste trabalho permitem observar que o Mercado Voluntário de Carbono (MVC) apresenta um padrão de funcionamento fortemente influenciado por fatores econômicos, reputacionais e institucionais. Os dados foram extraídos da base de dados da empresa certificadora Verra Registry, que certificou 75% dos projetos brasileiros em 2021 e possui elevada relevância global no mercado de créditos de carbono, e consideram os créditos de carbono adquiridos com a finalidade de aposentadoria (compensação de emissão de carbono), negociados entre 2012 e 2024, emitidos pelos projetos de créditos de carbono desenvolvidos no Brasil.

Ao longo do tempo observou-se elevada concentração dos créditos de carbono comprados no ano de 2021, seguindo por queda considerável. Estudos apontam que os anos seguintes foram caracterizados por elevado descrédito no mercado de emissão de créditos de carbono causado, principalmente, por casos de *greenwashing* muito graves no Brasil e no mundo. Parte desse problema é gerado pela falta de transparência (inclusive e especialmente na divulgação de preços) e insegurança institucional do mercado, com a participação de muitos agentes intermediadores. Essas características do mercado voluntário de créditos de carbono agravam a assimetria de informação entre os agentes e elevam o risco dos investidores, limitando o desenvolvimento do mercado.

Os resultados indicam elevada participação na aquisição dos créditos de carbono brasileiros por países desenvolvidos (especialmente nos Estados Unidos, seguidos por Itália, Japão e França), sendo que compradores brasileiros ocupam a quinta posição. O setor secundário foi o maior responsável para negociação dos créditos de carbono no período, com destaque para os setores de Energia, Alimentos e Bebidas e Indústria e Manufatura.

Dentre os principais motivos de aquisição para a compra de créditos de carbono para aposentaria estão a “aposentadoria em nome de pessoa ou organização” e o “benefício ambiental”, ou seja, compensação de emissões. Ligado a esse principal motivo, a metodologia predominante na amostra é a VM007, classificada como *Agriculture, Forestry and Other Land Use* (AFOLU).

A caracterização financeira dos compradores dos créditos de carbono da amostra mostra que a aquisição para aposentadoria está relacionada com o tamanho da empresa, dado que empresas com os maiores níveis de faturamento estão entre as principais compradoras. Entretanto, a relação não é estreita e demonstra que as maiores aquisições foram feitas por empresas com elevado faturamento e com políticas ambientais bem definidas, como pode ser visto pela participação das empresas brasileiras da amostra.

Dessa maneira, nota-se que o mercado voluntário de créditos de carbono ainda tem muito espaço para se desenvolver, o que depende do fortalecimento institucional e do arcabouço regulatório para reduzir as assimetrias de informação entre emissores e compradores (investidores). O mercado ainda é bastante restrito a grandes empresas, na maior parte de países desenvolvidos, que já caminharam na definição mais clara de políticas ambientais, tanto por parte de seus governos, quanto das próprias empresas.

Pesquisas que tragam propostas para ampliar o acesso ao mercado de créditos de carbono a pequenos e médios produtores e que busquem soluções para aumentar a transparência do mercado podem ter contribuição relevante no desenvolvimento do mercado.

Referências

- Ahonen, H.-M., Cosolo, A., Rausch, S., & Tkacik, P. (2022). Governance of fragmented compliance and voluntary carbon markets under the Paris Agreement. *Politics and Governance*, 10(1), 235–245.
- Argas, D. B., Delazeri, L. M. M., & Ferreira, V. H. P. (2021). *Mercado voluntário de carbono: panorama e desafios no contexto brasileiro*. Fundação Getúlio Vargas – Escola de Economia de São Paulo.
- Boulding, K. (1966). The economics of the coming spaceship earth. In H. Jarrett (Ed.), *Environmental Quality in a Growing Economy* (pp. 3-14). Johns Hopkins University Press.
- Brasil. DECRETO Nº 11.075 DE 19 DE MAIO DE 2022. Estabelece os procedimentos para a elaboração dos Planos Setoriais de Mitigação das Mudanças Climáticas, institui o Sistema Nacional de Redução de Emissões de Gases de Efeito Estufa e altera o Decreto nº 11.003, de 21 de março de 2022. Disponível em: Base Legislação da Presidência da República - Decreto nº 11.075 de 19 de maio de 2022 (presidencia.gov.br). Acesso em 06 de junho de 2022.
- Brasil. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. (2024). *Artigo 6 do Acordo de Paris*. <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/mudanca-do-clima/artigo-6>

- Brarbo. (2024). *Queda no valor dos créditos de carbono: entenda o que está acontecendo no mercado*. <https://www.brarbo.com.br/queda-valor-creditos-carbono/>
- Capital Reset (2021). *Mercado voluntário de carbono bateu US\$ 2 bilhões em 2021*. <https://capitalreset.uol.com.br/carbono/creditos-de-carbono/mercado-voluntario-de-carbono-bateu-us-2-bi-em-2021/>
- CEBDS – Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (2016). *Precificação de Carbono: o que o setor empresarial precisa saber para se posicionar*. Disponível em: <https://cebds.org/publicacoes/precificacao-de-carbono-o-que-o-setor-empresarial-precisa-saber-para-se-posicionar/#.YzRdID3MIdU>. Acesso em: 10 jun. 2020.
- Chen, X., Li, R., Zhang, C., Song, Q., & Gao, Y. (2024). *Voluntary Carbon Offsets: An Empirical Market Study*.
- Furtado, M. F., Telles, M. F., & Campos, T. A. (2022). *Polêmica sobre créditos de carbono e sua natureza para fins tributários*. Consultor Jurídico, 26 de agosto de 2022. <https://www.conjur.com.br/2022-ago-26/opinio-creditos-carbono-natureza-tributaria>. Acesso em: 10 set. 2022.
- He, R., Luo, L., Shamsuddin, A., & Tang, Q. (2022). Corporate carbon accounting: A literature review of carbon accounting research from the Kyoto Protocol to the Paris Agreement. *Accounting and Finance*, 62(1), 261-298. <https://doi.org/10.1111/acfi.12789>
- Linnuenluecke, M. K., Birt, J., & Griffiths, A. (2015). The role of accounting in supporting adaptation to climate change. *Accounting and Finance*. <https://doi.org/10.1111/acfi.12120>
- Miltenberger, O., Jospe, C., & Pittman, J. (2021). The good is never perfect: Why the current flaws of voluntary carbon markets are services, not barriers to successful climate change action. *Frontiers in Climate*, 3.
- Ochar, R., Kalsie, A., & Deka, N. (2025). Voluntary Carbon Markets: Review, challenges and prospects under the Paris Agreement. *Journal of Cleaner Production*, 522, artigo 14626 1. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2025.146261>
- Perman, R., Ma, Y., McGilvray, J., & Common, M. (2003). *Natural Resource and Environmental Economics* (3ª ed.). Pearson Education Limited.
- Picchi Alves, T., Armond, G. H. de S., & Nascimento, C. R. H. (2009). O processo de terciarização da economia e seu impacto sobre o direito do trabalho: a experiência de Portugal. *Revista da Faculdade de Direito da Universidade de São Paulo*, 104, 641-661.
- Ron Barceló. (2022). Ron Barceló RB360: *The Best in the World Sustainability Report according to Hallbars Awards 2022*. <https://ronbarcelo.com/ron-barcelo-rb360-the-best-in-the-world-sustainability-report-according-to-hallbars-awards-2022/>
- Spilker, G., & Nugent, N. (2023). *Voluntary carbon market derivatives: Growth, innovation & usage*.
- Sylvera. (2025). *The state of carbon credits: the carbon market numbers you need to know heading into 2025*. <https://www.sylvera.com/pt-br/blog/the-state-of-carbon-credits-the-carbon-market-numbers-you-need-to-know-heading-into-2025>
- Trove Research. (2022). *Voluntary Carbon Markets*.

Vargas, D. B., Delazeri, L. M. M., & Ferreira, V. H. P. (2022). *O avanço do mercado voluntário de carbono no Brasil: desafios estruturais, técnicos e científicos*. Observatório de Bioeconomia – FGV/EESP. <https://eesp.fgv.br/centros/observatorios/bioeconomia>

Verra. *Verra Registry – Verified Carbon Standard (VCS)*. <https://registry.verra.org/app/search/VCS>. Acesso em: ago. 2024.

Wang, Y., Wang, B., & Cui, L. (2025). Voluntary or mandatory? Convergence and coexistence of “dual carbon” markets: A system dynamics analysis based on multi-agent evolutionary games. *Journal of Cleaner Production*, 530, artigo 146841. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2025.146841>

Capítulo 9

A modernização das finanças e do mercado de capitais no Brasil (1964-1985)

Pedro Carvalho de Mello

Professor Associado Sênior do Departamento de Economia, Administração e Sociologia da Esalq/USP

Em começos da década de 1960 o Brasil estava se modernizando na indústria e na vida urbana e cultural, mas se deparava com um sistema financeiro muito atrasado e com um mercado de capitais que era quase inexistente. Os setores de Finanças e Mercado de Capitais estavam se tornando um grande gargalo para a expansão da poupança e dos investimentos no País.

A partir de 1964 diversas reformas foram feitas, buscando criar os alicerces de um mercado mais ampliado de dívida pública e privada, de um mercado de capitais que desenvolvesse as bolsas de valores, de estruturas jurídicas e regulatórias que apoiassem o surgimento de empresas modernas e de instrumentos de capitalização, e de um sistema bancário mais eficiente e abrangente que pudesse atuar nas diversas partes do Brasil.

As instituições financeiras e do mercado de capitais foram evoluindo nas décadas seguintes, e se adaptando à estrutura de produção e de consumo, ou mesmo estimulando o próprio crescimento da economia. Esse artigo vai analisar alguns dos pontos econômicos principais desse desenvolvimento e aprofundar comentários sobre a essência econômica dessas instituições envolvidas na modernização.

Os seguintes temas serão analisados neste artigo:

Quadro Financeiro
Geral, Quarta
República

Mercados
monetário, de
crédito e de capitais

Instituições Financeiras
e Instrumentos
financeiros

Bolsas de
Valores

Mercado Primário e
Mercado Secundário
de Ações

Mercados a
Termo e Bolsas
de Mercadorias

Natureza
Econômica da
Empresa

Impacto do
desenvolvimento
financeiro sobre o
crescimento das empresas

Ciclo de Vida
das Empresas
e as Finanças

Banco do Brasil
e Banco Central

Comissão de Valores
Mobiliários

Papel Econômico e Social,
Governança e Arquitetura
Organizacional das
Empresas

1. Quadro financeiro geral, Quarta República (1964-1985)

A Quarta República (1964-1985), em termos políticos, começa com o regime militar de 1964, e encerra-se com a redemocratização em 1985. Segundo Mello, em termos econômicos, o período termina de fato com a recessão iniciada em 1981, após o País ter tido um crescimento econômico acelerado e transformador da estrutura de atividades econômicas durante as décadas de 50, 60 e 70¹.

A taxa de crescimento populacional baixou um pouco nesse período, para 2,6% ao ano, e a urbanização prosseguiu a passos rápidos, com a população residindo em cidades ultrapassando 50% do total e constituindo a maioria demográfica do País². A força de trabalho aumentou entre 1960 e 1970 de 32,7 milhões para 47,5 milhões. O PIB, em termos nominais, cresceu 477 vezes entre 1964 e 1980. Em termos reais, cresceu 8,0% ao ano. A taxa de formação bruta de capital variou, entre 19% e 24% do PIB. A desigualdade de renda manteve-se alta, mas não piorou no período³.

No comércio exterior, a grande mudança foi o aumento no peso dos produtos industrializados na pauta de exportações. O balanço de pagamentos já começou a sentir, em meados de 70, a pressão dos pagamentos de serviços da dívida externa, pressão esta que iria aumentar expressivamente nos anos seguintes, até redundar na equivocada medida da Moratória de 1987.

Um evento significativo, acontecidos em sequência, foram as crises do petróleo na década dos 1970, que produziram impactos de curto e longo prazo na economia brasileira e global. A crise petrolífera de 1973 teve início em outubro daquele ano quando os membros da OPAEP (Organização dos Países Árabes Exportadores de Petróleo) decretaram um forte embargo de exportações.

Até o fim do embargo, em março de 1974, o preço do petróleo subiu de US\$ 3 por barril para cerca de US\$ 12 no mundo inteiro. O embargo causou uma crise, chamada o “primeiro choque do petróleo”, que impactou significativamente a economia global. Foi seguida por outra crise em 1979, chamada de “segundo choque do petróleo”.

A presença, natureza e tamanho relativo dos instrumentos financeiros e instituições financeiras é que caracteriza a estrutura financeira de um país. Note que se trata de um quadro em permanente evolução, pois os países sofrem, em maior ou menor grau, mudanças estruturais ao longo do tempo, tanto em termos da sua estrutura financeira quanto na natureza de seu processo de desenvolvimento econômico.

O sistema financeiro mostrou grande transformação e progresso, a despeito da inflação em alta. Os preços aumentaram 270 vezes entre os fins de 1963 e de 1980, uma inflação até então desconhecida mesmo no Brasil.

¹Mello, Pedro Carvalho de. **Desenvolvimento dos Seguros e das Finanças no Brasil: 1985-2013**. Rio de Janeiro: Funenseg, Escola Nacional de Seguros, Outubro de 2014.

²As taxas de urbanização (População urbana como proporção da população total) foram: 1960 (45%); 1970 (56%); 1980 (66%) e em 1991 (74%).

³Mello, p. 65.

⁴Ibid, p.65.

⁵Ibid, p.65.

E foi apenas um prenúncio do que ocorreria de pior no restante da década e nos primeiros anos de 1990⁴. As crises do petróleo, de 1973 e 1979, marcaram um forte ponto de inflexão, conforme visto acima. Até então, a oferta de moeda era relativamente controlada, e a inflação ficava abaixo de 20% ao ano. A partir daí, foi subindo para patamares sucessivamente mais altos⁵. Os combates contra a inflação eram tentados, mas terminavam em fracasso. A oferta monetária subia sem parar. A moeda M1 caiu relativamente ao PIB, mas a velocidade renda aumentou⁶.

A mudança mais importante no desenvolvimento financeiro de um país é o aumento substancial do total dos ativos das instituições financeiras em comparação com a riqueza nacional (somatório dos valores de todos os ativos reais da economia num dado momento). Veja o Quadro 1.

Quadro 1. Balanço Nacional (1964, 1972, 1980)

ATIVOS	1964 (% PIB)	1972 (% PIB)	1980 (% PIB)
I - Ativo Tangível	4,04	3,40	3,92
a) Terra	1,39	1,05	1,24
b) Ativo Reprodutível	2,65	2,35	2,69
II - Ativo Financeiro	1,01	2,20	1,52
a) haveres contra instituições financeiras	0,35	0,72	0,71
b) títulos governamentais	0,00	0,07	0,06
c) ações	0,13	0,81	0,09
d) hipotecas	0,06	0,06	0,10
e) outros empréstimos	0,21	0,37	0,37
f) crédito comercial	0,18	0,18	0,17
III - Ativo Nacional	5,06	5,61	5,42
IV- Investimentos Externos	0,15	0,20	0,26
a) dívida governamental	0,01	0,14	0,20
b) investimentos privados diretos	0,14	0,06	0,06
V- Patrimônio Líquido Nacional	3,89	3,21	3,66

Fonte: Goldsmith, *Desenvolvimento Financeiro sob Um Século de Inflação*, pp.497-8

Essa mudança mais geral costuma ser acompanhada por mudanças na estrutura do setor financeiro. Com efeito, no âmbito das instituições financeiras também ocorrem mudanças, pois novos instrumentos financeiros são lançados, outros perdem importância, resultando em aumento ou diminuição na importância relativa dessas diversas instituições.

As instituições e os instrumentos financeiros mudaram mais significativamente do que no século precedente em sua estrutura, além de se diversificar. Segundo Raymond Goldsmith.

⁶M1 = moeda em poder do público (papel-moeda e moeda metálica) + depósitos à vista nos bancos comerciais. A velocidade renda da moeda é a frequência média com que uma unidade de moeda é usada como pagamento num determinado período do tempo.

“[resultando] na criação de uma superestrutura das instituições e instrumentos financeiros mais ampla com relação à grandeza da economia, e muito mais variada do que em quase todos os países sub-desenvolvidos, em parte como reação à sua restrição nas décadas anteriores, resultante da inflação e do limite de juros de 12%, estabelecido pela lei da usura”⁷.

O número de bancos comerciais continuou diminuindo, passando de 300 para 88 entre 1964 e 1980. Em paralelo, aumentou a concentração bancária, com os 40 maiores bancos tendo 4/5 do ativo de todos os bancos comerciais. Os bancos comerciais oficiais começaram a se diferenciar dos bancos privados, em termos de aumento na participação do passivo em moeda estrangeira⁸.

A inovação financeira mais importante foi a introdução de um esquema de indexação (de grande alcance e de grandes proporções) de haveres e obrigações. No começo, foram indexados apenas os títulos governamentais, mas gradualmente foi se espalhando para o restante da economia. Com o tempo, a correção monetária foi mudando de anual para mensal, e depois (para o setor financeiro), diária⁹.

Entre 1968 e 1971 o mercado de ações experimentou um grande boom, depois terminado em crise. Serviu para estimular uma grande reforma, nos anos seguintes, no mercado de capitais do país (principalmente com a promulgação da Lei das S.A. em 1964 e a criação da Comissão de Valores Mobiliários em 1976/78).

Houve significativa transferência de renda induzida pela inflação através do sistema financeiro, em que os segmentos mais pobres e mais desprotegidos foram os maiores perdedores.

2. Mercados monetário, de crédito e de capitais

Uma distinção fundamental é a que existe entre o mercado bancário e o mercado de capitais. No mercado bancário, os bancos agem como intermediários financeiros entre usos e fundos gerados na economia. A poupança vai para um banco (que emite um contrato/título financeiro), e do banco

O número de bancos comerciais continuou diminuindo, passando de 300 para 88 entre 1964 e 1980. Em paralelo, aumentou a concentração bancária, com os 40 maiores bancos tendo 4/5 do ativo de todos os bancos comerciais.

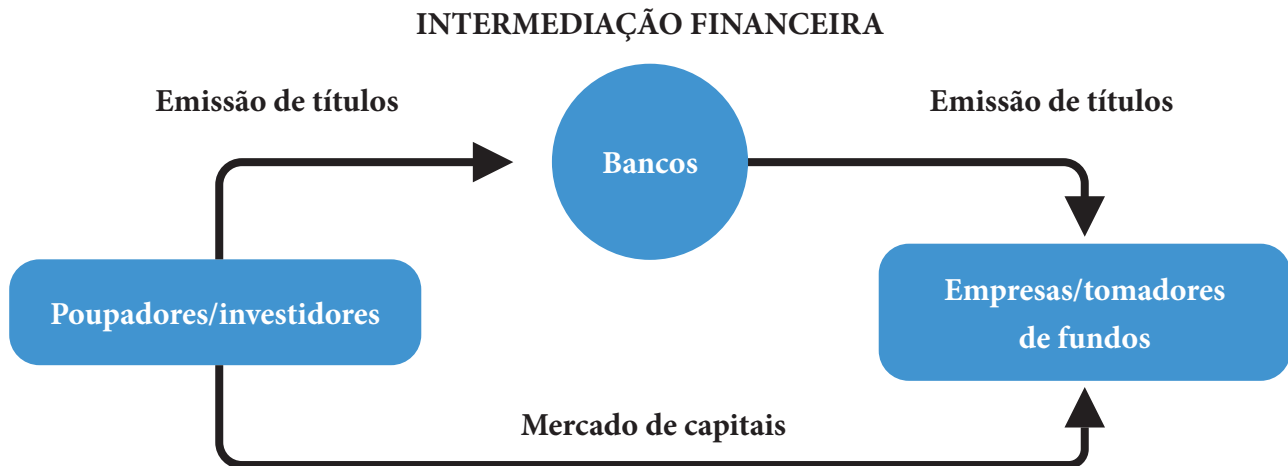
⁷Goldsmith, Raymond. **Brasil 1850-1984. Desenvolvimento Financeiro sob um Século de Inflação**, p.361.

⁸Mello, *ibid*, p.66.

⁹Mello, *ibid*, p.66.

vai para a empresa tomadora dos recursos (que também emite um contrato/título financeiro). Ou seja, o dinheiro não vai direto do poupador para a empresa.

No mercado de capitais, não existe intermediação financeira. Os recursos vão direto de um para o outro, a empresa recebe o dinheiro (capital) e o prestador de fundos (investidor) recebe as ações ou debêntures.



Os mercados de bancos e de capitais atuam de maneira complementar, pois oferecem soluções diferentes de combinação de risco, retorno, prazo e montante de capital entre os participantes.

As instituições representam restrições que modelam a interação social. Nos negócios e nas finanças, as instituições são, efetivamente, as regras do jogo para que se persigam oportunidades, servindo, pois, para definir o espectro de possibilidades abertas aos empreendedores.

Seu valor está na capacidade de reduzir a incerteza e promover a estabilidade econômica. Elas podem ser formais, como no caso de contratos de dívida de longo prazo, ou informais, como no caso das normas de comportamento que guiam os negócios nos mercados financeiros.

As organizações são grupos unificados com o objetivo de perseguir objetivos comuns, e operam dentro de quadros sociais que são ordenados por constructos institucionais. Historicamente, organizações tais como corporações e sociedades anônimas têm sido os veículos sociais primários para a exploração de oportunidades econômicas.

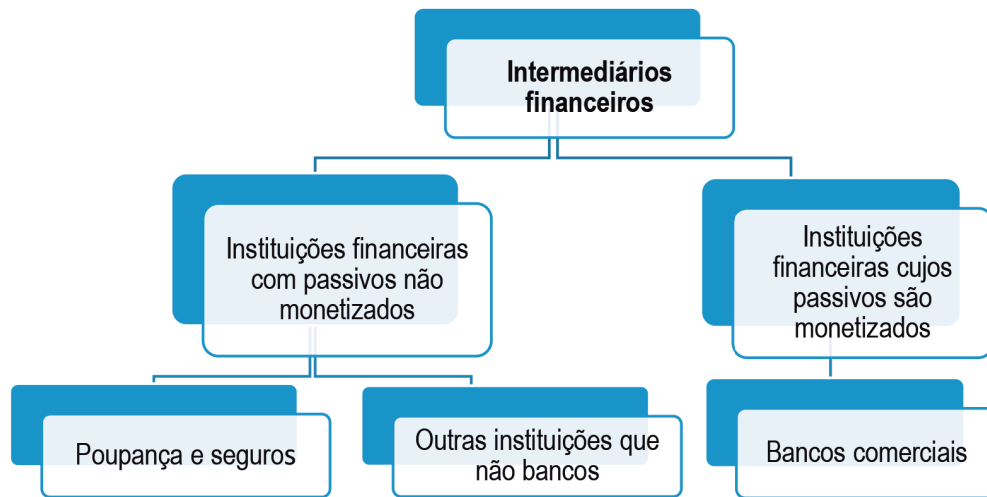
3. Instituições financeiras e instrumentos financeiros

A intermediação financeira é feita por dois tipos de instituições financeiras:

instituições financeiras cujos passivos são monetizados no sentido de liquidez, ou seja, são usualmente moeda e depósitos à vista

instituições financeiras cujos passivos não são monetizados

OS INTERMEDIÁRIOS FINANCEIROS



As instituições financeiras se caracterizam pelo fato que os instrumentos financeiros constituem de modo habitual – e não circunstancial – seus principais ativos, e suas atividades estão principalmente concentradas – e sua renda é gerada – por via de transações com instrumentos financeiros.

As instituições financeiras que não emitem moeda diferem bastante em sua natureza, tipo de ativos e passivos e atividades correntes. Pode-se, portanto, subdividi-las em três tipos principais: a) instituições de poupança; b) organizações de seguros; e c) outras instituições financeiras (que não bancos comerciais).

As instituições de poupança abrangem as instituições financeiras cuja maior parte de passivos são depósitos de curto ou médio prazo, os quais são utilizados para empréstimos de longo prazo ou investidos em títulos de dívida de longo prazo com juros predeterminados. As organizações de seguros se caracterizam pelo fato de que suas atividades financeiras são incidentais para sua principal função operacional, a provisão dos fundos, no caso de contingências especificadas, que geralmente irão ocorrer no futuro.

O terceiro tipo é heterogêneo e residual, de propriedade privada ou governamental, incluindo, entre outros, companhias de finanças, bancos hipotecários, bancos de desenvolvimento, bancos de investimento, bancos de gestão de ativos, corretoras de ações e companhias de *factoring*.

4. Mercado de Capitais e Bolsas de Valores

A bolsa de valores é fundamental para servir de fulcro a um mercado que une corretoras, distribuidoras, bancos de investimento, analistas financeiros, imprensa especializada, investidores institucionais e pessoas físicas, a fim de examinar os prospectos futuros de lucratividade e de “valor real de opção” (potencial de ganhos de capital) da empresa presente nas negociações.

Na prática moderna do mercado de capitais, no entanto, observa-se que as empresas recorrem mais, para financiar seus planos de expansão, ao uso de recursos próprios (lucros retidos) e empréstimos bancários. Utilizam relativamente menos os mecanismos do mercado de capitais. A desvantagem do uso mais intenso de empréstimos bancários é “alavancar” demasiadamente o endividamento da empresa, dificultando novos empréstimos e impondo crescentes taxas de juros às empresas.

A bolsa de valores é também o “olhar da sociedade” sobre os gestores da empresa, servindo para que as “partes interessadas” acompanhem seu desempenho, e para que possa haver uma efetiva governança corporativa. A transparência das informações e dos preços, possibilitada pelas cotações resultantes das negociações entre compradores e vendedores na bolsa, e permite ao governo, por meio da Comissão de Valores Mobiliários, acompanhar de perto o mercado e exercer uma regulação mais efetiva.

A história das bolsas de valores é fascinante. O moderno mercado de capitais deu seus primeiros passos na Holanda, com as operações da Bolsa de Amsterdam no século XVII. No século XIX começou a formação do mercado de capitais no Brasil, com a Bolsa de Valores do Rio de Janeiro, e suas operações conjuntas com a London Stock Exchange para financiar obras de infraestrutura.

Com o debacle criado pela Crise do Encilhamento, o mercado de ações sofre um grande retrocesso e praticamente as bolsas (do Rio de Janeiro e de São Paulo) passam a se especializar e concentrar suas atividades na negociação de títulos da dívida pública, com corretores pessoas físicas organizados como empresas familiares.

Atualmente, o Brasil possui uma única bolsa de valores, a B3, que também negocia instrumentos de crédito e derivativos (futuros, opções etc.). É curioso, no entanto, saber que nem sempre foi assim. Quando começa a Quarta República (1964-1985), tínhamos mais de 400 bancos comerciais, e 27 bolsas de valores. Dentre essas, as bolsas do Rio de Janeiro, Bahia, Paraná e até mesmo em Santos¹⁰. Com efeito, existiam diferentes bolsas em diversos Estados, cerca de uma bolsa de valores por Estado. Elas eram controladas pelas respectivas secretarias Estaduais de Finanças e eram entidades oficiais corporativas.

A partir de 1965 a economia brasileira começa a crescer de forma acelerada, e em meados de 1970 a Bolsa de Valores do Rio de Janeiro (BVRJ) passa por um boom. Chegou-se a enaltecer a bolsa como sendo uma das três maiores do mundo. Mas na verdade era um “gigante” com pés de barro! O crash da bolsa, em junho de 1971, foi o estouro de uma “bolha”. Serviu como um grande sinal de alerta, mostrando que o mercado de capitais estava despreparado para um processo de modernidade.

Os principais contornos da Crise foram:

¹⁰A Bolsa de Santos era a antiga bolsa oficial do café, que chegou a ser a maior do mundo em negócios daquele que era o principal produto agrícola brasileiro.

- Nos meses anteriores, se observava uma “bolha especulativa”;
- Estava ocorrendo uma grande alta nas bolsas de valores brasileiras como um todo, principalmente na Bolsa de Valores do Rio de Janeiro (BVRJ). Algumas ações chegaram a registrar altas de 400%!
- Entre julho de 1971 e julho de 1972, o índice da bolsa brasileira ainda era o da Bolsa do Rio e se desvalorizou em 54,79%;
- Muitos investidores foram progressivamente percebendo que muitas dessas ações estavam sobrevalorizadas, valendo muito mais do que sugeriria o real valor das empresas;
- A queda não foi aguda, os negócios foram minguando. Foi, em verdade, uma crise de liquidez. Os preços foram caindo lentamente até 1973;
- A bolsa entra em colapso ao redor de 1973, e é feito um diagnóstico profundo das causas do fracasso, que irá estimular medidas concretas de mitigação nos anos a seguir;
- Os pequenos investidores pessoas físicas experimentaram uma grande decepção, e durante os anos restantes da Quarta República se afastaram quase que totalmente do investimento em ações.

A partir daí, diversas políticas e ações foram tomadas e executadas:

- Medidas educativas, para orientar os investidores. O Instituto Brasileiro de Mercado de Capitais (IBMEC) foi uma organização brasileira sem fins lucrativos criada no Rio de Janeiro em maio de 1970, pela BVRJ;
- A BVRJ aperfeiçoou seus mecanismos de atuação e proteção para interromper desvalorizações desenfreadas;
- A criação do BNDES Participações S.A. (BNDESPar) em 1982. É uma sociedade por ações com registro de companhia aberta perante a Comissão de Valores Mobiliários (CVM), sendo o principal instrumento do governo federal para os financiamentos de longo prazo, com ênfase no estímulo à iniciativa privada nacional;
- Governo Brasileiro atuou fortemente para modernizar o processo de ingresso de empresas no mercado de ações, e para criar uma estrutura de regulação e fiscalização no mercado.

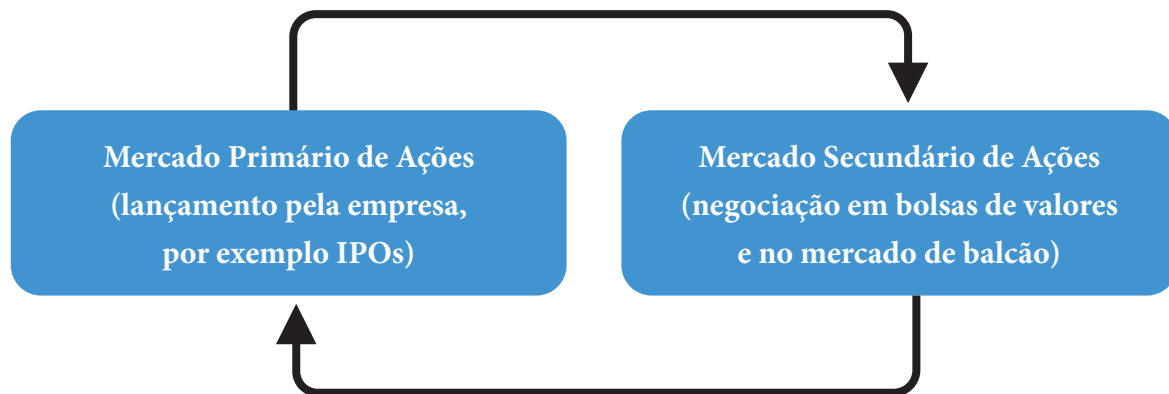
Após o crash da bolha especulativa brasileira de 1971, a BVRJ foi pouco a pouco perdendo terreno para a Bolsa de Valores de São Paulo (BVSP) em termos da participação no desenvolvimento do Mercado de Capitais. Em 1989, com a crise protagonizada por Naji Nahas¹¹, a BVRJ perdeu definitivamente espaço para a Bovespa, que passou a ocupar o status de maior bolsa do Brasil e da América Latina¹².

¹¹Naji Nahas foi um atuante investidor e especulador nas bolsas brasileiras nas décadas de 1970 e 1980.

¹²As bolsas brasileiras se unificaram, para o nascimento da B3. Em 2000 as duas maiores bolsas brasileiras, a Bovespa e a BVRJ trataram de iniciar a unificação das outras bolsas ativas no Brasil: Bolsa de Minas, Espírito Santo e Brasília; Bolsa do Extremo Sul; Bolsa de Santos; Bolsa da Bahia, Sergipe e Alagoas; Bolsa de Pernambuco e da Paraíba; Bolsa do Paraná; e a Bolsa Regional. Ficou acertado que a partir daí as ações seriam todas negociadas na Bovespa. Com a bolsa do Rio ficariam apenas os títulos públicos negociados eletronicamente.

5. Mercados primário e secundário

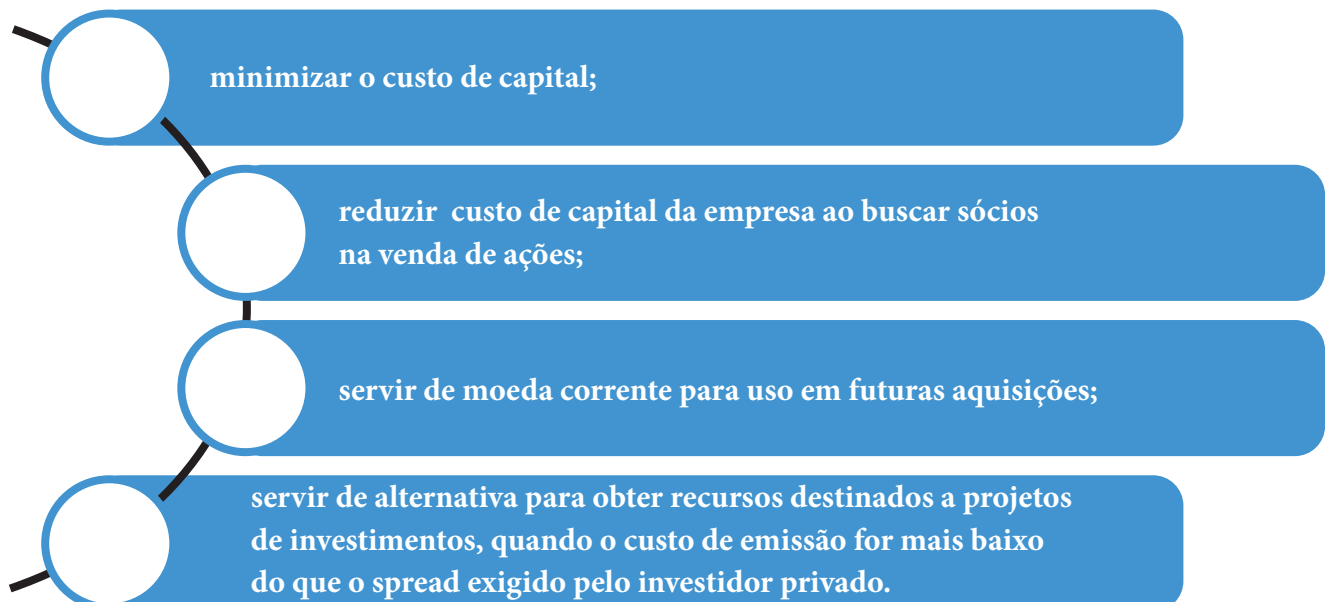
É importante fazer uma distinção entre dois segmentos do mercado de capitais: mercado primário e mercado secundário, assim como discutir qual a efetiva importância de ambos para o financiamento das empresas.



O mercado primário é aquele em que, efetivamente, a empresa arrecada, junto ao público, os fundos necessários para seu investimento. O mercado primário une os compradores das debêntures e/ou ações com as empresas emissoras. O dinheiro que circula nesse mercado vai diretamente para as empresas. O IPO (*Initial Public Offering*) é o passo inicial para a empresa participar do mercado de capitais, no sentido de captar recursos.

À medida que as empresas crescem e necessitam de capital para se desenvolver, podem decidir ampliá-lo por meio de uma oferta pública inicial de ações (IPO).

Entre as razões apontadas para o interesse das empresas, ressaltam-se as seguintes:



O mercado secundário, no qual prepondera a bolsa de valores, tem como principal função negociar títulos emitidos no passado. É um mercado de trocas. Os recursos que circulam nas bolsas não vão diretamente para as empresas. Entretanto, a presença das ações da empresa nos pregões de negociação das bolsas lhe traz, indiretamente, outros benefícios.

- O mercado secundário é muito importante para ampliar as vendas de futuros lançamentos de valores mobiliários (follow-on) de emissão das empresas. Sempre existe um risco associado à compra de ações de uma empresa, mas esse risco é diminuído, na avaliação dos potenciais compradores, por terem acesso aos diversos parâmetros de desempenho econômico e financeiro das empresas, revelados e transmitidos pelas informações geradas em bolsa.
- O mercado secundário estabelece o valor das empresas, e é muito dinâmico para balizar uma precificação que muda diariamente, às vezes no mesmo dia de negociação. O movimento diário de preços de ações negociadas nas bolsas serve para revelar o clima de confiança na economia, e as expectativas sobre o desempenho futuro dos negócios no país.

As principais instituições do mercado secundário são o *mercado de balcão* e a *bolsa de valores*.

mercado de balcão (“over the counter market”) é mais informal, movido por instituições e grandes investidores

***bolsa de valores* é o mercado mais organizado e tradicional, com alto grau de transparência e facilidade de acesso para o público**

Algumas empresas emitem ações e debêntures no mercado exterior. Atualmente, os fundos de pensão, as seguradoras e outros investidores institucionais são muito importantes para aportar recursos de longo prazo para as empresas.

6. Mercados a Termo e Bolsas de Mercadorias e Derivativos

O termo derivativos tornou-se muito popular nos últimos tempos. É usado, muitas vezes, como sinônimo de futuros. Na verdade, seu conceito é mais amplo. Abarca produtos que nem existiam há alguns anos. A expressão “derivativos” é usada como um termo “guarda-chuvas”, pois arrola uma família de mercados, incluindo futuros, opções, swaps e diversos outros instrumentos negociados em bolsa ou fora de bolsa (no mercado de balcão). Em comum a esses mercados, o atributo de que seu valor depende do valor do ativo subjacente. Por exemplo, o valor do ouro-1.000g futuro depende do valor do ouro-1.000g no mercado à vista.

A literatura mundial costuma apontar a negociação de futuros de arroz no século XVIII em Osaka, Japão, como sendo a primeira grande experiência com mercados futuros. Talvez mais importante tenha sido a experiência feita um século antes em Amsterdam, onde existia uma ativa bolsa negociando futuros e opções.

Os modernos mercados de derivativos foram criados em meados do século XIX com os contratos de milho em Chicago e de algodão em Nova York. Hoje em dia, a negociação de contratos futuros e de opções é uma atividade líder do setor financeiro em vários países, com contratos negociados em commodities (alimentos, grãos, café, açúcar, álcool, petróleo, minerais e outros), moedas, índices e instrumentos financeiros. Desde cedo foram criados mecanismos institucionais para lidar com a volatilidade dos preços.

Os modernos mercados de derivativos foram criados em meados do século XIX com os contratos de milho em Chicago e de algodão em Nova York.

Por que existe essa volatilidade? Basicamente porque os preços são determinados por forças de oferta e demanda, e essas forças estão sempre se alterando. Por exemplo, na época da Quarta República, as duas crises do petróleo (1973 e 1979) e a crise da dívida externa (1982 a 1989) provocaram grandes mudanças estruturais de mercados e de comportamento das forças de oferta e de demanda.

O importante a considerar é que os mercados de derivativos não provocam essas alterações de preços. Pelo contrário, se constituem num instrumento poderoso de mercado para proteger e administrar o risco da volatilidade de preços.

A incerteza quanto aos preços futuros é uma das maiores causas de ineficiência dos negócios. Os preços são vitais para a determinação das rendas das pessoas e do faturamento das empresas. Na ausência de fixação dos preços pelos mercados de derivativos, as pessoas e as empresas têm de procurar alternativas mais custosas – como os contratos a termo – ou mesmo correr os riscos da imprevisibilidade dos preços.

A função básica dos mercados de derivativos é permitir que todos os que tenham um interesse comercial por um ativo financeiro, uma moeda, um índice ou uma commodity possam se prevenir de variações de preços adversas que possam ocorrer no futuro.

A negociação dos derivativos de commodities, incluindo os ativos financeiros, constitui-se, atualmente, em uma das principais áreas de inovação financeira. Já existem centenas de diferentes contratos sendo negociados com liquidez nas diversas bolsas de derivativos mundiais e a lista não para de crescer. Commodities agrícolas, minerais, moedas, juros, inflação, indicadores econômicos, clima, energia e meio ambiente são algumas das áreas de negócio desse mercado.

O mercado está organizado para oferecer instrumentos de hedge, mas evidentemente necessita de uma contraparte de investidores/especuladores. A dinâmica desse mercado, onde é muito forte a especulação, está muito associada com a inovação financeira. Desse modo, embora a principal finalidade desse mercado seja proporcionar instrumentos de hedge (uma forma de seguro) para commodities e ativos financeiros contra oscilações não esperadas de preços, o seu poder de alavancagem em mercados de grande volatilidade de preços tornou-o um objeto sensível de preocupação por parte das agências regulatórias.

O mecanismo principal em todas as negociações em futuros e opções é o contrato que representa a commodity, moeda, índice ou instrumento financeiro subjacente. Os contratos derivativos se desenvolveram a partir do contrato a termo.

Na modalidade a termo, se contrata antes e se entrega depois. Existem diversos problemas com as operações e mercados a termo, que com o tempo foram substituídos pelos mercados mais organizados de futuros (e depois com opções, swaps e outros derivativos). A Tabela 1 mostra as principais características e problemas do mercado a termo, comparando-o com o mercado de derivativos.

Tabela 1. Comparação entre o Mercado a Termo e o Mercado Futuro

	Contrato a Termo	Contrato Futuro
Natureza do Contrato	Comprador e Vendedor são obrigados a Comprar ou a Vender uma determinada quantidade de uma <i>commodity</i> , moeda, índice ou instrumento financeiro, a um determinado preço e numa determinada data futura	Comprador e Vendedor são obrigados a comprar ou a vender uma determinada quantidade de uma <i>commodity</i> moeda, índice ou instrumento financeiro, a um determinado preço e numa determinada data futura
Tamanho do Contrato	Negociável	Padronizado
Data de Entrega	Negociável	Padronizado
Local de Entrega	Negociável	Padronizado
Método de Negociação	Preços são determinados numa negociação privada entre o comprador e o vendedor	Preços são determinados em pregão num tipo de mercado de leilão numa Bolsa de Futuros
Depósito de Segurança	Dependente das relações de crédito entre o comprador e o vendedor	Comprador e vendedor depositam margem de garantia, inicial e pagam ou recebem ajustes diários na Bolsa. As variações diárias de preços são compensadas no dia seguinte
Frequência de Entrega Física	Muito Alta	Muito Baixa
Especificação da Qualidade	Surgem muitas dúvidas e abusos na prática	Detalhado e fiscalizado pela Bolsa e <i>Clearing</i>
Liquidação e Saída	Dá margem ao surgimento de impasses e litígios, e existem sérios problemas quando uma das partes deseje sair do contrato antes do término do prazo estabelecido	Regulamentado com detalhes por meio da padronização dos contratos, e organizado pelo Sistema de <i>Clearings</i> , permitindo a liquidação financeira dos contratos
Regulação	Leis Comerciais	Banco Central do Brasil, Comissão de Valores Mobiliários e autoregulação das Bolsas
Risco de Mercado	O principal defeito desse contrato é que não elimina o risco de uma das partes não honrar o contrato	Departamento/empresa de <i>Clearing</i> da Bolsa assume e administra o risco

Na Quarta República funcionava uma bolsa de mercadorias, a Bolsa de Mercadorias de São Paulo (BMSP), fundada em 1916 (e incorporada a BM&F em 1992)¹³. A BMSP teve um papel relevante para organizar o papel do mercado de algodão no Brasil durante os anos de 1917 a 1954, por meio de iniciativas de criar os mecanismos de classificação da fibra e de divulgação no mercado. Infelizmente, o controle de preços de algodão feito pelos Estados Unidos acabou minimizando a volatilidade de preços, e impossibilitando o funcionamento de um mercado de futuros. Na segunda metade do século, incluindo o período da Quarta República, a BMSP se tornou uma bolsa operando no mercado físico.

Em 1986 nascia a Bolsa Mercantil de Futuros que, apesar de jovem, teve um crescimento exponencial e logo ganhou destaque por disponibilizar a negociação de produtos financeiros nas mais variadas modalidades. E foi a tradição da Bolsa de Mercadorias de São Paulo e o destaque da Bolsa Mercantil de Futuros que fez com que, em 1991, ambas instituições unissem suas atividades operacionais fundando a BM&F (Bolsa de Mercadorias & Futuros).

Pouco tempo depois, em 1997, ocorreu um outro acordo operacional com a Bolsa Brasileira de Futuros, que havia sido fundada em 83 no Rio de Janeiro. O negócio fortaleceu ainda mais o Mercado Nacional de Commodities se tornando o principal centro de negociação de derivativos do Mercosul. Os mercados de futuros e de opções – chamados de “derivativos” – tiveram um crescimento espetacular nas últimas cinco décadas. Principalmente quando, além de commodities, começaram a negociar a partir de 1971 contratos de ativos financeiros.

7. As empresas no Brasil

Durante milhares de anos existiram negócios que eram tocados por pessoas. Em alguns exemplos históricos, encontramos na Antiguidade e na Idade Média grandes empreendimentos ligados à mineração e ao transporte, mas eram exceções.

Durante os três séculos da Revolução Comercial e do Mercantilismo (1450 a 1750, aproximadamente), vemos o nascimento de grandes empresas dedicadas ao comércio internacional (por exemplo, a Companhia das Índias Ocidentais Inglesa), mas apenas com a Revolução Industrial, a partir da segunda metade do século XVIII, surgem “empresas” de forma disseminada para diversos segmentos de mineração, indústria, comércio, seguros e bancos. Desse modo, nesses quase três últimos séculos já podemos discernir e analisar a figura do empreendedor e empresas organizadas.

Nos anos de 1950 o Presidente Juscelino Kubitschek dinamizou uma nova onda de industrialização, com base em metas de infraestrutura e atração de empresas multinacionais, principalmente do setor automobilístico. Com o sucesso do Plano de Metas, o Brasil ficou com três tipos de empresas de grande porte:

¹³Pedro Carvalho de Mello, **Bolsa de Mercadorias de São Paulo**, 2003.



Nas décadas de 1960 e começos de 1970, quando o governo se empenha em criar uma base moderna de mercado de capitais, identificou-se significativos pontos de estrangulamento na governança corporativa e identificação das “partes interessadas”:

- As estatais, mesmo sendo “empresas de capital misto”, eram controladas pelo governo e a ele respondiam prioritariamente;
- As multinacionais não tinham interesse em participar em negociações de bolsa nem emitir ações no mercado local;
- As empresas nacionais familiares queriam emitir ações e listar suas empresas em bolsa, desde que não perdessem o controle do capital da empresa.

Ao desenhar a Lei das S.A., o governo buscou atender as demandas das empresas nacionais familiares, da seguinte maneira:

- Permitiu que o capital tivesse ações com direito a voto (“ordinárias”) e sem direito a voto (“preferenciais”);
- As empresas poderiam emitir até pouco mais de 1/3 em ações ordinárias, e os restantes 2/3 em ações preferenciais;
- Dessa maneira, tendo 51% do 1/3 do capital – em ações ordinárias – poderiam ter controle absoluto do capital da empresa (ou seja, com pouco mais de 17,5%).

Embora fosse uma solução mais complicada e injusta para os acionistas “minoritários” – que na verdade poderiam ter 82,5% do capital total, mas eram privados do direito de votar – a nova Lei deu confiança para que os empresários nacionais entrassem no mercado de capitais. Nas bolsas de valores, as ações preferenciais se tornaram na prática os papéis preferidos para negociação em bolsas.

8. Como a empresa cresce, se desenvolve e qual o papel do Mercado?

As empresas (economistas, na teoria econômica, usam a nomenclatura firmas) se desenvolvem de diversas maneiras:



Ao se analisar a história das empresas, observa-se que:

- A maioria dos negócios fracassam e desaparecem com pouco tempo de vida;
- A maior parte das empresas começam e permanecem com tamanhos pequeno ou médio (80% a 90% em países industrializados).

Como o mercado financeiro pode auxiliar o crescimento das firmas? Ao evoluir na gestão financeira, a empresa se depara com vários dilemas que requerem uma decisão estratégica: determinar seu custo de capital; obter capital de terceiros e decidir sobre o uso de capital próprio; realizar orçamento de capital; gerenciar capital de giro e efeitos da tributação; e elaborar análise de crédito.



Já existem fontes de financiamento que acompanham o ciclo de vida dessas empresas:

ANJOS:
investidores privados pessoas físicas e pequenos investidores

Investimentos financiados com base numa espécie de “vaquinha” entre amigos (crowd funding), conhecidos e seguidores, utilizando as redes sociais (especialmente face book) para financiar negócios

VENTURE CAPITAL:
Fundos de investimento que podem participar, temporariamente, da gestão

FUNDOS ‘MEZZANINO:
Fundos que aceitam correr maior risco em empresas já mais maduras e em crescimento

‘INITIAL PUBLIC OFFERING’ – IPO:
Abertura de capital via lançamento de ações

9. Ciclo de vida das empresas e as finanças

Tal como as pessoas, a empresa típica costuma experimentar um ciclo de vida. Na teoria, as empresas podem viver para sempre, mas na prática nascem, crescem, amadurecem e envelhecem. Algumas empresas renascem, outras se amalgamam entre si, e podem durar séculos. E muitas fecham.

Nesse processo de crescimento e transformação, as empresas realizam diversas ações, como contratar pessoas, construir instalações, adquirir equipamentos, buscar novos mercados, inclusive no exterior, lançar novos produtos, e assim por diante.

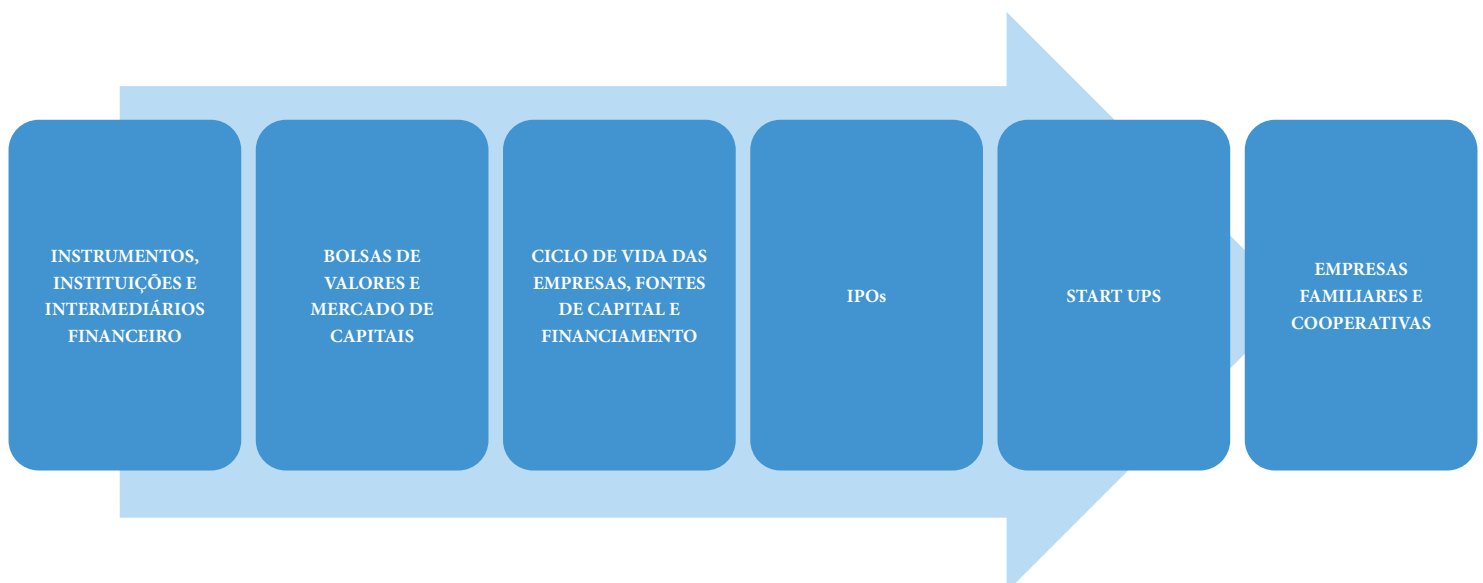
Notável é entender como a empresa consegue recursos e se financia. No começo, valem os recursos do empreendedor e a ajuda da família e dos amigos mais próximos. O cheque especial e os cartões de crédito também participam. Necessitando de mais recursos, podem aparecer sócios e empréstimos bancários.

Nesse estágio, outros tipos de captação se tornam possíveis, como *crowd funding* e “investidores-anjo”. Bancos de desenvolvimento oficiais podem dar suporte a investimentos de longo prazo; e agências governamentais, a empreendedorismo, tecnologia e comércio exterior. Fundos de *private equity* atuam para comprar participações em empresas de um porte – e potencial – relativamente maior.

Caso a empresa continue se expandindo e aumentando o porte, alcançará um estágio em que irá querer mudar seu modelo de negócios, voltando-se mais para usufruir dos instrumentos, mecanismos e serviços do mercado de capitais.

Surge então a possibilidade concreta de usar outros mecanismos, tais como *hedge funds*, fundos *mezzanine* e de venture capital. Surge também, nesse contexto, a possibilidade de abrir o capital da empresa e iniciar o processo de lançamento de ações – o IPO (*Initial Public Offering*).

Nesse Capítulo, abordamos diversos temas de caráter prático, baseados no lastro teórico. Nós o dividimos em seis partes:



As duas principais fontes de capital para empreendedorismo são o capital próprio e o capital de dívida.

As pequenas e microempresas, raramente, têm condições econômicas adequadas para enfrentar os financiamentos bancários, ressaltando-se fontes oficiais orientadas para esse tipo de empresas. Essas empresas dependem muito de recursos próprios e de empréstimos baseados em sua reputação. É comum que usem poupança própria, cheque especial, cartão de crédito, ajuda da família...

Não existe, a priori, nenhuma regra de que uma fonte seja melhor do que a outra. Depende das condições do mercado de capitais, da taxa de juros, dos recursos da própria empresa, do grau de risco com que é avaliada no mercado, da conjuntura econômica e de outras condições financeiras. Em geral, as empresas utilizam um mix de fontes

Fontes internas: capital próprio

As empresas têm sua própria poupança. Tais poupanças são, geralmente, geradas de duas maneiras:

- criação de fundos de depreciação;
- reinvestimento dos lucros/retenção dos lucros.

As reservas de depreciação são criadas com base nos lucros da empresa e objetivam manter o capital intacto por meio da reposição de capital que foi gasto ou ficou obsoleto.

Os lucros retidos constituem, em geral, a fonte de recursos mais importante para uma empresa. O uso dos lucros retidos traz diversas vantagens, pois:

- pode exibir a prosperidade da empresa e a eficiência de seus dirigentes;
- evita os altos custos de transação envolvidos na emissão de ações, debêntures e outros instrumentos financeiros;
- evita as incertezas associadas à captação de recursos no mercado;
- pode fortalecer os ganhos de capital dos acionistas ao aumentar o valor de mercado das ações.

Para usar, com frequência, os lucros retidos, os administradores precisam:

- prever a disponibilidade dos fundos internos;
- determinar as reservas de depreciação e reinvestir os lucros;
- decidir qual parcela desses fundos poderá estar disponível para investimentos de longo prazo.

Fontes externas: capital de terceiros

O mercado bancário e o mercado de capitais são as fontes de recursos externos para as empresas. Atualmente, o mercado financeiro praticamente amalgamou as atividades de bancos comerciais e de instituições do mercado de capitais.

No entanto, continua existindo uma variedade de órgãos regulatórios:

- Banco Central, BACEN, para os bancos;
- *Comissão de Valores Mobiliários*, CVM, para as bolsas, corretoras e companhias abertas;
- *Superintendência de Seguros Privados*, SUSEP, para o setor de seguros.

Os bancos comerciais e os bancos de investimento atendem às empresas, mas, geralmente, apenas para empréstimos de curto prazo. Os bancos oficiais – principalmente o BNDES – são os maiores fornecedores de recursos de longo prazo para as empresas. As instituições multilaterais de crédito – Banco Mundial e BID –, ao cancelarem projetos, permitem uma alavancagem de recursos.

As fontes tradicionais de recursos provenientes do mercado de capitais são a emissão de ações ordinárias e preferenciais, debêntures e *commercial papers* – a curto prazo.

10. Banco do Brasil e Banco Central do Brasil

Quando se inicia a Quarta República, o Banco do Brasil seguia seu papel de grande instituição financeira da história do Brasil, e o “de facto” banco central do País.

Esse arranjo, no entanto, começava a criar problemas de governança, que tendiam a se agravar à medida que o sistema financeiro evoluía. A SUMOC (Superintendência de Moeda e Crédito) do Banco desempenhava funções de um banco central, mas, por ser parte de um banco comercial, criava graves problemas de conflito de interesses.

O Conselho Monetário Nacional procurava dirimir conflitos entre o Tesouro Nacional e a SUMOC, mas não conseguia disciplinar a chamada “conta movimento”, que aumentava demasiadamente a oferta de moeda. A pressão inflacionária era o resultado.

O Banco Central do Brasil (também conhecido por BC, BACEN ou BCB) foi criado em 31 de dezembro de 1964 pela Lei nº 4.595 e iniciou suas atividades em março de 1965, tendo em vista que a Lei nº 4.595 entrou em vigor 90 dias após sua publicação.

Desde então, o Banco Central foi se consolidando e ganhando importância, tendo reconhecimento internacional. Assim como outros bancos centrais de outros países mais desenvolvidos financeiramente, o BC é uma das principais autoridades monetárias do país. O Banco Central é uma autarquia federal integrante do Sistema Financeiro Nacional sem vinculação a Ministério.



11. Comissão de Valores Mobiliários

A Comissão de Valores Mobiliários (CVM) é uma autarquia vinculada ao Ministério da Fazenda (atualmente Economia). Foi instituída pela Lei nº 6.385, de 7 de dezembro de 1976, com alterações posteriores¹⁴.

A CVM tem poderes para disciplinar, normalizar e fiscalizar a atuação dos diversos integrantes do mercado. Seu poder de normalizar abrange todas as matérias referentes ao mercado de valores mobiliários.

Cabe à CVM, entre outras, disciplinar as seguintes matérias:

- Registro de companhias abertas;
- Registro de distribuições de valores mobiliários;
- Credenciamento de auditores independentes e administradores de carteiras de valores mobiliários;
- Organização, funcionamento e operações das bolsas de valores;
- Negociação e intermediação no mercado de valores mobiliários;
- Administração de carteiras e a custódia de valores mobiliários;
- Suspensão ou cancelamento de registros, credenciamentos ou autorizações;
- Suspensão de emissão, distribuição ou negociação de determinado valor mobiliário ou decretar recesso de bolsa de valores;

De acordo com a lei que a criou, a Comissão de Valores Mobiliários deve exercer suas funções, a fim de:

- assegurar o funcionamento eficiente e regular dos mercados de bolsa e de balcão;
- proteger os titulares de valores mobiliários contra emissões irregulares e atos ilegais de administradores e acionistas controladores de companhias ou de administradores de carteira de valores mobiliários;
- evitar ou coibir modalidades de fraude ou manipulação destinadas a criar condições artificiais de demanda, oferta ou preço de valores mobiliários negociados no mercado;
- assegurar o acesso do público a informações sobre valores mobiliários negociados e as companhias que os tenham emitido;
- assegurar a observância de práticas comerciais equitativas no mercado de valores mobiliários;
- estimular a formação de poupança e sua aplicação em valores mobiliários;
- promover a expansão e o funcionamento eficiente e regular do mercado de ações;
- estimular as aplicações permanentes em ações do capital social das companhias abertas.

A Lei também atribui à CVM competência para apurar, julgar e punir irregularidades eventualmente cometidas no mercado. Diante de qualquer suspeita a CVM pode iniciar um inquérito administrativo, através do qual, recolhe informações, toma depoimentos e reúne provas com vistas a

¹⁴Foi alterada pela Lei nº 6.422, de 8 de junho de 1977, Lei nº 9.457, de 5 de maio de 1997, Lei nº 10.303, de 31 de outubro de 2001, Decreto nº 3.995, de 31 de outubro de 2001, Lei nº 10.411, de 26 de fevereiro de 2002, e outras posteriores.

identificar claramente o responsável por práticas ilegais, oferecendo-lhe, a partir da acusação, amplo direito de defesa.

É vista como uma “dobradinha” da regulamentação de empresas, feito pela Lei das Sociedades por Ações (Lei nº 6.404/76). Em conjunto, as duas leis passaram a disciplinar o funcionamento do mercado de valores mobiliários e a atuação de seus protagonistas e empresas de capital acionário.

O mercado de capitais é constituído de um conjunto de instrumentos, instituições e agentes econômicos cuja missão é mobilizar recursos de poupança financeira de pessoas físicas, empresas e outras unidades econômicas que têm excedentes financeiros e promover sua alocação eficiente para financiar a produção, a comercialização e o investimento das empresas e o consumo das famílias.

Do ponto de vista legal, o mercado de capitais no Brasil é o mercado de títulos e valores mobiliários emitidos pelas empresas e regulado pela CVM. Não fazem parte desse mercado os títulos da dívida pública e os títulos de dívida emitidos por instituições financeiras, com exceção das debentures. Segmentos desse mercado são objeto também de autorregulação por entidades privadas, por delegação da CVM. Alguns exemplos são o mercado de ações e de derivativos de bolsa, sujeitos a normas emitidas pela BM&FBOVESPA, o registro transações com títulos de dívida e derivativos transacionados no mercado de balcão organizado é regulado pela CETIP, enquanto os processos de emissões primárias de ações e dívida são reguladas pela ANBIMA.

12. Papel econômico e social, governança corporativa e arquitetura organizacional das empresas

Durante a Quarta República as empresas estavam ainda se familiarizando com os aspectos de financiamento e capitalização, e quase nada era discutido sobre o papel econômico e social das empresas, a governança corporativa e a arquitetura organizacional das empresas¹⁵.

A empresa, em seu movimento evolutivo, pode ser interpretada como um fenômeno vinculado à economia. Por outro lado, deve ser também compreendida nos planos político e sociológico. Nesse sentido, a empresa deve ser conceituada como uma instituição social.

Com efeito, é uma instituição social, que, no exercício de suas atividades administrativas, se diferencia de outras instituições por assumir a tarefa de produzir e fornecer bens ou serviços destinados a atender às necessidades humanas, de uso e fruição. Ou seja, é uma instituição que executa a função econômica no mercado e desempenha sua função social, e ambas as funções são inerentes à sua própria razão de ser.

Sob esse entendimento, de preocupação com a realidade social, devemos perceber que as empresas agem e se estabelecem relacionadas com suas partes interessadas:

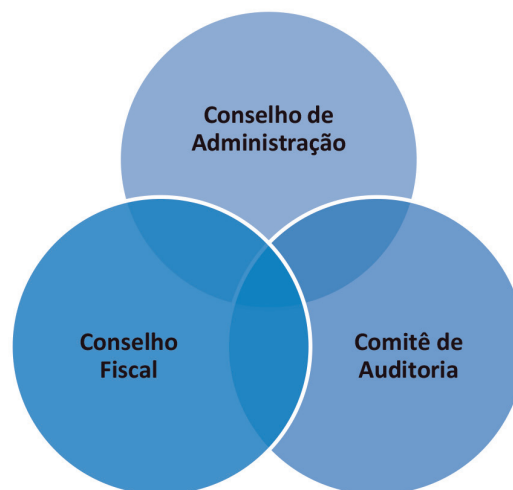
¹⁵Só na década de 1990 se iniciam essas discussões, e esse movimento está bem adiantado no Brasil na terceira década do século XXI.



A administração global de uma empresa tem como objetivo alcançar metas produtivas, visando à geração de lucro e à criação de valor para seus proprietários ou outras partes interessadas, isto é, todos os envolvidos são relacionados e influenciados pela empresa.

A Governança Corporativa é o sistema que regula numa firma os relacionamentos entre os administradores da firma, acionistas, empregados, clientes e fornecedores. A governança corporativa (incluindo o compliance) é vista como um dos fatores essenciais para o êxito das empresas e para um crescente aumento de valor de suas ações no mercado.

Muito embora os Conselhos de Administração das empresas sejam encarregados, pela lei e tradição, de administrarem a empresa em favor de seus acionistas, muitas vezes o controle de fato é exercido pelos administradores profissionais, que se voltam mais para maximizar seus próprios interesses. É a essência do problema de agência¹⁶.

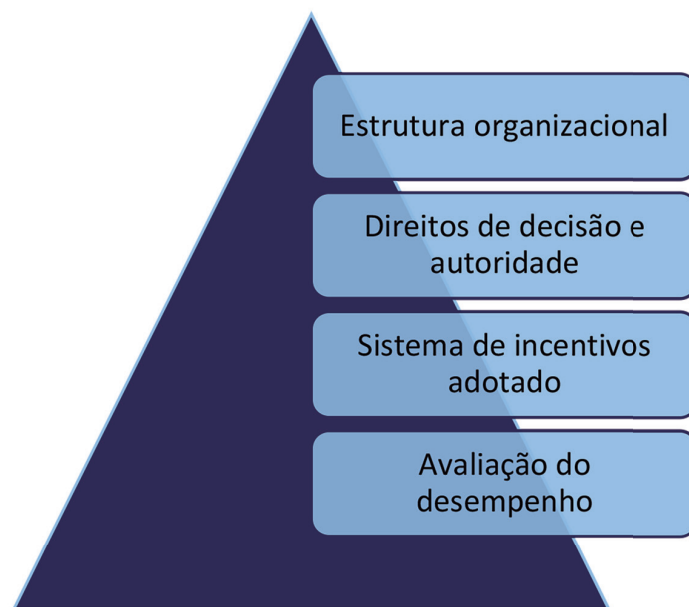


¹⁶No caso brasileiro, diferentemente do que ocorre nos Estados Unidos, são raros os casos de pulverização da propriedade de ações. Os casos mais comuns no País são os de “expropriação” dos acionistas minoritários – em geral detentores de ações preferenciais – por parte dos controladores da empresa. O “novo mercado” da B3 está gradualmente corrigindo essa situação, que teve origens históricas no processo de criação e implantação da Lei do Mercado de Capitais.

Para eliminar, ou pelo menos mitigar, esse excessivo poder, as estruturas de governança corporativa estão sendo reformuladas, com o propósito de incorporar mecanismos com a intenção de monitorar o comportamento dos gestores e/ou proporcionar os incentivos adequados para alinhar os interesses dos administradores aos dos controladores.

Para efetivar a implantação e funcionamento da governança corporativa a empresa necessita se organizar para tal. Ela necessita de uma “arquitetura organizacional”. A arquitetura organizacional preocupa-se com a organização e a coordenação da atividade econômica dentro da empresa, e de que maneira se possa motivar os agentes mobilizados no processo de funcionamento para que maximizem o valor da empresa.

Existem quatro elementos que caracterizam a arquitetura organizacional de uma empresa:



Os quatro elementos da arquitetura organizacional devem estar em harmonia entre si, e estarem compatíveis com os objetivos estratégicos e condicionantes, num contexto em que atuam diversas partes interessadas.

A discussão sobre principal-agente sugere que, assumindo-se que os indivíduos fazem escolhas entre esforço e lazer, a empresa deve levar em conta o processo de maximização da utilidade desses agentes, e criar um sistema de incentivos – e monitorar o mesmo – que se alinhe com os objetivos da empresa.

Referências

- Goldsmith, R. (1986). *Brasil 1850-1984: Desenvolvimento Financeiro sob um Século de Inflação*. Editora Harper & Row do Brasil.
- Mello, P. C. de. (2002). *A Bolsa de Mercadorias de São Paulo, 1917-1982*. Esalq.
- Mello, P. C. de. (2006). *Economia Empresarial*. Editora FGV.

- Mello, P. C. de. (2014, outubro). *Desenvolvimento dos Seguros e das Finanças no Brasil: 1985-2013*. Funenseg, Escola Nacional de Seguros.
- Mello, P. C. de, & Spolador, H. S. (2012). *Crises Financeiras* (3ª ed.). Ed. Saint Paul.
- Samuelson, P. (1976). *Economics* (8th ed.). McGraw Hill.

Capítulo **10**

**Impactos econômicos e ambientais das
cadeias de valor: bases de dados, métodos de
mensuração e indicadores**

Inácio Fernandes Araújo

Professor Doutor do Departamento de Economia, Administração e Sociologia da Esalq/USP

A produção e o comércio em cadeias de valor envolvem múltiplas etapas distribuídas entre firmas, setores, regiões e países. Compreender a estrutura dessas redes produtivas tornou-se um tema de interesse para a análise econômica e a formulação de políticas públicas. Em economias interdependentes, bens e serviços finais incorporam insumos intermediários, trabalho, capital, serviços, energia e recursos naturais provenientes de diferentes territórios. Como resultado, os fluxos brutos de comércio oferecem apenas uma descrição parcial da forma como o valor é gerado e distribuído ao longo das cadeias produtivas (Hummels *et al.*, 2001; Johnson, 2018; Antràs e Chor, 2013, 2022).

Nas últimas duas décadas, a literatura sobre cadeias de valor mostrou que estatísticas de comércio bruto são insuficientes para interpretar a integração produtiva internacional (Johnson e Noguera, 2012; Koopman *et al.*, 2014; Los *et al.*, 2016). Quando a produção é fragmentada entre países e setores, uma exportação registrada por uma economia pode conter valor adicionado produzido em várias outras. Essa constatação alterou a interpretação convencional do comércio em pelo menos três dimensões. Primeiro, as exportações brutas podem superestimar a contribuição doméstica de setores exportadores intensivos em insumos importados. Segundo, os setores aparentemente pouco exportadores, especialmente os de serviços, podem responder por uma parcela expressiva do valor incorporado às exportações de bens. Terceiro, os impactos ambientais associados ao consumo final podem ocorrer em territórios distintos daqueles onde os bens são consumidos. A substituição de medidas brutas por medidas em valor adicionado permitiu, portanto, reinterpretar a participação das economias nas cadeias de valor, distinguindo o local do registro comercial do local efetivo de geração de valor e de pressões ambientais.

Este capítulo revisa os principais métodos para mensurar os impactos econômicos e ambientais das cadeias de valor, com ênfase em aplicações baseadas na análise de insumo-produto. O foco nessa abordagem justifica-se pela capacidade desses modelos de representar, em uma estrutura contábil consistente, as interdependências diretas e indiretas entre setores, regiões e países. A partir das matrizes de insumo-produto, é possível decompor o valor adicionado ao longo das cadeias de produção, mensurar emprego sustentado pela demanda externa e atribuir impactos ambientais à produção ou ao consumo. Essas características tornam a análise de insumo-produto particularmente relevante para diagnósticos de políticas industriais, comerciais, regionais e ambientais.

A principal contribuição dos modelos de insumo-produto nessa agenda de pesquisa é possibilitar a mensuração das interdependências produtivas nas cadeias de suprimento.

A principal contribuição dos modelos de insumo-produto nessa agenda de pesquisa é possibilitar a mensuração das interdependências produtivas nas cadeias de suprimento. Esses modelos permitem responder a diversas perguntas, por exemplo, quanto do valor exportado por um país foi efetivamente produzido domesticamente? Qual parcela das exportações de bens depende de serviços incorporados? Quais regiões de um país fornecem insumos intermediários aos setores exportadores? Quais consumidores finais induzem emissões, uso de água, energia ou desmatamento em outros territórios? Em todos esses casos, a análise de insumo-produto oferece uma abordagem consistente para conectar a produção, o comércio, o consumo e os impactos ambientais ao longo das cadeias de valor.

O capítulo é organizado em torno da correspondência entre o problema de pesquisa, as bases de dados, os métodos de mensuração e os indicadores. A Seção 1 mapeia os principais problemas analíticos relacionados à fragmentação produtiva, à inserção nacional e regional nas cadeias de valor, ao conteúdo de serviços incorporado ao comércio e às pegadas ambientais. A Seção 2 apresenta as ferramentas de análise, com foco nos modelos de insumo-produto, nos critérios que orientam a escolha das bases de dados e nos seus indicadores. A Seção 3 discute limitações metodológicas e desafios empíricos. A Seção 4 conclui com prioridades para o aprimoramento da modelagem para avaliação de impacto.

1. Interdependência Produtiva e Cadeias de Valor

A mensuração em valor adicionado modificou a interpretação da organização internacional da produção em quatro dimensões. A especialização vertical explica parcela relevante da expansão do comércio; as exportações brutas podem superestimar a contribuição doméstica; os serviços respondem por parcela maior das exportações quando se consideram seus vínculos indiretos; e as responsabilidades ambientais baseadas na produção e no consumo podem divergir. As subseções seguintes examinam essas quatro dimensões.

1.1. Fragmentação internacional da produção

A produção em cadeias de valor é organizada em etapas sequenciais distribuídas entre firmas, setores e países. Esse padrão de fragmentação internacional da produção, ou especialização vertical, implica que bens exportados por um país podem incorporar insumos intermediários produzidos em outros países (Jones, 2000; Hummels *et al.*, 2001; Yi, 2003; Grossman e Helpman, 2005; Grossman e Rossi-Hansberg, 2008; Costinot *et al.*, 2013). Como consequência, os fluxos brutos de comércio tornam-se medidas incompletas da integração produtiva, pois uma exportação registrada em determinado país pode conter valor adicionado gerado em várias outras economias. A dissociação entre o local de registro comercial e o de geração de valor adicionado

limita a capacidade das estatísticas bilaterais convencionais de identificar a origem do valor incorporado ao comércio internacional.

Essa limitação tem implicações para a análise do comércio e das cadeias de valor. Quando a produção é fragmentada entre países, tratar as exportações brutas como se fossem integralmente domésticas pode superestimar a contribuição dos setores exportadores para a geração de valor adicionado, sobretudo quando esses setores utilizam insumos importados em proporção elevada. Também pode subestimar a exposição da economia a choques externos transmitidos pelas cadeias de suprimento (Johnson, 2014). Por isso, a mensuração adequada da fragmentação produtiva requer métodos capazes de rastrear a origem setorial e geográfica do valor adicionado incorporado às exportações e de identificar a localização da demanda final que sustenta essa produção. A literatura baseada em matrizes globais de insumo-produto avançou precisamente nessa direção, ao permitir decompor os fluxos comerciais segundo a origem do valor adicionado e produzir medidas mais precisas da participação dos países nas cadeias globais de valor.

A especialização vertical também produz dupla contagem nas estatísticas de comércio. Quando um insumo cruza fronteiras sucessivamente, seu valor é registrado em cada transação, embora o valor adicionado tenha sido gerado apenas uma vez. A decomposição das exportações brutas permite separar o valor adicionado doméstico, o estrangeiro e os componentes contabilizados mais de uma vez (Koopman *et al.*, 2014; Los *et al.*, 2016). A discrepância entre comércio bruto e comércio de valor adicionado tende a ser maior em economias intensivas em insumos importados, razão pela qual indicadores baseados apenas em exportações brutas podem sobrestimar a participação de algumas atividades no comércio internacional e distorcer comparações de competitividade (Johnson e Noguera, 2012, 2017; Timmer *et al.*, 2013).

A participação dos países nas cadeias globais de valor também tem implicações para a formulação de políticas. Estratégias industriais e comerciais são cada vez mais articuladas em termos de posicionamento nas cadeias globais de valor, influenciadas pelas etapas de produção de que o país participa, pelo conteúdo tecnológico e de serviços incorporado às suas exportações e pelas políticas domésticas de atração ou retenção de etapas produtivas de maior valor adicionado (World Bank, 2017; Backer *et al.*, 2018; Araújo *et al.*, 2021).

Estratégias industriais e comerciais são cada vez mais articuladas em termos de posicionamento nas cadeias globais de valor, influenciadas pelas etapas de produção de que o país participa.

1.2. Cadeias de valor subnacionais e regionais

As cadeias globais de valor são sustentadas por cadeias domésticas de produção. Assim, os países participam das cadeias de valor a partir de regiões subnacionais integradas à produção global. Regiões sem exportação direta podem participar indiretamente das cadeias globais ao fornecer insumos intermediários, serviços ou fatores produtivos a regiões exportadoras. A análise subnacional é, portanto, necessária para compreender como o valor adicionado, o emprego e os impactos ambientais associados às cadeias de valor se distribuem no território.

Modelos inter-regionais de insumo-produto identificam os encadeamentos setoriais e espaciais que conectam essas regiões. A análise de ciclos espaciais de produção (*feedback loop analysis*), proposta por Sonis *et al.* (2002), ordena os circuitos de comércio segundo a intensidade das conexões e permite reconhecer os principais padrões de interdependência dentro da economia nacional.

Aplicações recentes combinam essa perspectiva com indicadores econômicos e ambientais. Haddad *et al.* (2020) utilizam um método de extração hipotética para mensurar o valor adicionado e a água incorporados ao comércio inter-regional. Pacheco *et al.* (2023) aplicam abordagem semelhante para avaliar como os encadeamentos domésticos e externos distribuem o valor adicionado entre regiões de um país. Esses estudos mostram que a participação regional nas cadeias globais de valor não é capturada pelas estatísticas de comércio internacional, sendo necessário identificar a intensidade das conexões produtivas inter-regionais para uma compreensão mais ampla da organização das redes de produção de um país conectadas à produção global.

1.3. Serviços incorporados ao comércio

Os serviços participam do comércio tanto diretamente quanto como insumos incorporados às exportações de bens. Como as estatísticas brutas registram apenas a atividade que realiza a exportação, essas estatísticas subestimam serviços logísticos, financeiros, tecnológicos e comerciais fornecidos ao longo da cadeia de valor. Assim, os serviços desempenham um papel relevante no comércio internacional, embora sua importância seja subestimada pelas estatísticas tradicionais de comércio bruto (Gervais e Jensen, 2019). Por isso, a participação dos serviços é maior quando o comércio é mensurado em valor adicionado (Johnson, 2014).

Os serviços, portanto, representam uma parcela expressiva do valor adicionado incorporado às cadeias de valor globais e regionais. Essa contribuição também possui dimensão espacial relacionada à organização das redes de produção dentro de um país. Haddad e Araújo (2021) mostram que, na América Latina, parte do valor adicionado de serviços incorporado às exportações de regiões periféricas é gerada em áreas urbanas centrais, onde se concentram atividades de intermediação e conhecimento. Araújo *et al.* (2023) mostram, de forma

complementar, que ganhos de produtividade em serviços podem elevar a competitividade das exportações de bens.

1.4. Impactos ambientais da produção, do consumo e do comércio

Os impactos ambientais associados às cadeias de valor frequentemente ocorrem em territórios distintos daqueles onde os bens e serviços finais são consumidos. A contabilidade baseada na produção atribui emissões e uso de recursos ao território produtor, enquanto a contabilidade baseada no consumo os atribui à demanda final que induz a produção ao longo da cadeia (Wiedmann, 2009; Wiedmann e Lenzen, 2018). Ao combinar matrizes de insumo-produto e contas ambientais, é possível rastrear emissões, uso de energia, água e desmatamento incorporados aos fluxos de comércio.

A reorganização internacional da produção também pode alterar o nível global de emissões. O crescimento das emissões globais de CO₂ reflete, em parte, a reorganização internacional da produção, já que países desenvolvidos reduziram ou estabilizaram suas emissões territoriais, mas passaram a importar bens intensivos em energia produzidos em países em desenvolvimento, deslocando as emissões ao longo das cadeias globais de valor. Hoekstra *et al.* (2016) estimam que mudanças no *sourcing* internacional, em direção a fornecedores mais intensivos em carbono, responderam por 18% do aumento das emissões globais de CO₂ entre 1995 e 2007. Araújo *et al.* (2020) mostram, para a ampliação da União Europeia, que a integração comercial deslocou parte das emissões para os novos Estados-membros. Esses estudos ilustram como a reorganização das cadeias internacionais de suprimento pode deslocar pressões ambientais entre países.

A mesma distinção se aplica às cadeias de produção domésticas. Haddad *et al.* (2024a) mostram que, embora o desmatamento na Amazônia Legal ocorra nas regiões produtoras, a demanda interna, sobretudo a proveniente do Centro-Sul do Brasil, exerce influência quase quatro vezes maior do que o comércio internacional. O resultado desloca parte da responsabilidade econômica do local do desmatamento para os mercados consumidores e para as cadeias de suprimento que os abastecem. O uso da água oferece exemplo adicional. Haddad *et al.* (2020) mostram que o comércio inter-regional transfere pressões hídricas entre regiões do Marrocos e permite comparar a geração de valor adicionado com o uso de recursos naturais nas cadeias de valor subnacionais.

2. Bases de Dados, Métodos de Mensuração e Indicadores

A configuração das redes de produção discutida na seção anterior exige instrumentos capazes de rastrear interdependências produtivas além dos fluxos brutos de comércio. Nas cadeias de valor, bens e serviços incorporam insumos provenientes de diferentes setores, regiões e países. Por isso, as estatísticas convencionais de comércio não revelam onde o valor é efetivamente gerado, quais

etapas da produção são mobilizadas e quais impactos econômicos ou ambientais são induzidos pelo consumo final. Esta seção apresenta as bases de dados utilizadas nessa literatura, os métodos de mensuração derivados da modelagem de insumo-produto e os principais indicadores de participação em cadeias de valor.

2.1. Bases de dados

2.1.1. Matrizes globais de insumo-produto

Diversas bases de dados com matrizes globais de insumo-produto foram construídas para mensurar a contribuição dos países nas cadeias de valor. Essas bases de dados permitem analisar o comércio internacional por meio da geração de valor adicionado, do consumo de energia e das emissões de CO₂ incorporadas aos bens e serviços. A disponibilização dessas matrizes reflete os avanços recentes nos métodos de estruturação de grandes bancos de dados provenientes de diferentes fontes de informação (Tukker e Dietzenbacher, 2013). Entre as bases de dados mais consolidadas para a mensuração das cadeias globais de valor, destacam-se:

- WIOD — *World Input-Output Database*
- ICIO — *Inter-Country Input-Output Tables*
- FIGARO — *Full International and Global Accounts for Research in Input-Output Analysis*
- Eora — *Eora Multi-Region Input-Output Database*
- GLORIA — *Global Resource Input-Output Assessment*
- EXIOBASE — *Multi-Regional Environmentally Extended Supply-Use and Input-Output Tables*
- CEPAL — *Global Input-Output Tables: Latin America with the World*

O Quadro 1 sintetiza as principais características dessas bases de dados, comparando-as quanto à instituição responsável, à cobertura geográfica, à desagregação setorial, ao período de cobertura, à disponibilidade de contas ambientais e à característica que distingue cada iniciativa.

Quadro 1. Comparação das principais matrizes globais de insumo-produto

Base de dados	Instituição responsável	Cobertura geográfica	Desagregação setorial	Período	Contas ambientais	Característica distintiva
<i>WIOD</i> (World Input-Output Database)	Consórcio europeu liderado pela Universidade de Groningen	43 economias (28 da União Europeia e 15 demais) e uma região agregada do restante do mundo	56 setores (ISIC Rev. 4)	2000–2014 (econômico); 2000–2016 (extensão ambiental do JRC)	Energia e emissões de gases de efeito estufa	Série histórica de referência; descontinuada após 2016
<i>ICIO</i> (Inter-Country Input-Output Tables)	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE)	80 economias e uma região agregada do restante do mundo; versão estendida desdobra China e México por regime de comércio	50 atividades econômicas (ISIC Rev. 4)	1995–2022 (edição 2025)	Pegada de gases de efeito estufa (GHGFP); contas de emprego (TiM)	Base de dados dos indicadores TiVA e TiM; integração regular com indicadores oficiais da OCDE
<i>FIGARO</i> (Full International and Global Accounts for Research in Input-Output Analysis)	Eurostat e Joint Research Centre da Comissão Europeia	27 membros da União Europeia e 18 principais parceiros comerciais (45 economias) e uma região do restante do mundo	64 indústrias × 64 produtos	2010–2023 (edição 2025)	Emissões atmosféricas, emprego e uso de energia; extensão ambiental FIGARO-E3	Estatística oficial europeia; convergência institucional via iniciativa GIANT (<i>Global Input-Output Accounts</i>)
<i>Eora</i> (Eora Multi-Region Input-Output Database)	Universidade de Sydney (Lenzen e colaboradores)	190 países, com 4 regiões agregadas do restante do mundo	Heterogênea entre países; versão harmonizada Eora26 com 26 setores	1990–2024 (edição 2026)	Cobertura ambiental ampla (emissões, água, terra, materiais), heterogênea entre países	Cobertura geográfica universal; maior dependência de imputação de informações em economias com infraestrutura estatística limitada
<i>GLORIA</i> (Global Resource Input-Output Assessment)	Universidade de Sydney, Global MRIO Lab (Lenzen, Li e colaboradores)	164 países ou regiões e 4 regiões agregadas do restante do mundo	120 setores harmonizados	1990–2023 (edição 2025)	Pegadas de materiais (36 categorias de extração), emissões e uso de recursos	Estrutura setorial harmonizada com foco em pegadas de materiais
<i>EXIOBASE</i> (Multi-Regional Environmentally Extended Supply-Use and Input-Output Tables)	Consórcio europeu (NTNU, Universidade de Sydney e parceiros)	44 países e 5 regiões agregadas do restante do mundo	163 indústrias / 200 produtos (33 produtos referentes a extração de matérias-primas)	1995–2022 (atualizações periódicas)	Extensões ambientais detalhadas: emissões atmosféricas, uso de água, uso da terra, extração de materiais, emissões para água e solo	Maior detalhamento de extensões ambientais; concebida para análises de sustentabilidade
<i>CEPAL</i> (Global Input-Output Tables: Latin America with the World)	Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL)	Países da América Latina, mais parceiros comerciais; região residual restante da América Latina e Caribe e restante do Mundo	20 a 40 setores conforme a versão	2005, 2011, 2014, 2018	Foco nos dados de produção	Detalhamento das cadeias de produção latino-americanas; integração com FIGARO

Fontes: Elaboração própria a partir da documentação oficial das versões disponíveis em junho de 2026.

Para a comparação dos métodos de construção e das divergências entre as bases, ver Tukker e Dietzenbacher (2013), Moran e Wood (2014), Owen *et al.* (2014, 2016) e Giljum *et al.* (2019)

A escolha da base de dados é uma decisão analítica com consequências importantes para os resultados. As principais iniciativas globais para a construção das matrizes de insumo-produto diferem quanto à cobertura geográfica, desagregação setorial, extensão temporal, tratamento do restante do mundo, disponibilidade de contas ambientais, métodos de balanceamento e grau de dependência de procedimentos de imputação de informações faltantes. A comparação entre bases deve, portanto, ser entendida como parte da própria estratégia empírica de análise das cadeias de valor.

As diferenças de cobertura e desagregação envolvem vantagens e limitações distintas. O WIOD cobre 43 países, 56 setores e o período 2000-2014. A edição de 2025 da ICIO cobre 80 economias, o restante do mundo, 50 atividades e o período 1995-2022. O FIGARO abrange os 27 membros da União Europeia, 18 parceiros comerciais e o restante do mundo, com 64 indústrias e 64 produtos para 2010-2023. A Eora oferece cobertura para cerca de 190 países em classificações setoriais heterogêneas, além da versão Eora26, e uma série completa para 1990-2024. A matriz multirregional mais recente da CEPAL tem 2018 como ano de referência e foi integrada ao FIGARO no âmbito da iniciativa GIANT.

EXIOBASE e GLORIA são particularmente relevantes para aplicações ambientais. A EXIOBASE distingue 44 países, cinco regiões do restante do mundo, 163 indústrias e 200 produtos e cobre o período de 1995-2022. A GLORIA cobre 164 regiões e 120 setores harmonizados no período 1990-2023, com ênfase em pegadas de materiais e uso de recursos ambientais.

Em todas essas bases, matrizes de recursos e usos nacionais, contas macroeconômicas e fluxos bilaterais de comércio precisam ser harmonizados e balanceados. Os procedimentos de estimação, imputação e atualização, porém, diferem entre iniciativas e entre versões. Assim, maior cobertura geográfica ou temporal pode vir acompanhada de maior dependência de informações estimadas. Por esse motivo, a documentação metodológica de cada versão das bases é essencial para interpretar corretamente os resultados obtidos em análises que utilizam esses dados.

Devido as diferenças nos métodos de construção dessas bases de dados, a escolha da base deve acompanhar a pergunta de pesquisa. ICIO e FIGARO são referências para comércio em valor adicionado e emprego associado à demanda externa. EXIOBASE e GLORIA oferecem maior detalhamento ambiental. Eora privilegia cobertura geográfica. E as matrizes da CEPAL oferecem representação mais detalhada das cadeias latino-americanas. Nenhuma dessas matrizes de insumo-produto é superior as demais em todas as dimensões de análise. A literatura também tem documentado divergências entre os resultados obtidos com as diferentes bases (Moran e Wood, 2014; Owen *et al.*, 2014, 2016; Giljum *et al.*, 2019). Os estudos nesse campo de pesquisa devem, portanto, justificar a escolha da matriz de insumo-produto e, quando possível, testar a sensibilidade dos resultados a bases de dados alternativas.

2.1.2. Matrizes inter-regionais de insumo-produto

As cadeias de valor também podem ser rastreadas em sua dimensão doméstica por meio dos fluxos de comércio inter-regional. Um dos principais desafios para a avaliação de impacto dessas cadeias é a disponibilidade de dados para a construção das matrizes inter-regionais de insumo-produto.

Diversas metodologias, descritas em Miller e Blair (2022), foram propostas para a construção de sistemas regionais e inter-regionais de insumo-produto.

A mensuração das cadeias de valor ao nível subnacional também possui um desafio relacionado à construção de bases de dados capazes de conectar fluxos de comércio inter-regionais aos fluxos internacionais. Na Europa, essa agenda avançou com a construção de matrizes inter-regionais ao nível NUTS2. Thissen *et al.* (2018) introduzem a base EUREGIO, uma série anual (2000-2010) de base de dados globais de insumo-produto com detalhe regional para o conjunto da União Europeia, conectando regiões subnacionais de diferentes países por meio de fluxos de comércio inter-regional. Em contribuição complementar, Thissen *et al.* (2019) constroem um sistema de tabelas inter-regionais de recursos e usos para a EU28, em que os fluxos de comércio de bens e serviços entre regiões são derivados de dados de transporte de carga, voos e viagens de negócios. Almazán-Gómez *et al.* (2023) atualizam e estendem a agenda europeia de matrizes inter-regionais ao utilizar uma base para as regiões da EU27, do Reino Unido e dos países da EFTA, compatível com o arcabouço FIGARO, para analisar a inserção das regiões europeias nas cadeias globais de valor. Em conjunto, esses esforços de construção de bases de dados permitem considerar a heterogeneidade regional na análise da inserção dos países nas cadeias globais de valor.

A institucionalização dessa agenda também avançou na produção estatística oficial. O projeto *Integration of Regions in Global Value Chains*, da OCDE, desenvolve indicadores de integração regional em cadeias globais de valor e tem como aplicação piloto a incorporação das regiões do Reino Unido às tabelas ICIO, em colaboração com o *Department for Business and Trade* e o *Office for National Statistics*. A iniciativa prevê a construção de tabelas subnacionais de recursos e usos e de insumo-produto integradas ao arcabouço ICIO, bem como indicadores subnacionais de comércio em valor adicionado. A principal contribuição do projeto é combinar microdados granulares com a consistência metodológica das tabelas interpaíses da OCDE.

2.1.3. Matrizes inter-regionais de insumo-produto para o Brasil

No caso brasileiro, o Núcleo de Economia Regional e Urbana da Universidade de São Paulo (NEREUS) tem construído bases de dados regionais a partir das matrizes nacionais de insumo-produto. Os pesquisadores deste Núcleo têm dedicado esforços na estimação dos fluxos de comércio intra- e inter-regionais para a construção dos sistemas inter-regionais de insumo-produto.

Uma das contribuições do NEREUS foi divulgada por Guilhoto *et al.* (2019), que propõem um método para a estimação de tabelas inter-regionais de recursos e usos em condições de informação limitada, denominado *Supply and Use Interregional Tables* (SUIT). O método é aplicado à construção de um sistema para as 27 Unidades da Federação, referente ao ano de 2011 e desagregado em 68 setores e 128 produtos.

Em outro estudo, Haddad *et al.* (2017, 2025), estimam o sistema interestadual de insumo-produto pelo método denominado *Interregional Input-Output Adjustment System* (IIOAS), que combina dados de agências oficiais de estatística, como o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), e pesquisas não censitárias para estimar os fluxos de comércio inter-regional. O sistema cobre, para 2011, as 27 Unidades da Federação em 68 setores; para 2019, além de abranger todas as Unidades da Federação, 68 setores e 128 produtos, a base de dados incorpora as contas socioambientais, que incluem ocupações, emissões de dióxido de carbono, consumo de energia e uso de água.

Ainda no âmbito do método IIOAS, Haddad *et al.* (2020) estimaram matrizes de insumo-produto para os arranjos populacionais do Brasil em 2015, organizadas em 22 setores e quatro regiões (principal município do arranjo populacional, restante do arranjo, restante da Unidade da Federação e restante do país). Recorrendo também ao método IIOAS, Haddad *et al.* (2024c) estimaram uma matriz inter-regional de insumo-produto para 2019, para 68 setores e as 34 regiões na área de atuação do Banco do Nordeste e as demais macrorregiões do país.

2.2 Métodos de Mensuração e Indicadores

A modelagem de insumo-produto rastreia os requisitos diretos e indiretos de produção gerados pelo consumo final. Combinada a contas socioambientais, permite atribuir conteúdo de valor adicionado, emprego, emissões e uso de recursos naturais à produção, ao comércio e ao consumo. Miller e Blair (2022) apresentam uma descrição detalhada da modelagem básica de insumo-produto, que pode ser empregada para analisar os impactos econômicos e ambientais das cadeias de valor.

Dentre os principais indicadores, a decomposição das exportações brutas distingue o valor adicionado (ou emprego) gerado domesticamente daquele produzido no exterior e incorporado por meio de insumos importados (Koopman *et al.*, 2014; Los *et al.*, 2016). Essa decomposição permite mensurar o conteúdo de valor adicionado estrangeiro contido nas exportações e a participação do valor adicionado doméstico exportado como insumo e posteriormente incorporado às exportações de outros países. Medidas de posição dos países e indústrias nas cadeias de valor complementam essa decomposição do valor adicionado. A *upstreamness*, ou distância à demanda final, sintetiza quantos estágios separam a produção de um setor do uso final (Antràs *et al.*, 2012; Antràs e Chor, 2018). Miller e Temurshoev (2017) distinguem a posição na cadeia de oferta do produto (*output upstreamness*) da posição na cadeia de demanda de insumos (*input downstreamness*).

As extensões ambientais calculam emissões de CO₂ ou uso de recursos ambientais incorporados à cadeia de valor, permitindo comparar responsabilidades baseadas na produção e no consumo. Tanto os indicadores econômicos quanto as pegadas ambientais são sensíveis à agregação e à base utilizada. Para muitas aplicações, a OCDE disponibiliza resultados previamente calculados a partir da ICIO, sintetizados no Box 1.

Box 1. Indicadores de participação em cadeias de valor disponibilizados pela OCDE

Diversos indicadores são disponibilizados em bases de acesso aberto, reduzindo a necessidade de manipulação direta das matrizes globais de insumo-produto. A OCDE mantém três conjuntos de indicadores, derivados de suas matrizes interpaíses de insumo-produto (*Inter-Country Input-Output* – ICIO).

- Os indicadores de comércio em valor adicionado (*Trade in Value Added* – TiVA) decompõem os fluxos de comércio segundo a origem do valor adicionado, distinguindo a parcela doméstica da estrangeira em cada etapa da produção.
- Os indicadores de comércio em emprego (*Trade in Employment* – TiM) estimam o emprego apoiado pela demanda final externa, revelando o número de empregos de uma economia que depende de sua integração às redes globais de produção. Uma extensão, o TiMBC (*Trade in Employment by characteristics*), decompõe esses indicadores por sexo, idade, escolaridade e ocupação.
- Os indicadores de pegada de gases de efeito estufa (*Greenhouse Gas Footprints* – GHGFP) combinam as tabelas ICIO com as contas de emissões atmosféricas para estimar as emissões impulsionadas pelo consumo. Estes indicadores, ao rastrear as emissões ao longo da cadeia de valor, atribuem à demanda final de um país a poluição gerada por seus fornecedores no exterior, tornando explícito que reduções de emissões territoriais podem refletir apenas o deslocamento da produção poluente para outras economias.

3. Limitações Metodológicas e Desafios Empíricos

As aplicações baseadas em modelos de insumo-produto enfrentam limitações que podem ser organizadas em quatro grupos: qualidade e construção das bases de dados; agregação setorial e regional; hipóteses do modelo básico de insumo-produto; e compatibilização com contas ambientais.

A primeira limitação decorre da forma como as bases de dados são construídas. Matrizes nacionais, inter-regionais e globais frequentemente combinam informações observadas, procedimentos de balanceamento e métodos de imputação de dados. Por isso, a qualidade dos resultados depende não apenas da consistência contábil das matrizes, mas também da transparência dos procedimentos adotados para preencher lacunas de informação.

Ao comparar os coeficientes técnicos de insumo-produto de 66 países da ICIO da OCDE, Haddad *et al.* (2024b) mostram que as estruturas produtivas nacionais parecem apresentar elevada similaridade com as estruturas médias globais. Esse padrão pode ter duas interpretações. A primeira interpretação seria que os dados refletem uma convergência efetiva das tecnologias nacionais em torno de padrões produtivos globais. A segunda interpretação tem fundamentação metodológica,

relacionada, ao menos em parte, aos procedimentos de imputação de dados, nos quais o preenchimento de lacunas de informação com médias regionais ou globais aproxime os países dessas referências. A ausência de documentação detalhada sobre a estimação das tabelas interpaíses da OCDE e de outras bases globais dificulta distinguir entre essas duas interpretações. Mesmo quando se adota uma estratégia conservadora, restringindo a cobertura geográfica aos países com maior disponibilidade de informações, uma parte relevante das matrizes globais de insumo-produto ainda depende de procedimentos de estimação nem sempre plenamente documentados.

Essa limitação, relacionada às técnicas de estimação de modelos globais, tem implicações relevantes para a literatura baseada em matrizes globais de insumo-produto. Se parte das similaridades observadas decorre dos métodos de construção das bases, os resultados sobre especialização, encadeamentos produtivos, comércio em valor adicionado e impactos ambientais incorporados ao comércio devem ser interpretados com cautela. Nesse sentido, Haddad *et al.* (2024b) reforçam a necessidade de maior transparência metodológica na construção dessas bases de dados.

Outra limitação da modelagem econômica usando as matrizes globais de insumo-produto, é que essas matrizes diferem em cobertura geográfica, desagregação setorial, periodicidade, procedimentos de balanceamento e integração com contas ambientais. Além disso, a qualidade das informações tende a ser desigual entre os países, refletindo as diferenças na capacidade dos institutos nacionais de estatística de organizar seus sistemas de contas nacionais. Para aplicações em contextos de países com pior qualidade das bases de dados, essa assimetria é particularmente relevante, pois parte das estimativas pode depender mais fortemente de procedimentos de preenchimento de lacunas, harmonização e extrapolação do que de informações observadas diretamente.

A segunda limitação desses modelos decorre do grau de agregação setorial e regional das matrizes de insumo-produto. Como setores agregados combinam atividades, tecnologias, intensidades de insumos e perfis ambientais distintos, os coeficientes técnicos observados podem ocultar heterogeneidades relevantes devido ao problema de agregação setorial. Assim, a hipótese de produto homogêneo por setor pressupõe que todas as firmas de um mesmo setor compartilham a mesma tecnologia média. Esse problema é particularmente importante em aplicações voltadas à mensuração de impactos ambientais, nas quais diferenças tecnológicas dentro de um mesmo setor podem alterar substancialmente estimativas de emissões, uso de energia, água ou desmatamento incorporados aos fluxos de comércio.

A literatura empírica de comércio internacional mostra que firmas exportadoras, multinacionais, importadoras, firmas inseridas em regimes de processamento e firmas puramente domésticas diferem em produtividade, intensidade de capital, uso de insumos importados, composição da força de trabalho e posição nas redes de fornecedores (Antràs e Chor, 2022). Como consequência, medidas agregadas de conteúdo de valor adicionado no comércio podem ser sensíveis ao grau de agregação setorial e à forma como diferentes tipos de firmas são representados nas matrizes de insumo-produto.

A expansão recente de microdados com registros alfandegários e dados de imposto sobre valor adicionado, viabilizou uma literatura complementar que examina as cadeias de valor em escala microeconômica. Esses dados permitiram mensurar características das cadeias de valor identificadas

apenas de forma agregada nas matrizes de insumo-produto. Bernard *et al.* (2019) documentam que a estrutura espacial das redes de fornecedores afeta a produtividade das firmas; Carvalho *et al.* (2021) quantificam a propagação de choques ao longo de cadeias de suprimentos ao nível de firmas; Dhyne *et al.* (2021) demonstram que a maioria das firmas depende de insumos estrangeiros indiretamente, via fornecedores domésticos; e Bernard *et al.* (2022) relacionam as diferenças de tamanho das firmas à heterogeneidade de seus relacionamentos na cadeia de suprimentos.

Como demonstram Antràs e Chor (2022) e Antràs *et al.* (2026), representações agregadas e microeconômicas constituem níveis complementares de análise das cadeias de valor. As matrizes de insumo-produto oferecem cobertura geográfica ampla, consistência contábil, comparabilidade internacional e integração com contas ambientais. Enquanto, os dados ao nível de firmas permitem examinar heterogeneidade intrasetorial e propagação de choques com maior granularidade. Assim, o problema de agregação setorial das matrizes de insumo-produto pode ser mitigado por abordagens integradas que combinem matrizes agregadas com informações sobre redes de produção ao nível da firma.

A terceira limitação é a presença de hipóteses implícitas nos modelos básicos de insumo-produto. A hipótese de coeficientes técnicos fixos pressupõe que a relação entre insumos intermediários e a produção permanece constante, independentemente da escala de produção, dos preços relativos ou da disponibilidade de fatores primários de produção. Em aplicações de comércio, problemas adicionais surgem da forma como as importações são alocadas entre usos intermediários e finais, frequentemente por meio de hipóteses de proporcionalidade. Essas escolhas simplificam a implementação empírica, mas podem afetar a interpretação dos resultados, sobretudo quando há diferenças relevantes entre insumos domésticos e importados.

A quarta limitação é a mensuração ambiental, que acrescenta uma camada adicional de incerteza, pois emissões, consumo de energia, água e desmatamento são frequentemente mensurados por fontes distintas, com diferentes escalas espaciais, classificações setoriais e métodos de alocação. Mesmo quando as contas ambientais estão disponíveis, sua compatibilização com as matrizes de insumo-produto não é direta. Por isso, estimativas de pegadas ambientais baseadas na produção, no consumo ou no comércio devem ser interpretadas como medidas condicionadas à base de dados e aos procedimentos de compatibilização adotados.

Essas limitações não reduzem a utilidade da análise de insumo-produto, mas delimitam seu uso adequado. Indicadores derivados das matrizes de insumo-produto são úteis para descrever estruturas produtivas, rastrear encadeamentos intersetoriais nas cadeias de suprimento, mensurar conteúdo incorporado e comparar responsabilidades ambientais baseadas na produção e no consumo. Assim, os indicadores de insumo-produto devem ser interpretados principalmente como instrumentos de mapeamento estrutural e de mensuração contábil. No entanto, temas de pesquisa que envolvem mudanças de preços relativos, substituição tecnológica, restrições de capacidade, choques persistentes de oferta ou ajustamento nos mercados de trabalho exigem modelos complementares. Nesse sentido, Dixon e Rimmer (2022) mostram que a análise de cadeias globais de suprimento pode exigir uma estrutura integrada, na qual os elementos específicos da fragmentação produtiva internacional sejam

incorporados a modelos de equilíbrio geral computável. Essa integração permite combinar a representação das cadeias globais de suprimento com uma perspectiva da economia como um todo, incluindo mercados de fatores, realocação setorial e a distribuição dos ganhos e perdas entre países e setores.

4. Lições da Literatura e Agenda de Pesquisa

A avaliação dos impactos econômicos e ambientais associados às cadeias de valor exige diversos indicadores e bases de dados capazes de responder a perguntas sobre fragmentação produtiva, inserção regional e internacional, conteúdo de serviços e pegadas ambientais. A análise de insumo-produto oferece ferramentas adequadas a essas questões, mas a escolha do método depende da pergunta de pesquisa, da escala territorial e das restrições de dados. Este capítulo organizou a literatura em torno de três dimensões relacionadas aos métodos baseados na análise de insumo-produto, especificamente, os problemas de mensuração, as bases de dados disponíveis e os indicadores econômicos e ambientais de participação nas cadeias de valor. O objetivo do texto é oferecer uma síntese aplicada que auxilie pesquisadores e formuladores de política na seleção de instrumentos em contextos de tomada de decisão.

A relevância dessa agenda decorre das limitações das estatísticas convencionais de comércio internacional. Os bens e serviços consumidos por uma economia incorporam conteúdo com origem distintas, mas as estatísticas de comércio bruto não revelam a origem de todos os insumos ao longo das cadeias de valor. Ao mensurar o conteúdo de valor adicionado incorporado ao comércio, os modelos de insumo-produto revelam a estrutura de encadeamentos intersetoriais, capturados por meio da interdependência regional e setorial nas cadeias de suprimento. Esses encadeamentos constituem uma das principais razões para analisar o comércio em cadeias de valor usando esses tipos de modelos.

A inserção de uma economia em uma rede de produção integrada condiciona sua exposição a choques externos, sua capacidade de capturar valor adicionado, sua dependência de insumos estratégicos e sua contribuição para as pressões ambientais geradas em outros territórios. A literatura mostra que indicadores baseados em valor adicionado alteram a interpretação sobre a importância dos setores exportadores e dos setores de serviços, que representam parcela relevante dos bens exportados, além de distinguir a responsabilidade ambiental entre produção e consumo.

As aplicações com a modelagem de insumo-produto também exigem o entendimento das limitações do método. As matrizes de insumo-produto são úteis para descrever estruturas produtivas agregadas, mapear encadeamentos produtivos setoriais e mensurar impactos incorporados ao comércio e ao consumo. No entanto, algumas das hipóteses desses modelos, como coeficientes técnicos fixos, problemas de agregação setorial, ausência de efeito de substituição, ausência de preços relativos e restrições de capacidade, restringem seu uso a problemas específicos. Questões que envolvem preços relativos, mudança tecnológica, efeitos de substituição, choques de oferta ou mudanças nas preferências de consumo exigem o uso de modelos complementares, como os de equilíbrio geral computável. A análise de insumo-produto, portanto, é uma técnica relevante de representação estrutural da economia, mas não a única para a avaliação dos impactos das cadeias de valor.

A agenda de pesquisa exige avanços em pelo menos três direções. A primeira é melhorar a qualidade, a transparência e a comparabilidade das matrizes globais de insumo-produto. A segunda é ampliar a integração entre contas econômicas e ambientais. A terceira é desenvolver uma modelagem que combine os encadeamentos de insumo-produto, representados nas matrizes de insumo-produto, com a representação de mudanças tecnológicas, efeitos de substituição de insumos e restrições de oferta. Esses avanços são relevantes para compreender como os impactos econômicos e ambientais se distribuem ao longo das cadeias de valor.

Referências

- Almazán-Gómez, M. Á., Llano, C., Pérez, J., & Mandras, G. (2023). The European regions in the global value chains: New results with new data. *Papers in Regional Science*, 102(6), 1097-1127.
- Antràs, P., & Chor, D. (2013). Organizing the Global Value Chain. *Econometrica*, 81(6), 2127-2204.
- Antràs, P., & Chor, D. (2019). On the measurement of upstreamness and downstreamness in global value chains. In Ing, L. Y., & Yu, M. (Eds.), *World Trade Evolution: Growth, Productivity and Employment* (pp. 126-194). Routledge.
- Antràs, P., & Chor, D. (2022). Global Value Chains. In G. Gopinath, E. Helpman, & K. Rogoff (Eds.), *Handbook of International Economics* (Vol. 5). Elsevier.
- Antràs, P., Chor, D., Fally, T., & Hillberry, R. (2012). Measuring the upstreamness of production and trade flows. *American Economic Review*, 102(3), 412-416.
- Antràs, P., Fadeev, E., Fort, T. C., & Tintelnot, F. (2026). Exporting, Global Sourcing, and Multinational Activity: Theory and Evidence from the United States. *Review of Economics and Statistics*, 108 (3): 553-571.
- Araújo, I. F., Haddad, E. A., Oliveira, M. A. S., & Ricciulli, D. (2023). The Interplay of Services Productivity and the Competitiveness of Colombian Exports. In E. A. Haddad, J. Bonet, & G. J. D. Hewings (Eds.), *The Colombian Economy and Its Regional Structural Challenges* (pp. 401-423). Springer.
- Araújo, I. F., Jackson, R. W., Neto, A. B. F., & Perobelli, F. S. (2020). European Union membership and CO₂ emissions: A structural decomposition analysis. *Structural Change and Economic Dynamics*, 55, 190-203.
- Araújo, I. F., Perobelli, F. S., & Faria, W. R. (2021). Regional and global patterns of participation in value chains: Evidence from Brazil. *International Economics*, 165, 154-171.
- Backer, K., Lombaerde, P., & Iapadre, L. (2018). Analyzing global and regional value chains. *International Economics*, 153, 3-10.
- Bernard, A. B., Dhyne, E., Magerman, G., Manova, K., & Moxnes, A. (2022). The origins of firm heterogeneity: A production network approach. *Journal of Political Economy*, 130(7), 1765-1804.
- Bernard, A. B., Moxnes, A., & Saito, Y. U. (2019). Production networks, geography, and firm performance. *Journal of Political Economy*, 127(2), 639-688.

- Carvalho, V. M., Nirei, M., Saito, Y. U., & Tahbaz-Salehi, A. (2021). Supply Chain Disruptions: Evidence from the Great East Japan Earthquake. *The Quarterly Journal of Economics*, 136(2), 1255-1321.
- Costinot, A., Vogel, J., & Wang, S. (2013). An elementary theory of global supply chains. *Review of Economic Studies*, 80(1), 109-144.
- Dixon, P. B., & Rimmer, M. T. (2022). Winners and losers in global supply chain trade: Embedding GSC in CGE. *Economic Modelling*, 106, 105670.
- Dhyne, E., Kikkawa, A. K., Mogstad, M., & Tintelnot, F. (2021). Trade and domestic production networks. *The Review of Economic Studies*, 88(2), 643-668.
- Gervais, A., & Jensen, J. B. (2019). The tradability of services: Geographic concentration and trade costs. *Journal of International Economics*, 118, 331-350.
- Giljum, S., Wieland, H., Lutter, S., Eisenmenger, N., Schandl, H., & Owen, A. (2019). The impacts of data deviations between MRIO models on material footprints: A comparison of EXIOBASE, Eora, and ICIO. *Journal of Industrial Ecology*, 23(4), 946-958.
- Grossman, G. M., & Helpman, E. (2005). Outsourcing in a Global Economy. *The Review of Economic Studies*, 72(1), 135-159.
- Grossman, G. M., & Rossi-Hansberg, E. (2008). Trading Tasks: A Simple Theory of Offshoring. *American Economic Review*, 98(5), 1978-1997.
- Guilhoto, J. J. M., Gonçalves, C. A., Visentin, J. C., Imori, D., & Ussami, K. A. (2019). Sistema Interestadual de Insumo-Produto do Brasil: Uma Aplicação do Método SUIT. *Economia Aplicada*, 23(1), 83-112.
- Haddad, E. A., & Araújo, I. F. (2021). The internal geography of services value-added in exports: A Latin American perspective. *Papers in Regional Science*, 100(3), 713-745.
- Haddad, E. A., Araújo, I. F., & Perobelli, F. S. (2020). *Estrutura das matrizes de insumo-produto dos Arranjos Populacionais do Brasil, 2015 (Nota Técnica)*. TD Nereus, n. 8-2020. Núcleo de Economia Regional e Urbana da Universidade de São Paulo (NEREUS).
- Haddad, E. A., Araújo, I. F., Feltran-Barbieri, R., Perobelli, F. S., Rocha, A., Sass, K. S., & Nobre, C. A. (2024a). Economic drivers of deforestation in the Brazilian Legal Amazon. *Nature Sustainability*, 7(9), 1141-1148.
- Haddad, E. A., Araújo, I. F., & Perobelli, F. S. (2024b). Geographical proximity and technological similarity. *Structural Change and Economic Dynamics*, 70, 302-318.
- Haddad, E. A., Araújo, I. F., Rocha, A., & de Almeida Vale, V. (2025). Matriz interestadual de insumo-produto para o Brasil, 2019. *Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos*, 19(4), 607-638.
- Haddad, E. A., Azzoni, C. R., Rocha, A. A. M., Perobelli, F. S., Araújo, I. F. D., Vale, V. D. A., & Almeida, A. N. D. (2024c). *A Matriz de insumo-produto e a estrutura produtiva da Região Nordeste*. Banco do Nordeste do Brasil.
- Haddad, E. A., Gonçalves Júnior, C. A., & Nascimento, T. O. (2017). Matriz interestadual de insumo-produto para o Brasil: Uma aplicação do método IIOAS. *Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos*, 11(4), 424-446.

- Haddad, E. A., Mengoub, F. E., & Vale, V. A. (2020). Water content in trade: A regional analysis for Morocco. *Economic Systems Research*, 32(4), 565-584.
- Hoekstra, R., Michel, B., & Suh, S. (2016). The emission cost of international sourcing: using structural decomposition analysis to calculate the contribution of international sourcing to CO₂-emission growth. *Economic Systems Research*, 28(2), 151-167.
- Hummels, D., Ishii, J., & Yi, K. M. (2001). The nature and growth of vertical specialization in world trade. *Journal of International Economics*, 54(1), 75-96.
- Johnson, R. C. (2014). Five facts about value-added exports and implications for macroeconomics and trade research. *Journal of Economic Perspectives*, 28(2), 119-142.
- Johnson, R. C. (2018). Measuring global value chains. *Annual Review of Economics*, 10(1), 207-236.
- Johnson, R. C., & Noguera, G. (2012). Accounting for intermediates: Production sharing and trade in value added. *Journal of International Economics*, 86(2), 224-236.
- Johnson, R. C., & Noguera, G. (2017). A portrait of trade in value-added over four decades. *Review of Economics and Statistics*, 99(5), 896-911.
- Jones, R. (2000). *Globalization and the Theory of Input Trade*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Koopman, R., Wang, Z., & Wei, S. J. (2014). Tracing value-added and double counting in gross exports. *American Economic Review*, 104(2), 459-494.
- Los, B., Timmer, M. P., & De Vries, G. J. (2016). Tracing value-added and double counting in gross exports: Comment. *American Economic Review*, 106(7), 1958-1966.
- Miller, R. E., & Blair, P. D. (2022). *Input-output analysis: Foundations and extensions* (3rd ed.). Cambridge University Press.
- Miller, R. E., & Temurshoev, U. (2017). Output upstreamness and input downstreamness of industries/countries in world production. *International Regional Science Review*, 40(5), 443-475.
- Moran, D., & Wood, R. (2014). Convergence between the Eora, WIOD, EXIOBASE, and Open EU's consumption-based carbon accounts. *Economic Systems Research*, 26(3), 245-261.
- Owen, A., Steen-Olsen, K., Barrett, J., Wiedmann, T., & Lenzen, M. (2014). A structural decomposition approach to comparing MRIO databases. *Economic Systems Research*, 26(3), 262-283.
- Owen, A., Wood, R., Barrett, J., & Evans, A. (2016). Explaining value chain differences in MRIO databases through structural path decomposition. *Economic Systems Research*, 28(2), 243-272.
- Pacheco, R., Fernandes, R. P., Araújo, I. F., & Haddad, E. A. (2023). Trade in Value-Added: Does MFN Status Matter for Colombian Regions? In E. A. Haddad, J. Bonet, & G. J. D. Hewings (Eds.), *The Colombian Economy and Its Regional Structural Challenges* (pp. 401-423). Springer.
- Sonis, M., Hewings, G. J., & Okuyama, Y. (2002). Vertical Specialization and Interregional Trade: Hierarchy of Spatial Production Cycles and Feedback Loop Analysis in the Midwest Economy. In Hewings, G. J., Sonis, M., & Boyce, D. (Eds.). *Trade, Networks and Hierarchies: Modeling Regional and Interregional Economies*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg. pp. 347-364.
- Thissen, M., Ivanova, O., Mandras, G., & Husby, T. (2019). *European NUTS 2 regions: construction of interregional trade-linked Supply and Use tables with consistent transport flows*. JRC Working Papers

on Territorial Modelling and Analysis, n. 01/2019.

Thissen, M., Lankhuizen, M., van Oort, F. G., Los, B., & Diodato, D. (2018). *EUREGIO: The construction of a global IO DATABASE with regional detail for Europe for 2000-2010*. Tinbergen Institute Discussion Paper, n. TI 2018-084/VI.

Timmer, M. P., Los, B., Stehrer, R., & De Vries, G. J. (2013). Fragmentation, incomes and jobs: An analysis of European competitiveness. *Economic Policy*, 28(76), 613-661.

Tukker, A., & Dietzenbacher, E. (2013). Global multiregional input–output frameworks: an introduction and outlook. *Economic Systems Research*, 25(1), 1-19.

Wiedmann, T. (2009). A review of recent multi-region input–output models used for consumption-based emission and resource accounting. *Ecological Economics*, 69(2), 211-222.

Wiedmann, T., & Lenzen, M. (2018). Environmental and social footprints of international trade. *Nature Geoscience*, 11(5), 314-321.

World Bank. (2017). Measuring and Analyzing the Impact of GVCs on Economic Development. *Global Value Chain Development Report*.

Yi, K. M. (2003). Can vertical specialization explain the growth of world trade? *Journal of Political Economy*, 111(1), 52-102.

PARTE **IV**

*AGRONEGÓCIO
E SISTEMAS
AGROINDUSTRIAIS*

Capítulo **11**

Evolução e transformações do agronegócio brasileiro

Nicole Rennó Castro

Professora Doutora do Departamento de Economia, Administração e Sociologia da Esalq/USP

Carlos Eduardo de Freitas Vian

Professor Doutor do Departamento de Economia, Administração e Sociologia da Esalq/USP

O agronegócio contemporâneo – que ocupa posição central na economia brasileira, com participações expressivas na produção, no emprego, nas exportações e na geração de renda – é resultado de um longo processo histórico de transformações produtivas, tecnológicas e institucionais que alteraram a organização da agropecuária brasileira e suas relações com os demais setores da economia.

O objetivo deste capítulo é contribuir para a compreensão da dinâmica atual do agronegócio brasileiro, combinando uma perspectiva histórica de longo prazo com uma avaliação quantitativa de seu desempenho econômico nas últimas décadas. Busca-se compreender tanto os processos históricos que moldaram a estrutura atual do setor quanto os fatores que explicam sua trajetória recente.

Após a apresentação dos procedimentos metodológicos, o capítulo desenvolve-se em duas seções de resultados complementares. Na primeira, são apresentados aspectos teóricos e uma retrospectiva histórica da transição do complexo rural ao agronegócio, desde o final do século XIX até as décadas mais recentes. São discutidos o processo de desestruturação do complexo rural, a consolidação dos complexos agroindustriais e, posteriormente, a formação do agronegócio moderno. Ao longo dessa trajetória, o centro dinâmico setorial e do sistema produtivo vai se deslocando para setores industriais e de serviços. Na segunda seção, analisa-se o desempenho recente do agronegócio brasileiro a partir dos indicadores de Produto Interno Bruto (PIB), explorando seus determinantes em termos de crescimento real, preços relativos, segmentos econômicos e atividades produtivas.

A compreensão da trajetória histórica contribui para explicar não apenas a expansão da produção agropecuária observada nas últimas décadas, mas também a crescente complexidade das cadeias produtivas e os distintos padrões de desempenho entre os segmentos que compõem o agronegócio, analisados na segunda seção.

Metodologicamente, o estudo combina pesquisa bibliográfica e documental, utilizada para a discussão conceitual e para a reconstrução histórica da evolução do setor, com análise descritiva de dados secundários referentes ao PIB do agronegócio brasileiro. Para a análise quantitativa, são utilizados os indicadores produzidos pelo Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (Cepea), em parceria com a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA), cobrindo o período de 2000 a 2025. Os resultados são examinados por meio de estatísticas descritivas e da decomposição do desempenho setorial em seus componentes de volume, preços relativos, segmentos econômicos e atividades produtivas.

1. Metodologia

O capítulo combina duas abordagens metodológicas complementares. A primeira consiste em pesquisa bibliográfica e documental, utilizada para a discussão conceitual e para a reconstrução histórica da evolução da agropecuária brasileira e da formação do agronegócio (Sá-Silva *et al.*, 2009; Oliveira, 2007). Os dados e informações apresentados são oriundos da bibliografia de referência utilizada nessas seções.

A segunda abordagem consiste em uma análise descritiva baseada em informações secundárias do Produto Interno Bruto (PIB) do agronegócio brasileiro, com foco no período de 2000 a 2025. Para tanto, são utilizados instrumentais de estatística descritiva (Guimarães, 2008; Reis, 2008), buscando caracterizar a evolução do setor e de seus principais componentes.

Para a análise quantitativa do período recente, foram utilizadas as informações produzidas pelo Cepea, em parceria com a CNA, acerca do PIB do agronegócio brasileiro. A metodologia do Cepea/CNA adota o conceito de agronegócio baseado no trabalho seminal de Davis e Goldberg (1957), em que o setor é entendido como o conjunto de atividades econômicas vinculadas à produção agropecuária, abrangendo não apenas a produção primária, mas também os segmentos que a antecedem e sucedem nas cadeias produtivas (Cepea, 2017).

Nessa perspectiva, o agronegócio é dividido em quatro grandes segmentos. O segmento de insumos compreende as atividades responsáveis pelo fornecimento de bens utilizados na produção agropecuária, como fertilizantes, defensivos, máquinas, implementos e demais insumos produtivos. O segmento agropecuário corresponde às atividades de produção agrícola, pecuária, florestal e pesqueira. O segmento agroindustrial engloba as atividades industriais que processam matérias-primas de origem agropecuária, agregando valor aos produtos primários. Por fim, o segmento de agrosserviços reúne as atividades de comércio, transporte e demais serviços relacionados ao funcionamento das cadeias agroindustriais (Cepea, 2017).

A metodologia do Cepea/CNA permite a construção de diferentes indicadores para análise temporal do desempenho do agronegócio - esses indicadores oferecem perspectivas complementares para a análise do desempenho do setor, sendo todos explorados neste capítulo (Cepea, 2017). O PIB nominal corresponde aos valores correntes em cada período. O PIB-volume é calculado a preços constantes, captando exclusivamente a evolução real do PIB - trata-se do indicador internacionalmente adotado para a análise do crescimento econômico, seguindo os procedimentos estabelecidos pelo "*System of National Accounts 2008*" (United Nations *et al.*, 2009), sendo também a medida utilizada pelo IBGE para retratar a evolução temporal do PIB brasileiro e de seus setores econômicos.

O deflator do PIB mensura a evolução do nível geral de preços dos bens e serviços que compõem o agronegócio. A partir da comparação entre o deflator do agronegócio e o deflator do PIB nacional, obtém-se o indicador de preços relativos, que expressa a evolução dos preços do setor em relação à média da economia. Por fim, o principal indicador divulgado pelo Cepea/CNA é o PIB-renda, que combina as informações de crescimento em volume e de preços relativos, buscando retratar a evolução da renda real gerada pelo agronegócio ao longo do tempo (Cepea, 2017).

Com base nesses indicadores, a análise desenvolvida neste capítulo explora a evolução do agronegócio brasileiro, destacando seus componentes de volume e preços relativos, seu desempenho relativo frente à média da economia, assim como a contribuição dos diferentes segmentos e atividades econômicas que compõem o setor.

2. Do complexo rural ao agronegócio

2.1 Aspectos teóricos da transição do complexo rural ao agronegócio

Kageyama *et al.* (1990) destacam que existem três conceitos que, embora muitas vezes sejam usados como sinônimos, não o são: modernização e industrialização da agricultura e formação dos complexos agroindustriais. Cada um deles define uma dinâmica diferente, um momento histórico específico e uma determinada organização social e de decisão sobre produção, comercialização, estratégias, entre outros fatores, da produção agropecuária e agroindustrial (Graziano da Silva, 1998; Kageyama *et al.*, 1990).

O conceito de modernização da agricultura abrange a mudança na base técnica da produção agrícola. Foi um processo que passou a ganhar dimensão nacional a partir do fim do século XIX, inicialmente, com a introdução de escolas técnicas agrícolas, a difusão de sementes e mudas selecionadas e o uso mais eficiente de técnicas de produção – e que evoluiu no pós-guerra com a introdução de máquinas agrícolas (tratores importados), de elementos químicos (fertilizantes, defensivos etc.) e de novas ferramentas e com mudanças de culturas e/ou de variedades utilizadas (Graziano da Silva, 1998; Kageyama *et al.*, 1990).

O conceito de modernização da agricultura abrange a mudança na base técnica da produção agrícola. Foi um processo que passou a ganhar dimensão nacional a partir do fim do século XIX.

Em resumo, a modernização da agricultura correspondeu a uma importante alteração da base técnica da produção: antes caracterizada pelo uso predominante de enxadas, tração animal e elevada intensidade de mão de obra, a agricultura tornou-se moderna, intensiva e mecanizada. Em paralelo, esse processo trouxe a incorporação de novas culturas, assim como a substituição de variedades tradicionais por outras modernas, adquiridas da indústria de sementes ou de produtores certificados de mudas (Graziano da Silva, 1998; Kageyama *et al.*, 1990).

Sobre a industrialização da agricultura, embora seja um conceito próximo ao de modernização do setor, refere-se à aproximação da dinâmica produtiva da agropecuária à lógica de funcionamento da indústria, como uma “fábrica” que compra determinados insumos e produz matérias-primas para outros ramos da produção. Desses processos, também resulta uma ampliação da integração da agropecuária com outros setores da economia (Graziano da Silva, 1998; Kageyama *et al.*, 1990).

Sob esta perspectiva, na próxima subseção, discute-se como a agropecuária passa a adquirir bens de capital, matérias-primas, sementes, mudas, ferramentas e serviços de outros setores da economia. De um ponto de vista setorial, com a industrialização da agricultura, há uma crescente integração de certos segmentos da agropecuária com setores da indústria mecânica, química e farmacêutica. Surge também concorrência, já que parte desses insumos era antes produzida pela própria agropecuária, como sementes e alguns fertilizantes biológicos (Graziano da Silva, 1998; Kageyama *et al.*, 1990).

Ressalta-se que, antes da consolidação desses processos, a agropecuária brasileira estava inserida no que a literatura denomina complexo rural. Trata-se de uma forma de organização econômica caracterizada pela limitada divisão social do trabalho e pela relativa autossuficiência das unidades produtivas rurais. Nesse sistema, parcela significativa dos insumos, equipamentos simples e bens de consumo utilizados nas propriedades era produzida no próprio meio rural.

Com a crise do complexo rural e as modificações advindas da modernização da agricultura – com retrospectiva histórica também explorada na próxima subseção –, se consolidaram os complexos agroindustriais. Esses são definidos como um conjunto de atividades, de diferentes setores, fortemente relacionadas entre si por relações de compra e venda de bens e serviços, baseados em uma matéria-prima agropecuária específica.

No início, os diferentes complexos agroindustriais eram pouco relacionados entre si. Com as inovações, o fortalecimento de setores integradores – como o financeiro, o de pesquisa e o de serviços –, e o próprio desenvolvimento das agroindústrias processadoras, passou a ocorrer uma interligação entre os complexos, evoluindo para o que se entende como o agronegócio, inicialmente denominado Complexo Agroindustrial (Graziano da Silva, 1998; Kageyama *et al.*, 1990).

2.2. A evolução histórica do complexo rural ao agronegócio brasileiro

Esta seção analisa as transformações na dinâmica e na estrutura da agropecuária e da agroindústria brasileiras ao longo do processo de formação do agronegócio, com uma retrospectiva histórica. Argumenta-se que, nesse processo, o centro dinâmico da atividade econômica se desloca progressivamente de dentro da porteira para outros segmentos das cadeias de valor. Como consequência, a evolução da agropecuária nacional passa a depender crescentemente da agroindústria e de atividades comerciais e de serviços. Todo o desenvolvimento da seção é baseado em Graziano da Silva (1998) e Kageyama *et al.* (1990).

A dinâmica do complexo rural era relativamente simples, determinada fundamentalmente pelas flutuações do comércio exterior. Em geral, havia apenas um produto de valor comercial em todo o circuito produtivo: aquele destinado ao mercado externo. Se o seu preço estivesse atrativo, os recursos da fazenda (homens, animais de trabalho e terras) eram alocados de modo a incrementar a produção de exportação; se o preço no mercado internacional caísse, esses recursos eram deslocados para as atividades internas, destinadas sobretudo à subsistência da força de trabalho e à reprodução das condições materiais da unidade produtiva.

No interior das fazendas produziam-se não apenas as mercadorias agrícolas destinadas à exportação, mas também artigos manufaturados (selas, arreios e ferramentas diversas), equipamentos simples para a produção e materiais de transportes e de habitação. Como mencionado na seção anterior, no complexo rural, a divisão social do trabalho era incipiente e as atividades agrícolas e manufatureiras encontravam-se indissolivelmente ligadas. Grande parte dos bens produzidos possuía apenas valor de uso, destinando-se ao consumo da própria unidade produtiva, e não à comercialização nos mercados externo ou interno. Nessas condições, o mercado interno praticamente inexistia, uma vez que uma parte significativa das atividades que deveriam resultar na formação do mercado interno estavam “internalizadas” no âmbito do próprio complexo rural (Paim, 1957).

No decorrer do século XIX, alguns marcos importantes trouxeram uma modernização do complexo rural, com o início do desenvolvimento de atividades ligadas à agropecuária fora das porteiras. A modernização do complexo rural foi antecedente à própria modernização da agricultura, como será discutido nos próximos parágrafos.

Essa modernização do complexo rural no século XIX se deu no contexto da expansão da lavoura cafeeira e do início das atividades de pesquisa agrônômica no Brasil. Um marco importante foi a criação do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, em 1808, por iniciativa de Dom João VI. Um segundo marco de destaque foi o estabelecimento do Instituto Baiano de Agricultura em 1859, seguido pelos congêneres nas províncias do Rio de Janeiro, Pernambuco, Sergipe e Rio Grande do Sul.

No mesmo período, foi criada também a Secretaria de Estado dos Negócios da Agricultura, Comércio e Obras Públicas, embrião do futuro Ministério da Agricultura. Segundo Szmrecsányi (1990), esta iniciativa se deveu à busca de melhoria da produtividade e de novas formas de organização da produção por conta do fim do Tráfico Negreiro – considerado o passo fundamental que desencadeia a crise do complexo rural.

Em 1887, foi criada a Imperial Estação Agrônômica de Campinas, atual Instituto Agrônomo de Campinas (IAC). Este, em conjunto com o Instituto Fluminense de Agricultura, atuou na introdução de novas variedades, na produção de mudas e sementes, no melhoramento genético de animais e na realização de ensaios agrônômicos e de irrigação. Pode-se destacar também as iniciativas de difusão do conhecimento promovidas por essas instituições, por meio da publicação de revistas e boletins direcionados aos agricultores. Entre os exemplos, destacam-se a revista do Instituto Fluminense de Agricultura, os relatórios anuais IAC, e revistas editadas por agricultores e associações, como o Jornal dos Agricultores e a revista A Lavoura.

Essas iniciativas, em conjunto, contribuíram para a formação das bases científicas e institucionais que sustentariam, nas décadas seguintes, o processo de modernização da agricultura brasileira. Além de favorecerem a geração e a difusão de conhecimentos voltados ao aumento da produtividade e ao aprimoramento dos sistemas produtivos, refletiam a busca por novas formas de organização da produção e do trabalho rural em um contexto de transformação das relações de trabalho e de expansão da economia cafeeira.

O período de 1850 a 1890, no contexto do fim do Tráfico Negreiro, também se caracterizou pela redução gradativa do trabalho escravo e pela introdução do trabalho livre nas fazendas de café do Oeste paulista. Esse movimento foi um dos determinantes da constituição de um novo complexo – o complexo cafeeiro. Esse complexo manteve ainda internalizadas: a produção, e em bases artesanais, de meios de produção para as fazendas de café (casas, equipamentos, criação de animais de trabalho etc.) e parte da força de trabalho (a roça de subsistência do colono).

Todavia, algumas atividades se separaram do complexo cafeeiro, quebrando a rígida estrutura autárquica do complexo rural. Surgiu um setor independente de pequenos produtores de alimentos e de pequenas indústrias rurais, principalmente de produção de aguardente, para abastecimento das cidades e vilas que se formavam. Desenvolveu-se também a produção de algodão, com base nas relações de parceria e articuladas com a indústria têxtil, que já nasce como manufatura em 1880. E criam-se também atividades manufatureiras nas cidades, como oficinas de reparo e manufaturas de louças, chapéus e outros bens de consumo não-duráveis.

O período de 1890 a 1930 constituiu a fase do auge do complexo cafeeiro até a sua grande crise. Nesse período, ampliam-se as atividades tipicamente urbanas e outros setores começam a emergir impulsionados pelo complexo cafeeiro. Foi criado um segmento de produção artesanal de máquinas e equipamentos agrícolas fora das fazendas de café, para a produção de secadores, despulpadoras, enxadas, arados etc. O número de oficinas de reparo e manutenção aumentou e foram estabelecidas as primeiras agroindústrias – distintas das indústrias rurais, que eram apenas um prolongamento das atividades agrícolas propriamente ditas, de óleos vegetais, açúcar e álcool. No mesmo período, a indústria têxtil se consolidou como a primeira grande indústria nacional. E, por fim, se inicia a substituição de importações de uma ampla gama de bens de consumo “leves”.

A crise do complexo rural e o surgimento do novo complexo cafeeiro paulista, simultâneo ao processo de substituição de importações, significou o desenvolvimento do mercado de trabalho e a constituição do mercado interno. Com o assalariamento e o aumento da demanda de alimentos, assim como no contexto da busca por alternativas agrícolas após a crise do café, a agricultura nacional começou a se modernizar, incorporou técnicas e formas de trabalho inéditas no Brasil, procurando com isso melhorar a produtividade, combater pragas, entre outros aspectos.

Kageyama *et al.* (1990) mostra que o consumo intermediário¹ da agropecuária como proporção do seu valor bruto da produção passou de 10% em 1939 para 38,7% em 1980. Esse é um indicador do processo de modernização da agricultura, já que indica a crescente dependência

¹O consumo intermediário corresponde ao valor dos bens e serviços consumidos como insumos no processo produtivo. Trata-se dos itens que são incorporados, transformados ou utilizados durante a produção e cujo valor é integralmente absorvido nesse processo – logo, excluindo a remuneração do trabalho e a aquisição de ativos fixos. Na agropecuária, incluem-se despesas com sementes, fertilizantes, defensivos, rações, medicamentos veterinários, combustíveis, energia, embalagens e diversos serviços utilizados na produção.

de compras industriais para a produção de suas mercadorias. Em outras palavras, o aumento da proporção indica que a atividade agropecuária aumenta sua dependência de compras intra e intersetoriais para que sua produção possa se efetivar. Em geral, quanto mais complexa se torna a base técnica da produção, com a utilização crescente de insumos, maior tende a ser a proporção do consumo intermediário na produção.

Em paralelo a esta dinâmica de modernização da agricultura, alguns segmentos agroindustriais também se desenvolveram e cresceram, com vistas ao atendimento do mercado interno que crescia paulatinamente. Além do setor têxtil já mencionado, as indústrias de açúcar, de produção de farinhas e massas e os frigoríficos destacam-se como segmentos alimentícios que se desenvolveram e iniciaram a trajetória de modernização nesta época. A estrutura produtiva brasileira passou por transformações mais aceleradas a partir da década de 1930, com o início do processo de substituição de importações. Além do desenvolvimento já mencionado da agroindústria processadora, gradualmente, foram internalizados diversos segmentos da indústria de máquinas e equipamentos, da indústria química e de outros setores fornecedores de insumos e bens de capital.

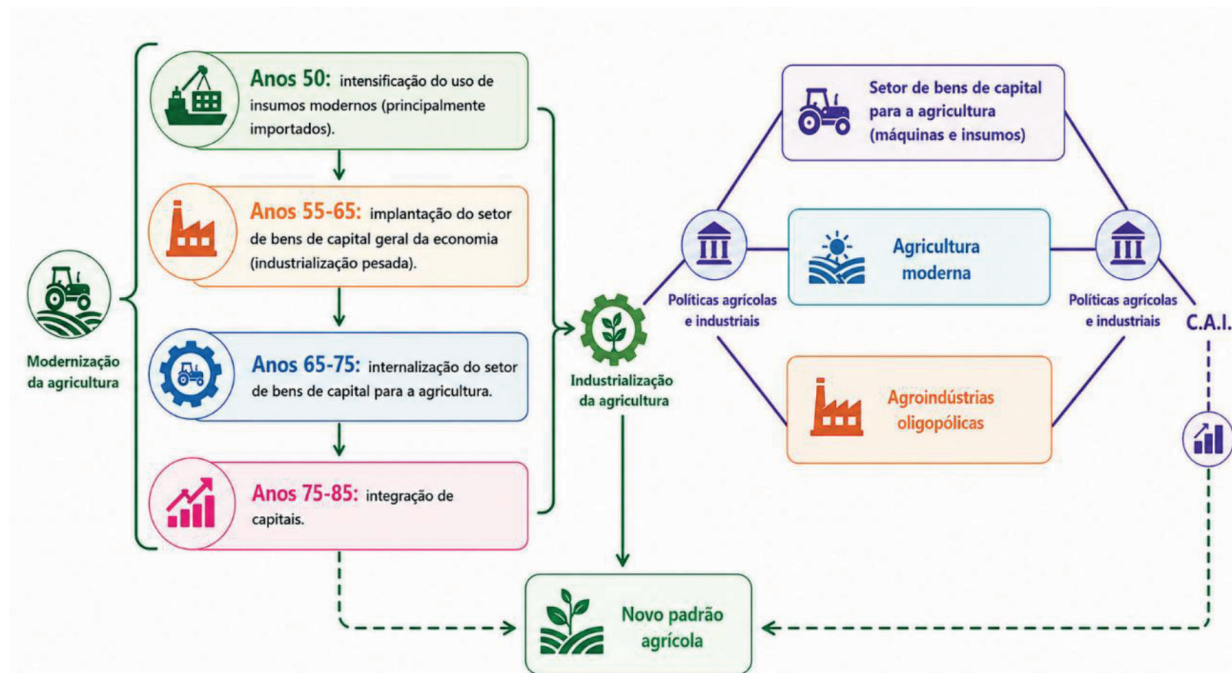
Como consequência desse processo, a produção agrícola passou a constituir um elo de uma cadeia, negando as antigas condições do complexo rural fechado em si mesmo e, também em grande parte as do complexo agrocomercial prevalecente até os anos 60. Esse processo culmina na constituição dos Complexos Agroindustriais (CAI), que também se efetivam a partir da implantação da “indústria para a agricultura” e da estruturação da agroindústria processadora em elos separados e com dinâmica própria, como os da soja, cana e café.

A partir da constituição dos CAIs, o desenvolvimento da agricultura passou a depender, crescentemente, da dinâmica da agroindústria. Neste ponto, não se pode mais entender a agricultura como um setor independente da economia – como na divisão setorial tradicional, entre agricultura, indústria e serviços –, porque grande parte das atividades agrícolas integrou-se profundamente na matriz de relações interindustriais, sendo seu funcionamento determinado de forma conjunta.

Ressalta-se que, nesse contexto, deixa de existir uma dinâmica única da agricultura, passando a coexistir múltiplas trajetórias de desenvolvimento associadas aos diferentes complexos agroindustriais. Em alguns deles, os segmentos industriais a montante assumem papel predominante, ao passo que em outros, destacam-se as atividades a jusante; em alguns deles, o mercado doméstico é mais preponderante, em outros, é o mercado exterior. A partir dessa realidade, multiplicaram-se os estudos voltados para complexos específicos, buscando compreender sua evolução, seus condicionantes, desafios, impactos econômicos e sociais, bem como os arranjos institucionais, regulatórios e de políticas públicas que moldam seu funcionamento.

A Figura 1 retrata esquematicamente a retrospectiva histórica, centrada nos desenvolvimentos do século XX, das dinâmicas que culminaram na formação do CAI.

Figura 1. Representação esquemática dos desenvolvimentos do século XX que culminaram na formação do CAI



Fonte: Adaptado de Kageyama (1990), com auxílio de inteligência artificial (ChatGPT, 2026)

Nas décadas de 1960 e 1970, a modernização da agricultura resultou da atuação articulada entre o Estado, as indústrias fornecedoras de insumos e máquinas e as agroindústrias processadoras. O Estado esteve presente em todas as etapas desse processo, seja criando as condições para sua viabilização por meio de políticas de crédito e desenvolvimento tecnológico, seja atuando diretamente, por intermédio de instituições como o Instituto Brasileiro do Café (IBC), o Instituto do Açúcar e do Alcool (IAA) e a Embrapa. Essas organizações desempenharam papel central na coordenação de diferentes instrumentos e agentes em torno de um projeto de modernização da agricultura brasileira, voltado simultaneamente à ampliação da produção de alimentos, ao fornecimento de matérias-primas para a indústria e ao fortalecimento da inserção exportadora do setor.

A criação do Sistema Nacional de Crédito Rural (SNCR), em 1965, estabeleceu as bases para assegurar que parte dos recursos captados pelos bancos fosse canalizada para o setor agrícola. Resoluções do Banco Central estabeleciam que 10% (percentuais que depois mudaram diversas vezes) dos depósitos à vista dos bancos comerciais deveriam ser emprestados à agricultura, e que os bancos que não conseguissem efetuar esta aplicação deveriam repassar estes recursos para o Banco Central, na conta FUNAGRI. Esta forma de captação permitiu a rápida expansão do volume de crédito até meados da década de 1970, além de induzir os produtores a adotarem o pacote de insumos modernos ofertados pela indústria – um processo conhecido por modernização compulsória.

A crise econômica dos anos 1980 afetou diretamente a oferta de crédito rural, com queda de 50% no valor financiado na primeira metade da década. Paralelamente, o Estado passou a focar na política de preços mínimos, procurando influenciar a produção das culturas escolhidas a partir das condições de mercado estudadas pelo Ministério da Agricultura e outros órgãos de governo.

Pode-se dizer que há, também, uma mudança paulatina no padrão de financiamento e apoio aos Complexos, com crescente importância das políticas agroindustriais, voltadas ao incentivo das agroindústrias processadoras. Entre os objetivos desse direcionamento, pode-se mencionar desde o abastecimento de combustíveis líquidos, até a integração regional. Essa mudança foi importante para o processo em que as agroindústrias passaram a ter maior importância na dinâmica dos complexos – inclusive, assumindo papéis que antes eram apenas do Estado, como a extensão rural, serviços de assistência técnica, armazenagem, entre outros.

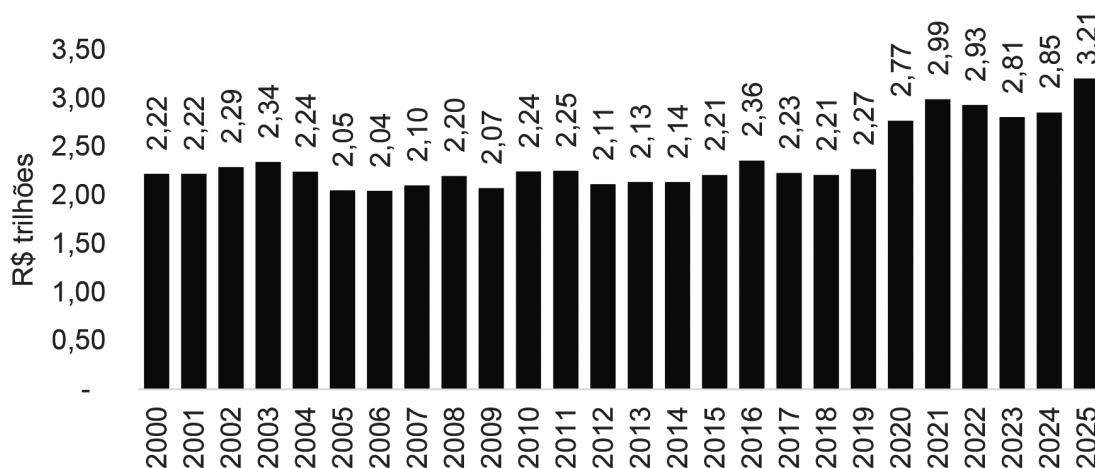
Os diferentes complexos agroindustriais que, inicialmente, eram pouco relacionados entre si, passam a se interligar à medida que setores e dinâmicas transversais, comuns aos diferentes complexos, ganharam relevância. Destacam-se os segmentos de produção de químicos e as instituições de ensino, pesquisa e inovações, que atendem simultaneamente a diversos setores agropecuários, assim como o crescimento dos serviços gerais prestados aos complexos – como os relacionados aos setores financeiro, de pesquisa e outros serviços –, assim como a própria diversificação das agroindústrias processadoras que se relacionam com produtores de diversas culturas e criações.

A metodologia do PIB do agronegócio adotada neste capítulo, cujos resultados são explorados na próxima seção, reflete essa evolução histórica. Ao mensurar conjuntamente os segmentos de insumos, produção agropecuária, agroindústria e agrosserviços, o indicador incorpora a visão sistêmica do agronegócio que emerge da crescente integração entre atividades antes analisadas de forma separada.

3. Dinâmica recente do agronegócio brasileiro: evidências a partir do PIB setorial

O Gráfico 1 mostra a evolução do PIB-renda do agronegócio, medido em R\$ trilhões de 2000, de 2000 a 2025. Embora não seja o conceito de PIB oficialmente adotado, como discutido na seção metodológica, esse é o indicador mais utilizado pelo Cepea e mais difundido (Cepea, 2017). Nota-se que o crescimento do PIB do agronegócio, medido pela perspectiva da renda real, foi de 44,5% entre 2000 e 2025, passando de R\$ 2,22 para R\$ 3,21 trilhões (Gráfico 1).

Gráfico 1. Evolução do PIB-renda do agronegócio, em R\$ trilhões de 2000-2025

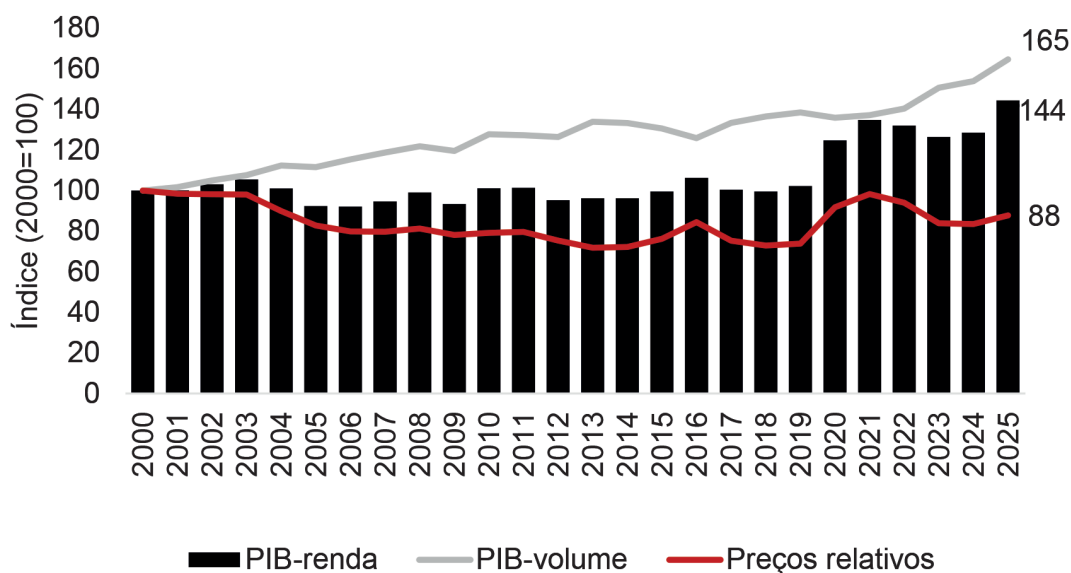


Fonte: Elaborado pelos autores, com dados Cepea/CNA (2026)

Todavia, nota-se também, que há uma alteração relevante de patamar no valor do PIB de 2020 em diante. Se observado até 2019, o avanço no PIB do setor foi de apenas 2,3%, alcançando em 2019 o valor de R\$ 2,27 trilhões (Gráfico 1). Os anos de 2020 e de 2021 foram marcados por aumentos intensos nos preços de produtos alimentares, que se refletiram nos preços relativos do agronegócio e contribuíram para crescimentos recordes nesse biênio – ver Gráfico 3, que mostra que a participação do agronegócio no PIB brasileiro alcançou em 2021 o maior patamar desde 2004.

Conforme Barros (2021), os aumentos de preços dos produtos agropecuários no Brasil nesse período foram causados por: i) choques de oferta e de demanda relacionados à pandemia de Covid-19, que impulsionaram os preços internacionais desses produtos – efeitos das medidas sanitárias nos fluxos das cadeias e, então, na oferta; e efeitos dos auxílios de renda oferecidos pelos governos de diversos países na demanda; ii) desvalorização da taxa de câmbio, que potencializou esse efeito internacional sobre os preços domésticos brasileiros; iii) além de choques climáticos adversos no Brasil e no mundo, que também prejudicaram a oferta global de diversos produtos (Barros, 2021).

As análises subsequentes buscam identificar os fatores que explicam o crescimento relativamente modesto do PIB-renda do agronegócio no período. Em uma primeira etapa, procura-se avaliar em que medida esse desempenho esteve associado à evolução do volume agregado ou ao comportamento dos preços relativos. O Gráfico 2 mostra a evolução do PIB-renda do agronegócio decomposta em seus componentes de volume e preços relativos.

Gráfico 2. Evolução do PIB-renda do agronegócio e seus componentes de volume e preços relativos (2000-2025)

Fonte: Elaborado pelos autores, com dados Cepea/CNA (2026)

Nota-se que houve impulso ao PIB do agronegócio a partir da sua dinâmica de volume, ao passo que o comportamento desfavorável dos preços relativos exerceu importante pressão negativa sobre a renda. O PIB-volume setorial cresceu 65% e os preços relativos recuaram 12% na comparação entre 2000 e 2025 – no período, o deflator do PIB do agronegócio aumentou 433% e o deflator do PIB brasileiro cresceu 508%, resultando na queda de 12% mencionada. Até 2019, o volume havia avançado 39%, e os preços relativos haviam recuado 26% (Gráfico 2).

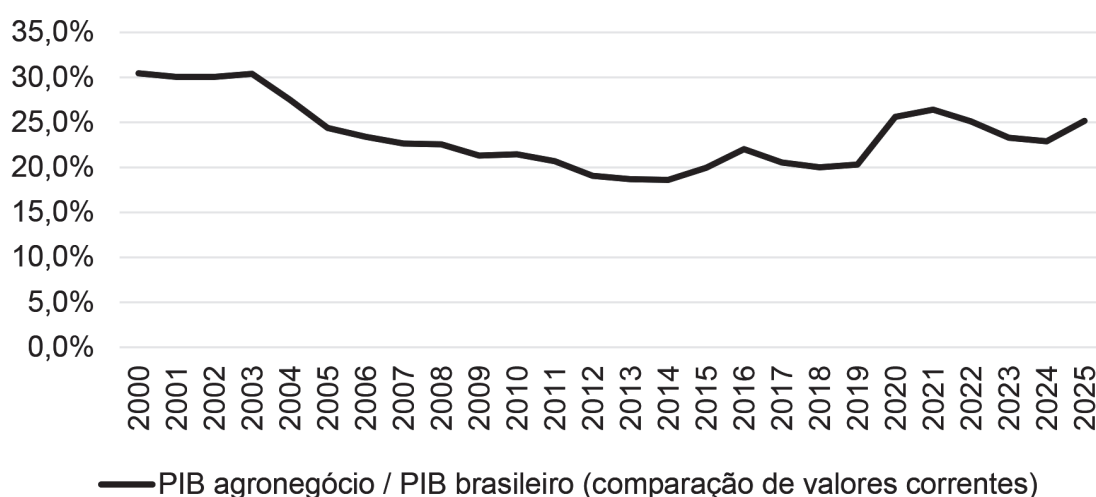
Conforme Barros e Castro (2021), a relação entre o deflator setorial e o da economia é um preço relativo bastante informativo, já que, no cálculo dos deflatores, os preços do consumo intermediário são subtraídos dos preços do valor bruto da produção – tal que, quando se comparam os deflatores, entende-se a evolução

O agronegócio ampliou sua capacidade de produção de forma mais intensa do que sua capacidade de capturar valor por unidade produzida – e parte dos ganhos de eficiência e produtividade do setor foi apropriada pelos consumidores e pelos setores demandantes.

dos preços em razão das evoluções conjuntas de preços de produtos e preços de insumos de cada um. À luz dessa interpretação, a queda dos preços relativos do agronegócio sugere que a combinação entre preços de venda e preços de insumos evoluiu de forma menos favorável do que na economia como um todo, restringindo o avanço do PIB-renda setorial apesar do crescimento dos volumes produzidos.

Outra forma de aprofundar a compreensão sobre os fatores que limitaram o crescimento do agronegócio consiste em analisar seu desempenho em termos relativos, contrastando-o com a evolução média da economia. Usualmente, as publicações técnicas do Cepea/CNA calculam a participação do agronegócio no Brasil por meio da comparação entre os valores correntes de PIB – isso, para que não seja necessário optar por um período de referência de preços. O Gráfico 3 mostra esse resultado, evidenciando que, em geral, o setor perdeu participação na economia de 2004 a 2014, com tendência de elevação não linear no período seguinte. Entre 2000 e 2004, o setor respondia por cerca de 30% da economia. A participação teve seu mínimo em 2014, com 18,6%, e em 2025 esteve em 25%.

Gráfico 3. Evolução da participação do agronegócio na economia – comparação entre valores correntes (2000-2025)

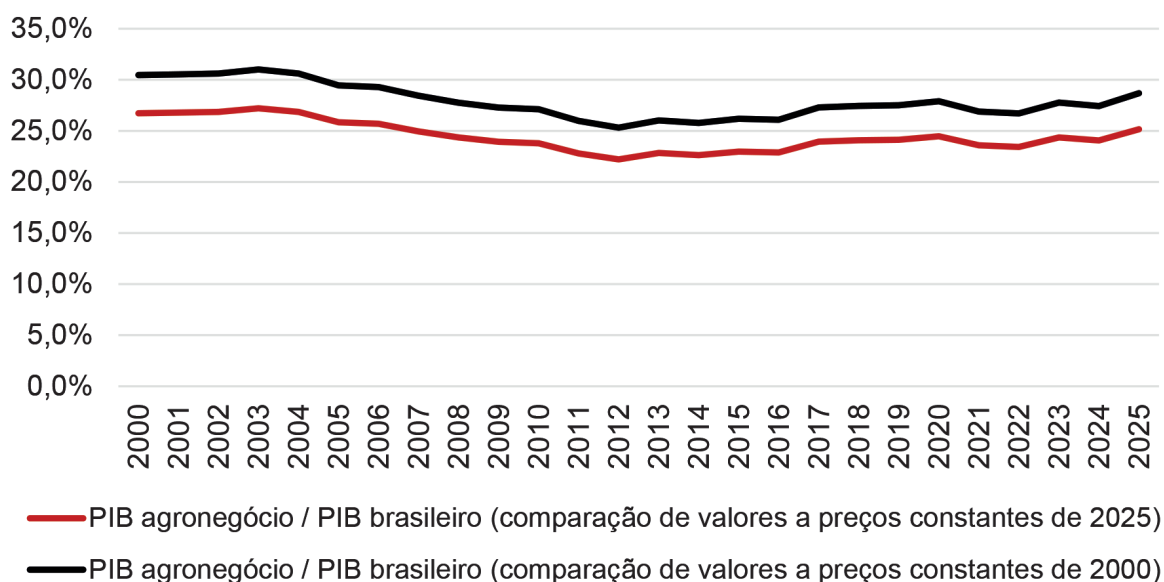


Fonte: Elaborado pelos autores, com dados Cepea/CNA (2026) e IBGE (2026a)

A evolução da participação apresentada no Gráfico 3 resulta da combinação entre o desempenho relativo do agronegócio em termos de volume agregado e a evolução de seus preços (deflator) frente ao restante da economia. Considerando a deterioração dos preços relativos já observada no Gráfico 2, sabe-se que parte da redução da participação nominal do setor decorreu do fato de seus produtos terem apresentado uma valorização menos favorável do que a média da economia. Em outras palavras, o agronegócio ampliou sua capacidade de produção de forma mais intensa do que sua capacidade de capturar valor por unidade produzida – e parte dos ganhos de eficiência e produtividade do setor foi apropriada pelos consumidores e pelos setores demandantes de seus produtos por meio de preços relativamente menores.

Para investigar o desempenho relativo do agronegócio em termos reais, o Gráfico 4 mostra o cálculo de participação do PIB do setor no PIB do Brasil pela perspectiva da evolução em volume dos respectivos PIBs. São apresentados dois cálculos: adotando-se como referência os preços de 2025 e os preços de 2000. Expurgando-se o efeito das variações de preços, a queda de participação no período após 2004 fica menos intensa, mas, ainda assim, há queda de participação no período. Como a queda de participação se manteve na comparação real, sabe-se que o setor teve um desempenho em volume também um pouco aquém do total da economia.

Gráfico 4. Evolução da participação do agronegócio na economia – comparações reais, preços de 2000 e preços de 2025 (2000-2025)

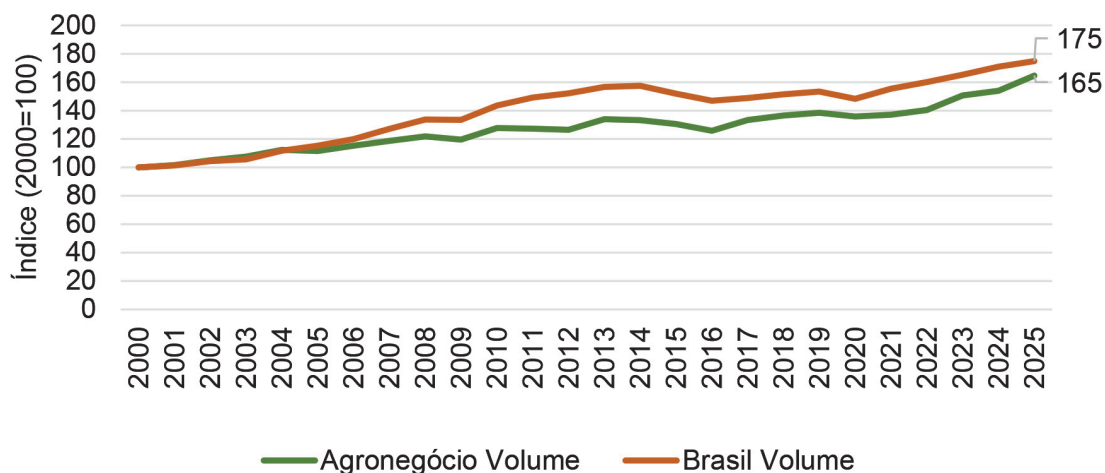


Fonte: Elaborado pelos autores, com dados Cepea/CNA (2026) e IBGE (2026a)

Para explorar a dinâmica temporal desse comportamento relativo, os Gráficos 5 e 6 comparam os resultados do agronegócio e da economia como um todo em termos de volumes e de deflatores, respectivamente. No caso dos volumes, entre 2000 e 2025, o agronegócio cresceu 65%, pouco abaixo dos 75% de crescimento para o PIB brasileiro. O setor perde participação frente à economia sobretudo entre 2004 e 2012 – até 2012, o agronegócio havia crescido 26,4% e a economia 52,1%, uma diferença de 25,7 pontos percentuais. Esse resultado refletiu o fato de que a economia brasileira teve um *boom* de crescimento entre 2004 e 2010, decorrente de estímulos de um cenário externo muito favorável, associados à forte expansão do consumo doméstico e a um contexto de elevada capacidade ociosa da economia (Resende & Terra, 2020).

De 2012 em diante, o agronegócio passa a crescer de forma mais acelerada que o Brasil em termos reais (volumes), reduzindo a diferença nos crescimentos acumulados no período para 10,2 pontos percentuais (Gráfico 5). Enquanto o agronegócio manteve sua dinâmica relativamente acelerada de crescimento, a economia brasileira, desde 2014, enfrentou: uma profunda recessão de 2014 a 2017 (Resende & Terra, 2020; de Barbosa Filho, 2017), com lenta e gradual recuperação posterior, e nova crise desencadeada pela pandemia já em 2020.

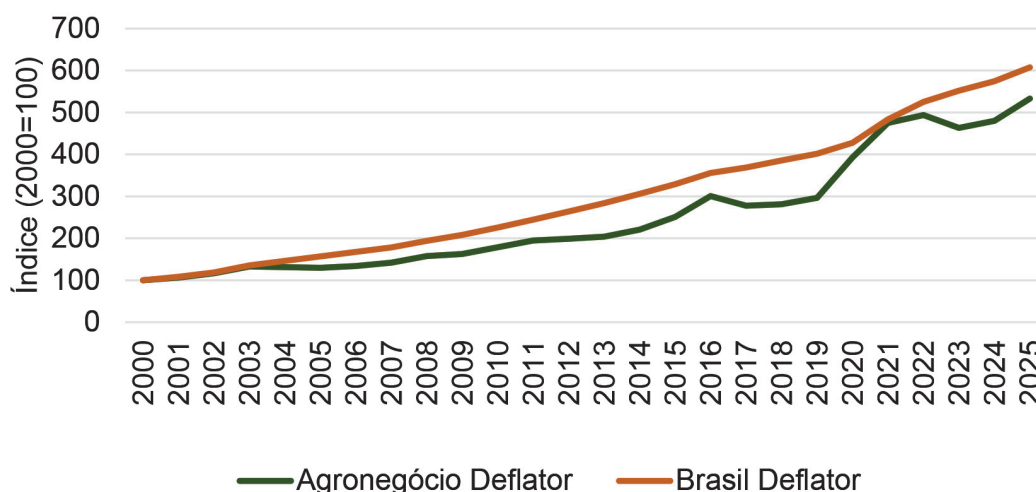
Gráfico 5. Evolução comparativa de volumes - agronegócio e economia como todo (2000-2025)



Fonte: Elaborado pelos autores, com dados Cepea/CNA (2026) e IBGE (2026a)

O Gráfico 6 apresenta análise semelhante para a dinâmica dos deflatores. Os preços do agronegócio mantêm posição desfavorável frente à economia em todo o período analisado, em comparação com o patamar de 2000. O período de 2004 a 2013 é marcado pela piora mais expressiva nessa relação de preços. De 2000 até 2013, o deflator do agronegócio cresceu 103,8%, frente aos 183,8% da economia brasileira. De 2014 em diante, embora com ciclos intensos, a tendência geral foi de melhora no patamar relativo dos preços do agronegócio. Em 2025, seu avanço acumulado desde 2000 estava 12% abaixo do da economia (como já mostrou a análise de preços relativos).

Gráfico 6. Evolução comparativa de deflatores - agronegócio e economia como todo (2000-2025)

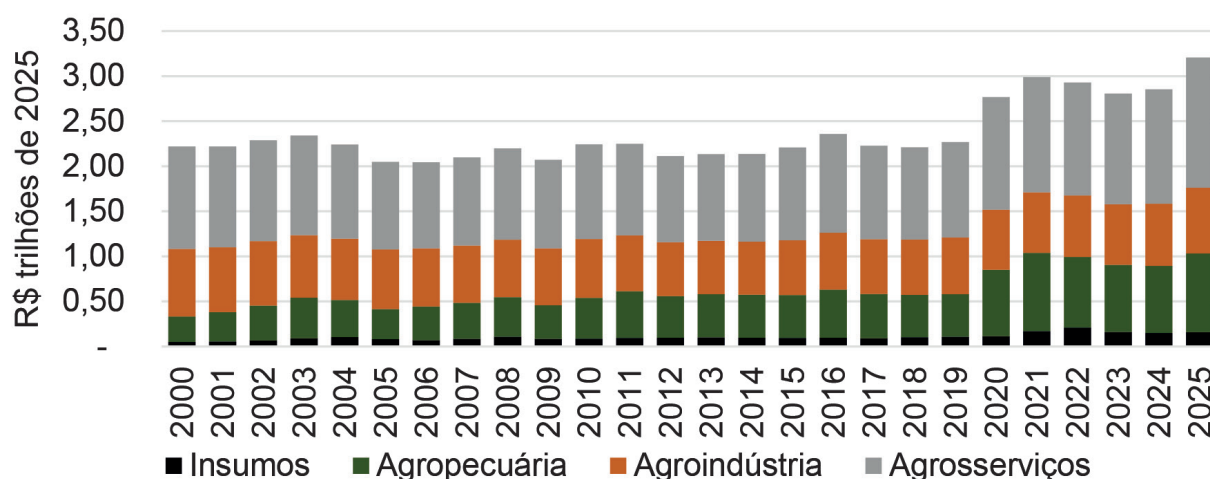


Fonte: Elaborado pelos autores, com dados Cepea/CNA (2026) e IBGE (2026a)

Chama a atenção que o período de pior desempenho dos preços relativos coincide com o conhecido *boom* das commodities, o que tenderia a favorecer os preços do agronegócio. Esse mesmo paradoxo foi identificado e explorado por Barros (2016). Conforme o autor, a elevação dos preços internacionais de commodities não significou melhora nos preços relativos do agronegócio devido à combinação de substancial valorização cambial associada a ganhos importantes de produtividade e eficiência do setor – tal que no auge do *boom* das commodities, a produção do agronegócio cresceu, mas seu PIB encolheu em termos relativos (Barros, 2016).

Também foram explorados os limitantes do desempenho do agronegócio brasileiro pela perspectiva dos segmentos e atividades que o compõem. O Gráfico 7 mostra a evolução do PIB-renda do agronegócio de 2000 a 2025, desagregada entre os quatro segmentos. Individualmente, o crescimento mais expressivo do PIB ocorreu no segmento de insumos, de 218% (R\$ 49 para 158 bilhões, a preços de 2025). O PIB da agropecuária cresceu 208% (R\$ 283 para R\$ 873 bilhões). Já o PIB agroindustrial diminuiu 2,6% no período (de R\$ 750 para R\$ 730 bilhões). Por fim, o PIB dos agrosserviços cresceu 27% (R\$ 1,1 para R\$ 1,4 trilhão). Considerando os desempenhos individuais e dimensões de cada segmento, a agropecuária foi a principal responsável pelo aumento do PIB-renda, com contribuição de 60% do total. Os agrosserviços contribuíram com 31% e os insumos com 11%, enquanto a agroindústria contribuiu negativamente, com -2%. Ressalta-se que o PIB dos agrosserviços evoluiu como uma média ponderada dos desempenhos dos demais segmentos (Cepea, 2017). Logo, o crescimento modesto do PIB do segmento decorre do balanço entre o forte desempenho agropecuário, que estimulou a demanda por serviços, e o fraco desempenho agroindustrial.

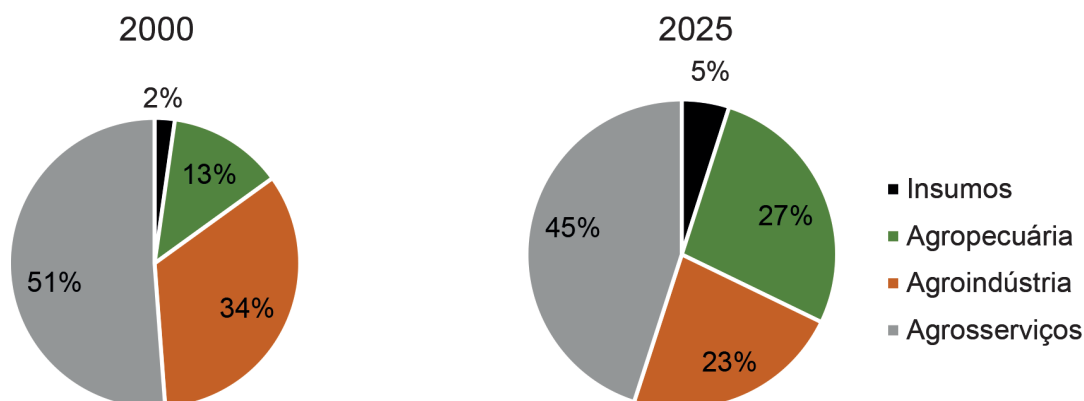
Gráfico 7. Evolução do PIB-renda do agronegócio e contribuição dos diferentes segmentos (2000-2025)



Fonte: Elaborado pelos autores, com dados Cepea/CNA (2026)

Diante desses desempenhos heterogêneos, a composição setorial mudou, com a agropecuária e os insumos aumentando sua participação, com destaque para a primeira; ao passo que há redução para agrosserviços e agroindústria, com a segunda apresentando a maior perda de participação. Esses dados constam no Gráfico 8.

Gráfico 8. Composição do PIB do agronegócio por segmentos, 2000 e 2025



Fonte: Elaborado pelos autores, com dados Cepea/CNA (2026)

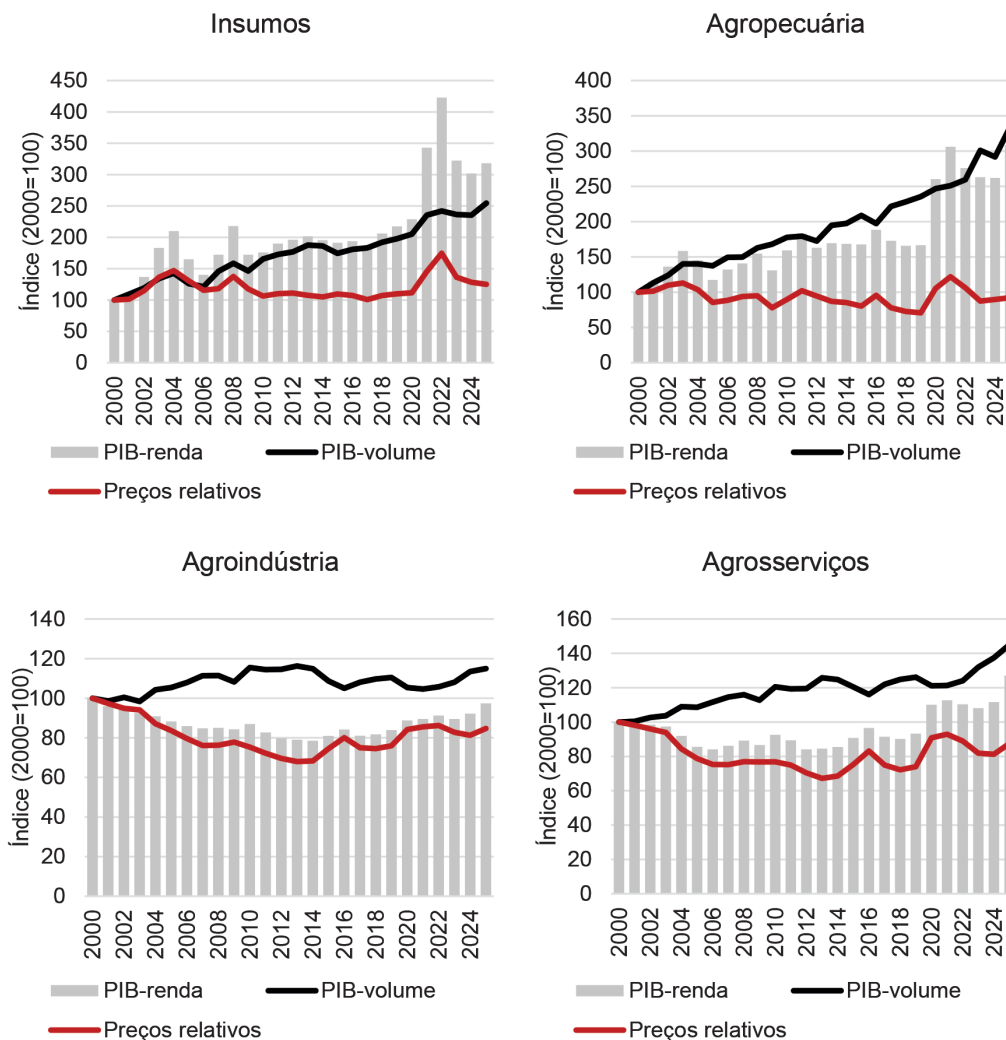
O desempenho da renda de cada segmento também foi decomposto em seus componentes de preços relativos e volumes, conforme mostra o Gráfico 9. Nota-se que, para os segmentos de maior crescimento do PIB-renda, insumos e agropecuária, o impulso veio das expansões reais, ou do avanço em termos produtivos. A agropecuária é o caso mais extremo, em que forte expansão em volume se combina com deterioração dos preços relativos.

Em relação ao decréscimo no PIB-renda da agroindústria, a análise do Gráfico 9 permite verificar que essa decorreu da queda dos preços relativos, num cenário de crescimento apenas modesto dos volumes agregados pelo segmento. A agroindústria cresceu em termos reais de 2010 a 2013, mas teve tendência de recuo nos anos seguintes, retomando o comportamento de expansão apenas de 2022 em diante.

Os dados do IBGE (2026a) mostram que o comportamento da agroindústria foi próximo ao da indústria de transformação brasileira, que também cresceu apenas 16% em 25 anos, desde 2000. Durante a recessão brasileira de 2014 a 2016, o PIB nacional reduziu 6,24%; frente às reduções de demanda interna e às incertezas políticas e econômicas, a indústria de transformação esteve entre os setores econômicos mais afetados – entre 2013 e 2016, o PIB desse setor encolheu 17% (IBGE, 2026a). Após a chegada da pandemia de Covid-19 no Brasil, novamente, o PIB da indústria de transformação esteve entre os que tiveram maior queda, com recuo de 4,7% em 2020 (IBGE, 2026a). Conforme Serigati e Possamai (2016), embora a indústria de fabricação de produtos alimentícios e bebidas como um todo tenha sentido a crise em menor intensidade que o restante da indústria de transformação, essa também encolheu durante

a recessão iniciada em 2014. E conforme Franco (2020), imediatamente após a chegada da pandemia, segmentos do agronegócio estiveram entre os mais afetados da indústria de transformação, como Vestuários e Couros e Calçados.

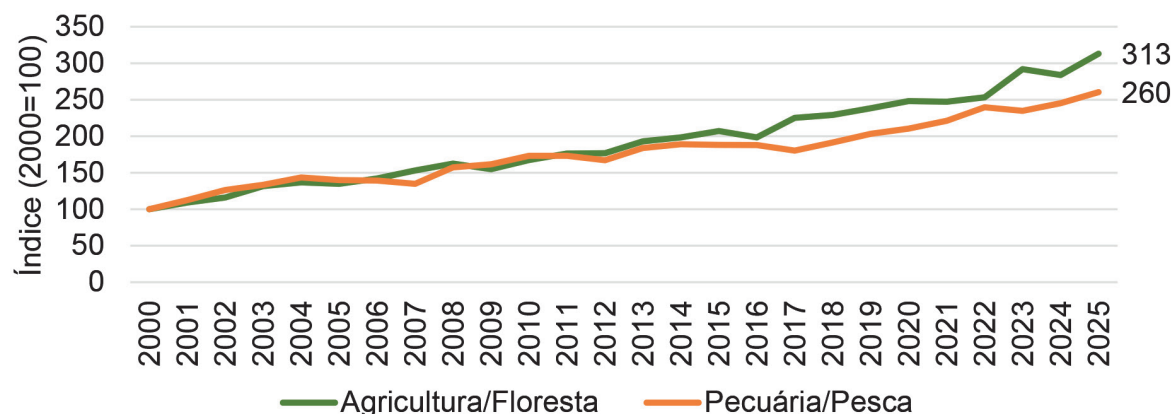
Gráfico 9. Evolução do PIB-renda dos segmentos do agronegócio e seus componentes de volume e preços relativos (2000-2025)



Fonte: Elaborado pelos autores, com dados Cepea/CNA (2026)

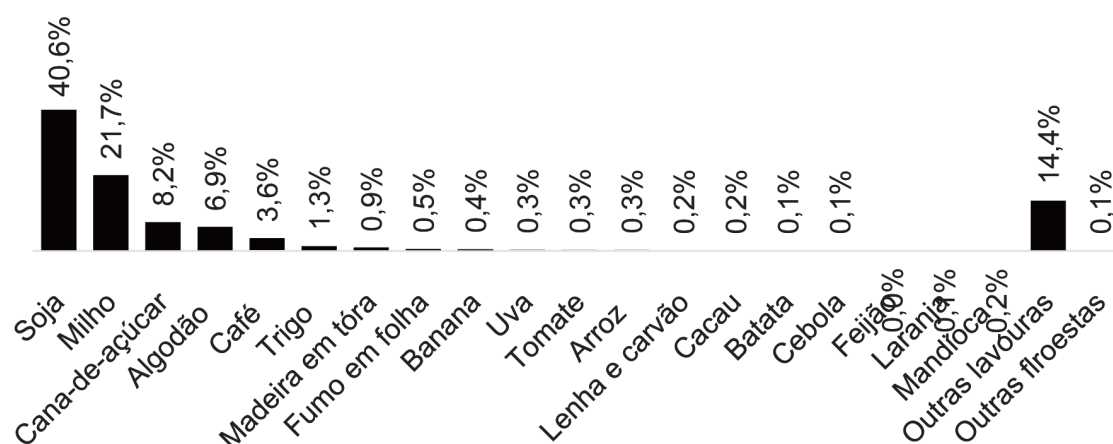
Por fim, analisa-se com uma perspectiva setorial mais detalhada o que explica, por um lado, o forte crescimento do PIB agropecuário em volume e, por outro, o fraco desempenho do segmento agroindustrial no mesmo indicador.

O Gráfico 10 realiza uma primeira decomposição, apresentando a evolução do volume de produção (ou do volume do VBP) agropecuário desagregada para a agricultura e a pecuária. Nota-se que ambos os subsegmentos apresentaram crescimento expressivo, embora com destaque para as atividades de origem vegetal.

Gráfico 10. Evolução do volume do VBP – Agricultura/Floresta e Pecuária/Pesca

Fonte: Elaborado pelos autores, com dados Cepea/CNA (2026)

Observando primeiramente as atividades agrícolas, o Gráfico 11 apresenta o cálculo da contribuição individual de cada cultura – dentre as utilizadas pelo Cepea para a evolução do PIB agrícola – para o avanço do volume do VBP mostrado no gráfico anterior. Por uma questão de limitação de dados, no entanto, esse gráfico utiliza dados para o subperíodo de 2002 a 2024, não exatamente coincidente com o analisado nos gráficos anteriores.

Gráfico 11. Contribuição* de cada cultura** para o avanço do volume do VBP agrícola (2000-2025)

Fonte: Elaborado pelos autores, com dados Cepea/CNA (2026)

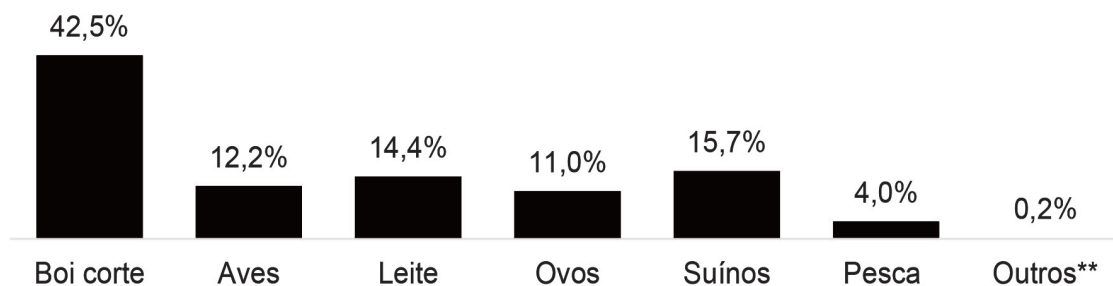
*Estimativas que não consideram o encadeamento dos índices entre 2000 e 2025

** Apenas culturas selecionadas, que são as utilizadas pelo Cepea/CNA para a evolução do PIB agrícola

Os resultados apresentados evidenciam que a contribuição foi bastante concentrada, com a soja sozinha respondendo por 40,6% do crescimento em volume da produção agropecuária. A soja é seguida pelo milho, com contribuição também importante de 21,7%. Em seguida, estão a cana, o algodão e o café, mas com contribuições bem menores.

Os resultados do Gráfico 12 representam análise similar para o caso da pecuária. Assim como para a agricultura, a contribuição para o avanço agregado do volume do segmento foi concentrada, com a pecuária bovina de corte respondendo por 42,5% do aumento. Para aves, leite, ovos e suínos, as contribuições individuais similares, entre 11% e 15,7%. Ressalta-se que, como mostram os dados do Gráfico 13, que retratam o crescimento individual dos volumes das mesmas atividades pecuárias, a contribuição mais elevada da bovinocultura de corte refletiu especialmente a elevada dimensão da atividade – já que seu crescimento individual no período foi aquém do alcançado pelas demais, com destaque para a suinocultura.

Gráfico 12. Contribuição* de cada atividade** pecuária*** para o avanço do volume do VBP pecuário (2000-2025)



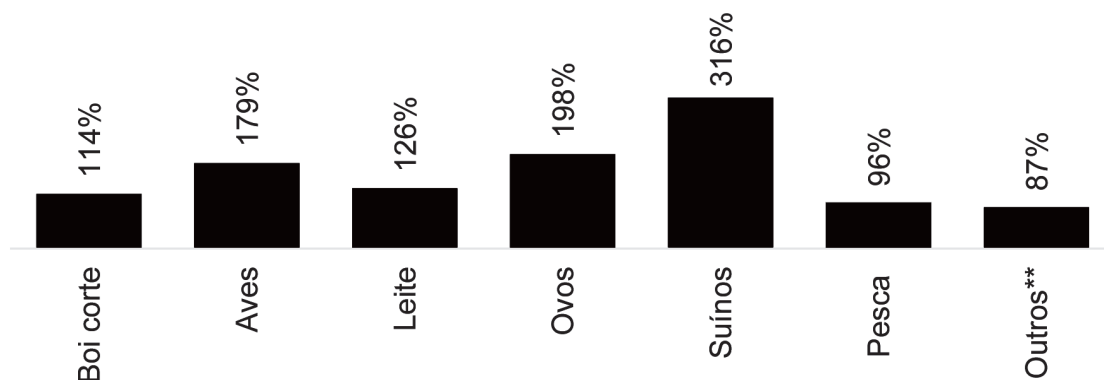
Fonte: Elaborado pelos autores, com dados Cepea/CNA (2026)

*Estimativas que não consideram o encadeamento dos índices entre 2000 e 2025

** Apenas atividades selecionadas, que são as utilizadas pelo Cepea/CNA para a evolução do PIB agrícola

*** Mel, casulo e lã

Gráfico 13. Crescimento individual dos volumes das atividades pecuárias selecionadas (2000-2025)*

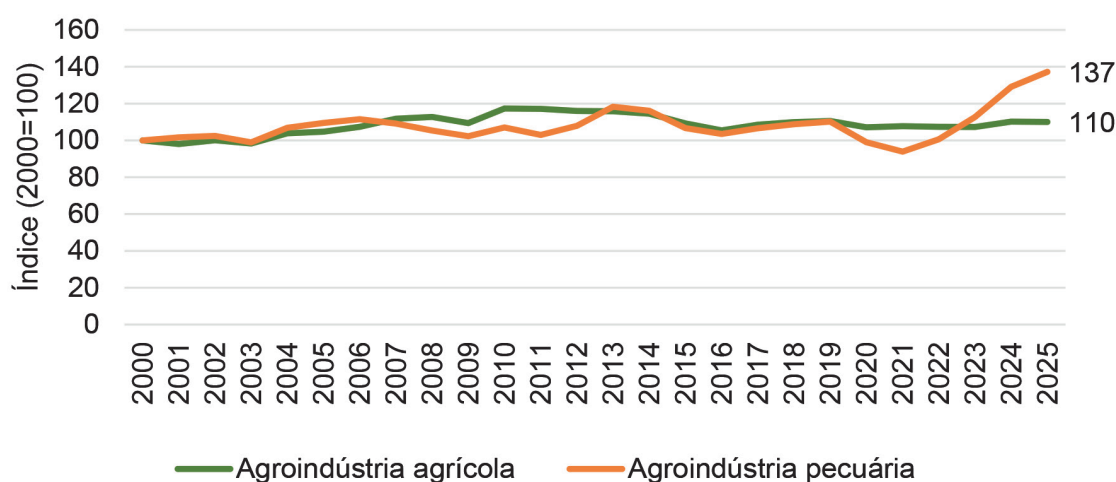


Fonte: Elaborado pelos autores, com dados Cepea/CNA (2026)

*Apenas atividades selecionadas, que são as utilizadas pelo Cepea/CNA para a evolução do PIB pecuário

Nos Gráficos 14, 15 e 16 são explorados os determinantes setoriais do comportamento da agroindústria – sobretudo, a fim de entender o baixo crescimento agregado retratado. No Gráfico 14, são apresentadas as evoluções de PIB-volume separadamente para as agroindústrias de base agrícola e de base pecuária. De modo geral, ambas apresentaram baixo crescimento ao longo do período, com aceleração desproporcional da indústria da pecuária de 2022 em diante.

Gráfico 14. Evolução do PIB-volume – Agroindústria de base agrícola e Agroindústria de base pecuária

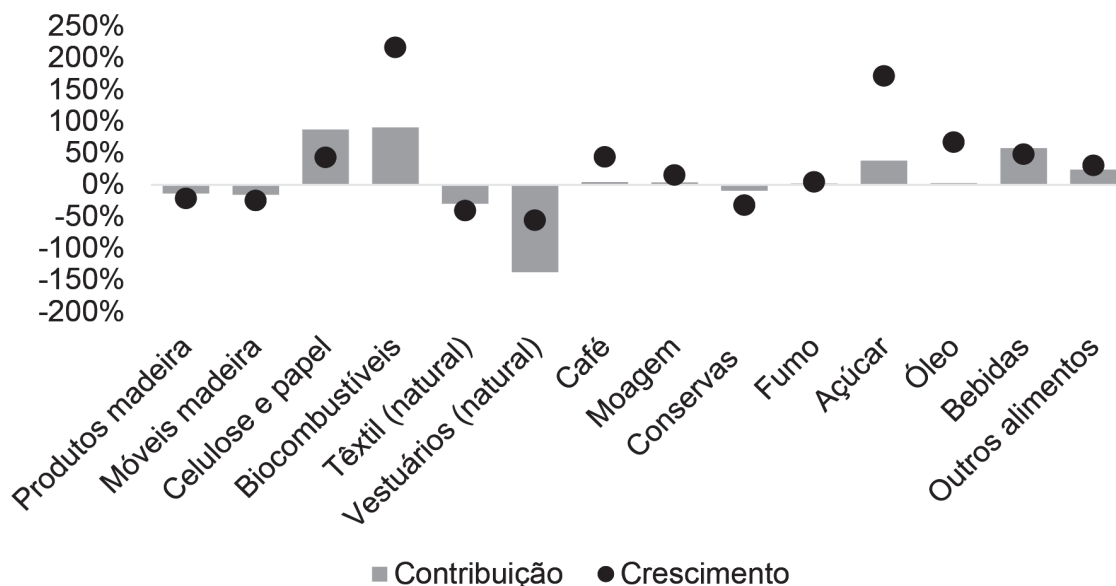


Fonte: Elaborado pelos autores, com dados Cepea/CNA (2026)

Além da recuperação da economia brasileira de 2022 em diante, o que impactou positivamente a demanda doméstica do setor de proteínas animais, a indústria da pecuária foi intensamente estimulada pelo aumento da demanda chinesa por carnes de 2019 em diante. O choque de demanda ocorreu inicialmente no contexto da Peste Suína Africana (PSA), oficialmente detectada na China pela primeira vez em agosto de 2018 e que teria dizimado parte importante do rebanho suíno do país asiático. Com a entrada forte da China como importadora no mercado global de carnes – carne suína e carnes substitutas –, houve elevação expressiva dos preços internacionais de carnes e, então, dos preços dos animais para abate. O Brasil esteve entre os principais países a atender a nova demanda, com importante influência positiva nos mercados pecuários brasileiros.

Com foco na agroindústria de base agrícola, o Gráfico 15 mostra a contribuição para o avanço agregado e o crescimento individual das agroindústrias acompanhadas, em termos de PIB-volume, no período de 2000 a 2025. Evidencia-se que a principal contribuição negativa esteve atrelada ao decréscimo das indústrias têxtil e de vestuário, com impacto negativo também das indústrias de produtos e móveis de madeira. Em sentido oposto, as principais contribuições positivas foram relacionadas às indústrias de celulose e papel, biocombustíveis, bebidas e açúcar, além do grande grupo de outros alimentos.

Gráfico 15. Contribuição* de cada atividade da agroindústria agrícola para o avanço do PIB-volume do segmento (2000-2025)

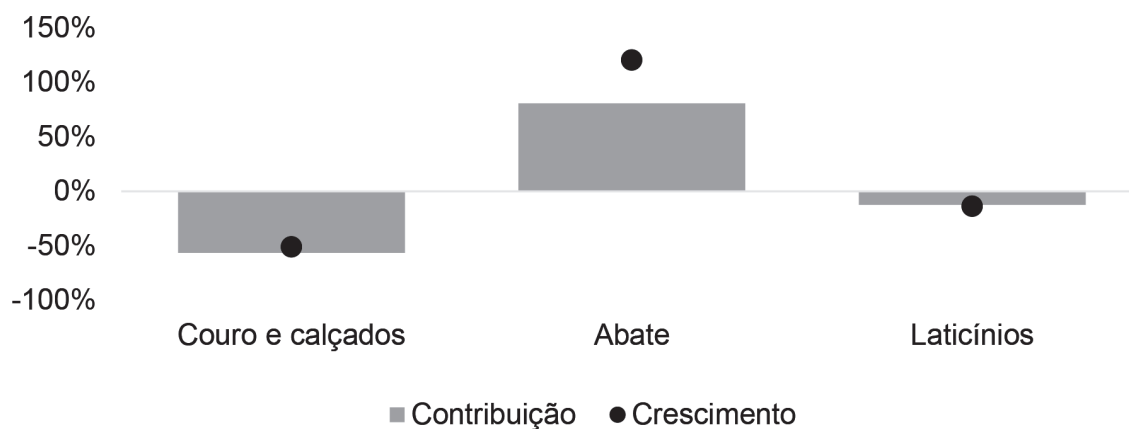


Fonte: Elaborado pelos autores, com dados Cepea/CNA (2026)

*Estimativas que não consideram o encadeamento dos índices entre 2000 e 2025

O Gráfico 16 apresenta os mesmos resultados para a agroindústria de base pecuária. Nesse caso, nota-se que o crescimento do volume do segmento esteve atrelado à indústria do abate.

Gráfico 16. Contribuição* de cada atividade da agroindústria pecuária para o avanço do PIB-volume do segmento (2000-2025)



Fonte: Elaborado pelos autores, com dados Cepea/CNA (2026)

*Estimativas que não consideram o encadeamento dos índices entre 2000 e 2025

Enquanto os abates de suínos e aves cresceram consistentemente ao longo de todo o período analisado, o abate de bovinos teve uma aceleração importante de 2019 em diante – como já mencionado, sob influência da PSA e da recuperação da demanda brasileira após a crise relacionada à Covid-19.

Os resultados da agroindústria brasileira seguem padrão similar ao identificado por Castro *et al.* (no prelo) na agroindústria de São Paulo: seja durante a recessão econômica brasileira de 2014 a 2016 ou a crise relacionada a Covid-19, as agroindústrias mais dependentes do mercado doméstico e/ou aquelas produtoras de produtos de maior valor agregado, em geral, foram mais afetadas negativamente. As referidas indústrias, com destaque para os setores têxtil, de vestuário, calçados, móveis ou laticínios, não tiveram o desempenho sustentado pela demanda externa e sentiram mais intensamente as perdas de poder de compra do consumidor brasileiro.

4. Considerações finais

A principal contribuição deste capítulo foi combinar a reconstrução dos processos históricos que moldaram o agronegócio brasileiro com uma avaliação quantitativa de seu desempenho econômico recente. Embora as duas seções de resultados apresentem contribuições próprias, sua articulação permite interpretar a evolução observada entre 2000 e 2025 à luz de transformações estruturais mais amplas, associadas à passagem do complexo rural aos complexos agroindustriais e, posteriormente, à formação do agronegócio moderno.

A análise histórica mostrou que a agropecuária brasileira passou por um longo processo de modernização, industrialização e integração com atividades industriais e de serviços. Os resultados quantitativos confirmam essa visão sistêmica, evidenciando a relevância dos segmentos localizados fora da porteira, responsáveis pela maior parte da renda gerada pelo agronegócio em 2025, com destaque para os agrosserviços.

O forte crescimento da agropecuária e do segmento de insumos de 2000 em diante também é coerente com a trajetória histórica de modernização do setor, marcada pela incorporação de progresso técnico, pela expansão do uso de insumos modernos e pela crescente integração produtiva já refletida no aumento da relação entre consumo intermediário e valor bruto da produção entre 1939 e 1980, observado por Kageyama *et al.* (1990).

A comparação entre as duas seções também permite destacar o papel da demanda externa. Ao longo da evolução do agronegócio brasileiro, a inserção internacional esteve presente sob diferentes formas, desde a lógica exportadora que caracterizava o complexo rural até a consolidação de cadeias agroindustriais articuladas aos mercados globais. O protagonismo de atividades como soja, milho e proteínas animais evidencia a relevância dos mercados externos para o desempenho recente do setor. Ao mesmo tempo, os resultados da agroindústria mostram que segmentos mais vinculados à demanda internacional, como celulose e papel, açúcar e óleos vegetais apresentaram melhor desempenho frente a atividades mais dependentes do mercado doméstico, como têxteis, vestuário, calçados, móveis e parte da indústria de laticínios.

A relação entre modernização produtiva e geração de renda também pode ser comentada. Parte importante das transformações discutidas ao longo do capítulo esteve associada à busca por ganhos de produtividade. Os indicadores recentes mostram que esse processo foi bem-sucedido em ampliar a capacidade produtiva do setor, como evidenciado pelo expressivo crescimento do PIB-volume, impulsionado sobretudo pela agropecuária – e pelos seus desdobramentos nos segmentos de insumos e agrosserviços. Entretanto, a evolução menos favorável dos preços relativos limitou o avanço da renda gerada pelo agronegócio, mostrando que os ganhos de produtividade e produção não se traduziram em aumentos proporcionais da renda setorial. Em certa medida, parte desses ganhos foi transferida para consumidores e demais setores da economia por meio de preços relativamente menores.

Por fim, sabe-se que a formação dos complexos agroindustriais esteve associada à crescente integração entre a produção primária e as atividades de processamento. Os resultados da dinâmica recente mostram, contudo, que o desempenho foi bastante distinto entre agropecuária e agroindústria, com forte expansão em volume da primeira e crescimento muito mais modesto da segunda. Pela perspectiva da geração de renda, esse resultado chama atenção para a importância dos segmentos responsáveis pelo processamento e pela agregação de valor, uma vez que o desempenho mais limitado da agroindústria restringiu o avanço da renda do setor, apesar da forte expansão da produção primária.

Referências

- Barros, G. S. C. (2016). Medindo o crescimento do agronegócio: Bonança externa e preços relativos. In J. E. R. Vieira Filho, J. G. Gasques, & A. X. Y. Carvalho (Orgs.), *Agricultura, transformação produtiva e sustentabilidade*. Ipea.
- Barros, G. S. A. C., & Castro, N. R. (2021). Agronegócio: Preços relativos e inflação. *Revista de Política Agrícola*, 30(1), 51–61.
- Barros, G. S. A. C. (2021). *Inflação nos preços dos alimentos em 2020 e 2021 e perspectivas*. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (Cepea).
- Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. (2017). *Metodologia: PIB do agronegócio brasileiro: Base e evolução*. Cepea.
- Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada, & Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil. (2026). *PIB do agronegócio brasileiro*. <https://www.cepea.org.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>
- Davis, J. H., & Goldberg, R. A. (1957). *A concept of agribusiness*. Division of Research, Graduate School of Business Administration, Harvard University.
- Barbosa Filho, F. de H. (2017). A crise econômica de 2014/2017. *Estudos Avançados*, 31(89), 51–60. <https://doi.org/10.1590/s0103-40142017.31890006>
- Franco, R. de M. (2020, maio 5). *Impactos da pandemia de COVID-19 sobre o nível de utilização da capacidade instalada da indústria de transformação*. FGV. <https://portal.fgv.br/artigos/impactos-pandemia-covid-19-sobre-nivel-utilizacao-capacidade-instalada-industria>

- Guimarães, P. R. B. (2008). *Métodos quantitativos estatísticos*. IESDE Brasil.
- Kageyama, A., Buainain, A. M., Reydon, B. P., Graziano da Silva, J. F., Silveira, J. M. J., Fonseca, M. G. D., Ramos, P., Fonseca, R. B., & Belik, W. (1990). O novo padrão agrícola brasileiro: Do complexo rural ao agroindustrial. In G. C. Delgado *et al.* (Orgs.), *Agricultura e políticas públicas*. Ipea. <https://repositorio.ipea.gov.br/entities/book/e043c06d-acec-4ba2-b3dc-c2ed215a60e9>
- Oliveira, M. M. de. (2007). *Como fazer pesquisa qualitativa*. Vozes.
- Paim, G. (1957). *Industrialização e economia natural*. ISEB.
- Reis, E. (2008). *Estatística descritiva*. Edições Sílabo.
- Resende, M. F. C., & Terra, F. H. B. (2020). Ciclo, crise e retomada da economia brasileira: Avaliação macroeconômica do período 2004–2016. *Economia e Sociedade*, 29(2), 469–496. <https://doi.org/10.1590/1982-3533.2020v29n2art08>
- Sá-Silva, J. R., Almeida, C. D., & Guindani, J. F. (2009). Pesquisa documental: Pistas teóricas e metodológicas. *Revista Brasileira de História & Ciências Sociais*, 1(1), 1–15.
- Serigati, F., & Possamai, R. (2016). Oportunidade na crise: A força da indústria de alimentos. *Mercado & Negócios*.
- Graziano da Silva, J. (1999). *A nova dinâmica da agricultura brasileira* (2ª ed.). Editora da Unicamp.
- Szmrecsányi, T. (1990). *Pequena história da agricultura no Brasil*. Contexto.
- United Nations, European Commission, International Monetary Fund, Organisation for Economic Co-operation and Development, & World Bank. (2009). *System of National Accounts 2008*. United Nations.

Capítulo **12**

Agronegócio no Brasil: dimensão e desafios

Carlos José Caetano Bacha

Professor Titular do Departamento de Economia, Administração e Sociologia da Esalq/USP

O objetivo deste capítulo é caracterizar e analisar a importância do agronegócio na economia brasileira e ressaltar alguns de seus grandes desafios no futuro próximo.

Para tanto, o capítulo é composto de três seções, a saber: (1ª) Definição de agronegócio e de seus componentes; (2ª) Importância do agronegócio e/ou de seus componentes na economia brasileira; e, (3ª) Análise dos principais desafios a serem enfrentados pelo agronegócio e, em especial, pela agropecuária, em futuro próximo.

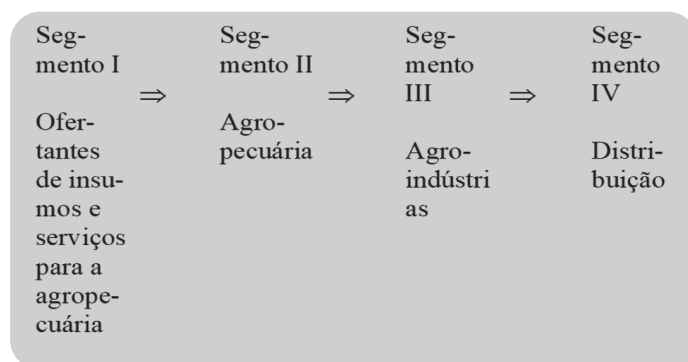
1. Definição de Agronegócio e de seus componentes

O termo agronegócio é a tradução do termo agribusiness e foi, inicialmente, proposto por John Davis e Ray Goldberg, da Universidade de Harvard, EUA, em 1957. Para esses autores, agronegócio é “a soma total de todas as operações envolvendo a produção e distribuição de suprimentos agrícolas; as operações de produção dentro da fazenda; o armazenamento, processamento e distribuição de produtos agrícolas e dos itens produzidos a partir deles” (Guilhoto, Furtuoso, 2003, p. 805).

O agronegócio refere-se ao *conjunto de atividades* realizadas pela agropecuária e pelas atividades que lhe fornecem insumos ou industrializam ou distribuem os produtos agropecuários e agroindustriais. Portanto, agronegócio é uma agregação de atividades que têm vínculo com a agropecuária. Trata-se de um **ramo de atividades**.

O agronegócio é uma agregação de atividades, divididas em, no mínimo, quatro segmentos, ver Figura 1.

Figura 1. Esquema do agronegócio na forma de Complexo Agroindustrial (CAI)



Segmento I: ofertantes de insumos e serviços à agropecuária

O Segmento I é chamado, por certos autores, de atividades antes da porteira e também, no passado, de indústria para a agricultura. Neste segmento, encontram-se as indústrias produtoras de insumos para a agropecuária (de defensivos, corretivos, fertilizantes, medicamentos e maquinário), bem como os escritórios de planejamento e assessoria agrônômica e florestal e laboratórios de análise

de solos, laboratórios e fábricas de bioinsumos, entre outros. Veja que no Segmento I não há apenas indústrias, há também serviços. Exemplos de empresas do Segmento I: Baer, Syngenta, John Deere, Koppert Brasil, XXX Consultoria Agropecuária, Laboratório de Análise de Solo YYY ...

O Segmento II do agronegócio

O Segmento II do agronegócio refere-se à agropecuária, que é definida pelo IBGE como sendo o *grupo de atividades* que usam a terra como fator de produção, seja para o plantio de culturas, para a criação de animais, o plantio de florestas, a aquicultura, por exemplo. Incluem-se tanto fazendeiros pessoas físicas quanto fazendeiros pessoas jurídicas.

Agricultura é um subsetor da agropecuária, e a *Pecuária* é outro subsetor da agropecuária. Portanto, o Segmento II do agronegócio pode ser, no mínimo, dividido em dois outros: agricultura *versus* pecuária. Esta subdivisão da agropecuária é importante, pois os trabalhos do Cepea, ver, por exemplo, Barros e Silva (2018) analisam o agronegócio relacionado à agricultura em separado do agronegócio vinculado com a pecuária.

Agroindústria – Segmento III do agronegócio

Agroindústria é uma *indústria* que processa um produto oriundo da agropecuária.

O economista francês Malágassi sugeriu que, para uma empresa ser classificada como agroindústria, no mínimo, 25% de seu custo de produção deve se originar de produtos agropecuários. Isto gerou uma gama de indústrias que têm sido classificadas como agroindústria, tais como: frigoríficos, laticínios, esmagadora de grãos, cotonifícios...

As diferentes medidas da dimensão do agronegócio dependem, fortemente, do que se classifica como agroindústria. Nos cálculos da dimensão do agronegócio no Brasil têm-se considerado agroindústrias até a 3ª transformação industrial, por exemplo, a indústria de celulose, de papel e de artefatos de papel. A indústria de fiação, tecelagem e do vestuário. Entre outros exemplos.

Distribuição – Segmento IV do agronegócio

No segmento de distribuição incluem-se tanto a comercialização, transporte e armazenamento de produtos agropecuários quanto a dos produtos agroindustriais. A distribuição pode ser decomposta, no mínimo, em:

- Atacado *versus* varejo;
- Voltada ao mercado interno *versus* à destinada ao mercado externo.

Exemplos de empresas de distribuição: supermercados, atacadistas de cereais, *traders* exportadoras, transportadoras, posto de gasolina...

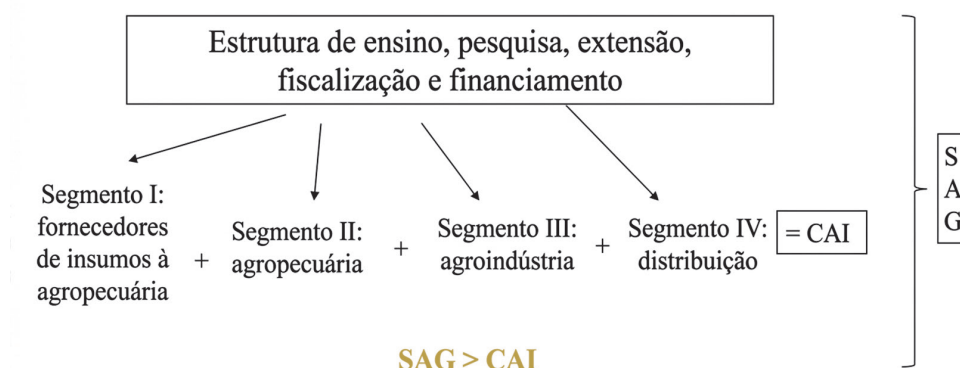
CAI *versus* SAG

Quando se consideram apenas as atividades dos segmentos I, II, III e IV (como na Figura 1) tem-se o que também se denomina de Complexo Agroindustrial (CAI).

No entanto, ao se considerar as atividades de ensino, pesquisa, extensão, fiscalização e financiamento, que orientam ou apoiam todos os segmentos do CAI, tem-se o Sistema Agroindustrial (SAG).

Portanto, o SAG é maior do que o CAI, veja a Figura 2.

Figura 2. SAG *versus* CAI



Os cálculos do PIB do agronegócio podem ser feitos usando a Matriz Insumo-Produto (MIP), a partir da qual se identificam as atividades que se enquadram em cada segmento do CAI e as que possam fazer parte da Estrutura de ensino, pesquisa, extensão, fiscalização e financiamento que, junto com o CAI, forma o SAG. Destacam-se no uso da MIP para o cálculo do PIB do agronegócio os trabalhos de Nunes e Contini (2001), Furtuoso e Guilhoto (2003) e de Silva e Nonnenberg (2007). Eles geram dimensões distintas do agronegócio, as vezes para o mesmo ano, por considerarem setores distintos compondo o CAI e/ou dimensões distintas do valor agregado de cada setor que possa ser usado para o cálculo do PIB do agronegócio. Por exemplo, o trabalho de Furtuoso e Guilhoto (2003), base dos trabalhos posteriores do Cepea, consideram no Segmento III do agronegócio o PIB total das agroindústrias, enquanto os trabalhos de Silva e Nonnenberg (2007) só consideram o que dessas agroindústrias está de fato ligado com a agropecuária. Com isto, por exemplo, o trabalho de Furtuoso e Guilhoto (2003) fala que o PIB do agronegócio do Brasil em 2003 foi equivalente a 30,6% do PIB total do país, enquanto Silva e Nonnenberg (2007) fala que tal percentagem, no ano de 2003, foi de 20,3%.

Os primeiros trabalhos do Cepea-Esalq/USP calculavam o CAI, seguindo metodologia de Furtuoso e Guilhoto (2003), e desde a segunda década do século XXI tem sido calculado o SAG. Por exemplo, em 1996: o SAG representava 34,8% do PIB brasileiro e o CAI, 28,3% deste PIB.

Em 2004: SAG correspondeu a 27,8% do PIB brasileiro e CAI, a 23,3% deste PIB. Veja que, em 2004, o SAG era 19,3% maior do que o CAI brasileiro.

Veja que, na Figura 2, a Esalq é parte do SAG brasileiro. A plantação de cana-de-açúcar está no Segmento II, a usina de açúcar e a destilaria de álcool estão no Segmento III e a *trade* exportadora de açúcar está no Segmento IV. Essas empresas, ainda que com CNPJ distintos, podem pertencer ao mesmo grupo de acionistas. Um banco comercial, como o Banco do Brasil, está no SAG e não no CAI.

2. Importância do agronegócio e/ou de seus componentes na economia brasileira

Há, no mínimo, cinco grandes indicadores macroeconômicos para avaliar a situação atual e a evolução de uma economia, a saber: (1) o nível do Produto Interno Bruto (PIB); (2) o nível de emprego ou a taxa de desemprego; (3) as transações externas de um país, avaliadas, por exemplo, pela balança comercial, pelas transações correntes ou pelo saldo do balanço de pagamentos; (4) a taxa de inflação da economia; e, (5) o déficit público. Desses cinco indicadores, tomam-se os três primeiros para avaliar a importância do agronegócio na economia brasileira e sua evolução recente.

2.1. Importância do Agronegócio no PIB brasileiro

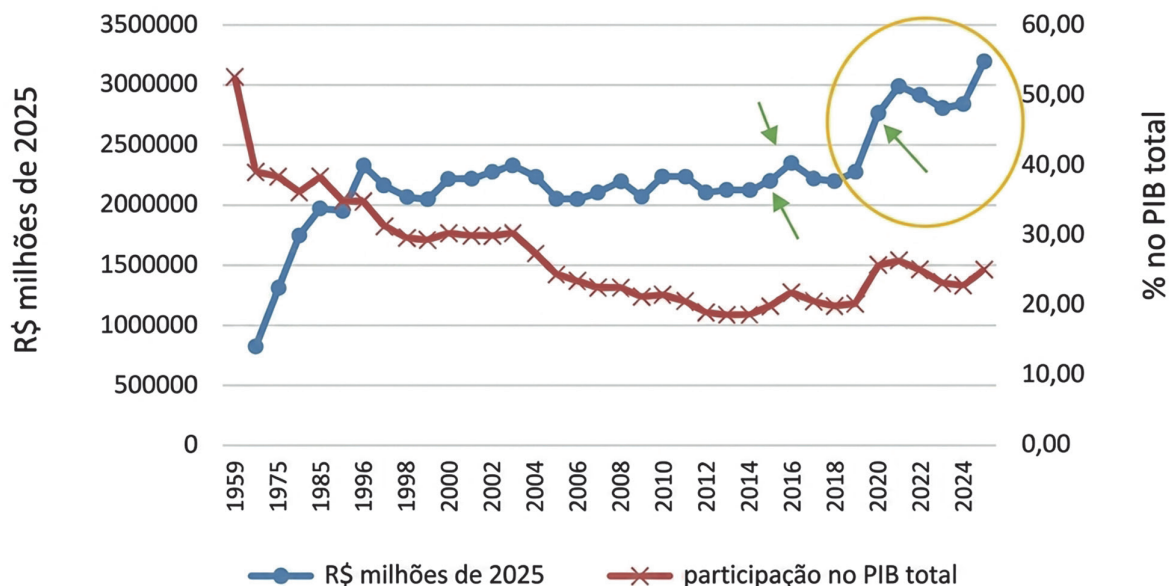
Produto Interno Bruto (PIB) é o valor monetário de todos os bens e serviços finais produzidos, em um determinado período de tempo, com os serviços de fatores de produção situados dentro dos limites geográficos de um País.

O valor dos bens e serviços pode ser desagregado nas rendas pagas (nas formas de aluguel, salários, lucros e juros), ao longo de cada cadeia produtiva, aos fatores de produção (terra, trabalho e capital) utilizados na elaboração desses bens e serviços.

Por isso, o PIB é igual à renda gerada na economia na forma de salários, lucros, juros e aluguéis. Isto é demonstrado no Fluxo Circular da Renda, através do qual a renda gerada no mercado de fatores é idêntica ao produto, gerado no mercado de produtos (ver Bacha, 2004, p. 18).

Em 2025, o PIB_{PM} do Brasil foi de R\$ 12,7 trilhões, implicando crescimento real de 2,3% em relação ao PIB de 2024, segundo o IBGE.

Pode-se avaliar a evolução do PIB real do agronegócio e a sua participação no PIB brasileiro, como se observa no Gráfico 1. Em 2025, o PIB_{PM} do agronegócio foi de R\$ 3,2 trilhões, equivalente a 25,1% do PIB nacional.

Gráfico 1. Evolução do PIB do agronegócio e de sua participação no PIB total

Fonte: Montoya e Guilhoto (1999), Furtuoso e Guilhoto (2001) e CEPEA. Para um PIB total de R\$ 12,7 trilhões, o agronegócio gerou R\$ 3,2 trilhões em 2025 (estimativa do CEPEA), cerca de 25% do PIB brasileiro. Após atingir 26,4% em 2021.

O exame do Gráfico 1 mostra o grande crescimento do agronegócio na primeira metade da terceira década do século XXI (veja o círculo laranja no Gráfico 1).

O valor deflacionado do PIB do agronegócio deu um grande salto de 1970 a 1995. As décadas de 2000 e 2010 evidenciam flutuações de um ano a outro no PIB do agronegócio, muito determinadas pelas flutuações anuais do PIB da agropecuária. A primeira metade da terceira década do século XXI presenciou um *boom* do agronegócio brasileiro, mas com flutuações. Entre 2019 e 2025, o PIB real do agronegócio aumentou 41%, enquanto o PIB total do país aumentou em 14%.

Olhando a linha vermelha no Gráfico 1, vê-se, no entanto, que a tendência histórica é de o agronegócio perder importância no PIB brasileiro, passando de 52,8% do PIB brasileiro em 1959 para 25,1% em 2025. Isto é fortemente determinado pelo fato da elasticidade de renda da demanda de produtos do agronegócio, em especial

Em anos de forte recessão na economia brasileira, o agronegócio cresce, em grande parte por ser grande exportador e contar com demanda externa, quando enfraquece a demanda interna.

dos produtos agropecuários, ser menor do que 1 (um). É importante ressaltar que, em anos de forte recessão na economia brasileira, o agronegócio cresce, em grande parte por ser grande exportador e contar com demanda externa, quando há enfraquecimento da demanda interna. Isto aconteceu em 2015, 2016 e 2020 (veja as setas verdes no Gráfico 1).

Atualmente, o principal componente do agronegócio é a distribuição, seguida da agroindústria, da agropecuária e, por último, os ofertantes de insumos (ver Tabela 1). Em 2016, os ofertantes de insumos representaram 2,5% do PIB brasileiro e 11% do PIB do agronegócio; a agropecuária, 25% do PIB do agronegócio; a agroindústria, 29,4% do PIB do agronegócio; e a distribuição, 34,6% do PIB do agronegócio.

Tabela 1. Participações do agronegócio e de seus componentes no PIB Brasileiro (valores em percentagens do PIB)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Ofertantes de insumos	2,2	2,1	2,3	2,5	2,3	2,2	2,4	2,3	2,4	2,4	2,5	2,5
Agropecuária*	5,5	5,1	5,2	5,4	5,2	4,8	5,1	4,9	5,3	5,0	5,0	5,7
Agroindústria	8,4	7,9	7,4	7,1	7,1	6,8	6,2	5,9	5,7	5,7	6,1	6,7
Distribuição**	8,1	8,2	7,8	7,8	6,9	7,8	7,3	6,3	5,8	6,0	6,9	7,9
Agronegócio	24,2	23,3	22,7	22,8	21,5	21,6	21,0	19,4	19,2	19,1	20,5	22,8

Fonte: trabalhos originais do CEPEA, mas usando (*) dados do IBGE e (**) sendo a diferença das percentagens dos demais setores em relação ao total do agronegócio

Apesar de a agropecuária já não ser a maior parte do agronegócio, ela é a “locomotiva” do agronegócio. Se a agropecuária cresce ela gera mais ligações para trás e para frente no agronegócio.

Por que há uma tendência histórica à redução da importância do agronegócio no PIB da economia brasileira? A demanda de alimentos é inelástica a variações da renda. No entanto, não existe agronegócio sem a agropecuária, que tem efeitos de encadeamento para trás (comprando insumos e serviços) e para frente (vendo produtos para os mercados internos e externos ou dinamizando a agroindústria). O papel central da agropecuária no agronegócio faz com que no Brasil haja políticas específicas para a agropecuária (seja de crédito rural, preços mínimos, seguro rural, pesquisa agropecuária e extensão rural, principalmente, tal como discutidas em Bacha, 2018).

Qual é a dimensão do agronegócio em outros países? A Tabela 2 apresenta os cálculos do CAI para alguns países em anos selecionados. Atente-se que são dados do CAI e não do SAG. Nesta tabela, observe, no mínimo, dois pontos: (1) China e Índia dependem mais do agronegócio que o Brasil; (2) a ligação para frente e para trás da agropecuária com os demais segmentos no agronegócio dos EUA. Para cada US\$ 1 de PIB gerado na agropecuária dos EUA, geravam-se US\$ 10 de PIB nos segmentos I, III e IV do CAI dos EUA em 2015.

Tabela 2. Importâncias da agropecuária e do agronegócio (CAI) no PIB de alguns países – anos selecionados (valores em %)

País	1990		1997		2009		2015	
	agropecuária	agronegócio	agropecuária	agronegócio	agropecuária	agronegócio	agropecuária	agronegócio
Argentina	8,1	n.d.	5,2	32,2	5,3	n.d.	5,2	n.d.
Brasil	6,6	25,6	5,3	29,2	5,2	21,5	5,0	20,0
Chile	8,2	n.d.	5,4	32,1	3,7	n.d.	3,7	n.d.
Colômbia	17,1	n.d.	12,6	32,1	6,9	n.d.	6,0	n.d.
China	16,8	40,9	17,9	n.d.	9,8	26,0	9,3	28,3
Espanha	3,8	16,5	4,3	10,6	2,2	13,0	3,2	16,9
EUA	0,7	8,7	1,3	8,1	1,0	8,0	0,9	9,9
Índia	23,0	42,3	24,6	n.d.	17,3	33,0	20,4	38,4
México	3,9	21,8	5,2	24,5	3,2	20,0	3,4	20,7
Argentina	8,1	n.d.	5,2	32,2	5,3	n.d.	5,2	n.d.

Fonte: dados apresentados por Guilhoto (2004), Sesso Filho *et al.* (2019), OLIVEIRA *et al.* (2023) e World Bank.

Nota: n.d. = valor não disponível.

2.1. Dimensão do agribusiness nas regiões do Brasil

Três aspectos devem ser observados sobre a dimensão do agronegócio, medido pelo CAI, entre as regiões do Brasil.

1º) Essa dimensão é diferente entre as regiões do Brasil e tal importância varia ao longo do tempo.

Observa-se na Tabela 3 que a região brasileira que mais depende do agronegócio no PIB regional é a Região Sul, seguida do Centro-Oeste. A que menos depende do agronegócio na composição de seu PIB é o Sudeste. Ademais, o agronegócio tem ampliado sua importância na composição do PIB regional do Centro-Oeste e da Região Norte, mas perdido importância na composição do PIB do Sudeste e do Sul. O agronegócio tem pouco alterado sua importância deles no PIB do Nordeste nos anos analisados na Tabela 3.

Tabela 3. Participação do agronegócio no PIB das regiões e do Brasil – 1995, 1999 e 2004 (valores em %) – trata-se do CAI

Região	1995	1999	2004
Norte	26,2	32,1	33
Nordeste	28,3	27,0	29
Centro-Oeste	38,1	27,6	45
Sudeste	23,2	21,2	21
Sul	52,5	41,4	49
Brasil	30,4	26,7	30

Fonte: Parré (2000, p. 99), Guilhoto *et al.* (1999, p. 15) e Guilhoto *et al.* (2007, p. 40)

2º) Os componentes do agronegócio podem ter diferentes composições (ou importâncias) entre as regiões do Brasil.

Considerando os quatro componentes ilustrados na Figura 1 (segmentos I, II, III e IV) e decompondo a importância deles no PIB das regiões brasileiras em 1995, tem-se os dados da Tabela 4 (que também se referem ao CAI).

Tabela 4. Participação do agronegócio (medido pelo CAI) no PIB regional e sua distribuição segundo os seus segmentos – ano de 1995

Região	Participação dos segmentos no CAI				Importância do CAI no PIB regional ou nacional
	Segmento I	Segmento II	Segmento III	Segmentos IV	
Norte	14,3	40,1	19,0	26,5	26,2
Nordeste	12,1	37,5	14,5	35,8	28,3
Centro-Oeste	28,3	39,4	7,2	25,0	38,1
Sudeste	15,3	23,3	19,7	41,7	23,2
Sul	20,1	29,6	19,9	30,4	52,5
Brasil	17,9	29,5	17,7	35,1	30,4

Fonte: Parré (2000, p. 99)

Constata-se, na Tabela 4, que, em 1995, o agronegócio da região Centro-Oeste era fortemente concentrado no Segmento II (agropecuária), cunhando a essa região a denominação de celeiro do Brasil. Na Região Sudeste, o Segmento IV, de distribuição, era o que mais compunha o seu agronegócio devido, em grande parte, ao Porto de Santos e por São Paulo sediar várias *tradings* exportadoras do País.

3º) A participação do agronegócio entre os estados de uma mesma região em um mesmo ano pode ser muito diferente.

Dentro de uma mesma região, o agronegócio pode ter importância distinta. Observe abaixo as importâncias do agronegócio, medido pelo CAI, no PIB estadual em 2004 (valores entre parênteses), segundo cálculos de Guilhoto et al. (2007, p. 88 a 171):

Região Norte (33%): AC (25,15%), AP (15,37%), AM (22,35%), PA (44,93%), RO (43,43%), RR (19,50%) e TO (36,25%).

Região Nordeste (29%): AL (34,37%), BA (31,87%), CE (25,45%), MA (32,42%), PB (40,04%), PE (23,55%), PI (29,14%), RN (29,26%) e SE (20,42%).

Região Sudeste (21%): ES (29,06%), MG (24,59%), RJ (7,35%) e SP (25,59%).

Região Sul (49%): PR (44,82%), SC (54,46%) e RS (49,22%).

Região Centro-Oeste (45%): DF (3,83%), MT (67,13%), MS (78,56%) e GO (58,04%).

Observe que o agronegócio é melhor distribuído entre os Estados da Região Sul, ainda que Santa Catarina dependa do agronegócio mais do que o Paraná. O Centro-Oeste detém o Estado que mais depende do agronegócio (Mato Grosso do Sul) e o que menos depende deste ramo de atividades, o Distrito Federal, na formação de seus PIBs. No Sudeste, o Rio de Janeiro é o que menos depende do agronegócio (apenas 7,35% de seu PIB em 2004), pois as atividades de serviços e da indústria petroquímica geram mais PIB neste Estado do que o agronegócio. Na região Norte, observe que Estados como Roraima e Amapá pouco dependem do agronegócio, ao lado de Pará e Rondônia, em que mais do que 40% de seus PIBs são compostos pelas atividades do agronegócio. Esses resultados justificam os efeitos regionais distintos do crescimento do agronegócio sobre as distintas unidades federativas do Brasil.

2.2. Importância no agronegócio no emprego e na balança comercial

Até agora foi dada atenção apenas ao PIB como indicador da importância de um setor (agropecuária) ou de um ramo de atividades (agronegócio) na economia. No entanto, outros indicadores também podem ser considerados, tais como: número de empregados, importância na geração das exportações ou do saldo comercial, por exemplo.

Em 2025, o agronegócio representou 25,1% do PIB brasileiro e a agropecuária 7,1% deste mesmo PIB, com a agropecuária representando 28,3% do PIB do agronegócio. Neste mesmo ano de 2025, o total de pessoas ocupadas no agronegócio brasileiro foi 23% do total de pessoas ocupadas no Brasil, e a agropecuária respondeu por 7,6% das pessoas ocupadas no país. Neste ano, o agronegócio empregou 23,5 milhões de pessoas e a agropecuária, 7,8 milhões de pessoas.

O agronegócio gerou US\$ 169,1 bilhões de exportações em 2025, e importou US 20,2 bilhões, com saldo comercial de US\$ 148,9 bilhões. Entre os segmentos do agronegócio, os produtos da agropecuária e da agroindústria (Segmentos II e III do agronegócio, respectivamente) se destacam. Eles representaram 32,2% das exportações brasileiras em 2005, 38,7% em 2013 e 46,9% em 2024, e sempre tiveram balança comercial positiva desde de 1961.

2.2.1. Geração de emprego: agropecuária, agronegócio e demais segmentos

Há uma tendência histórica da agropecuária perder importância na geração de emprego na economia, o que diminui também a importância do agronegócio em gerar emprego. Em 2025, o agronegócio respondia por 23% das pessoas ocupadas no Brasil, frente a 26% em 2012.

Em 1992, a agropecuária empregava 18,4 milhões de pessoas (28,3% do total do Brasil), passando a 12,6 milhões de pessoas empregadas em 2009 (14,9% do total nacional). Em 2025, a agropecuária empregou 7,8 milhões de pessoas, 7,6% do total nacional. Essa diminuição na geração de empregos na agropecuária é devida à sua modernização (em parte, via sua mecanização).

Os Segmentos I, III e IV do agronegócio têm tendências a gerar mais empregos, mas não compensando a perda de emprego da agropecuária ao longo dos anos 2012 a 2025 (ver Tabela 5).

Tabela 5. Dados das PNADs contínuas (sem incluir pessoas trabalhando para consumo próprio)

Ano	Agropecuária (pessoas)	Segmentos I, III e IV do agronegócio (pessoas)	Agronegócio (pessoas)	Total Brasil (pessoas)	% Agropecuária no total Brasil	% segmentos I, III e IV do agronegócio no Brasil	% Agronegócio no total Brasil
2012	10.150.604	13.056.878	23.207.482	89.299.483	11,37	14,62	25,99
2013	10.002.780	13.347.849	23.350.629	90.595.400	11,04	14,73	25,77
2014	9.387.936	13.612.744	23.000.680	91.671.821	10,24	14,85	25,09
2015	9.237.333	13.538.488	22.775.821	91.479.036	10,10	14,80	24,90
2016	8.983.942	12.952.222	21.936.164	89.478.572	10,04	14,48	24,52
2017	8.407.631	13.578.308	21.985.939	89.571.401	9,39	15,16	24,55
2018	8.385.182	13.795.571	22.180.753	90.915.404	9,22	15,17	24,40
2019	8.390.015	13.975.944	22.365.959	92.743.947	9,05	15,07	24,12
2020	8.169.636	12.831.520	21.001.156	85.438.793	9,56	15,02	24,58
2021	8.753.983	12.975.927	21.729.910	89.623.206	9,77	14,48	24,25
2022	8.606.388	13.811.758	22.418.146	96.230.195	8,94	14,35	23,30
2023	8.172.758	14.384.434	22.557.192	97.503.903	8,38	14,75	23,13
2024	7.861.972	14.988.374	22.850.346	100.266.041	7,84	14,95	22,79
2025	7.774.594	15.677.559	23.452.153	102.064.502	7,62	15,36	22,98

Fonte: CEPEA, utilizando dados da PNAD contínua

Nota: não inclui as pessoas trabalhando para autoconsumo

2.2.2. Exportações e importações: agronegócio e seus componentes

O Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA) apresenta, de 1997 a 2025, a evolução das exportações e importações do agronegócio brasileiro, ver Tabela 6.

Tabela 6. Balança comercial do agronegócio brasileiro segundo o MAPA – anos selecionados (valores em milhões de US\$)

Ano	exportações	importações	Balança comercial do agronegócio
1997	23.344	8.107	15.236
1998	21.525	7.986	13.539
1999	20.470	5.649	14.821
2000	20.577	5.739	14.838
2001	23.828	4.775	19.054
2002	24.812	4.425	20.387
2003	30.608	4.725	25.884
2004	38.923	4.802	34.121
2005	43.586	5.070	38.516
2006	49.417	6.648	42.768
2007	58.358	8.687	49.671
2008	71.747	11.880	59.867
2009	64.741	9.900	54.841
2010	76.396	13.398	62.998
2011	94.917	17.508	77.409
2012	95.749	16.409	79.340
2013	99.933	17.060	82.873
2014	96.659	16.614	80.045
2015	88.168	13.073	75.095
2016	84.937	13.628	71.309
2017	96.014	14.154	81.860
2018	101.168	14.038	87.130
2019	96.851	13.782	83.069
2020	100.702	13.054	87.648
2021	120.521	15.528	104.993
2022	158.868	17.241	141.627
2023	166.488	16.609	149.879
2024	164.304	19.303	145.001
2025	169.102	20.153	148.949

Fonte: MAPA <http://indicadores.agricultura.gov.br/agrostat/index.htm>

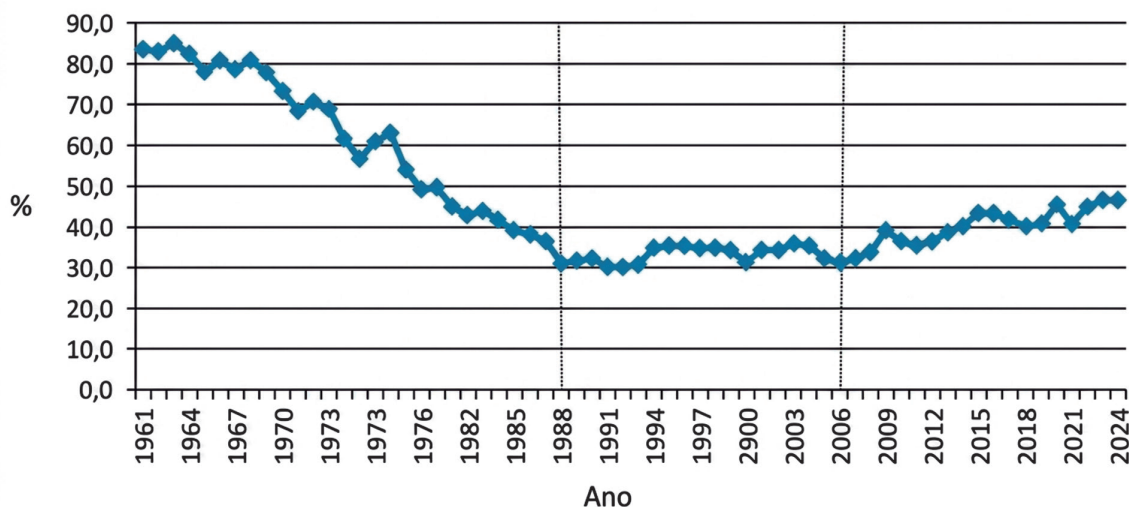
A FAO (Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura) apresenta os dados de exportações e importações brasileiras de produtos agropecuários e agroindustriais (referentes aos Segmentos II e III do agronegócio) de 1961 a 2024 (ver Gráficos 2 a 4).

As informações do MAPA e da FAO não são iguais entre si, mas nos permitem ver, de maneira alternativas, a trajetória de exportação do agronegócio brasileiro e de alguns de seus segmentos.

Analisando apenas as transações externas dos Segmentos II e III do agronegócio e usando dados da FAO, observa-se, via o Gráfico 2, que houve queda da importância dos produtos agropecuários e

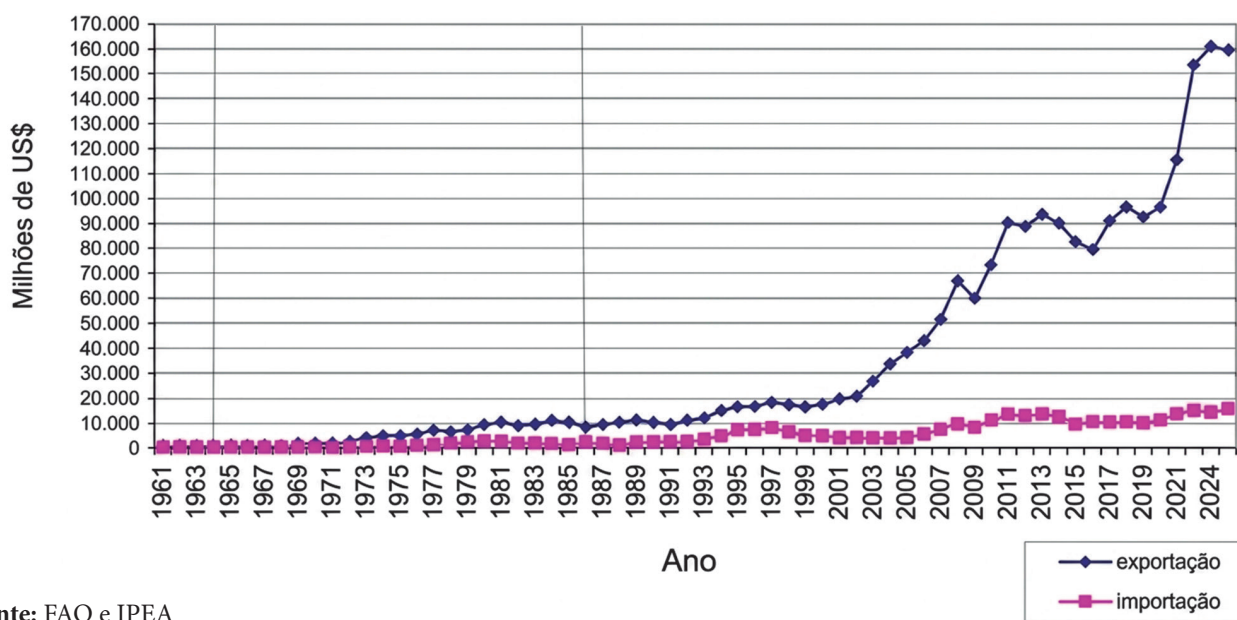
agroindustriais no total exportado pelo Brasil de 1961 (quando foi de 83,4% do total exportado pelo Brasil) até 1988 (quando esse percentual foi de 31,1%). Esta importância flutuou entre de 1989 a 2006 na média de 33,4%, e elevou-se a partir de 2007 para alcançar 46,9% em 2024.

Gráfico 2. Participação dos produtos agropecuários e agroindustriais nas exportações brasileiras - 1961 a 2024



As exportações dos produtos agropecuários e agroindustriais (dos Segmentos II e III do agro-negócio brasileiro, respectivamente) sempre ultrapassam as suas importações. Em 2000, essas exportações totalizaram US\$ 17,2 bilhões e as importações, US\$ 5,3 bilhões. Em 2013, essas exportações foram de US\$ 93,6 bilhões e as importações de US\$ 13,6 bilhões. Em 2024, esses valores foram, respectivamente, de US\$ 159,3 bilhões e US\$ 16,2 bilhões, aproximadamente (ver Gráfico 3).

Gráfico 3. Evolução das exportações e importações de produtos da agropecuária e da agroindústria - 1961 a 2024

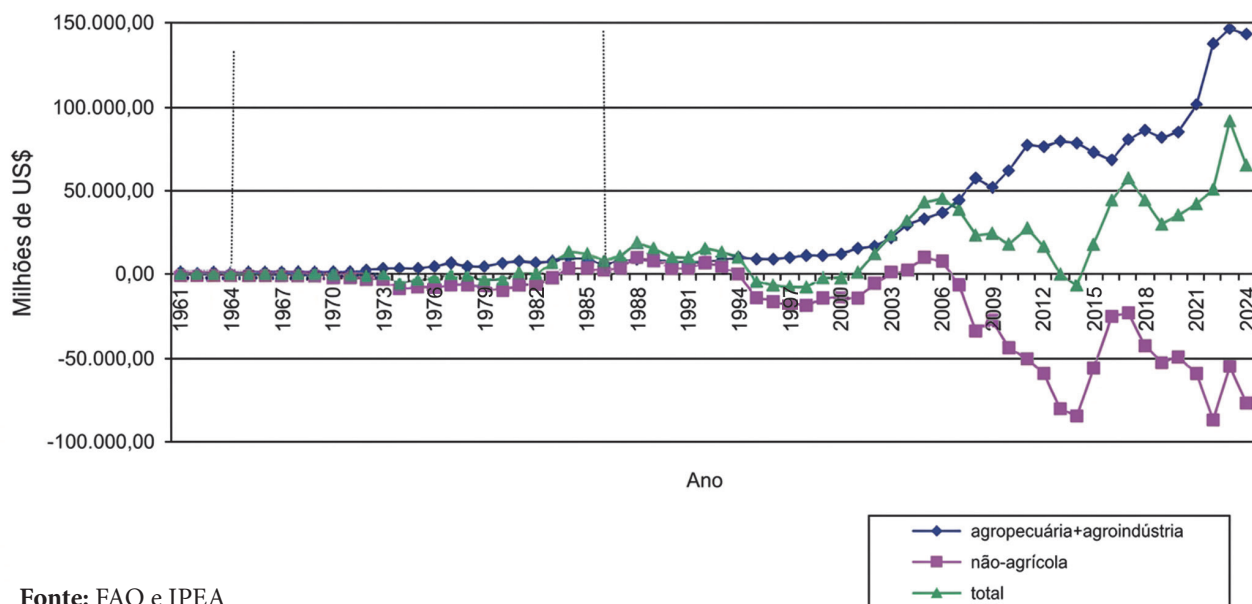


Fonte: FAO e IPEA

Vejam, no Gráfico 3, o grande crescimento das exportações agropecuária e agroindustriais a partir de 2001, em especial de 2021 a 2024.

A balança comercial dos Segmentos II e III do agronegócio brasileiro é sempre superavitária. Em 2013, o saldo dessa balança foi de US\$ 80 bilhões, contra o déficit de US\$ 79,6 bilhões dos produtos não agropecuários e não agroindustriais. Esses valores em 2024 foram +US\$ 143,1 bilhões e –US\$ 77,2 bilhões, respectivamente (ver Gráfico 4).

Gráfico 4. Evolução da balança comercial brasileira - 1961 a 2024



3. Desafios para o agronegócio

Há, no mínimo, cinco grandes desafios que o agronegócio deve enfrentar nos próximos anos, a saber:

- 1) A grande concentração da exportação em poucos produtos e para poucos mercados, gerando dependência do desempenho econômico desses países importadores e ficando sujeito a oscilações de suas economias.
- 2) A agropecuária é segmento central do agronegócio (com efeitos de ligação para trás e para frente em relação aos demais segmentos do agronegócio) e ela tem sua lucratividade pressionada pela valorização da taxa de câmbio (que reduz a sua lucratividade) e pelo aumento do salário mínimo real, que aumenta o seu custo de produção. Isto implica a necessidade de a agropecuária ampliar constantemente sua produtividade e reduzir os seus custos para ainda se manter lucrativa.
- 3) O apoio dado pelo Estado através de políticas de crédito rural, preços mínimos, seguro rural, pesquisa e extensão rural tem diminuído, implicando na agropecuária procurar fontes privadas de financiamento e suporte, ampliando seus custos.
- 4) O nosso desenvolvimento tecnológico na agropecuária é muito grande, mas somos muito dependentes de importações no Segmento I, em especial de fertilizantes e equipamentos, necessitando de mais investimentos neste segmento.

- 5) Questões ambientais relacionadas, principalmente, com a produção agropecuária, como o desmatamento, poluição de recursos hídricos e uso de agrotóxicos (também chamados de defensivos) limitam nosso acesso a mercados sensíveis às mesmas.

1º Desafio: A concentração das exportações do agronegócio em poucos produtos

A Tabela 7 traz os valores das exportações dos principais produtos agropecuários e agroindústrias feitos pelo Brasil no ano de 2025. Constata-se que seis complexos responderam, em 2025, por 84,8% das exportações do agronegócio brasileiro. Há domínio das exportações do complexo soja, que responderam por 31,3% em 2025 (frente a 29,9% em 2016).

Tabela 7. Exportações dos principais produtos agropecuários e agroindustriais por complexos complexo - ano de 2025

Complexo	Valor em US\$ milhões	Participação no total das exportações do agronegócio (em %)
Soja e derivados	52.884	31,3
Carnes	31.805	18,8
Produtos Florestais	16.434	9,7
Açúcar e álcool	15.042	8,9
Café (em grãos e processado)	16.085	9,5
Cereais, farinhas e preparações	10.098	6,0
Fibras e produtos têxteis	5.321	3,2
Sucos	3.504	2,1
Fumo e seus produtos	3.389	2,0
Demais produtos	12.904	7,9
TOTAL	169.102	100,00

Fonte: MAPA

É possível que alguns produtos, devido a mudanças de preços relativos, mudem sua importância entre os anos, caso do café e seus produtos, que representaram 6,4% das exportações do agronegócio em 2016 e 9,5% em 2025.

Concentração em poucos mercados

Observa-se, pelos dados da Tabela 8, que mais da metade das exportações brasileiras do agronegócio destinam-se à China, UE e EUA.

Cerca de 75% das exportações do agronegócio foram para 14 países em 2025.

China está “tomando espaço” de outros tradicionais compradores.

Países do Oriente Médio representam parcela importante das exportações do agronegócio.

Esse cenário impõe a necessidade de acompanhamento mais próximo da situação política e econômica

dos principais compradores de produtos do agronegócio brasileiro e da necessidade de se pensar em operações estruturadas envolvendo o compromisso dos compradores em financiarem a produção brasileira e se comprometerem em a adquirir.

Tabela 8. Destino das exportações brasileiras do agronegócio em anos selecionados

País ou região	% que absorveu das exportações brasileiras do agronegócio em anos selecionados		
	2012	2019	2025
China	18,77	31,97	32,66
União Europeia	21,71	15,99	14,90
EUA	7,34	7,40	6,75
Vietnã	0,80	1,85	2,12
Japão	3,69	3,44	1,93
Egito	2,25	1,51	1,91
Turquia	0,52	1,35	1,91
Indonésia	1,44	1,22	1,90
Índia	1,01	0,87	1,90
México	0,34	1,34	1,86
Irã	2,25	2,26	1,73
Arábia Saudita	2,56	1,83	1,71
Emirados Árabes Unidos	1,70	1,39	1,58
Bangladesh	0,72	1,27	1,58
Demais países	34,90	26,31	25,56

Fonte: MAPA

2º Desafio: Efeitos das políticas cambial e salarial sobre a agropecuária

O preço em Reais recebido pelo produtor em sua região depende, fortemente, da taxa de câmbio (reais por dólar) e do preço internacional em dólar da commodity.

Por exemplo, o preço em Reais recebido pelo produto de soja em Sorriso, MT ($Psoja^{R\$}_{Sorriso}$) começa a ser formado na bolsa de mercadorias de Chicago ($Psoja^{US\$}_{Chicago}$). Este último determina o preço em dólar da soja em Paranaguá, PR ($Psoja^{US\$}_{Paranaguá}$), tal que:

$$Psoja^{US\$}_{Paranaguá} = Psoja^{US\$}_{Chicago} - \text{custo do frete marítimo em dólar} \pm \text{prêmio em dólar} \quad (1)$$

Em Paranaguá, o preço em dólar da soja é transformado em Reais, multiplicando-o pela taxa de câmbio (Reais *versus* dólar), tal que:

$$Psoja^{R\$}_{Paranaguá} = \text{taxa de câmbio} \cdot Psoja^{US\$}_{Paranaguá} \quad (2)$$

O preço em Reais da soja em Sorriso, MT ($Psoja^{R\$}_{Sorriso}$) toma o preço pago em reais em Paranaguá-PR, descontando o frete em Reais entre Sorriso e Paranaguá e soma ou desconta um prêmio em Reais. Tem-se:

$$Psoja^{R\$}_{Sorriso} = Psoja^{R\$}_{Paranaguá} - \text{custo do frete de Sorriso a Paranaguá em reais} \pm \text{prêmio em reais} \quad (3)$$

Observe que se houver redução do preço internacional da soja ($Psoja^{US\$}_{Chicago} \downarrow$) e valorização cambial (taxa de câmbio $\downarrow$), situação que ocorreu em 2005 e 2006, haverá queda acentuada do preço em reais da soja em Sorriso ($Psoja^{R\$}_{Sorriso} \downarrow$).

De outro lado, se acontecer aumento do preço internacional da soja ($Psoja^{US\$}_{Chicago} \uparrow$) e desvalorização cambial (taxa de câmbio $\uparrow$), situação que ocorreu em 2020 e 2021, haverá aumento acentuado do preço em reais da soja em Sorriso ($Psoja^{R\$}_{Sorriso} \uparrow$).

$$\begin{aligned} \text{Em suma: } Psoja^{US\$}_{Chicago} \downarrow \text{ e taxa de câmbio } \downarrow &\Rightarrow Psoja^{R\$}_{Sorriso} \downarrow \text{ ou} \\ Psoja^{US\$}_{Chicago} \uparrow \text{ e taxa de câmbio } \uparrow &\Rightarrow Psoja^{R\$}_{Sorriso} \uparrow \end{aligned}$$

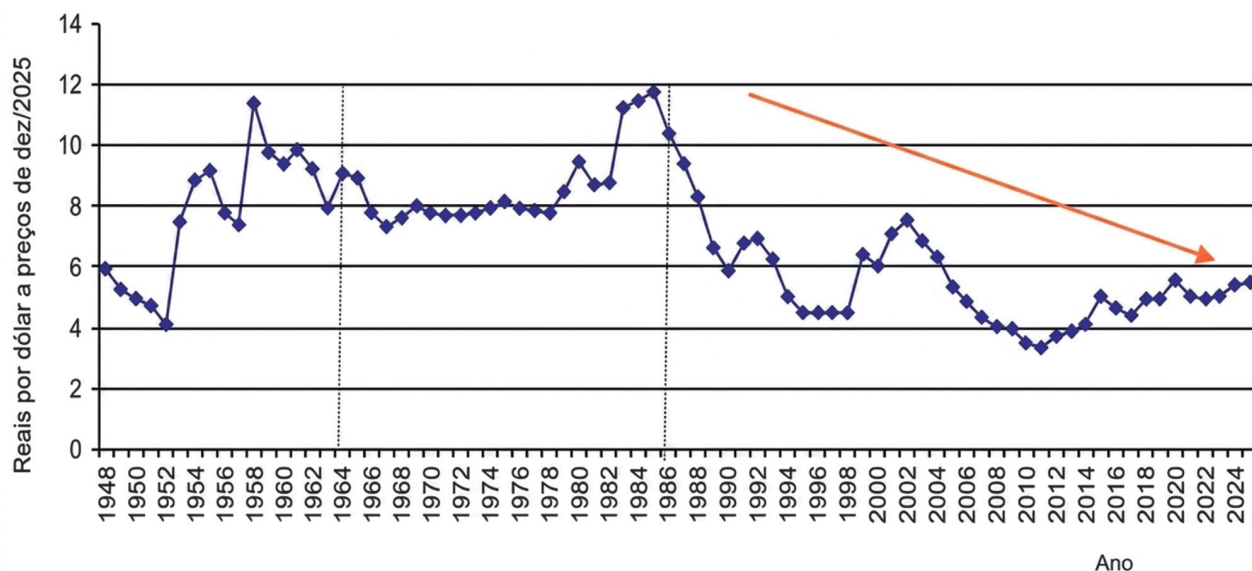
O esquema acima também ocorre com outras commodities (agropecuárias ou agroindustriais) negociadas em bolsas internacionais (como café, suco de laranja, açúcar, por exemplo) e chama a atenção para a importância da taxa de câmbio em determinar, parcialmente, a receita do produtor rural. Desvalorização cambial, de modo geral, aumenta a receita do produtor, apesar de aumentar os custos dos insumos importados.

Comportamento da taxa de câmbio

No período de 1987 a 2025, ver Gráfico 5, apesar das oscilações (veja os diversos “U”), a tendência foi de queda da taxa de câmbio real, o que não favorece as exportações agropecuárias e agroindustriais. Veja que a recuperação do valor da taxa de câmbio real a partir de 2012 é que, em boa parte, fez o agronegócio ter grande expansão a partir de 2012 (ver o Gráfico 1).

Em termos reais, a taxa de câmbio média recebida em 2025 (de R\$ 5,48505) ainda estava 27,5% abaixo da de 2002 e 47,1% abaixo do pico alcançado em 1986.

Gráfico 5. Taxa de câmbio real bilateral - 1948 a 2025 - a preços de dezembro de 2025



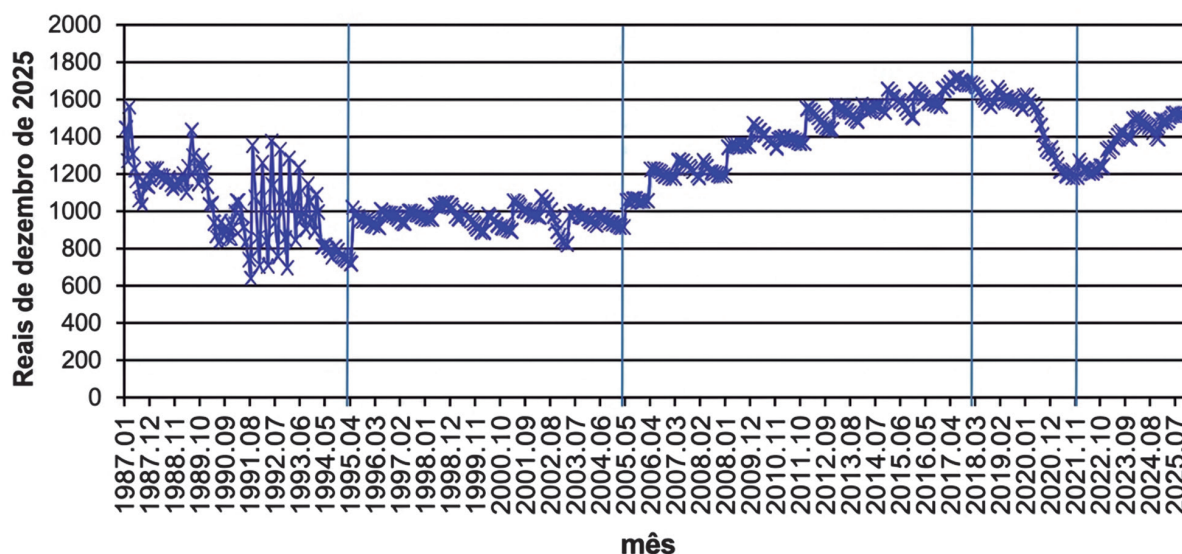
Fonte: Ipeadata. Deflacionada pelo IPA dos EUA e IGP-DI do Brasil

Comportamento do salário mínimo real

A flutuação da taxa de câmbio gera receita instável à agropecuária e à agroindústria (dois segmentos do agronegócio que são muito voltados ao setor externo) e a tendência à valorização cambial implica queda potencial de receita dessas atividades.

A isto se soma o aumento do custo de produção causado pela recuperação do poder de compra do salário mínimo no período de 2005 a 2017 e novamente após 2021 (ver o Gráfico 6).

Gráfico 6. Evolução do valor real do salário mínimo - Brasil - janeiro de 1987 a dezembro de 2025 (a preços de dezembro de 2025)



Fonte: IPEADATA (usando o IGP-DI como deflator).

Observe que nos governos de Fernando Henrique Cardoso (FHC) – 1995 a 2002 –, o salário mínimo real estabilizou-se; e ele teve forte crescimento nos dois primeiros governos de Lula e no primeiro de Dilma – de 2005 a 2014 –, mas caindo de 2017 a 2021, e voltando a crescer a partir de 2022.

Em um olhar de 1995 a 2025, tem-se acréscimo no salário mínimo real. Entre janeiro de 1995 e dezembro de 2025, o salário mínimo real cresceu 102,1%. E entre janeiro de 1995 e julho de 2017, esse crescimento foi de 129,2%.

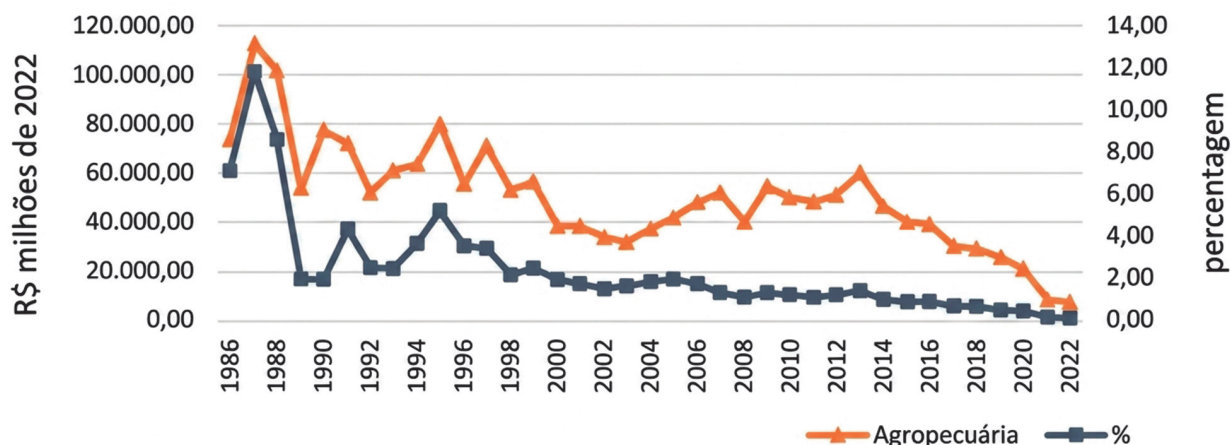
Para fazer frente a flutuações cambiais, os produtores podem adotar estratégias naturais de *hedge* cambial (ter despesas em dólar e receitas em dólar) ou fazer operações de *hedge* cambial em mercados futuros. Os aumentos de custos com mão de obra podem ser evitados com a mecanização e automação de várias operações.

3º Desafio: A perda de suporte provida pelo Governo Federal

A necessidade de redução do déficit público tem levado o Governo Federal a: (1) Reduzir os subsídios existentes no crédito rural; (2) Reduzir gastos em serviços públicos (como extensão rural e pesquisa agropecuária); (3) Diminuir a abrangência da política de preços mínimos, criando mecanismos que envolvem o setor privado na sustentação de preços; e, (4) Extinguir órgãos de gerenciamento de produtos agropecuários, desregularizar as atividades produtivas e vender empresas estatais produtoras de insumos agrícolas (veja Bacha, 2018).

Observe no Gráfico 7 que, apesar das oscilações, no período de 1986 a 2022 (por 36 anos), o montante de gastos da União com a agropecuária tem caído. A preços de 2022, os gastos da União com a agropecuária passaram de R\$ 112,9 bilhões em 1987 para R\$ 8,2 bilhões em 2022 (queda de 92,7%). Não obstante, neste período, a União quintuplicou os seus gastos em termos reais. Consequentemente, a importância da agropecuária nos gastos da União caiu de 11,95% em 1987 para 0,16% em 2022. Ou seja, de cada R\$ 100 de gastos pela União em 2022, apenas R\$ 0,16 foram com a agropecuária.

Gráfico 7. Evolução dos gastos da união com a agropecuária (R\$ milhões de 2022) e percentagem desses gastos no total das despesas públicas



Fonte: Gasques, J. G. Nota sobre gastos públicos na agricultura.

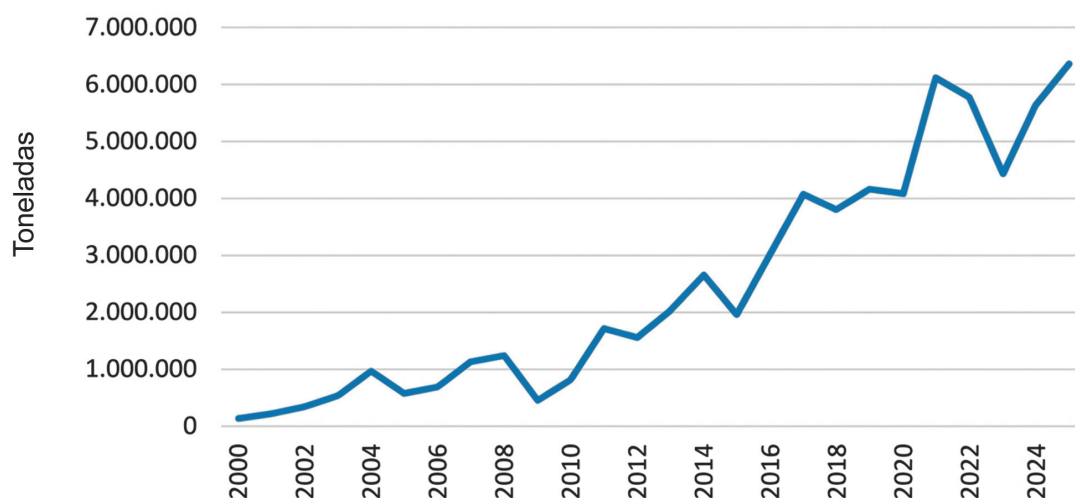
4º Desafio: Investimentos no Segmento I do agronegócio

O Brasil apresenta grande desenvolvimento tecnológico na produção agropecuária, fruto em boa parte de ampla rede de pesquisa envolvendo Embrapa, Universidades, Empresas Estaduais e Privadas de Pesquisa.

Mas, o país é grande dependente de importações de fertilizantes (em especial de Nitrogênio, N, Fósforo, P, e Potássio, K – NPK) e de maquinário, necessário para promover a chamada agricultura 4.0.

O Brasil importa cerca de 80% dos fertilizantes que utiliza e é afetado por crises externas que levem ao aumento dos preços de N, P e K. O Gráfico 7 apresenta a evolução das importações de fertilizantes. Entre 2000 e 2025, a quantidade importada anualmente aumentou 46 vezes, passando de 138,7 mil toneladas para 6.398 mil toneladas.

Gráfico 8. Quantidade importada de fertilizantes pelo Brasil de 2000 a 2025



Fonte: SISCOMEX.

Ademais, o Brasil importa fertilizantes de poucos países, sendo que esta concentração muda ao longo do tempo, conforme é evidenciado na Tabela 9. Observe que, em 2000, cerca de 65% das importações brasileiras de fertilizantes vieram de Israel, o qual pouco exportou o produto para o Brasil em 2025. Em caminho inverso, quase nada foi importado de fertilizantes da China pelo Brasil em 2000, sendo que quase 47% das importações de fertilizantes pelo Brasil em 2025 vieram da China.

O Brasil importa fertilizantes de poucos países, sendo que esta concentração muda ao longo do tempo.

Tabela 9. Participações de certos países no total importado de fertilizantes pelo Brasil nos anos de 2000 a 2025 (valores em %)

Ano	China	Rússia	Estados Unidos	Noruega	Holanda	Marrocos	Cazaquistão	Finlândia	Alemanha	Reino Unido	Israel
2000	0,00	13,13	0,47	0,00	0,33	0,00	0,00	0,08	0,48	0,01	65,19
2001	0,01	45,65	1,84	0,00	1,89	0,00	0,00	0,04	0,31	0,10	26,84
2002	0,01	64,32	0,11	0,12	0,08	0,00	0,00	0,03	0,22	0,09	24,46
2003	0,02	59,95	0,63	0,00	0,04	0,00	0,00	0,07	0,07	0,16	18,19
2004	0,01	55,59	1,10	0,02	0,02	0,00	0,00	0,43	0,06	0,06	13,67
2005	0,02	65,67	2,69	0,09	0,08	0,00	0,00	0,10	0,20	0,01	7,23
2006	0,01	57,85	1,19	1,66	0,11	0,00	0,00	0,04	0,09	0,01	4,41
2007	22,35	47,15	1,17	2,46	0,35	0,00	0,00	0,00	0,18	0,06	0,95
2008	18,88	44,44	3,03	0,41	0,12	0,00	0,00	0,00	0,29	0,07	0,89
2009	0,14	37,23	13,78	22,20	0,09	0,00	0,00	0,00	0,90	0,09	1,35
2010	15,78	20,68	14,08	24,70	0,29	0,00	0,00	0,00	2,75	0,17	1,86
2011	24,42	28,34	17,59	11,70	0,13	0,00	0,00	1,58	0,72	0,12	0,62
2012	14,14	30,54	21,13	20,43	0,17	4,08	0,00	1,31	1,05	0,22	0,95
2013	22,41	22,69	24,71	15,53	0,15	8,06	0,00	2,27	0,22	0,34	0,51
2014	30,94	24,69	18,68	12,46	2,80	6,04	0,00	0,56	0,18	0,42	0,40
2015	37,50	13,12	17,68	14,35	5,29	5,70	0,00	1,98	0,18	1,29	0,67
2016	19,80	14,94	26,53	15,10	8,25	6,83	0,00	2,14	0,05	2,29	0,46
2017	22,00	17,10	24,92	12,08	9,10	6,24	0,00	1,95	0,05	2,58	0,20
2018	16,37	23,59	28,74	11,12	8,45	4,62	0,00	1,97	0,09	1,15	0,19
2019	18,42	25,80	23,65	9,87	6,45	4,97	0,00	3,37	0,44	2,94	0,27
2020	11,18	20,98	28,13	7,39	8,63	11,59	0,00	3,82	0,28	3,45	0,20
2021	28,41	17,46	20,65	6,35	6,78	7,07	0,00	4,09	0,33	3,99	0,18
2022	15,67	20,46	23,36	12,33	5,19	6,73	0,00	5,93	0,26	3,90	0,48
2023	25,27	20,35	24,67	7,66	6,79	2,80	0,00	3,88	0,98	3,37	0,29
2024	36,05	19,23	16,92	7,54	5,01	2,86	1,85	2,11	1,49	1,52	0,35
2025	46,67	14,66	13,52	8,96	4,91	3,00	2,23	1,68	1,47	0,65	0,32

Fonte: SISCOMEX.

5º Desafio: As questões ambientais relacionadas com a produção agropecuária

As principais questões ambientais relacionadas com a agropecuária são:

- 1) Desmatamento. A agropecuária causou, no passado, o desmatamento e ainda há terras cobertas com florestas nativas no Brasil que podem ser desmatadas.
- 2) Poluição dos rios pelo uso de defensivos (também chamados de agrotóxicos).

3) Emissão de gases causadores do efeito estufa. Por exemplo, um dos maiores geradores é a pecuária bovina.

Há mercados muito sensíveis a questões ambientais, como o Europeu.

4. Considerações finais

Os principais pontos a destacar da leitura deste capítulo são:

- 1) Agronegócio é muito importante para gerar PIB, emprego e exportações para o Brasil. Em 2025, o agronegócio gerou 25,1% do PIB brasileiro e respondeu por 23% do total de empregados na economia brasileira. Em 2024, apenas os Segmentos II e III do agronegócio responderam por 46,9% das exportações brasileiras.
- 2) Não confunda agricultura, agropecuária e agronegócio. Tem-se: agricultura $\subset$ agropecuária $\subset$ agronegócio
- 3) Não há agronegócio sem agropecuária e as políticas são, principalmente, para estimular a agropecuária, as chamadas de políticas agrícolas.
- 4) Mas há desafios a serem enfrentados pela agropecuária e pelo agronegócio brasileiros de modo a garantir seu crescimento sustentado e sustentável.

Referências

- Bacha, C. J. C. (2004). *Macroeconomia aplicada à análise da economia brasileira*. EDUSP.
- Bacha, C. J. C. (2018) *Economia e Política Agrícola no Brasil*. Atomo.
- Barros, G. C., & Silva, A. F. (2018). Análise da evolução do PIB do agronegócio brasileiro. In L. R. A. Alves & C. J. C. Bacha (Orgs.), *Panorama da agricultura brasileira* (pp. 45–64). Átomo.
- Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA). (n.d.). CEPEA. <https://www.cepea.esalq.usp.br>
- Furtuoso, M. C. O., & Guilhoto, J. J. M. (2003). Estimativa e mensuração do produto interno bruto do agronegócio da economia brasileira, 1994 a 2000. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 41(4), 803–827.
- Guilhoto, J. J. M., Furtuoso, M. C. O., & Barros, G. S. C. (1999). *Nível de atividades do agronegócio no Brasil: Delineamento do agronegócio* (Sumário Executivo 01). CEPEA/ESALQ/USP.
- Guilhoto, J. J. M. (2004). *Regional importance of the agribusiness in the Brazilian economy*. Paper apresentado no 44th Congress of the European Regional Science Association, Porto, Portugal.
- Guilhoto, J. J. M., Azzoni, C. R., Silveira, F. G., Ichihara, S. M., Diniz, B. P. C., & Moreira, G. R. C. (2007). *PIB da agricultura familiar: Brasil–Estados*. Ministério do Desenvolvimento Agrário.
- Nunes, E. P., & Contini, E. (2001). *Complexo agroindustrial brasileiro: Caracterização e dimensionamento*. Associação Brasileira de Agribusiness (ABAG).

- Parré, J. L. (2000). *A dimensão do agronegócio nas macrorregiões brasileiras* (Tese de doutorado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.
- Sesso, U. A., et al. (2019). Geração de emprego, renda e emissões atmosféricas do complexo agroindustrial: Um estudo para quarenta países. *Revista de Economia e Agronegócio*, 17 (1), 30–55.
- Silva, M. V., & Nonnenberg, M. B. (2007). A participação do agronegócio na economia brasileira: Resultados para 1994/2003. In *XLV Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural (SOBER): Conhecimentos para Agricultura do Futuro* (pp. 1–21). Londrina, PR, Brasil.

Capítulo **13**

**Ensaio sobre a governança de sistemas
agroindustriais: teoria, estruturas
de coordenação e análise prática
no agribusiness brasileiro**

Decio Zylbersztajn

Professor Titular Sênior na Esalq/USP

O conceito de agribusiness nasceu formalmente na *Harvard Business School* em 1957, por meio dos trabalhos pioneiros de John H. Davis e Ray A. Goldberg. Eles propuseram uma ruptura paradigmática: deixar de enxergar a agricultura como um setor isolado, restrito à produção primária dentro da porteira, e passar a tratá-la como um sistema integrado que compreende desde a produção de insumos e máquinas agrícolas até o processamento, a distribuição e o consumo final dos alimentos e fibras. Esse marco ficou conhecido como *Commodity System Approach* (CSA). A abordagem sistêmica permitiu visualizar as interdependências verticais entre os elos da cadeia e a influência de variáveis macroeconômicas, tecnológicas e institucionais sobre o desempenho de cada etapa.

Antes desse referencial, a política agrícola e a análise econômica concentravam-se exclusivamente na produção da fazenda. Ignoravam-se as complexas relações contratuais, os fluxos logísticos, as exigências de qualidade impostas pela indústria de transformação e os mecanismos de transmissão de preços ao longo da cadeia. A contribuição de Davis e Goldberg foi demonstrar que o valor gerado pela agricultura é, na verdade, a soma de múltiplos estágios – e que o sucesso competitivo depende da coordenação entre eles. No Brasil, a difusão desse conceito ocorreu nas décadas de 1980 e 1990, impulsionada por pesquisadores como Decio Zylbersztajn e Elizabeth Farina, que adaptaram o modelo americano à realidade de um país com forte presença do Estado, elevada heterogeneidade regional e sistemas agroindustriais emergentes.

A importância macroeconômica do agribusiness brasileiro é inquestionável. O setor responde por aproximadamente 25% do Produto Interno Bruto (PIB) nacional, por cerca de 48% das exportações totais e por mais de 18 milhões de empregos diretos e indiretos (dados do Cepea/USP e da Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil – CNA). A balança comercial agropecuária é estruturalmente superavitária, financiando importações de outros setores e contribuindo para a estabilidade cambial. Contudo, a eficiência sistêmica não depende apenas da produtividade agrícola: gargalos logísticos, instabilidade contratual e assimetrias de informação podem comprometer toda a competitividade da cadeia. A governança aparece, portanto, como o mecanismo central para garantir que os ganhos de produtividade se traduzam em valor apropriável por todos os agentes envolvidos.

A transição da visão *on-farm* para a visão sistêmica implicou a necessidade de instrumentos analíticos capazes de captar as transações entre os elos. A matriz de insumo-produto de Leontief e as margens de comercialização são ferramentas úteis para quantificar fluxos físicos e financeiros, mas insuficientes para explicar por que alguns sistemas agroindustriais se coordenam eficientemente enquanto outros fracassam. A resposta está na Economia dos Custos de Transação (ECT), que fornece uma lente teórica para entender as escolhas organizacionais dos agentes. O presente tratado explora essa lente em profundidade, conectando-a aos desafios práticos do agribusiness brasileiro.

A transição da visão on-farm para a visão sistêmica implicou a necessidade de instrumentos analíticos capazes de captar as transações entre os elos.

1. Abordagem Sistêmica vs. Abordagem de Governança

A abordagem sistêmica clássica, representada pelo CSA e pelos estudos de matrizes de insumo-produto, concentra-se em mapear os fluxos de produtos, insumos e margens de comercialização ao longo da cadeia. Esse enfoque é poderosa para descrever a estrutura de um setor – por exemplo, quantos quilos de milho são transformados em ração, qual a participação de cada elo no preço final do frango, ou qual o volume de carne exportado. Contudo, ele é essencialmente descritivo e não oferece instrumentos para explicar por que determinados arranjos contratuais emergem, como os agentes resolvem conflitos ou como a incerteza afeta as decisões de investimento.

A abordagem de governança, ancorada na ECT, vai além. Ela pergunta: quais são os mecanismos institucionais e contratuais que permitem a coordenação entre os agentes? Em vez de medir margens, ela analisa as salvaguardas inseridas nos contratos, os incentivos para evitar comportamentos oportunistas e a estrutura de propriedade dos ativos específicos. Zylbersztajn e Farina (2005) propõem uma complementaridade: a dimensão estrutural (fluxos físicos) e a dimensão institucional (regras, contratos, normas) são igualmente relevantes. Uma cadeia pode apresentar elevada eficiência técnica em cada elo, mas se houver falhas de coordenação – por exemplo, quebra de contratos de fornecimento ou falta de padronização da qualidade – o sistema como um todo se torna inviável.

Um exemplo emblemático é o do complexo agroindustrial do leite no Brasil. Durante décadas, a produção leiteira foi caracterizada por intensa informalidade, ausência de contratos e elevada variação sazonal de oferta. Laticínios enfrentavam problemas de qualidade (contagem bacteriana, resíduos de antibióticos) e oscilações de volume. A solução veio com a introdução de contratos formais de exclusividade e assistência técnica, aliados a sistemas de pagamento por qualidade (bonificação por sólidos totais, penalização por células somáticas). A governança contratual transformou o setor, elevando a produtividade e a qualidade, mas exigiu investimentos em laboratórios, logística refrigerada e treinamento. Sem a coordenação institucional, a eficiência técnica dos produtores não teria se traduzido em competitividade.

Assim, a abordagem de governança não substitui a análise sistêmica – ela a complementa. Enquanto a primeira descreve a arquitetura do sistema (quem faz o quê, com que margem), a segunda explica a engenharia institucional que mantém a arquitetura de pé. Para o estudante de agribusiness, é crucial dominar ambas as perspectivas, mas a ênfase deste tratado recai sobre a segunda, por ser menos difundida e mais essencial para o desenho de políticas e estratégias empresariais.

2. Fundamentos Teóricos da Governança no Agribusiness

A Economia dos Custos de Transação (ECT) constitui a espinha dorsal da análise de governança. Seu marco inaugural é o artigo de Ronald Coase (1937), *“The Nature of the Firm”*, que questionou por que as firmas existem se o mercado pode alocar recursos eficientemente. A resposta de Coase foi: existem custos de usar o mercado – custos de busca, negociação, redação e execução de contratos. Quando esses

custos são elevados, a hierarquia (a firma) substitui o mercado. Oliver Williamson retomou essa agenda nos anos 1970 e 1980, desenvolvendo um arcabouço operacional para prever quando as transações serão organizadas via mercado, via contratos híbridos ou via integração vertical (Williamson, 1985, 1996).

A unidade de análise da ECT é a transação, definida como a transferência de um bem ou serviço através de uma interface tecnológica separável. Cada transação possui três atributos fundamentais que determinam a estrutura de governança mais eficiente: especificidade de ativos, frequência e incerteza. Além disso, dois pressupostos comportamentais orientam a análise: a racionalidade limitada e o oportunismo.

2.1. Especificidade de Ativos

A especificidade de ativos refere-se ao grau em que um investimento dedicado a uma transação particular perde valor se for redirecionado para usos alternativos. Williamson (1985) distingue seis tipos, dos quais cinco são particularmente relevantes no agribusiness:

- **Especificidade Física:** Ativos tangíveis projetados para uma transação específica. Exemplos: equipamentos de irrigação por pivô central desenhados para uma cultura perene (café, laranja); máquinas de ordenha robótica que só servem para bovinocultura leiteira; tanques de resfriamento de leite a granel.
- **Especificidade Locacional:** Ativos cujo valor depende da proximidade geográfica entre comprador e vendedor. Exemplos: uma usina de etanol localizada próxima a canaviais; uma planta de processamento de tomates instalada no centro de uma bacia produtora; um frigorífico situado a poucos quilômetros de granjas avícolas integradas.
- **Especificidade Temporal:** Decorre da perecibilidade ou da sazonalidade dos produtos. Exemplos: frutas frescas (*in natura*) que precisam ser colhidas, transportadas e processadas em horas; leite cru que deve ser refrigerado em até duas horas após a ordenha; cana-de-açúcar que perde sacarose rapidamente após o corte. A especificidade temporal impõe uma dependência mútua: sem coordenação, o produto se deteriora e o investimento se perde.
- **Especificidade Humana:** Investimento em capital humano específico à transação. Exemplos: treinamento de funcionários para operar maquinário agrícola especializado; conhecimento tácito sobre manejo de uma variedade vegetal patenteada; habilidades de degustação e classificação de cafés especiais.
- **Especificidade Dedicada:** Investimentos realizados por um fornecedor para atender exclusivamente a um comprador, mesmo que os ativos físicos sejam genéricos. Exemplo: um produtor de milho que expande sua área plantada para suprir uma única fábrica de ração, sob contrato de exclusividade.

Quanto maior a especificidade de ativos, maior a exposição ao oportunismo pós-contratual. A parte que investe em ativos específicos fica refém da contraparte, que pode tentar renegociar os termos para se apropriar da quase-renda gerada por esses ativos. A quase-renda (Klein, Crawford e Alchian,

1978) é a diferença entre o valor do ativo no uso atual e o seu valor no melhor uso alternativo. No agro-negócio, essa quase-renda é especialmente elevada em ativos locacionais (usina de etanol e canaviais) e temporais (pós-colheita de uvas para vinho).

2.2. Frequência

A frequência com que as transações ocorrem influencia a viabilidade de desenvolver estruturas de governança especializadas. Transações recorrentes permitem que as partes construam reputação, compartilhem informações e estabeleçam rotinas de monitoramento. Em contraste, transações ocasionais (por exemplo, a compra de um trator usado) dificilmente justificam a montagem de um aparato contratual complexo. No agribusiness, muitas transações são recorrentes (entrega semanal de grãos, fornecimento contínuo de leite), o que favorece a adoção de contratos de longo prazo com cláusulas de renovação automática e mecanismos de resolução de disputas.

2.3. Incerteza

A incerteza pode ser de três naturezas: climática (safras, fenômenos El Niño, geadas), de mercado (volatilidade de preços de commodities, flutuações cambiais) e institucional (mudanças na legislação ambiental, trabalhista ou tributária). Quanto maior a incerteza, mais difícil se torna especificar contratos completos – os agentes não conseguem prever todas as contingências futuras. A racionalidade limitada impede que se redijam contratos capazes de cobrir todos os cenários. Assim, a governança precisa prever mecanismos de adaptação (como cláusulas de força maior, reajuste automático de preços por índices de custo, comitês técnicos bipartites) para lidar com eventos imprevistos sem recorrer ao litígio.

2.4. Pressupostos Comportamentais

A ECT parte do reconhecimento de que os agentes são racionalmente limitados (Simon, 1947) – não possuem informação perfeita nem capacidade de processamento ilimitada. Isso significa que todos os contratos são incompletos por definição. Além disso, os agentes são propensos ao oportunismo, definido como a busca do autointeresse com dolo, incluindo mentira, fraude e quebra deliberada de compromissos. O oportunismo não é universal, mas quando combinado com especificidade de ativos, cria condições para a apropriação de quase-rendas, que é a principal ameaça à coordenação eficiente. A governança surge, portanto, como uma resposta para salvaguardar os investimentos específicos contra o oportunismo da contraparte.

“A principal função da governança é injetar ordem em uma relação na qual o potencial de conflito ameaça dissipar ganhos mútuos” (Williamson, 1996, p. 12).

3. Estruturas de Governança e o Alinhamento de Williamson

Williamson (1991) propõe um esquema de alinhamento que relaciona os atributos da transação a três estruturas polares de governança: Mercado, Forma Híbrida (Contrato) e Hierarquia (Integração Vertical). A escolha ótima é aquela que minimiza a soma dos custos de produção e dos custos de transação, para um dado nível de especificidade de ativos. O modelo pode ser representado graficamente por curvas de custos comparativos, em que o eixo horizontal mede o grau de especificidade de ativos (k) e o eixo vertical mede os custos de governança (G).

3.1. Governança de Mercado

Para transações com baixa especificidade de ativos (k próximo de zero), o mercado puro é a estrutura mais eficiente. O mecanismo de preços coordena a alocação sem necessidade de contratos formais ou integração. O comprador pode recorrer a múltiplos fornecedores alternativos, e o vendedor pode redirecionar sua produção para outros compradores com custo de troca desprezível. Exemplos no agribusiness: compra de milho comum em uma região com oferta pulverizada e muitos compradores; venda de soja a granel para *tradings* globais com preços indexados à bolsa de Chicago. Os custos de transação são mínimos, mas a governança é frágil em situações de choque de oferta ou demanda.

3.2. Formas Híbridas (Contratos)

À medida que a especificidade de ativos aumenta (k médio a alto), o mercado se torna arriscado. A parte que investe em ativos específicos precisa de salvaguardas contratuais para se proteger do oportunismo. As formas híbridas incluem contratos de longo prazo, parcerias, alianças estratégicas e contratos de integração vertical parcial. No agribusiness brasileiro, o contrato de integração avícola é o exemplo clássico: a empresa integradora fornece pintainhos, ração e assistência técnica; o produtor integrado investe em galpões climatizados e equipamentos. O contrato especifica as responsabilidades de cada parte, a remuneração do produtor (geralmente com prêmios por desempenho zootécnico) e as regras para rescisão. A salvaguarda central é a exclusividade – o produtor não pode receber aves de outra empresa, e a integradora não pode abandonar o produtor sem indenização pelos investimentos específicos.

A eficácia dos contratos híbridos depende de mecanismos de monitoramento (visitas técnicas, sistemas de informação) e de resolução de disputas (arbitragem, comissões de integração). A Lei nº 13.288/2016, que regulamenta o contrato de integração vertical no Brasil, estabelece direitos e deveres mútuos, prazos mínimos de aviso prévio e a obrigatoriedade de cláusulas de transparência sobre os custos de insumos e os critérios de remuneração. Essa lei reduziu a assimetria de poder e o risco de oportunismo, mas ainda há controvérsias sobre a distribuição de riscos de mercado (volatilidade dos preços do frango).

3.3. Integração Vertical (Hierarquia)

Para transações com elevadíssima especificidade de ativos (k muito alto) e incerteza intensa, a hierarquia pode ser a solução mais eficiente. A integração vertical elimina o mercado e substitui a negociação contratual pelo controle administrativo. A empresa internaliza o elo anterior ou posterior da cadeia, alinhando incentivos via hierarquia. Exemplos: uma empresa de suco de laranja que possui seus próprios pomares; uma usina de etanol que também planta cana (embora terceirize parte da colheita); uma rede de *fast-food* que opera fazendas próprias de gado para garantir padrões de qualidade. Os benefícios são maior coordenação e redução do oportunismo, mas os custos burocráticos e de gestão (custos de agência) podem ser elevados.

4. Coordenação Complexa e Sistemas Estritamente Coordenados

Zylbersztajn (2000) introduziu o conceito de “*Strictly Coordinated Food Systems*” para descrever cadeias agroalimentares que exigem um grau de coordenação muito superior ao de uma simples transação de mercado. Tais sistemas são caracterizados por alta especificidade de ativos, elevada incerteza e frequência intensa. Exemplos incluem a cadeia de carnes (aves, suínos, bovinos de corte para nichos premium), a produção de oleaginosas para biocombustíveis com contratos de longo prazo e a fruticultura de exportação (uvas, mangas, maçãs) com exigências fitossanitárias e de padrão de calibre.

Nesses sistemas, a governança não se limita a um contrato bilateral, mas envolve redes de múltiplos agentes – cooperativas, associações, certificadoras, bancos, governo. A governança em rede (*network governance*) emerge como uma alternativa às estruturas polares de Williamson, combinando coordenação contratual com mecanismos informais de confiança, reputação e sanções sociais. Zylbersztajn e Farina (2005) mostram que, em cadeias de cafés especiais e vinhos de denominação de origem, a coordenação é garantida por instituições híbridas (sindicatos rurais, câmaras setoriais, comitês de certificação) que reduzem os custos de transação sem exigir integração vertical.

A governança em rede (network governance) emerge como uma alternativa às estruturas polares de Williamson, combinando coordenação contratual com mecanismos informais de confiança, reputação e sanções sociais.

O ambiente institucional (North, 1990) desempenha papel crucial na eficiência da governança. Leis de contratos frágeis, morosidade judicial e ausência de direitos de propriedade bem definidos aumentam os custos de transação e desestimulam investimentos específicos. Em países como o Brasil, a reforma do Código Civil (2002) e a criação de câmaras de arbitragem especializadas no agronegócio (como a Câmara de Arbitragem do Agronegócio – Camagro) têm contribuído para melhorar o ambiente contratual, mas ainda persistem desafios: a lentidão da justiça trabalhista, a insegurança jurídica em questões ambientais (desmatamento, reserva legal) e a instabilidade tributária.

5. Estudos de Caso Detalhados no Agronegócio Brasileiro

A aplicação prática dos conceitos teóricos pode ser observada em três cadeias emblemáticas do agribusiness brasileiro: aves e suínos, soja e cafés especiais. Cada uma ilustra um padrão distinto de coordenação – desde a quase-integração contratual até a governança de rede baseada em reputação.

5.1. Cadeia de Aves e Suínos

O modelo de integração vertical parcial (ou quase-integração) domina a produção brasileira de frangos de corte e suínos. Empresas como BRF, JBS e Marfrig fornecem aos integrados (produtores rurais) todos os insumos críticos: pintainhos de um dia, ração balanceada, medicamentos veterinários e assistência técnica. O produtor fornece as instalações (galpões climatizados, equipamentos de comedouro e bebedouro) e a mão de obra. A remuneração é baseada no desempenho zootécnico (conversão alimentar, mortalidade, ganho de peso) e em prêmios por qualidade da carcaça.

A especificidade de ativos é altíssima: os galpões são projetados exclusivamente para a criação de aves ou suínos de uma determinada empresa (especificidade física e dedicada). A localização próxima ao frigorífico reduz custos logísticos e evita estresse animal (especificidade locacional). O contrato de integração estabelece exclusividade e cláusulas de salvaguarda – a empresa não pode reduzir unilateralmente o volume de aves alojadas sem aviso prévio, e o produtor não pode criar lotes de concorrentes. A Lei nº 13.288/2016 reforçou essas proteções ao exigir que o contrato seja registrado em cartório, que haja transparência sobre os custos dos insumos fornecidos e que sejam criadas comissões de integração para resolver litígios.

Apesar das salvaguardas, persistem tensões. Os produtores frequentemente reclamam da assimetria de poder na determinação dos preços de referência e da transferência de riscos de mercado (queda do preço do frango) para sua remuneração. A governança híbrida aqui é quase-hierárquica – a integradora exerce forte controle sobre o processo produtivo (especificações técnicas, cronograma de alojamento), mas o produtor mantém a propriedade dos galpões e a responsabilidade pelo manejo diário. Essa estrutura gera incentivos de esforço, mas também expõe o integrado a riscos civilizatórios (condições de trabalho, dívidas bancárias).

5.2 Cadeia da Soja

A soja é uma commodity global padronizada, negociada em bolsas e com baixa especificidade de ativos no produto físico (um grão de soja é indistinguível de outro em termos de teor de óleo e proteína, dentro dos padrões comerciais). No entanto, a cadeia apresenta alta especificidade locacional e temporal quando se consideram a logística de armazenagem e o escoamento para portos. Tradings como Cargill, Bunge e ADM utilizam contratos a termo e operações de *barter* (troca de insumos por grãos) como mecanismos de coordenação.

No *barter*, a trading adianta ao produtor sementes, fertilizantes e defensivos antes da safra, com a condição de que a dívida seja quitada com entrega de soja na colheita. Esse arranjo reduz a incerteza de suprimento para a trading (que garante volume) e o risco de crédito para o produtor (que obtém insumos sem precisar de capital de giro). A especificidade dedicada é relevante: a trading investe em unidades de armazenagem e secagem em regiões produtoras (especificidade locacional), e o produtor compromete parte de sua produção com um comprador específico. Contudo, a governança é relativamente leve se comparada à integração avícola – o contrato de *barter* é de curto prazo (safra) e não envolve controle sobre as práticas agronômicas.

Quando a especificidade de ativos é baixa (soja comum), o mercado *spot* (venda direta no balcão ou via bolsa) é dominante. Os contratos a termo e *barter* predominam em regiões de fronteira agrícola (Matopiba) onde a oferta de crédito bancário é escassa e a trading precisa garantir fluxo de grãos para suas plantas de esmagamento. A governança híbrida, portanto, não surge da especificidade do produto, mas da necessidade de coordenação logística e financeira em um ambiente de alta incerteza (clima, preços internacionais, câmbio).

5.3. Cafés Especiais

O mercado de cafés especiais é o oposto da soja commodity: a diferenciação é máxima, e a especificidade de ativos recai sobre ativos humanos e de reputação. A qualidade do café depende de variedades genéticas específicas, altitude, manejo de sombra, fermentação controlada e classificação por provadores treinados (Q-Graders). O consumidor final (torrefadores, cafeterias) busca origens únicas, sustentabilidade e rastreabilidade. A governança não pode ser baseada apenas em contratos jurídicos padronizados – ela combina confiança, certificações (*Fair Trade*, *Rainforest Alliance*, Orgânico) e indicações geográficas (Denominação de Origem para café da Serra da Mantiqueira, do Cerrado Mineiro).

A coordenação ocorre por meio de redes de agentes: cooperativas especializadas (Cooxupé, Expocacer), associações de produtores (ACCC, BSCA), certificadoras internacionais e compradores europeus ou americanos que visitam as fazendas. A reputação é o ativo mais valioso – um produtor que desrespeita padrões de qualidade ou sustentabilidade perde o acesso aos canais premium. A governança em rede substitui a necessidade de contratos longos e complexos, pois o custo de exclusão (perder a certificação e o acesso ao mercado) funciona como uma sanção eficaz. O ambiente institucional também contribui: o registro de indicações geográficas pelo INPI e a existência de câmaras setoriais (Conselho dos Exportadores de Café – Cecafé) criam regras coletivas que reduzem os custos de transação individuais.

6. Desafios Contemporâneos na Governança Agroindustrial

O agribusiness brasileiro enfrenta três grandes ondas de transformação que exigem uma revisão dos arranjos de governança tradicionais: rastreabilidade e segurança alimentar, sustentabilidade e critérios ESG, e digitalização com contratos inteligentes.

6.1. Rastreabilidade e Segurança Alimentar

A crescente exigência dos mercados importadores (União Europeia, Estados Unidos, Japão) por rastreabilidade total – desde a origem dos insumos até o ponto de venda – impõe novas formas de coordenação. O escândalo da “carne fraca” (2017) e as restrições europeias a resíduos de agrotóxicos demonstraram que a falta de rastreabilidade gera perdas reputacionais e econômicas imensas. A governança precisa incorporar sistemas de informação compartilhados (plataformas digitais, blockchain) e certificações de conformidade que atestem a origem lícita (sem desmatamento ilegal) e a qualidade sanitária. Isso eleva a especificidade de ativos de informação e exige contratos com cláusulas de auditoria e penalidades por não conformidade.

6.2. Sustentabilidade e Critérios ESG

Os critérios Ambientais, Sociais e de Governança (ESG) estão redesenhando as relações contratuais no agronegócio. Grandes compradores (McDonald's, Unilever, Nestlé) exigem que seus fornecedores de soja, carne, óleo de palma e cacau comprovem ausência de desmatamento, respeito a comunidades tradicionais e condições de trabalho dignas. No Brasil, a Moratória da Soja (2006) e o Termo de Ajustamento de Conduta da Carne Bovina (2009) são exemplos de acordos setoriais que criaram regras de governança privadas. Produtores que desejam acessar esses mercados precisam investir em certificações (Proterra, Aliança da Terra), em sistemas de geomonitoramento e em rastreabilidade por satélite – ativos específicos que geram quase-renda se o comprador honrar o prêmio.

A governança ESG também inclui créditos de carbono e pagamentos por serviços ambientais. Contratos de REDD+ (Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação) entre proprietários rurais e investidores internacionais exigem salvaguardas de monitoramento e verificação por terceiros. A especificidade locacional (a localização da área de floresta preservada) e a temporal (o compromisso de manter a floresta por décadas) tornam esses contratos extremamente complexos, exigindo cláusulas de reversão de direitos e penalidades escalonadas.

6.3. Digitalização e Contratos Inteligentes

A digitalização do campo (agricultura de precisão, IoT, internet das coisas) e a tecnologia *blockchain* oferecem novas possibilidades para reduzir custos de transação e mitigar o oportunismo. Os *smart contracts* – contratos autoexecutáveis cujas cláusulas são codificadas e verificadas em uma *blockchain* – podem automatizar pagamentos, transferências de título e verificação de qualidade. Por exemplo,

um *smart contract* para venda de milho poderia: (i) receber dados de sensores de umidade e peso na balança da cooperativa; (ii) verificar se os parâmetros estão dentro dos limites contratados; (iii) liberar automaticamente o pagamento ao produtor; (iv) emitir o certificado de origem digital. Isso elimina a necessidade de intermediários (bancos, cartórios, seguradoras) e reduz o risco de disputas sobre medições.

Contudo, a adoção de *smart contracts* enfrenta barreiras: a incerteza climática e de mercado não pode ser completamente codificada; a governança de dados (quem controla as informações do sensor) levanta questões de assimetria; e o ambiente legal brasileiro ainda não reconhece plenamente os contratos digitais como títulos executivos extrajudiciais. Apesar desses limites, a tendência é que a digitalização aproxime as formas híbridas da governança de mercado, reduzindo custos de transação sem abrir mão de salvaguardas.

7. Conclusão

A governança de sistemas agroindustriais é um campo teórico e prático de crescente relevância para a competitividade do agribusiness brasileiro. A análise dos fundamentos da Economia dos Custos de Transação revela que a escolha entre mercado, contrato e hierarquia não é trivial – ela depende de um alinhamento cuidadoso entre os atributos da transação (especificidade de ativos, frequência, incerteza) e os pressupostos comportamentais dos agentes (racionalidade limitada, oportunismo). Cada estrutura possui vantagens e desvantagens de incentivo, e o desenho organizacional deve buscar minimizar a soma dos custos de produção e de transação.

Os estudos de caso – aves, soja e cafés especiais – demonstram que a realidade é mais rica que as tipologias polares. A integração vertical parcial, os contratos de *barter* e as redes de certificação são soluções híbridas que combinam elementos de mercado e hierarquia, adaptando-se à especificidade e à incerteza específica de cada cadeia. O ambiente institucional brasileiro, embora em evolução, ainda impõe custos de transação elevados, especialmente no campo trabalhista, tributário e ambiental. A regulação recente (Lei da Integração, Política Nacional de Biocombustíveis – RenovaBio) e a criação de mecanismos privados de governança (certificações, arbitragem) têm mitigado esses custos, mas o caminho é longo.

Por fim, a fonte de vantagem competitiva sustentável para o agronegócio nacional não reside apenas em recursos naturais abundantes ou em ganhos de produtividade agrícola. Cada vez mais, ela dependerá da capacidade de desenhar arranjos de governança eficientes – contratos que protejam investimentos específicos, que distribuam riscos de forma equilibrada e que se adaptem a choques exógenos. O estudante de agribusiness que dominar a lente da ECT, combinada com o conhecimento das instituições brasileiras e das novas tecnologias, estará apto a liderar a transformação do setor em um ambiente global competitivo, regulado e exigente.

“A coordenação não é um custo a ser minimizado, mas uma fonte de valor a ser maximizada.”

8. Referências

Zylbersztajn, D. (2024). *Governança e Coordenação de Sistemas Agroindustriais: Uma aplicação da nova economia das instituições*. Editora Quartier Latin.

Capítulo **14**

Gestão de custos e avaliação de riscos de retorno dos investimentos na agropecuária

Lucilio Rogério Aparecido Alves

*Professor Doutor do Departamento de Economia, Administração e Sociologia na Esalq/USP;
pesquisador do Cepea-Esalq/USP*

Mauro Osaki

*Técnico especializado do Departamento de Economia, Administração e Sociologia na Esalq/USP;
pesquisador do Cepea-Esalq/USP*

Geraldo Sant’Ana de Camargo Barros

*Professor Titular Aposentado do Departamento de Economia, Administração e Sociologia na Esalq/USP;
coordenador científico do Cepea-Esalq/USP*

Renato Garcia Ribeiro

Doutorando em Administração pela Esalq/USP; pesquisador do Cepea-Esalq/USP

O setor agropecuário desempenha um papel estratégico para a economia brasileira, seja pela participação no Produto Interno Bruto, pela geração de empregos diretos e indiretos, pelo abastecimento alimentar do mercado doméstico ou pela geração de divisas por meio das exportações. Trata-se, contudo, de um setor que apresenta singularidades em seu processo produtivo, especialmente pelo longo período entre a tomada de decisão e a obtenção do resultado, pela elevada exposição às condições climáticas e pela dependência de um conjunto amplo de mercados – de insumos, de capital, de trabalho e de produtos – sujeitos a oscilações expressivas de preços (Hardaker *et al.*, 2015; Kay *et al.*, 2014; Lehmann *et al.*, 2013).

Diferentemente de outros setores, a produção agropecuária pode ser entendida como uma sequência ordenada de etapas interdependentes, na qual o produtor combina insumos com fatores de produção – terra, trabalho, capital e tecnologia – para gerar um produto final cuja receita só se materializa meses ou anos após o desembolso. A fazenda, sob esse prisma, deve ser compreendida como uma carteira de ativos – terra, máquinas, implementos, benfeitorias e ativos circulantes – capaz de gerar fluxos de rendimentos presentes e futuros (Barros *et al.*, 2019; Ustaoglu *et al.*, 2016). O produtor atua, assim, como gestor de um portfólio patrimonial, avaliando continuamente a rentabilidade e o risco associados à manutenção ou à eventual alienação desses ativos.

A fazenda deve ser compreendida como uma carteira de ativos cuja sustentabilidade depende da gestão integrada de custos, riscos e retornos.

A fazenda deve ser compreendida como uma carteira de ativos cuja sustentabilidade depende da gestão integrada de custos, riscos e retornos.

Nesse contexto, a gestão profissional do negócio rural deixou de ser uma alternativa para se tornar uma exigência. O produtor que se mantém competitivo é aquele que conhece com precisão sua estrutura de custos, mede a rentabilidade obtida sobre o capital investido, identifica as fontes de risco que afetam seus resultados e, a partir desses elementos, planeja a alocação de recursos entre culturas, tecnologias e mercados. A literatura mostra que os agricultores são, em sua maioria, avessos ao risco e dispostos a abrir mão de parte do retorno esperado em troca de uma redução da incerteza quanto ao resultado final do empreendimento (Hardaker *et al.*, 2015; Koumou, 2020; H. Markowitz, 1952; H. M. Markowitz, 1959).

O presente capítulo discute os aspectos teóricos e as motivações que envolvem a gestão de custos na agropecuária, com foco na metodologia desenvolvida e aplicada pelo grupo de pesquisa do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (Cepea), do Departamento de Economia, Administração e Sociologia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (Esalq/USP), em diversas publicações e dissertações de mestrado e teses de doutorado orientadas

no programa. São apresentados: (i) a fundamentação conceitual sobre retorno, risco e diversificação na agropecuária; (ii) a estrutura para o cálculo dos custos operacionais e totais, incluindo o Custo Anual de Recuperação do Patrimônio (CARP); (iii) a abordagem para mensuração de riscos de margens negativas e do risco sobre o Valor Presente Líquido (VPL) – denominados risco de liquidez e risco de rentabilidade; (iv) a avaliação de ativos imobilizados e a decomposição do retorno ao patrimônio em retorno operacional e ganhos de capital; e (v) ilustrações empíricas a partir de estudos recentes do grupo, com destaque para Faleiros (2020), Lima e Alves (2023) e Osaki *et al.* (2019).

1. Gestão de custos na agropecuária: motivações e estrutura conceitual

A administração de uma propriedade rural envolve, segundo Kay *et al.* (2014), quatro funções clássicas: planejar, organizar, dirigir e controlar. O planejamento define o que produzir, com que tecnologia, em que escala e com quais recursos. A organização cuida da alocação dos fatores produtivos disponíveis. A direção orienta a execução das atividades pelos colaboradores. O controle, por fim, compara o realizado ao planejado, identifica desvios e realimenta as decisões futuras. Esse ciclo só é informativo quando alimentado por dados consistentes de custos e receitas, o que torna a apuração contábil-gerencial um instrumento de gestão e não um mero registro fiscal (Marion, 2022; Martins, 2025).

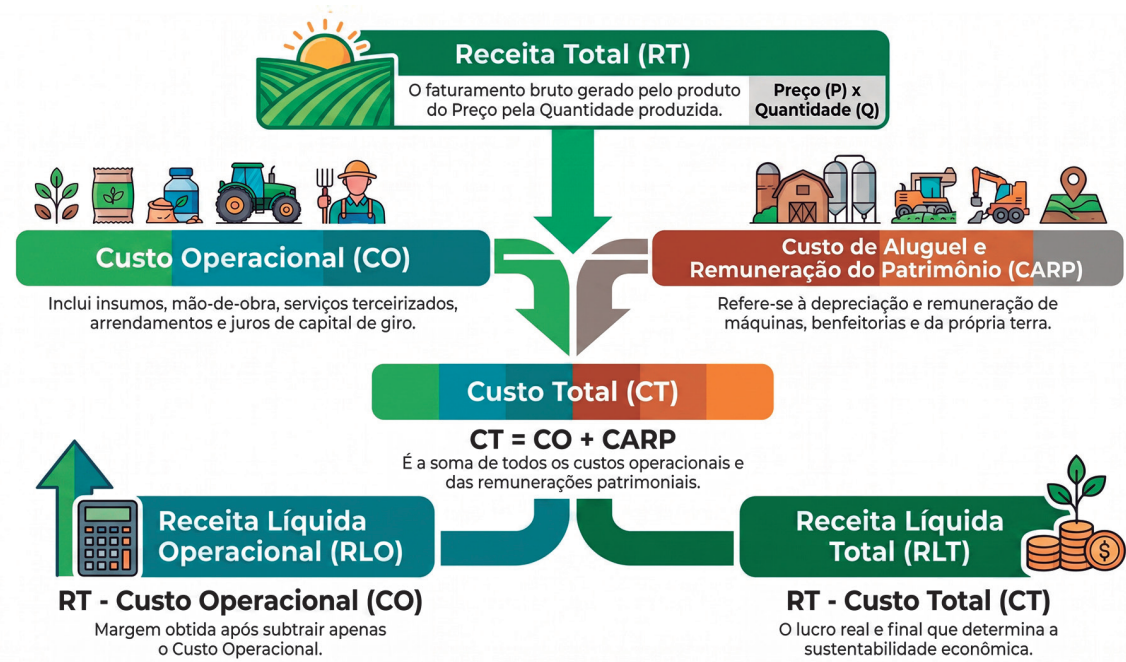
A noção de propriedade típica, adotada nos trabalhos do Cepea, fornece uma referência metodológica concreta para esse exercício (CEPEA-Esalq/USP, 2023). Por propriedade típica entende-se a característica modal de produção de determinada região (Chibanda *et al.*, 2020; Elliott, 1928; Plaxico & Tweeten, 1963), levantada por meio da técnica de painel junto a produtores, consultores, revendas, cooperativas e demais agentes locais. A coleta resulta em uma descrição detalhada da unidade modal – tamanho, composição entre área própria e área arrendada, sistemas produtivos de primeira e segunda safras, tecnologias adotadas, coeficientes técnicos, ativos imobilizados, formas de financiamento e canais de comercialização (Faleiros & Alves, 2020; Osaki *et al.*, 2019).

Embora a metodologia tenha origem em estudos regionais, sua estrutura analítica é geral e pode ser aplicada a propriedades individuais. A premissa fundamental é que a gestão de custos só é informativa quando trata a propriedade como um todo, incorporando as sinergias e complementaridades entre culturas e atividades, de modo a obter resultados superiores à simples soma dos resultados individuais (Barros *et al.*, 2019). Em propriedades brasileiras, é comum a coexistência de duas safras no mesmo ano agrícola – soja seguida de milho de segunda safra ou soja seguida de algodão de segunda safra, por exemplo –, o que evidencia a interdependência entre as decisões de cultivo e a necessidade de uma análise sistêmica.

2. Componentes do custo de produção: do operacional ao total

A estrutura de custos adotada classifica os desembolsos e os usos dos fatores em duas grandes categorias. O Custo Operacional (CO) – também denominado Custo Operacional Efetivo (COE) na nomenclatura de Matsunaga *et al.* (1976) e de Nachiluk e Oliveira (2012) – reúne os gastos efetivamente incorridos no ciclo produtivo. O Custo Total (CT) adiciona ao CO a remuneração e a reposição do patrimônio imobilizado utilizado na produção, definidas como Custo Anual de Reposição do Patrimônio (CARP) (Alves *et al.*, 2025; Barros *et al.*, 2019). A Figura 1 sintetiza essa composição e mostra como, a partir da Receita Total (RT), são obtidos os dois indicadores de margem que sustentam toda a análise subsequente: a Receita Líquida Operacional (RLO) e a Receita Líquida Total (RLT).

Figura 1. Estrutura de custos e indicadores de rentabilidade agrícola



Fonte: Elaborado pelos autores com base em NotebookLM

2.1. Levantamento do patrimônio e dos coeficientes técnicos

O ponto de partida da apuração é a caracterização da propriedade. Devem ser discriminados: a área total, segregada entre área de cultivo, pastagem, reserva legal e Área de Preservação Permanente (APP); o valor da terra; a composição de máquinas, implementos, benfeitorias e utilitários, com seus respectivos valores de mercado, vidas úteis e valores residuais; e a alocação das atividades por talhão, considerando culturas de verão e de segunda safra, com suas produtividades, preços de venda e modalidades de financiamento (Alves *et al.*, 2025).

Para cada cultura e tecnologia – por exemplo, soja convencional versus soja geneticamente modificada (OGM) – registram-se os tratos culturais realizados, as quantidades e os preços dos insumos aplicados na fazenda, os tempos de operação de máquinas e implementos, as jornadas de mão de obra e os serviços terceirizados. Esses coeficientes técnicos, combinados com os preços, geram as planilhas de custo por hectare de cada atividade. Os itens que compõem o CO são, em geral: (i) fertilizantes, corretivos e adubação foliar; (ii) sementes e tratamento; (iii) herbicidas; (iv) inseticidas; (v) fungicidas; (vi) adjuvantes; (vii) operações mecânicas; (viii) transporte, comercialização, armazenamento e impostos; (ix) mão de obra; (x) custo geral, seguro e assistência técnica; (xi) financiamento do capital de giro. Essa segregação fina é o que permite, mais à frente, atribuir distribuições de probabilidade próprias a cada componente do custo, servindo de base para a análise de risco.

2.2. Custo operacional (CO)

O custo operacional (CO) reúne os desembolsos e o uso de recursos diretamente associados ao ciclo produtivo de cada cultura. Em síntese, o CO combina gastos com insumos, custos de operações mecânicas, manutenção das benfeitorias e juros sobre o capital de giro (*JSCG*), além de itens como arrendamento, serviços terceirizados, impostos sobre a comercialização, seguro, assistência técnica e custos diversos (Alves *et al.*, 2025). Formalmente:

$$CO = \sum_{i=1}^m v_i x_i + C_{op} W_{op} + C_i + JSCG \quad (1)$$

em que v_i é o preço de cada insumo e x_i sua quantidade utilizada, C_{op} é o custo operacional de máquinas, implementos e equipamentos (combustível e manutenção), W_{op} o tempo dedicado por cada cultura, C_i o custo de manutenção das benfeitorias e *JSCG* o juro sobre o capital imobilizado durante o ciclo.

O *JSCP* é importante porque há defasagem entre o desembolso dos insumos e o recebimento da receita decorrente da venda da produção. O cálculo deve ponderar a taxa de juros em função do prazo de pagamento, com base na proporção de cada fonte de captação utilizada – bancos, cooperativas, revendas, *trading companies*, *barter* e outras. Não se deve confundir o *JSCG* com o desembolso de parcelas de financiamentos do patrimônio, que pertencem à esfera de longo prazo e são tratados via CARP.

2.3. Custo Anual de Recuperação do Patrimônio (CARP)

O CARP é uma estimativa do valor mínimo que a propriedade deve gerar como receita líquida anual para permitir o retorno econômico desejado ao patrimônio – máquinas, equipamentos, benfeitorias e terra – incluindo sua reposição quando couber, garantindo a permanência da atividade no longo prazo (Barros *et al.*, 2019). Para máquinas, implementos, equipamentos e benfeitorias, parte-se do conceito de fator de recuperação do capital (*frc*):

$$frc = \frac{(1+r)^z \times r}{(1+r)^z - 1} \quad (2)$$

em que r é a taxa de desconto real (sem inflação), também interpretada como o custo de oportunidade do capital, e z é a vida útil do bem em anos. A taxa real pode ser obtida pela média dos rendimentos da poupança e da Selic, descontada pela média dos índices de inflação (IGP-DI e IPCA). Para os estudos do grupo, a vida útil adotada tem sido de 10 anos para máquinas, equipamentos e utilitários, e de 30 anos para benfeitorias. Para obter o CARP por hectare de uma máquina ou benfeitoria, divide-se o produto $frc \times CR$ pela área de cultivo total para a qual o bem está disponível, considerando primeira e segunda safras:

$$CARP_{maq} = \frac{frc \times CR_{maq}}{ACT} \times n \quad (3)$$

em que CR é o valor de mercado para reposição do bem, ACT é a área de cultivo total (incluindo segunda safra, quando houver) e n é o número de máquinas equivalentes. Quanto mais intensivamente o ativo é utilizado, menor é seu custo fixo por hectare cultivado – o que cria incentivo direto ao aproveitamento de segunda safra, mesmo com culturas de menor margem unitária. Esse procedimento também deve ser realizado para implementos e benfeitorias.

Para a terra, não há depreciação, apenas o custo de oportunidade do capital imobilizado. O CARP da terra é obtido como:

$$CARP_{terra} = \frac{VP_{terra}}{ACT} \times r \quad (4)$$

em que VP_{terra} é o valor de mercado da terra. Esse procedimento garante que a remuneração do principal ativo da propriedade seja explicitamente considerada na análise de viabilidade econômica, inclusive nas propriedades de terra própria, nas quais esse custo é frequentemente subestimado pelo produtor.

2.4. Custo Total (CT), receita líquida e indicadores de retorno

Somando-se o CO ao CARP de todos os itens do patrimônio, obtém-se o Custo Total (CT):

$$CT = CO + CARP \quad (5)$$

A análise de lucratividade do investimento parte da Receita Total (RT), resultante do produto entre o preço médio de comercialização e a quantidade efetivamente colhida e vendida, considerando

as diferentes modalidades de venda (antecipada, *barter*, na colheita ou durante a entressafra). Subtraindo-se da RT o CO , obtém-se a Receita Líquida Operacional (RLO):

$$RLO = RT - CO \quad (6)$$

Subtraindo-se da RT o CT , obtém-se a Receita Líquida Total (RLT):

$$RLT = RT - CT \quad (7)$$

Para que o negócio seja sustentável no longo prazo, a RLO deve ser maior ou igual ao $CARP$. Caso contrário, a receita não seria suficiente para cobrir os custos de oportunidade nem para a reposição dos itens do imobilizado, comprometendo a continuidade da atividade. Com $RLT > 0$, o negócio gera renda suficiente para cobrir todos os custos, inclusive os de oportunidade, e ainda permite a aplicação em novos ativos – condição necessária à ampliação patrimonial (Barros *et al.*, 2019).

A partir das receitas líquidas calculam-se os retornos por real investido, indicadores que expressam de forma sintética a remuneração de curto prazo (sobre o CO) e a remuneração econômica (sobre o CT):

$$rrco = \frac{RLO}{CO} \quad (8)$$

$$rrct = \frac{RLT}{CT} \quad (9)$$

Cabe destacar a distinção, frequentemente confundida pelo produtor rural, entre lucro financeiro, contábil e econômico (Marion, 2022; Martins, 2025). O lucro financeiro é a variação de caixa do período; o contábil corresponde ao resultado da Demonstração do Resultado do Exercício (DRE); e o econômico inclui a remuneração do capital próprio (custo de oportunidade) e o custo do capital de terceiros. A RLT , por construção, aproxima-se do lucro econômico – e, portanto, é o indicador relevante para decisões de longo prazo sobre o negócio (Barros *et al.*, 2019).

3. Avaliação de riscos: liquidez, rentabilidade e VPL

A apuração determinística dos custos e das receitas líquidas, descrita na seção anterior, é uma fotografia de um ponto específico de preços, produtividades e coeficientes técnicos. No entanto, a agropecuária é um dos setores de maior exposição a variáveis aleatórias – clima, preços de insumos, preços de produtos, doenças e pragas – e o resultado efetivo do empreendimento raramente coincide com o valor pontual estimado (Hardaker *et al.*, 2015; Kay *et al.*, 2014; Komarek *et al.*, 2020; Tangermann, 2011).

3.1. Risco e incerteza: definições e fontes

É conveniente distinguir, inicialmente, entre risco e incerteza. Por incerteza, entende-se aquilo que não é plenamente conhecido – a impossibilidade de conhecer as consequências de um evento (Aven, 2015). Por risco, atribui-se valor ao desconhecido: conhecem-se as probabilidades de ocorrência de cada um dos possíveis resultados (Hardaker *et al.*, 2015; Kay *et al.*, 2014). Embora o risco, em sua acepção comum, se refira a resultados desfavoráveis, sua definição formal não implica necessariamente a distinção entre resultados positivos e negativos (Aven, 2015).

A literatura clássica de gestão de risco rural identifica cinco grandes fontes de risco (Barry, 1984; Kay *et al.*, 2014): (i) de produção e técnico, representado na agropecuária pelo ciclo biológico ou pela adoção de novas tecnologias; (ii) de preço e de mercado, por ocasião da variação dos preços dos insumos e dos produtos; (iii) financeiro, a partir da tomada de crédito de terceiros; (iv) jurídico, pela observação das regulamentações e legislações; e (v) pessoal, em detrimento dos funcionários e da mão de obra. Para fins de mensuração quantitativa, os riscos de produção (refletidos na produtividade) e os de mercado (preços) são os mais utilizados, por serem facilmente associáveis a séries históricas (Faleiros, 2020; Lima & Alves, 2023; Osaki *et al.*, 2019)

3.2. Métodos quantitativos de análise de risco

Barry (1984) sistematiza vários métodos de análise de risco aplicáveis ao planejamento agropecuário: (i) o modelo da utilidade esperada, que define o ponto ótimo pela maximização da utilidade esperada do tomador de decisão; (ii) o modelo da média-variância (programação quadrática), baseado na teoria do portfólio, que considera o quadrado da variância na decisão sobre risco, penalizando mais severamente desvios maiores; (iii) o modelo MOTAD (*Minimization of Total Absolute Deviation*), solução linear que busca minimizar os desvios absolutos totais a partir da rentabilidade esperada (Hazell, 1971); e (iv) o modelo de média-semivariância, que enfatiza apenas o risco negativo – a probabilidade de resultados inferiores a um valor de referência –, alinhado a uma lógica de *safety-first* (Brink & McCarl, 1978; Freund, 1956).

A partir da abordagem de Barros *et al.* (2019), os estudos desenvolvidos optam pela combinação entre a simulação de Monte Carlo e a teoria do portfólio. Essa combinação traduz o conceito de risco em duas dimensões econômicas centrais para o produtor: a de liquidez e a de rentabilidade.

O risco de liquidez refere-se à probabilidade de a *RLO* ser negativa em um ano-safra, ou seja, de a receita não cobrir sequer os desembolsos do ciclo produtivo. [*Risco de Liquidez* = $Pr(RLO < 0)$]. É um risco de curto prazo, associado à capacidade da propriedade de honrar seus compromissos correntes. O risco de rentabilidade refere-se à probabilidade de a *RLT* ser negativa, ou seja, de a receita não remunerar adequadamente o capital imobilizado, comprometendo a sustentabilidade econômica de longo prazo [*Risco de Rentabilidade* = $Pr(RLT < 0)$] (Barros *et al.*, 2019; Lima & Alves, 2023; Osaki *et al.*, 2019).

Quando o horizonte de análise se estende a vários ciclos – como na avaliação de implantação de cultura perene, aquisição de área ou mudança estrutural de sistema produtivo –, esses conceitos podem ser ampliados para o risco sobre o Valor Presente Líquido (VPL):

$$VPL = -I_0 + \sum_{t=1}^T \frac{E[RLO_t]}{(1+r)^t} \quad (10)$$

em que I_0 é o investimento inicial, $E[RLO_t]$ é a esperança da receita líquida operacional no período t e r é a taxa real de desconto. O risco do investimento é $Pr(VPL < 0)$, obtido a partir da distribuição empírica do VPL, construída por meio de simulação.

3.3. Etapas de cálculo via simulação de Monte Carlo

O processo de mensuração do risco econômico segue, de forma resumida, as quatro etapas propostas por Hertz (1979) e amplamente utilizadas em trabalhos recentes (Faleiros, 2020; Lima & Alves, 2023; Osaki *et al.*, 2019; Osaki & Batalha, 2014).

Etapa 1 - Identificação das variáveis e das distribuições de probabilidade

Para cada variável de risco, ajusta-se uma distribuição de probabilidade teórica aos dados históricos, formalmente:

$$df_{ic} = f(inp_{ic}^s) \quad (11)$$

em que df é a função de distribuição, inp é o valor da variável (custo, preço ou produtividade), i identifica o item, c a cultura e s o ano-safra. A escolha da distribuição é feita com base em critérios estatísticos, sendo o Critério de Informação de Akaike (AIC), proposto por Akaike (1974), um dos mais utilizados – seleciona a distribuição com o menor valor de AIC, indicando a melhor adequação aos dados (Burnham & Anderson, 2004; Wagenmakers *et al.*, 2004).

Etapa 2 - Geração de valores aleatórios

Para cada variável, geram-se valores aleatórios a partir da distribuição ajustada:

$$Alinp_{jic} = f(df_{ic}), \text{ com } j = 1, 2, 3, \dots, 10.000 \quad (12)$$

Dois procedimentos adicionais devem preceder as simulações. O primeiro é o truncamento das funções de distribuição em zero, evitando a ocorrência de valores negativos – economicamente sem sentido para preços, custos ou produtividades. O segundo é a inserção de uma matriz de correlações entre as variáveis, preservando as interdependências reais entre preços e produtividades (Evans & Olson, 1998).

Etapa 3 - Cálculo do indicador em cada iteração

As iterações individuais são agregadas em outputs cumulativos. Para cada uma das j iterações simuladas (tipicamente $j = 10.000$), calculam-se cinco *outputs*: o *COE*, o *CT*, a *RT*, a *RLO* e a *RLT*.

Etapa 4 - Construção da distribuição empírica do resultado

A repetição das Etapas 2 e 3 gera uma distribuição empírica do indicador econômico, a partir da qual se extraem: média, moda, mediana, desvio padrão, Coeficiente de Variação (CV), os percentis (5% e 95%) e, principalmente, a probabilidade do indicador assumir valores negativos. Essa probabilidade é interpretável diretamente pelo produtor e por seu gestor financeiro.

4. Teoria do Portfólio aplicada à agropecuária

A mensuração do risco isolado de cada cultura é informativa, mas a propriedade rural raramente é uma monocultura. A maior parte das fazendas combina culturas no mesmo ano agrícola – soja e milho de primeira safra, milho e algodão de segunda safra, integração lavoura-pecuária – e a interdependência entre essas atividades deve ser explicitamente considerada na avaliação de risco e de retorno.

4.1. Diversificação como estratégia de mitigação de risco

A Teoria do Portfólio, proposta originalmente por Markowitz (1952; 1959) para o mercado de capitais, fornece o arcabouço analítico adequado. Sua premissa central é que o risco de um portfólio não se reduz à simples soma ponderada dos riscos individuais dos ativos, pois também depende das correlações entre eles. A diversificação reduz o risco quando os ativos não são perfeitamente correlacionados, permitindo que perdas em um sejam compensadas por ganhos em outro (Koumou, 2020; Tóth *et al.*, 2016).

Ratnadass *et al.* (2012) sistematizam a diversificação agropecuária em duas dimensões. A diversificação intraespecífica envolve diferenciações genéticas entre plantas de

A maior parte das fazendas combina culturas no mesmo ano agrícola – soja e milho de primeira safra, milho e algodão de segunda safra, integração lavoura-pecuária – e a interdependência entre essas atividades deve ser explicitamente considerada na avaliação de risco e de retorno.

uma mesma espécie (cultivares distintas, tecnologias OGM e não-OGM, ciclos diferentes). A diversificação interespecífica envolve culturas de espécies distintas. A interespecífica, por sua vez, pode ser espacial – quando culturas diferentes ocupam talhões distintos da mesma propriedade – ou consorciada (Paut *et al.*, 2020). Há ainda a diversificação geográfica, em que a mesma cultura é cultivada em locais distantes entre si, uma estratégia comum em propriedades extensas (Larsen *et al.*, 2015).

4.2. Construção da fronteira eficiente

Operacionalmente, a construção de uma fronteira eficiente exige um modelo de otimização. Os trabalhos pioneiros de Freund (1956) e Hazell (1971) adaptaram modelos de programação matemática para incorporar o risco à escolha de atividades agropecuárias. No grupo do Cepea, a abordagem combinada de simulação de Monte Carlo e otimização via simulação tem sido utilizada em estudos sobre milho e soja (Osaki *et al.*, 2019), grãos em Mato Grosso (Osaki & Batalha, 2014), sistemas com algodão (Lima & Alves, 2023) e sistemas no Sul do Brasil (Faleiros, 2020).

O problema de otimização pode ser formulado como a maximização da receita líquida sujeita a restrições de área, capital e infraestrutura. A função objetivo, em sua forma básica, é:

$$Max RLO = \sum_{c=1}^n (RB_c - CO_c) \times A_c \quad (13)$$

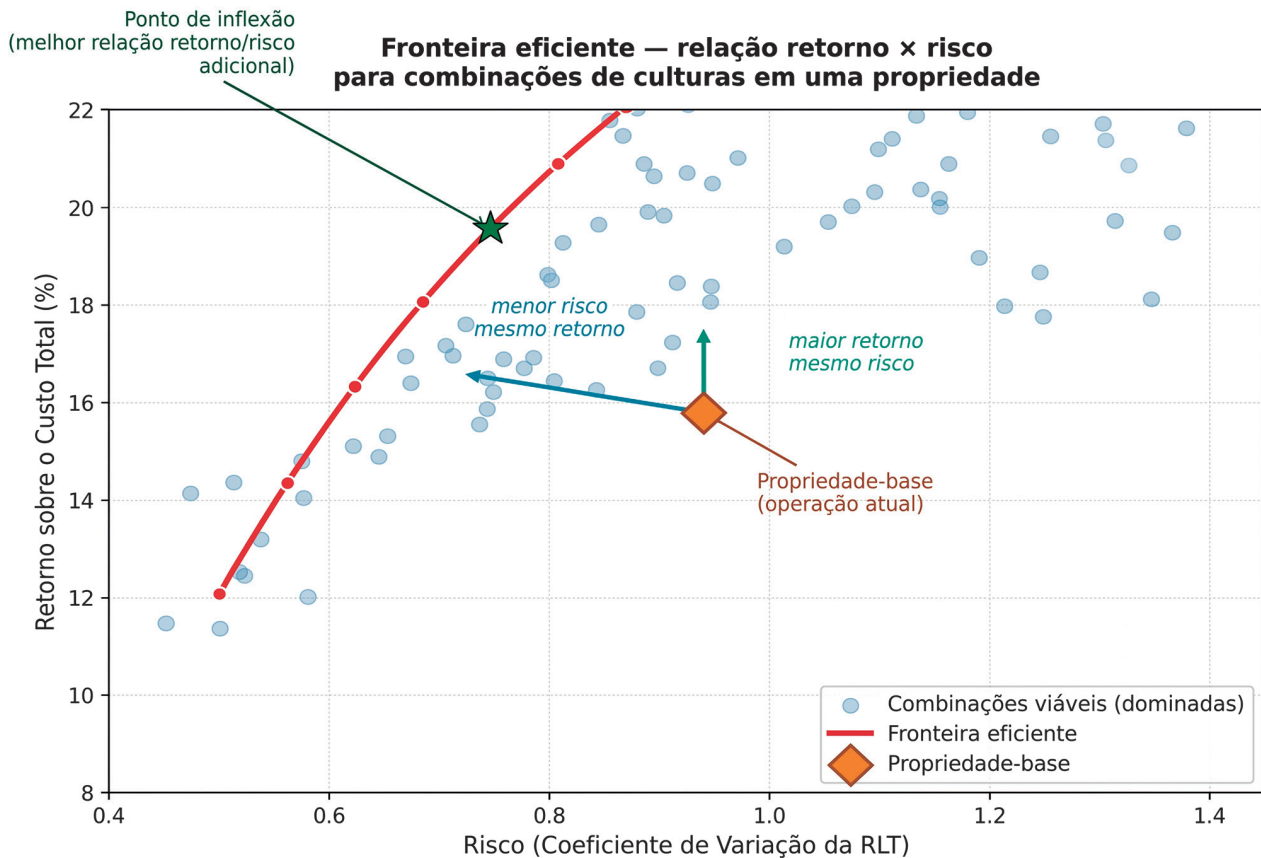
em que c indexa cada cultura (soja, milho primeira safra, milho segunda safra, trigo, algodão, feijão, etc.) e A a área, em hectares, destinada à cultura c . Para maximizar a RLT , basta descontar o CARP do resultado:

$$Max RLT = Max RLO - CARP_{anual} \quad (14)$$

As restrições típicas incluem a limitação da área disponível nas primeiras e segundas safras, o imobilizado de máquinas, equipamentos e benfeitorias e os recursos de custeio das lavouras. O modelo é resolvido para múltiplos níveis de risco (CV) ao longo do espectro factível.

A representação gráfica desse conjunto no plano retorno x risco constitui a fronteira eficiente, ilustrada na Figura 2. Pontos abaixo da fronteira são combinações dominadas: há sempre outra combinação que oferece maior retorno para o mesmo nível de risco, ou menor risco para o mesmo retorno. O ponto de inflexão da fronteira marca a região em que pequenos acréscimos de risco passam a se traduzir em ganhos de retorno cada vez menores. Para o produtor, o diagnóstico é direto: se a operação está abaixo da fronteira, há espaço para melhoria sem ônus – basta migrar para a combinação dominante. Se está sobre a fronteira, a única forma de ampliar o retorno é assumir mais risco.

Figura 2. Fronteira eficiente estilizada: combinações viáveis (pontos), fronteira de Markowitz (curva), propriedade-base subótima e ponto de inflexão. As setas indicam os movimentos dominantes a partir da propriedade-base



Fonte: Elaborado pelos autores

5. Avaliação de ativos imobilizados e decomposição do retorno ao patrimônio

A estrutura conceitual apresentada nas seções anteriores também é útil para avaliar o valor econômico dos ativos imobilizados da propriedade – em particular, o da terra. Embora o mercado fundiário forneça referências de preços observados, esses preços refletem múltiplos fatores: expectativas especulativas, atratividade locacional, acesso à infraestrutura e ao crédito, financeirização da agropecuária, entre outros (Agosta *et al.*, 2025; Borchers *et al.*, 2014; Cruz & Sacomano Neto, 2025). Para fins de decisão econômica do investidor rural, é relevante avaliar o ativo com base em sua capacidade de gerar renda.

5.1. Os dois valores do patrimônio rural

Barros *et al.* (2019) destacam que o patrimônio rural pode apresentar dois valores distintos:

o valor de mercado e o valor para o produtor, que não necessariamente coincidem. A possível existência dessa disparidade suscita questionamentos relevantes sobre a sustentabilidade econômica do negócio agropecuário: caso o produtor optasse por vender sua fazenda – cujo principal componente patrimonial é a terra –, a remuneração obtida em uma aplicação alternativa superaria a obtida pela continuidade da atividade produtiva? (Brandão, 1986; Graubner & Hüttel, 2024).

O valor do patrimônio para o produtor (VP_p) pode ser estimado pela capitalização da receita operacional líquida sustentável, dividida pela taxa real de desconto:

$$VP_p = \frac{RLO_{anual}}{r} \quad (15)$$

Essa formulação evidencia uma relação direta entre a qualidade da gestão e o valor do ativo: melhorias que elevam a RLO de forma estrutural – adoção de tecnologias superiores, otimização do sistema produtivo, redução de custos – aumentam o valor econômico do patrimônio, em especial da terra. Por outro lado, o valor de mercado da propriedade (VP_m) é dado pela soma dos valores de mercado de terra, máquinas, equipamentos, benfeitorias e utilitários, observados no mercado local junto a produtores e corretores locais.

Até meados dos anos 1950, a literatura entendia que o preço da terra era determinado essencialmente pela renda capitalizada associada a ela. Posteriormente, observou-se que os preços passaram a superar os fluxos de renda gerados, fenômeno denominado “paradoxo do preço da terra” (Malassise *et al.*, 2015). Desde então, a abordagem neoclássica passou a incorporar novas variáveis explicativas – expectativas, crédito, dinâmica macroeconômica, fatores institucionais, serviços ecossistêmicos e amenidades rurais (Borchers *et al.*, 2014; Marques & Telles, 2023; Reydon *et al.*, 2014; Telles *et al.*, 2017) – e mesmo o conceito de “bolhas racionais”, em que os preços podem se desviar dos valores fundamentais por força de expectativas autorrealizáveis (Clark *et al.*, 1993). Subsídios nos preços das terras também desempenham um papel relevante (Baldoni & Ciaian, 2023; Ciaian *et al.*, 2021).

5.2. Decomposição do retorno ao patrimônio: operacional e ganho de capital

Para o produtor, o retorno efetivo da posse do patrimônio decompõe-se em duas parcelas (Alves & Alves, 2026; Barros *et al.*, 2019). A primeira é o retorno operacional (r_{opt}), correspondente à razão entre a RLO obtida em determinado ano-safra t e o valor de mercado do patrimônio no início do período (em $t-1$):

$$r_{opt} = \frac{RLO_t}{VP_{m_{t-1}}} \quad (16)$$

A segunda parcela é o ganho de capital (r_{gc_t}), correspondente à variação relativa do valor de mercado do patrimônio entre dois períodos consecutivos:

$$r_{GC_t} = \frac{VP_{m_t} - VP_{m_{t-1}}}{VP_{m_{t-1}}} \quad (17)$$

O retorno total ao patrimônio (rp_t) em determinado ano-safra é, portanto, a soma das duas parcelas:

$$rp_t = \frac{RLO_t}{VP_{m_{t-1}}} + \frac{VP_{m_t} - VP_{m_{t-1}}}{VP_{m_{t-1}}} \quad (18)$$

Considerando um horizonte de T anos-safra, o retorno acumulado e a taxa média anual efetiva são obtidos por meio da capitalização composta:

$$rp = \prod_{t=1}^T (1 + rp_t) - 1 \quad (19)$$

Sendo possível calcular a taxa efetiva anual por:

$$rp_{a.a.} = \sqrt[T]{1 + rp} - 1 \quad (20)$$

O retorno ao patrimônio combina o retorno operacional (RLO/Pm) e o ganho de capital e pode ser dominado pela valorização da terra.

Essa decomposição é informativa porque revela uma distinção fundamental: o retorno operacional traduz a remuneração efetiva em caixa gerada pela atividade produtiva – é a parcela que financia a continuidade do negócio no curto e no médio prazos. O ganho de capital, por sua vez, é um retorno potencial que se concretiza apenas no momento da liquidação do ativo. Enquanto não há venda, o produtor permanece dependente do retorno operacional para sustentar a operação. Esse aspecto é particularmente relevante em ciclos de forte valorização fundiária, em que a rentabilidade aparente do patrimônio pode mascarar a deterioração do desempenho operacional.

Esse mesmo princípio aplica-se à avaliação econômica de melhorias e investimentos específicos: a aquisição de equipamentos, a construção de benfeitorias, a implantação de irrigação ou a adoção de novas tecnologias devem ser avaliadas pelo VPL do incremento de RLO que proporcionam, descontado pela taxa real de oportunidade do capital. A análise de risco do investimento, por sua vez, é obtida por meio da simulação da distribuição do VPL e do cálculo de $Pr(VPL < 0)$, conforme discutido na Seção 3.

6. Aplicações empíricas em sistemas produtivos brasileiros

A metodologia descrita foi aplicada em diversos trabalhos. Selecionam-se aqui quatro aplicações complementares: Faleiros e Alves (2020) na caracterização de sistemas produtivos do Sul do Brasil; Faleiros (2020) na mensuração de risco e otimização para oito microrregiões do Sul; Lima e Alves (2023) na análise de risco em sistemas com algodão em Mato Grosso; e Alves e Alves (2026) na decomposição dos retornos ao patrimônio em cinco regiões produtoras de grãos e fibras.

6.1. Caracterização e otimização de sistemas produtivos no Sul do Brasil

Faleiros e Alves (2020) caracterizaram a dinâmica produtiva dos cultivos de grãos no Sul do Brasil com base nos dados do Projeto Campo Futuro, coletados em oito regiões (Cascavel/PR, Londrina/PR, Castro/PR, Guarapuava/PR, Carazinho/RS, Tupanciretã/RS, Campos Novos/SC e Xanxerê/SC) para as safras de 2012/13 a 2018/19. Já Faleiros (2020) avançou na caracterização ao quantificar, por meio de simulações de Monte Carlo, o risco de margem bruta negativa de cada cultura em cada região e ao resolver o problema de otimização de portfólio para identificar o sistema de menor risco em cada nível de retorno.

A soja apresentou risco de margem bruta negativa muito baixo – inferior a 0,9% em todas as regiões analisadas –, o que justifica sua presença predominante na primeira safra. O milho de primeira safra mostrou-se mais arriscado nos Estados do Paraná e do Rio Grande do Sul, com probabilidade de margem bruta negativa entre 12,3% e 18,3%, mas com risco muito menor em Santa Catarina (até 1,0%). Para a segunda safra, o trigo apresentou probabilidade de margens brutas negativas superior a 50% na maioria das regiões analisadas – com exceção de Cascavel/PR (32,5%) e Castro/PR (30,4%). O milho de segunda safra registrou risco próximo de 50% em Londrina/PR e Cascavel/PR. A aveia branca em Tupanciretã/RS apresentou probabilidade de 68,9% de margem bruta negativa (Faleiros, 2020). A combinação dessas culturas em sistemas otimizados revelou que, em todas as regiões, a soja em quase 100% da primeira safra é a estratégia dominante; na segunda safra, predomina a cobertura verde, exceto em Cascavel/PR e Londrina/PR, em que o milho de segunda safra ocupa entre 80% e 100% da área.

6.2. Risco e portfólio em sistemas com algodão em Mato Grosso

Lima e Alves (2023) aplicaram a mesma abordagem combinada de Monte Carlo e Teoria do Portfólio para analisar o risco em propriedades produtoras de algodão em Mato Grosso. Foram definidas duas regiões – Agregado Norte (com cultivo de algodão de segunda safra, em sucessão à soja) e Centro-Leste (sem viabilidade climática para algodão de segunda safra) – e construídas fronteiras

eficientes que combinam soja, algodão de primeira safra, algodão de segunda safra e milho de segunda safra, com 10.000 iterações por variável e 2.000 combinações de áreas.

Os resultados mostraram que, no Agregado Norte, o cultivo de soja em toda a área disponível na primeira safra maximiza o retorno por real investido e reduz o risco. O incremento da área de segunda safra reduz adicionalmente o risco de produção, em troca de uma pequena redução do retorno percentual – embora aumente a receita líquida absoluta. O algodão de segunda safra mostrou-se particularmente eficaz para ampliar a receita líquida, enquanto o milho de segunda safra atuou como mitigador adicional de risco. No Centro-Leste, a fronteira eficiente indicou que cultivar até 11% da área com algodão e o restante com soja minimiza o risco e oferece retorno superior ao ponto de inflexão da fronteira.

6.3. Decomposição dos retornos ao patrimônio em cinco regiões brasileiras

Alves e Alves (2026) aplicaram a decomposição $rp_t = r_{opt} + r_{GC_t}$ a propriedades típicas produtoras de grãos e fibras em cinco importantes regiões brasileiras – Carazinho (RS), Guarapuava (PR), Rio Verde (GO), Sorriso (MT) e o oeste da Bahia – no período entre as safras de 2013/14 e 2022/23. O estudo utilizou dados primários de custos de produção do Projeto Campo Futuro (CEPEA-Esalq/USP, 2023) e adotou taxa real de juros de 3,0% ao ano como custo de oportunidade do capital.

Os resultados evidenciaram uma forte heterogeneidade regional. A região do oeste da Bahia apresentou o maior retorno médio anual sobre o patrimônio (11,01% a.a.), com retorno operacional de 5,37% a.a. e ganho de capital de aproximadamente 5,6% a.a. A propriedade da região de Sorriso (MT) registrou 6,63% a.a. (1,47% operacional + 5,16% ganho de capital); Rio Verde (GO) atingiu 8,40% a.a. (2,19% + 6,21%); e Guarapuava (PR), 8,27% a.a. (2,04% + 6,33%). Na região de Carazinho (RS), a propriedade típica apresentou o menor retorno – 2,33% a.a. (1,91% + 0,51%) –, único abaixo do custo de oportunidade adotado, em razão da limitada valorização da terra (apenas 2,8% em dez anos), da elevada variabilidade produtiva e do menor aproveitamento do solo na segunda safra.

Os achados centrais do estudo são reveladores. Em quatro das cinco regiões analisadas – todas, exceto o oeste da Bahia –, os ganhos de capital contribuíram mais para a rentabilidade do que os ganhos operacionais. Esse resultado evidencia que, no período analisado, a sustentabilidade econômica da agricultura empresarial esteve mais associada à valorização patrimonial do que à rentabilidade operacional corrente. Isso implica que parte relevante do retorno observado é potencial e depende da eventual liquidação do ativo. Enquanto essa venda não ocorre, a continuidade da atividade requer geração de caixa produtiva suficiente para sustentar o negócio, ainda que não remunere plenamente o capital imobilizado. Esse achado contribui para o debate sobre decisões de permanência na atividade agrícola, indicando que expectativas de apreciação da terra podem desempenhar um papel tão relevante quanto, ou mesmo mais relevante do que, as margens produtivas no curto prazo.

7. Considerações finais

A gestão profissional do negócio agropecuário pressupõe a apuração consistente dos custos de produção – operacionais e totais – e a avaliação explícita dos riscos e dos retornos sobre o patrimônio. Este capítulo apresentou a estrutura metodológica desenvolvida no grupo de pesquisa do Cepea-Esalq/USP, articulada em cinco eixos: (i) levantamento detalhado do patrimônio e dos coeficientes técnicos; (ii) cálculo do CO, do CARP e do CT; (iii) mensuração do risco de liquidez (probabilidade de RLO negativa), do risco de rentabilidade (probabilidade de RLT negativa) e do risco sobre o VPL via simulação de Monte Carlo; (iv) otimização de portfólio sob restrições reais de capital, área e infraestrutura, com construção da fronteira eficiente; e (v) decomposição do retorno ao patrimônio em retorno operacional e ganho de capital, que conecta o desempenho da atividade produtiva à valorização dos ativos imobilizados.

As regularidades empíricas merecem destaque. A soja é, consistentemente, a cultura de menor risco e maior margem nas regiões analisadas, o que justifica sua presença predominante na primeira safra. As culturas de segunda safra apresentam riscos muito mais elevados, e a escolha entre elas reflete tanto a busca por receita adicional quanto por mitigação de riscos e por benefícios agrônômicos. A decomposição dos retornos ao patrimônio mostra que, em quatro das cinco regiões avaliadas por Alves e Alves (2026), os ganhos de capital têm sido o principal componente da rentabilidade, com implicações importantes para a sustentabilidade efetiva da atividade – pois esses ganhos só se materializam na venda do ativo.

As limitações apontam para extensões futuras: a incorporação de instrumentos formais de gestão de risco (seguro rural, hedge nos mercados futuros, contratos de venda antecipada), a integração das dimensões ambiental e agrônômica por meio de modelos bioeconômicos (Paut *et al.*, 2019, 2020), o uso de diferentes métricas de custo de oportunidade e o desenvolvimento de ferramentas de apoio à decisão que tornem a metodologia acessível ao produtor em escala. A avaliação do risco e da rentabilidade dos investimentos na agropecuária é, em última instância, condição para a sustentabilidade econômica do setor e para a continuidade do papel que desempenha na economia brasileira.

Referências

- Agosta, M., Schimmenti, E., Di Franco, C. P., & Asciuto, A. (2025). Agricultural land markets: a systematic literature review on the factors affecting land prices. *Land*, 14, 978. <https://doi.org/10.3390/land14050978>
- Akaike, H. (1974). A new look at the statistical model identification. *IEEE Transactions on Automatic Control*, 19(6), 716–723.
- Alves, F. A., & Alves, L. R. A. (2026). Sustentabilidade econômica e valorização da terra: decomposição dos retornos ao patrimônio agrícola no Brasil. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 64, e305579.

- Alves, L. R. A., Barros, G. S. de C., Osaki, M., & Ribeiro, R. G. G. (2025). Gestão operacional e custo de produção de algodão. In J.-L. Bélot & P. M. C. A. Vilela (Eds.), *Manual de boas práticas de manejo do algodoeiro em Mato Grosso* (5th ed., pp. 1.4-1-1.4-18). IMAmt, AMPA. <https://imamt.org.br/manual-de-boas-praticas-de-manejo-do-algodoeiro-em-mato-grosso-5a-edicao-2025/>
- Aven, T. (2015). *Risk Analysis* (2a ed.). John Wiley & Sons. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/9781119057819>
- Baldoni, E., & Ciaian, P. (2023). The capitalization of CAP subsidies into land prices in the EU. *Land Use Policy*, 134, 106900. <https://doi.org/10.1016/J.LANDUSEPOL.2023.106900>
- Barros, G. S. de C., Alves, L. R. A., Osaki, M., & Adami, A. C. de O. (2019). *Gestão de negócios agropecuários com foco no patrimônio*. Alínea. <https://www.grupoatomoealinea.com.br/gestao-de-negocios-agropecuarios-com-foco-no-patrimonio.html>
- Barry, P. J. (1984). *Risk Management in Agriculture*. Iowa State University Press.
- Borchers, A., Ifft, J., & Kuethe, T. (2014). Linking the price of agricultural land to use values and amenities. *American Journal of Agricultural Economics*, 96(5), 1307–1320. <https://doi.org/10.1093/ajae/aau041>
- Brandão, A. S. P. (1986). *Preço da terra no Brasil: verificação de algumas hipóteses* (79; FGV EPGE - Ensaio Econômico). Escola de Pós-Graduação em Economia da FGV. <https://hdl.handle.net/10438/850>
- Brink, L., & McCarl, B. (1978). The tradeoff between expected return and risk among cornbelt farmers. *American Journal of Agricultural Economics*, 60(2), 259–263. <http://www.jstor.org/stable/pdf/1240057.pdf?refreqid=excelsior%3A04fc235e6cfa6d915fc2d741e06c49b4>
- Burnham, K. P., & Anderson, D. R. (2004). Multimodel inference: understanding AIC and BIC in model selection. *Sociological Methods & Research*, 33(2), 261–304. <https://doi.org/10.1177/0049124104268644>
- CEPEA-Esalq/USP. (2023). *Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo. Gestão do Negócio Agropecuário. Custo e Gestão*. <https://www.cepea.org.br/br/gestao-do-negocio-agropecuario.aspx>
- Chibanda, C., Agethen, K., Deblitz, C., Zimmer, Y., Almadani, M. I., Garming, H., Rohlmann, C., Schütte, J., Thobe, P., Verhaagh, M., Behrendt, L., Staub, D. T., & Lasner, T. (2020). The typical farm approach and its application by the agri benchmark network. *Agriculture*, 10(12:646), 1–24. <https://doi.org/10.3390/agriculture10120646>
- Ciaian, P., Baldoni, E., Kanacs, D., & Drabik, D. (2021). The capitalization of agricultural subsidies into land prices. *Annual Review of Resource Economics*, 13, 17–38. <https://doi.org/10.1146/ANNUREV-RESOURCE-102020-100625/1>
- Clark, J. S., Fulton, M., & Scott, J. T. (1993). The inconsistency of land values, land rents, and capitalization formulas. *American Journal of Agricultural Economics*, 75(February), 147–155. <https://doi.org/10.2307/124296>
- Cruz, W. V. G. da, & Sacomano Neto, M. (2025). The financialization of agriculture in Brazil: land concentration and foreignization. *Rural Sociology*, 90(3), e70024. <https://doi.org/10.1111/ruso.70024>

- Elliott, F. F. (1928). The “Representative Firm” idea applied to research and extension in agricultural economics. *Journal of Farm Economics*, 10(4), 483–498. <http://www.jstor.org/stable/1229927>
- Evans, J. R. ., & Olson, D. L. (1998). *Introduction to simulation and risk analysis*. Prentice Hall. <https://dl.acm.org/doi/abs/10.5555/550954>
- Faleiros, G. D. (2020). *Risco de produção agrícola no Sul do Brasil: aspectos de sistemas produtivos e rentabilidade* [Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da Universidade de São Paulo]. <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11153/tde-22062020-085821/>
- Faleiros, G. D., & Alves, L. R. A. (2020). Caracterização da dinâmica produtiva de grãos e da propriedade típica regional no Sul do Brasil. *Organizações Rurais & Agroindustriais*, 22(e1554). <https://doi.org/10.48142/2220201554>
- Freund, R. J. (1956). *The Introduction of risk into a programming model*. 24(3), 253–263. <https://www.jstor.org/stable/1911630?seq=1&cid=pdf->
- Graubner, M., & Hüttel, S. (2024). Rental and sale prices of agricultural lands under spatial competition. *Letters in Spatial and Resource Sciences* 2024 17:1, 17(32). <https://doi.org/10.1007/s12076-024-00396-6>
- Hardaker, J. B., Lien, G., Anderson, J. R., & Huirne, R. B. M. (2015). *Coping with risk in agriculture: applied decision analysis* (Third edition). CABI. https://www.researchgate.net/publication/264464532_Coping_With_Risk_in_Agriculture
- Hazell, P. B. R. (1971). A linear alternative to quadratic and semivariance programming or farm planning under uncertainty. *American Journal of Agricultural Economics*, 53(1), 53–62. <http://www.jstor.org/stable/3180297>
- Hertz, D. B. (1979). Risk analysis in capital investment. *Harvard Business Review*, 57(5), 169–181.
- Kay, R. D., Edwards, W. M., & Duffy, P. A. (2014). *Gestão de Propriedades Rurais. Tradução: Théo Amon; revisão técnica: Paulo Dabdab Waquil* (7th ed.). AMGH.
- Komarek, A. M., Pinto, A. de, & Smith, V. H. (2020). A review of types of risks in agriculture: what we know and what we need to know. *Agricultural Systems*, 178, 102738. <https://doi.org/10.1016/J.AGSY.2019.102738>
- Koumou, G. B. (2020). Diversification and portfolio theory: a review. *Financial Markets and Portfolio Management*, 34(3), 267–312. <https://doi.org/10.1007/S11408-020-00352-6/TABLES/3>
- Larsen, R., Leatham, D., & Sukcharoen, K. (2015). Geographical diversification in wheat farming : a copula-based CVaR framework. *Agricultural Finance Review*, 75(3), 368–384. <https://doi.org/10.1108/AFR-07-2014-0020>
- Lehmann, N., Briner, S., & Finger, R. (2013). The impact of climate and price risks on agricultural land use and crop management decisions. *Land Use Policy*, 35(10), 119–130. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2013.05.008>
- Lima, F. F. de, & Alves, L. R. A. (2023). Portfolio theory approach to plan areas for growing cotton, soybean, and corn in Mato Grosso, Brazil. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 61(3), e258224.

<https://doi.org/10.1590/1806-9479.2022.258224/PDF/RESR-61-3-E258224.PDF>

Malassise, R. L. S., Parré, J. L., & Fraga, G. J. (2015). O comportamento do preço da terra agrícola: um modelo de painel de dados espaciais. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 53(4), 645–666. <https://doi.org/10.1590/1234-56781806-9479005304005>

Marion, J. C. (2022). *Contabilidade Empresarial e Gerencial* (19th ed.). GEN Atlas.

Markowitz, H. (1952). Portfolio Selection. *The Journal of Finance*, 7(1), 77–91. <https://doi.org/10.2307/2975974>

Markowitz, H. M. (1959). *Portfolio selection: efficient diversification of investments*. New York J. Wiley. <https://cowles.yale.edu/sites/default/files/files/pub/mon/m16-all.pdf>

Marques, F. C., & Telles, T. S. (2023). Os efeitos espaciais são fatores determinantes dos preços das terras agrícolas no Brasil. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 61(3), e262420. <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2022.262420pt>

Martins, E. (2025). *Contabilidade de Custos* (12th ed.). GEN Atlas.

Matsunaga, M., Bemelmans, P. F., Toledo, P. E. N. de, Dulley, R. D., Okawa, H., & Pedroso, I. A. (1976). Metodologia de custo de produção utilizada pelo IEA. *Agricultura Em Sao Paulo*, 23(1), 123–139. http://www.iea.sp.gov.br/ftpiea/rea/tomo1_76/artigo3.pdf

Nachiluk, K., & Oliveira, M. D. M. (2012). Custo de Produção: uma importante ferramenta gerencial na agropecuária. *Instituto de Economia Agrícola - Análises e Indicadores do Agronegócio*, 7(5). <http://www.iea.sp.gov.br/ftpiea/AIA/AIA-22-2012.pdf>

Osaki, M., Alves, L. R. A., Lima, F. F. de, Ribeiro, R. G., & Barros, G. S. de C. (2019). Risks associated with a double-cropping production system – a case study in Southern Brazil. *Scientia Agricola*, 76(2). <https://doi.org/10.1590/1678-992x-2017-0191>

Osaki, M., & Batalha, M. O. (2014). Optimization model of agricultural production system in grain farms under risk, in Sorriso, Brazil. *Agricultural Systems*, 127, 178–188. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2014.02.002>

Paut, R., Sabatier, R., & Tchamitchian, M. (2019). Reducing risk through crop diversification : An application of portfolio theory to diversified horticultural systems. *Agricultural Systems*, 168, 123–130.

Paut, R., Sabatier, R., & Tchamitchian, M. (2020). Modeling crop diversification and association effects in *Agricultural Systems. Agriculture, Ecosystems and Environment*, 288.

Plaxico, J. S., & Tweeten, L. G. (1963). Representative Farms for Policy and Projection Research. *Journal of Farm Economics*, 45(5), 1458–1465. <http://www.jstor.org/stable/1236844>

Ratnadass, A., Fernandes, P., Avelino, J., & Habib, R. (2012). Plant species diversity for sustainable management of crop pests and diseases in agroecosystems : a review. *Agronomy for Sustainable Development*, 32, 273–303. <https://doi.org/10.1007/s13593-011-0022-4>

Reydon, B. P., Plata, L. E. A., Sparovek, G., Goldszmidt, R. G. B., & Telles, T. S. (2014). Determination and forecast of agricultural land prices. *Nova Economia*, 24(2), 389–408. <https://doi.org/10.1590/0103-6351/1304>

- Tangermann, S. (2011). Risk management in agriculture and the future of the EU's Common Agricultural Policy. In ICTSD Programme on Agricultural Trade and *Sustainable Development Risk* (34; Issue Paper, Issue 34). https://ageconsearch.umn.edu/record/320171/files/Tangermann_risk_management_EU_CAP_2011.pdf
- Telles, T. S., Reydon, B. P., & Fernandes, V. B. (2017). Os determinantes do preço das terras agrícolas na história do pensamento econômico. *Economia e Sociedade*, 27(2), 525–545. <https://doi.org/10.1590/1982-3533.2017v27n2art6>
- Tóth, M., Holúbek, I., & Serenčėš, R. (2016). Applying Markowitz portfolio theory to measure the systematic risk in agriculture. *International Scientific Days 2016. The Agri-Food Value Chain: Challenges for Natural Resources Management and Society*, 985–993. <https://pdfs.semanticscholar.org/90e4/6d339ed618d024ffb0bc38a6453db6ad8561.pdf>
- Ustaoglu, E., Castillo, C. P., Jacobs-Crisioni, C., & Lavalle, C. (2016). Economic evaluation of agricultural land to assess land use changes. *Land Use Policy*, 56, 125–146. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.04.020>
- Wagenmakers, E.-J., Farrell, S., & Wagenmakers, -J. (2004). *AIC model selection using Akaike weights*.

Capítulo **15**

Gestão e modelagem da logística do agronegócio na era da otimização e da inteligência artificial

Thiago Guilherme Péra

*Professor Doutor do Departamento de Economia, Administração e Sociologia da Esalq/USP
e coordenador do Grupo Esalq-Log*

José Vicente Caixeta Filho

*Professor Titular Aposentado do Departamento de Economia, Administração e Sociologia e ex-Diretor
da Esalq/USP; Diretor da empresa cAlxeta Inteligência Logística*

O Brasil vive um momento singular em seu agronegócio, com recordes sucessivos na produção de grãos e protagonismo crescente no mercado internacional. Esse sucesso, porém, revela um paradoxo, pois quanto mais se produz, mais evidentes se tornam as deficiências da infraestrutura logística do país. Vale lembrar que a logística, muitas vezes reduzida à ideia de transporte, abrange um conjunto bem mais amplo de atividades, como a armazenagem, a gestão de estoques e o tratamento das informações, com impacto direto sobre a competitividade do setor. Um paralelo ajuda a dimensionar o problema. A Lei de Liebig, ou Lei do Mínimo, formulada por Justus von Liebig no século XIX, afirma que a produção agrícola é limitada pelo nutriente mais escasso, ainda que os demais sejam abundantes. Transposto para o agronegócio brasileiro, esse raciocínio coloca a infraestrutura logística como o elemento mais escasso e, portanto, o que mais restringe o crescimento do setor (PÉRA, 2025).

O ambiente de decisão logística é, por natureza, complexo, pois envolve diferentes horizontes de tempo, objetivos que competem entre si e restrições operacionais, econômicas e regulatórias. Gerenciar ativos de forma econômica, espacial e temporalmente adequada exige alocar recursos no lugar certo, no momento certo e ao menor custo possível, atendendo às condicionantes de cada cadeia produtiva (CAIXETA-FILHO; PÉRA, 2022). Em um cenário de margens estreitas, a qualidade das decisões logísticas torna-se uma fronteira decisiva para a lucratividade, e é aí que a otimização e a inteligência artificial ganham relevância. A otimização, ancorada na pesquisa operacional, estrutura modelos matemáticos que integram decisões e recomendam a melhor configuração possível diante de um conjunto de restrições. A inteligência artificial, apoiada na ciência dos dados, identifica padrões, treina sistemas a partir de bases históricas e prevê variáveis estratégicas. Ambas dependem de um requisito inegociável, que é a disponibilidade de dados de qualidade e de equipes capazes de transformá-los em conhecimento útil para decisões assertivas.

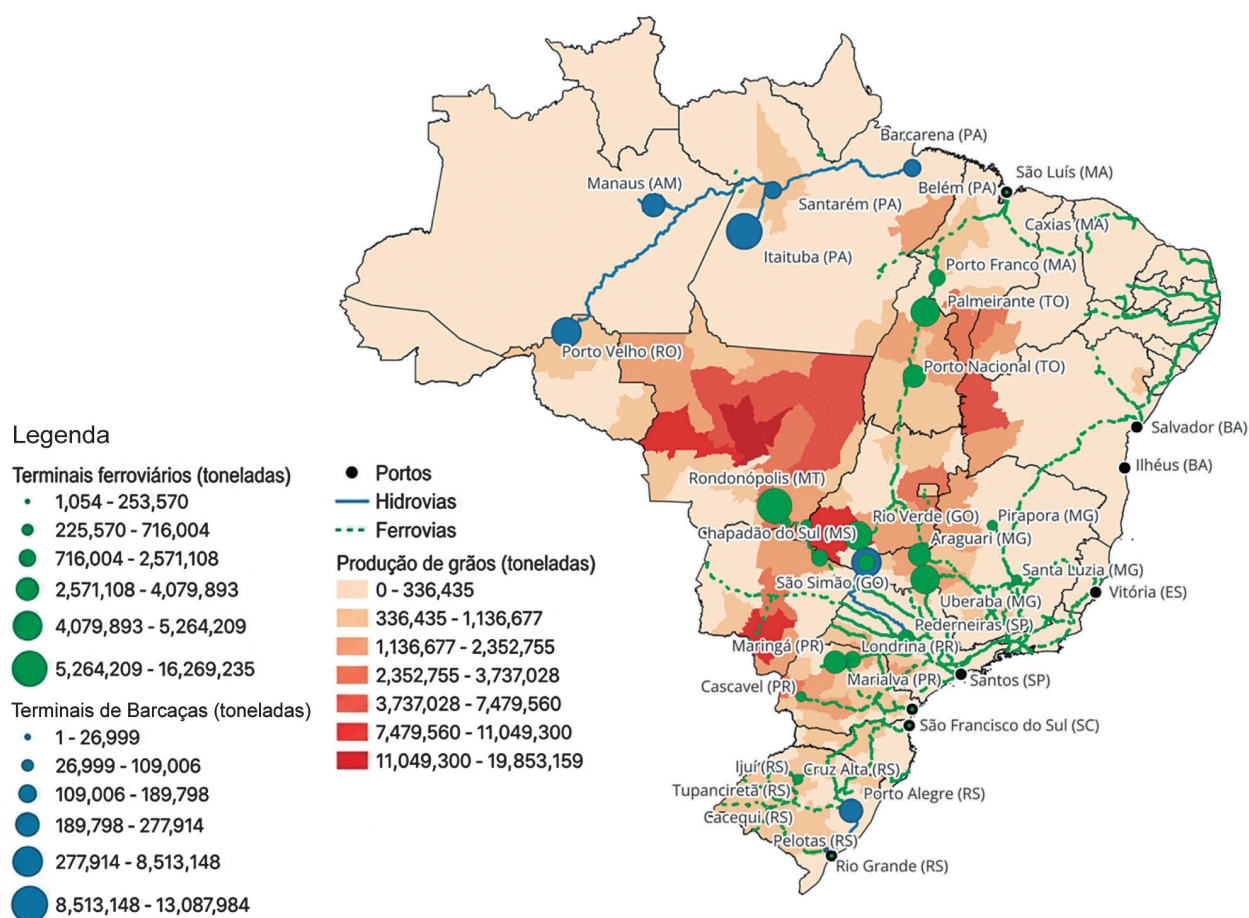
O ambiente de decisão logística é, por natureza, complexo, pois envolve diferentes horizontes de tempo, objetivos que competem entre si e restrições operacionais, econômicas e regulatórias.

Este capítulo discute as oportunidades e os desafios da logística do agronegócio brasileiro à luz dessas ferramentas, em uma abordagem ao mesmo tempo conceitual e aplicada. Parte-se da caracterização do desafio do escoamento e do ambiente de decisão, percorre-se a transição de processos intuitivos para abordagens orientadas por dados, apresentam-se os fundamentos da modelagem de otimização e das técnicas de aprendizado de máquina e, por fim, ilustram-se essas ideias com casos aplicados desenvolvidos pelo Grupo Esalq-Log, da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, da Universidade de São Paulo.

1. O desafio da logística do agronegócio, o ambiente de decisão e os *trade-offs*

O transporte da produção agrícola brasileira ocorre em um país de dimensões continentais, que historicamente apresenta uma matriz de transporte desequilibrada. Há elevada dependência do transporte rodoviário, responsável pela movimentação de grandes volumes por distâncias extensas, e significativa heterogeneidade na infraestrutura disponível. Esse desequilíbrio decorre, em boa medida, da oferta desigual de infraestrutura entre os modos. O país conta com pouco mais de 215 mil quilômetros de rodovias pavimentadas, em contraste com cerca de 30 mil quilômetros de ferrovias, das quais apenas um terço opera comercialmente, e 24 mil quilômetros de hidrovias navegáveis (PÉRA, 2025).

Figura 1. Mapa de escoamento de grãos no Brasil



Fonte: Péra e Salin (2024)

A análise da matriz de transporte da soja evidencia esse padrão (PÉRA; SALIN, 2024). Em 2023, cerca de 69% da produção brasileira de soja foi movimentada por caminhão, 22% por ferrovia e 9% por hidrovias. Quando se observa apenas o abastecimento dos portos, os caminhões responderam por 54% do volume, as ferrovias por 33% e as hidrovias por 13%. Mais preocupante é a tendência recente.

Entre 2010 e 2023, a participação dos caminhões no abastecimento dos portos aumentou de 45% para 54%, enquanto a participação ferroviária recuou de 47% para 33%. Em contradição com as melhores práticas logísticas observadas internacionalmente, o país tem ampliado sua dependência do transporte rodoviário para longas distâncias, modo de baixa eficiência energética.

A armazenagem é outro elo crítico. O Brasil dispõe de capacidade estática equivalente a algo entre 60% e 70% da produção de grãos, indicador que tem recuado ao longo dos anos, na medida em que a produção cresce mais rápido do que a infraestrutura de estocagem. Menos de 20% dessa capacidade está localizada nas fazendas. Para fins comparativos com os Estados Unidos, a capacidade de armazenagem norte-americana corresponde a cerca de 150% da produção, com aproximadamente 55% concentrada no nível de fazenda. Um diagnóstico recente conduzido pelo Grupo Esalq-Log em conjunto com a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil revelou que 61% dos produtores entrevistados não possuem estrutura de armazenagem em suas propriedades, e que a distância média entre as fazendas e os armazéns contratados é de 35 quilômetros (CNA; ESALQ-LOG, 2024). Ainda nesta pesquisa, foi identificado um crescente uso de estruturas denominadas de silo bolsa, que tem surgido como uma alternativa econômica para a construção de infraestruturas de armazenagem dentro das fazendas, porém com um risco elevado de perdas em decorrência, principalmente, da falta de padronização de umidade.

As últimas décadas registram casos de sucesso que ajudam a iluminar o caminho. Um deles é o sistema dutoviário de movimentação de etanol, que rapidamente se consolidou como importante corredor logístico, ligando as regiões produtoras de Uberaba e Ribeirão Preto à principal base de distribuição, em Paulínia, com volumes expressivos e elevada competitividade econômica. Outro é o já mencionado Arco Norte. Boa parte desses avanços decorreu de mudanças regulatórias bem desenhadas. O marco regulatório de 2013, que permitiu a construção de terminais privados para a prestação de serviços portuários, é um exemplo de como ajustes nas regras podem incentivar investimentos privados em infraestrutura. O programa voltado ao desenvolvimento de ferrovias por autorização, uma nova modalidade de investimento que se soma às concessões e aos aportes públicos diretos, inspirou-se justamente nesse sucesso. Observa-se, ademais, um paradigma no qual o dono da carga tem se tornado também dono da logística, com embarcadores participando ativamente de investimentos em infraestrutura, inclusive por meio de integrações verticais (PÉRA, 2025).

Há, contudo, riscos que não podem ser ignorados. Eventos climáticos extremos têm afetado a logística com frequência crescente, como as estiagens que paralisaram o transporte hidroviário e as rupturas de infraestrutura observadas no Rio Grande do Sul, o que torna fundamental o desenvolvimento de planos de contingência de longo prazo e de infraestruturas resilientes. A transição energética global, por sua vez, exigirá a renovação massiva de uma frota brasileira de idade elevada e bastante heterogênea, o que representa um desafio e uma oportunidade de ganho de produtividade, ao mesmo tempo. Por fim, não se pode desconsiderar o fator humano. Os motoristas autônomos, que representam cerca de metade da oferta de serviços de transporte no país, são um elo essencial da cadeia e demandam melhores condições de trabalho para assegurar a sustentabilidade do setor no longo prazo.

Esse ambiente, marcado por restrições de infraestrutura, sazonalidade acentuada e elevada participação dos custos logísticos no preço final, impõe ao gestor a necessidade permanente de tomar decisões. E decidir bem em logística pressupõe reconhecer que as escolhas envolvem compensações. O conceito de *trade-off* é central nesse ponto; componentes de decisão podem gerar comportamentos antagônicos, de modo que o ótimo de uma parte não é, necessariamente, o ótimo do todo. Decisões da área comercial, por exemplo, podem não ser as melhores para as operações logísticas, nem para a área agrícola ou industrial, e muitas vezes não produzem o melhor resultado para a organização como um todo (PÉRA, BRANCO & CAIXETA-FILHO, 2017). O desafio do gestor está em identificar esses *trade-offs* e tomar a melhor decisão possível diante deles (BALLOU, 2006).

O termo *trade-off* pode ser traduzido como compensação. A rigor, uma compensação ocorre quando a melhoria de um componente da decisão implica a piora de outro, de modo que cabe ao tomador de decisão encontrar o ponto de equilíbrio que maximize ou minimize o resultado de interesse para a organização como um todo, e não apenas para uma de suas partes. A Figura 2a ilustra a natureza desse tipo de compensação.

Figura 2a. Representação esquemática de um *trade-off* logístico

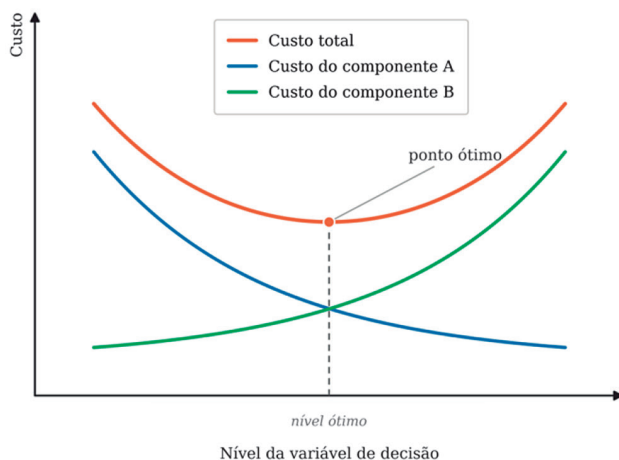
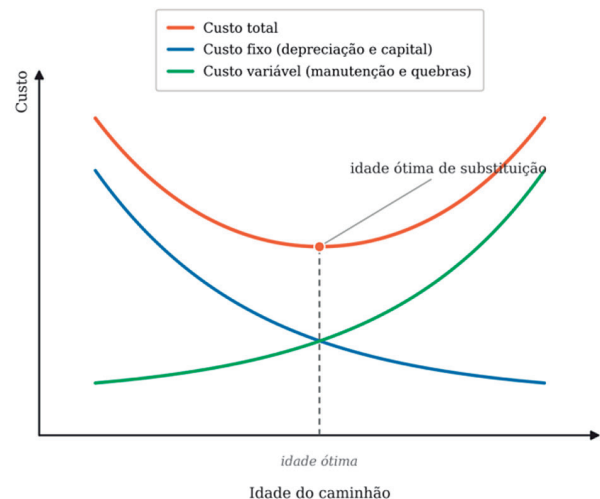


Figura 2b. Exemplo de *trade-off* para definição de idade do caminhão



Fonte: Elaborado pelos autores

Um exemplo concreto ajuda a fixar a lógica de análise de um *trade-off*. Considere a decisão sobre a idade ideal para substituir um caminhão da frota (Figura 2b). Sobre ela atuam dois custos que se movem em sentidos opostos conforme o veículo envelhece. O custo fixo por ano, associado à depreciação e ao capital imobilizado, é alto quando o caminhão é novo e diminui à medida que ele envelhece, pois resta cada vez menos valor a depreciar e menos capital empatado. O custo variável, ligado a manutenção, pneus, consumo de combustível e quebras, segue o caminho inverso, é baixo no início e cresce com o uso e a idade. Como esses dois componentes caminham em direções contrárias, não existe a melhor escolha para cada um isoladamente, e sim um ponto de equilíbrio para o conjunto.

Esse ponto fica evidente quando se observa a curva de custo total, obtida pela soma dos dois componentes, que assume a forma de “U”. O fundo dessa curva indica a idade ótima de substituição, aquela em que o custo total é mínimo e a partir da qual manter o veículo passa a custar mais do que renová-lo. É essa a essência de todo *trade-off* logístico, melhorar um componente piora outro, de modo que a boa decisão não é a que otimiza uma parte, mas a que encontra o ótimo do sistema, no caso do exemplo, a solução que minimiza o custo total do sistema. Naturalmente, a solução ótima é o ponto de mínimo custo. Em um problema irrestrito, ele corresponde ao valor da variável de decisão no qual a derivada primeira da função custo se anula (condição de primeira ordem) e a derivada segunda é positiva (condição de segunda ordem), o que caracteriza um ponto de mínimo. Quando a função custo é convexa, como na forma quadrática em “U”, esse ponto é também o mínimo global. Embora o exemplo tenha sido para minimização, o comportamento da decisão também pode ser de maximização (de lucro, de receita, de produtividade, por exemplo).

A identificação dos *trade-offs* logísticos torna-se mais clara quando se recorre a uma distinção consagrada na área industrial, que segrega a logística entre insumos e produtos. A primeira é denominada logística *in-bound*, ou de abastecimento, e a segunda, logística *out-bound*, ou de distribuição. No agronegócio, a logística *in-bound* reúne as atividades que conduzem a matéria-prima até a unidade industrial. No setor florestal, por exemplo, ela agrega todas as etapas, desde o carregamento da madeira no campo até o transporte para a fábrica; no setor sucroenergético, corresponde às operações de corte, transbordo e transporte da cana até a usina; no setor da citricultura, corresponde às operações do manuseio e transporte de laranja até a indústria. A logística *out-bound*, por sua vez, abrange a movimentação do produto acabado desde a unidade industrial até os centros de consumo, os portos e os mercados de destino. Nos exemplos supracitados, envolvem a movimentação de papel e celulose, açúcar e etanol e suco de laranja, respectivamente. Cada uma dessas esferas apresenta *trade-offs* característicos.

Os principais *trade-offs* da logística *in-bound* estão sintetizados na Tabela 1. Cada linha contrapõe uma decisão típica de abastecimento à compensação que ela atua.

Tabela 1. *Trade-offs* clássicos da logística *in-bound* no agronegócio

Decisão	Compensação (<i>trade-off</i>)
Tamanho do caminhão	custo do frete por tonelada <i>versus</i> tempo
Idade do caminhão	custo de oportunidade <i>versus</i> risco de quebra
Garantia de suprimento de insumo na fábrica	garantia de matéria-prima na fábrica <i>versus</i> perda de qualidade (ATR) ou ociosidade de caminhão
Maximização da colheita	número de comboios de transbordo <i>versus</i> custo de colheita
Volume transportado	cavalo de maior potência <i>versus</i> velocidade no transporte

Fonte: Elaborado pelos Autores

Cada uma dessas decisões envolve uma compensação. A escolha do tamanho do caminhão é ilustrativa, veículos de maior capacidade diluem o custo do frete por tonelada, mas tendem a elevar os tempos de carregamento e de ciclo. A idade do caminhão contrapõe o menor custo de oportunidade de operar um ativo já depreciado ao maior risco de quebra e de paradas não programadas (filas). A garantia de suprimento de insumo na fábrica opõe o benefício de assegurar matéria-prima suficiente para não interromper a moagem ao custo de perda de qualidade da cana, medida em açúcares totais recuperáveis, e à ociosidade de caminhões em fila. As decisões de maximização da colheita e de aumento do volume transportado, por fim, evidenciam que ganhos em uma frente, como a intensidade da colheita ou a capacidade de carga, precisam ser ponderados contra os custos de transbordo e de colheita e contra os efeitos sobre a velocidade operacional.

Na logística *out-bound*, os *trade-offs* assumem natureza distinta, mais ligada à comercialização e ao escoamento do produto acabado, conforme sintetizado na Tabela 2.

Tabela 2. *Trade-offs* clássicos da logística *out-bound* no agronegócio

Decisão	Compensação (<i>trade-off</i>)
Multimodalidade	custo do frete por tonelada <i>versus</i> tempo <i>versus</i> perda
Armazenagem	custo de oportunidade <i>versus</i> perdas físicas e econômicas
Período de movimentação	preço de comercialização <i>versus</i> custos logísticos
Garantia de custos logísticos	contratos <i>versus</i> mercado <i>spot</i>

Fonte: Elaborado pelos autores

A multimodalidade reduz o custo do frete por tonelada nas longas distâncias, mas costuma aumentar o tempo de trânsito e as perdas associadas aos transbordos entre modos. A armazenagem contrapõe o custo de oportunidade de imobilizar capital em estoque às perdas físicas e econômicas decorrentes da falta de capacidade de estocagem, como a venda forçada durante a safra e o recurso ao estoque sobre rodas. O período de movimentação relaciona o preço de comercialização, em geral mais favorável na entressafra, aos custos logísticos de cada janela de escoamento. A garantia de custos logísticos, por sua vez, opõe a previsibilidade dos contratos de longo prazo à flexibilidade e à exposição ao risco do mercado *spot*. Em todos os casos, a decisão acertada depende de avaliar o conjunto, e não cada componente isoladamente.

É fundamental que os tomadores de decisão da logística saibam identificar os *trade-offs* envolvidos, os indicadores de desempenho pertinentes e a natureza da decisão a ser tomada. Boa parte desses *trade-offs* pode ser equacionada em termos econômicos, como custo ou lucro. Os exemplos apresentados foram didáticos, com apenas duas variáveis, mas no mundo real eles envolvem milhares de variáveis e restrições simultâneas, e dificilmente se chega a uma decisão acertada sem o apoio de algum

modelo matemático. Além disso, parte dos *trade-offs* combina grandezas de naturezas distintas, como emissões e custos, o que exige uma análise mais aprofundada por meio de otimização multiobjetivo, conforme a seção sobre logística verde da soja apresentada adiante, ou de outras abordagens, como a análise multicritério e a análise envoltória de dados (DEA).

As decisões logísticas também se distinguem por seu horizonte e por seu nível de responsabilidade. É usual classificá-las em três níveis, conforme sintetizado na Tabela 3. As decisões estratégicas envolvem horizontes mais longos e definem, por exemplo, onde localizar novas agroindústrias. As decisões táticas, de horizonte intermediário, abrangem o planejamento da produção e logística. As decisões operacionais, por fim, lidam com o dia a dia, como a roteirização. A consistência e integração entre esses níveis é condição para que o sistema logístico opere de maneira eficiente.

Tabela 3. Níveis de decisão na gestão da logística do agronegócio

Nível	Horizonte	Responsável	Exemplos de decisão
Estratégico (traz visão)	Acima de 1 ano	Conselho e diretoria	Escolha do modal de escoamento e do corredor de exportação; localização de novos armazéns, silos e terminais; investimento em capacidade de esmagamento ou em usina de etanol; contratos de longo prazo de capacidade ferroviária ou portuária (<i>take-or-pay</i>); entrada em novas culturas ou novos mercados de exportação
Tático (traz alocação eficiente de recurso)	1 a 12 meses	Gerência	Plano de originação da safra; política de carregamento e comercialização (armazenar na entressafra ou vender na colheita); contratação de frete da safra; alocação da capacidade de armazenagem e secagem entre culturas; política de <i>hedge</i> e blendagem para atender especificação de contrato
Operacional (traz a execução adequada)	Dias a semanas	Supervisão e coordenação	Roteirização dos caminhões da fazenda ao armazém ou porto; programação do recebimento e ordenação da fila de descarga no pico de safra; operação de secadores e aeração dos silos; agendamento de janelas de descarga; sequenciamento de carregamento de navios e vagões

Fonte: Elaborada pelos autores

2. Da intuição aos dados

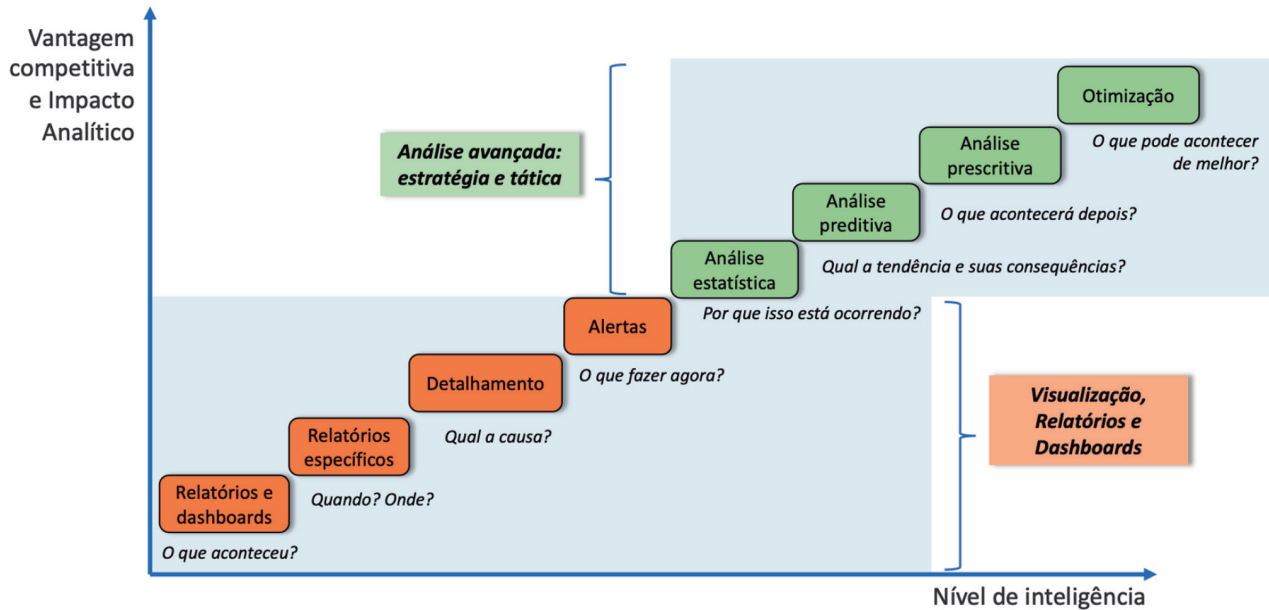
Muitas empresas do agronegócio ainda coordenam suas operações com base em planos individualizados e em processos decisórios predominantemente intuitivos. Essa conduta aumenta as chances de falhas de planejamento e afasta os resultados do potencial máximo de criação de valor. Pequenos equívocos podem passar despercebidos por anos, acumulando prejuízos de grandes proporções. A boa notícia é que existe um caminho consolidado para qualificar essas decisões, que parte da valorização da informação e culmina no uso de modelos (PÉRA, BRANCO & CAIXETA-FILHO, 2017).

A qualidade do processo decisório depende de reconhecer as armadilhas cognitivas que costumam contaminar as decisões de operações. O uso disciplinado de dados e de métodos contribui justamente para reduzir a influência desses vieses sobre as escolhas.

Surge, então, uma pergunta recorrente nas organizações: o que fazer quando não há dados suficientes? A resposta varia conforme o contexto e a maturidade da informação disponível. Quando se trata de um produto novo, sem histórico, recorre-se a métodos de julgamento qualitativo, como painéis de especialistas e pesquisas de mercado, reconhecendo suas limitações de escalabilidade e a presença de vieses humanos. Quando há histórico relativamente estável e sazonal, as séries temporais clássicas, como médias móveis e suavização exponencial, oferecem boas aproximações, ainda que ignorem causas externas. Quando muitos fatores influenciam a variável de interesse, os modelos causais, baseados em regressão e em técnicas econométricas, tornam-se adequados. E quando há grande volume de dados e muitas variáveis, as técnicas de aprendizado de máquina passam a ser as mais indicadas, desde que apoiadas em dados consistentes e em boa governança. O ponto de partida, em todos os casos, é o mesmo, nada substitui bons dados. É uma máxima na área da modelagem: *gargabe-in, garbage-out*.

A natureza analítica de uma operação logística evolui por estágios que se apoiam uns nos outros, conforme ilustra a Figura 3, adaptada de Morley (2017), que os organiza em uma escada na qual a vantagem competitiva cresce à medida que se avança das análises mais simples para as mais sofisticadas. Nos degraus iniciais estão as análises descritivas, ligadas a relatórios, painéis e consultas pontuais, de caráter mais operacional, que respondem a perguntas como o que aconteceu, onde, quando e por quê. Nos degraus superiores situam-se as análises avançadas, de natureza tática e estratégica, que abrangem a análise estatística, a previsão, a análise preditiva e, no topo, a otimização, que responde à pergunta mais importante de todas: qual é o melhor resultado possível e o que é preciso fazer para alcançá-lo. Cabe destacar, contudo, que cada camada se constrói sobre a fundação da anterior, de modo que não se alcança a otimização sem antes estruturar as etapas descritivas e preditivas e, sobretudo, sem dispor de dados de qualidade. A otimização é, portanto, o ápice da inteligência analítica, mas é também um ponto de chegada, que depende da maturidade acumulada nos estágios precedentes e de uma base de dados consistente, pois nada substitui bons dados.

Figura 3. Relação da vantagem competitiva e impacto analítico com o ferramental utilizado



Fonte: Adaptado de Morley (2017)

3. Modelagem e otimização: a contribuição da pesquisa operacional

Diante de decisões cada vez mais complexas, os modelos matemáticos tornam-se ferramentas indispensáveis para a elaboração de planos integrados, otimizados e exequíveis. Um modelo é uma representação idealizada e simplificada de uma situação do mundo real. Sua finalidade é propiciar a aquisição de conhecimento e facilitar o planejamento e a previsão de atividades, sempre tendo a busca pela verdade como horizonte. O processo de modelagem percorre, em linhas gerais, a abstração do sistema, a programação do modelo, a validação dos resultados e a implementação das ações, em um ciclo no qual resultados não validados retornam às etapas anteriores para ajustes.

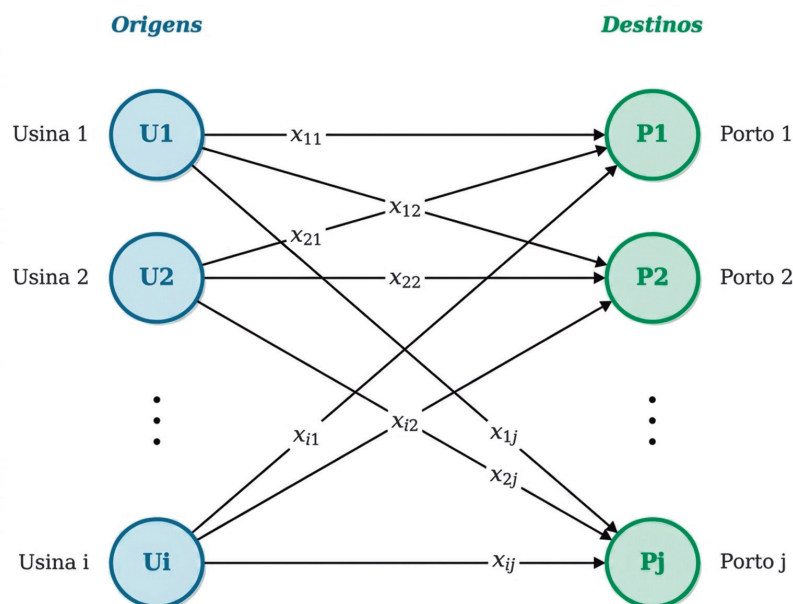
A pesquisa operacional pode ser entendida como a aplicação de métodos matemáticos e científicos à resolução de problemas associados à concepção e ao gerenciamento de sistemas extensos e complexos, comuns no mundo dos negócios, da indústria e do governo (CAIXETA-FILHO, 2004). O *Institute for Operations Research and the Management Sciences* – INFORMS – define a área de Pesquisa Operacional como sendo o processo científico de transformar dados em discernimento para tomar melhores decisões (INFORMS, 2026). Os problemas típicos envolvem o uso otimizado de recursos limitados, como mão de obra, equipamentos, materiais, capital ou tempo. Um modelo matemático de otimização é estruturado a partir de quatro elementos: as variáveis de decisão, que representam as escolhas a serem feitas; os parâmetros, que são os dados de entrada; a função objetivo, que expressa o critério a ser maximizado ou minimizado; e as restrições, que delimitam o espaço das soluções viáveis (CAIXETA-FILHO, 2004).

Muitos gestores usam de forma inadequada o termo otimização como sinônimo de melhorar o sistema de tomada de decisão, quando, em sentido técnico, otimizar é encontrar a melhor solução possível dentro da região viável do problema, segundo um critério definido pela função objetivo (maximização ou minimização). Essa solução é o que se denomina solução ótima.

O problema do transporte ilustra bem essas ideias. Suponha-se um grupo econômico com três usinas que precisa movimentar carga para três portos, buscando a configuração de fluxo que minimize o custo total de transporte. Uma estratégia intuitiva seria alocar a carga sempre nas combinações de menor custo unitário. Ocorre que essa heurística costuma conduzir a soluções subótimas, pois as ligações aparentemente mais baratas podem forçar o uso posterior de ligações muito caras. A modelagem do problema permite encontrar a solução de menor custo de forma sistemática. Formalmente, as variáveis de decisão representam a quantidade transportada de cada usina para cada porto; a função objetivo minimiza o custo total, dado pela soma dos produtos entre quantidades e custos unitários de transporte; e as restrições garantem o respeito à oferta de cada usina e ao atendimento da demanda de cada porto.

Uma forma elegante de representar e generalizar esse tipo de problema é a modelagem em redes, composta por nós e arcos, conforme apresentado pela Figura 4. Os nós representam origens e destinos, como talhões, usinas, terminais e portos, e os arcos representam os fluxos possíveis entre eles, cada qual com um custo associado. A partir dessa estrutura, é possível responder a perguntas como qual área de produção deve abastecer qual unidade industrial, ou qual unidade deve exportar por qual terminal, sempre com o objetivo de minimizar o custo total respeitando as restrições do sistema. Esse arcabouço, conhecido como problema do transporte, está na base de inúmeras aplicações logísticas, com as mais diversas variedades.

Figura 4. Representação em formato de grafo do problema de transporte exemplificado para a movimentação de carga entre usinas e portos



Fonte: Elaborada pelos autores

De forma genérica, o problema do transporte pode ser representado pela estrutura apresentada no Quadro 1, na qual a função objetivo minimiza o custo total de transporte e as restrições asseguram o atendimento da oferta de cada origem e da demanda de cada destino. Essa estrutura pode trazer variantes, como, por exemplo, nós intermediários na rede logística, com a inclusão de terminais ferroviários, hidroviários ou armazéns - tal problema recebe o nome de modelo do transbordo, que inclui restrições adicionais de equilíbrio da rede para cada nó intermediário considerado.

Quadro 1. Estrutura matemática do problema do transporte

Minimizar $Z = \sum_i \sum_j c_{ij} \cdot x_{ij}$

sujeito a:

$\sum_j x_{ij} \leq S_i, \forall i$ (oferta de cada usina i)

$\sum_i x_{ij} \geq D_j, \forall j$ (demanda de cada porto j)

$x_{ij} \geq 0, \forall i, j$ (não negatividade para toda fluxo entre origem i e destino j)

em que c_{ij} é o custo unitário de transporte da origem i ao destino j; x_{ij} é a quantidade transportada de i para j; S_i é a oferta da origem i; e D_j é a demanda do destino j.

Fonte: Elaborado pelos autores

A programação linear é a técnica mais difundida para resolver esse tipo de problema quando as relações entre as variáveis são lineares. Sua estrutura lógica é montada para identificar quais são as alternativas para a decisão (variáveis de decisão), sob quais restrições a decisão é tomada e qual o critério objetivo para avaliar as alternativas no sentido de maximizar ou minimizar (CAIXETA-FILHO, 2004).

A partir dos resultados, é possível realizar diversas análises de pós-otimalidade. Uma das mais úteis é a análise de sensibilidade, que oferece conceitos importantes para entender a decisão. Um deles é o custo reduzido, que mostra o quanto a função objetivo piora ao se forçar a entrada de uma variável atualmente nula. Outro é o preço-sombra, que indica o quanto a função objetivo melhora com o acréscimo de uma unidade na disponibilidade de um recurso, e que pode ser lido como o custo de oportunidade de não dispor de mais daquele recurso. A análise informa ainda em que intervalo os coeficientes da função objetivo e os termos à direita das restrições podem variar sem alterar a solução ótima e a análise de sensibilidade, respectivamente. No problema do transporte, essas interpretações ganham sentido prático. Elas indicam quanto os custos de transporte podem variar sem que os fluxos ótimos se modifiquem, quais usinas deveriam ampliar a produção para reduzir o custo total e em qual porto convém aumentar a demanda mínima de exportação com o menor impacto sobre esse custo.

A análise de sensibilidade pode ser entendida como uma forma de análise de risco, já que mostra o quanto a solução ótima e o custo total reagem a variações nos parâmetros. Parâmetros cujas pequenas alterações provocam grandes mudanças no resultado sinalizam os pontos de maior risco da decisão, que merecem atenção e monitoramento, ao passo que aqueles de baixo impacto indicam onde a solução é robusta.

Adicionalmente, é possível realizar análises de cenários. Em cada cenário, especifica-se um conjunto de alterações nas premissas e nos parâmetros do modelo e avaliam-se as variações absolutas e relativas do custo total diante das intervenções propostas. É comum definir um cenário base, também chamado de *business as usual*, além de um cenário pessimista e um otimista, de modo a observar como a solução se comporta em diferentes condições. No exemplo em questão, poderiam ser construídos cenários otimistas e pessimistas de produção e de exportação, ou ainda combinações de fluxos sujeitas a indisponibilidade, ou mesmo avaliar impactos de novas políticas nos custos unitários de transporte.

Um campo particularmente relevante para o agronegócio é o dos projetos de redes logísticas e de localização. Configurar uma rede logística significa desenhar a estrutura por onde os insumos e/ou produtos circulam, desde os pontos de origem, como fazendas e fábricas, até os centros de demanda, como mercados e portos (BALLOU, 2006).

As decisões envolvem determinar a quantidade de instalações a serem usadas, onde localizá-las, quais produtos e clientes atribuir a cada uma, quais serviços de transporte utilizar e quais fluxos e níveis de estoque manter. Esses estudos são especialmente oportunos no início da estruturação de um negócio, na ampliação de mercados, na reestruturação da cadeia para reduzir custos ou melhorar o nível de serviço, na incorporação de novos canais de abastecimento e distribuição e diante de fusões, aquisições e mudanças regulatórias (BALLOU, 2006). A decisão de localização, por sua vez, é influenciada por fatores como o custo do terreno e da construção, a disponibilidade e o acesso a serviços de transporte, a oferta e a produtividade da mão de obra local, a carga tributária e o potencial de expansão (BALLOU, 2006). Normalmente, utiliza-se a estrutura de modelagem de otimização, combinando variáveis contínuas (fluxos de transporte) e variáveis binárias (se localiza ou não a instalação de interesse), nomeando esse tipo de estrutura como Programação Inteira-Mista ou *Mixed-Integer Programming* (MIP).

Vale destacar que esse tipo de modelagem, ao integrar aspectos tributários e logísticos, trata de um tema particularmente atual. Por muito tempo, a guerra fiscal incentivou a localização de

A análise de sensibilidade pode ser entendida como uma forma de análise de risco, já que mostra o quanto a solução ótima e o custo total reagem a variações nos parâmetros.

agroindústrias com base em benefícios tributários, levando empresas a se instalarem em pontos fiscalmente vantajosos, ainda que logisticamente mais caros. Com a reforma tributária e o fim desses incentivos, a decisão de localização tende a se apoiar cada vez mais em critérios logísticos. Nesse cenário, torna-se mandatório que as empresas, sobretudo as que operam com margens estreitas, reavaliem sua rede logística em função das mudanças tributárias, a fim de identificar a localização mais eficiente (vide o caso da Seção 5.2 - “*Localização ótima de indústrias misturadoras de fertilizantes*”).

Um pré-requisito para qualquer aplicação dessas ferramentas é a estruturação adequada do custo de transporte (que é o c_{ij} do modelo matemático de otimização), que pode ser tratada por meio de modelos de custo ou previsão de frete. O custo de transporte rodoviário depende de dois grandes grupos de fatores: os componentes de custo e a produtividade operacional. Os componentes de custo dividem-se em fixos, que independem da utilização do equipamento, como depreciação, custo de capital, seguro e mão de obra, e variáveis, que dependem da utilização, como combustível, pneus, manutenção e lubrificação. A produtividade operacional, por sua vez, relaciona-se às características das rotas, como distância, velocidade, consumo de combustível e tempos de carregamento, descarregamento e fila. A modelagem de custo permite quantificar como variações nesses fatores afetam o custo final, oferecendo subsídios tanto para o diagnóstico de gargalos quanto para a priorização de melhorias. Estruturar o custo de transporte é um mecanismo de controle importante, que permite avaliar métricas de desempenho, diagnosticar gargalos logísticos, como rotas improdutivas e tempos elevados, e prescrever melhorias. Para quem opera com frota própria, esse tipo de estrutura é mandatório. Para quem opera com frota terceirizada, é igualmente desejável, pois auxilia na avaliação de fornecedores e no desenho de contratações de longo prazo (CAIXETA-FILHO; PÉRA, 2022).

Por exemplo, a Tabela 4 sintetiza uma análise de sensibilidade conduzida para o transporte de um milhão de toneladas de cana em um raio médio de vinte quilômetros, de acordo com dados do Esalq-Log. Os resultados mostram que a redução de uma hora no tempo de carregamento, descarregamento ou ociosidade do equipamento proporcionaria economia próxima de R\$ 2,6 milhões, e que o aumento de uma tonelada na taxa de ocupação dos veículos reduziria o custo em cerca de R\$ 400 mil. Ganhos relevantes também decorrem de melhorias no rendimento do combustível, na velocidade média e na redução do raio de transporte. Esses números evidenciam que a otimização da produtividade, muitas vezes negligenciada no planejamento, tem impacto direto sobre o custo total das operações.

Tabela 4. Ganhos econômicos a partir da análise de sensibilidade de fatores de produtividade no transporte de cana (um milhão de toneladas, raio médio de vinte quilômetros)

Fator de produtividade	Unidade	Variação marginal	Ganho econômico
Preço do combustível	R\$/litro	menos R\$ 0,10	R\$ 83,3 mil
Rendimento de combustível	km/litro	mais 0,1 km/litro	R\$ 242,4 mil
Velocidade	km/hora	mais 1 km/hora	R\$ 111,2 mil
Tempo de carregamento e descarregamento	hora	menos 1 hora	R\$ 2,585 milhões
Tempo de ociosidade	hora	menos 1 hora	R\$ 2,585 milhões
Taxa de ocupação	tonelada	mais 1 tonelada	R\$ 400,0 mil
Distância	km	menos 1 km	R\$ 329,8 mil

Fonte: ESALQ-LOG (2023)

Entre as vantagens teóricas dos modelos de otimização, destacam-se a garantia da solução ótima dentro do escopo modelado, a possibilidade de explorar cenários e realizar análises de sensibilidade, a menor necessidade de coleta de dados para representar processos já existentes e a maior facilidade na representação de processos ainda não implantados (CAIXETA-FILHO, 2004). O principal desafio é estruturar o modelo de forma personalizada, incorporando as características e peculiaridades de cada organização, e garantir que o plano resultante seja factível. Um planejamento que ofereça embaraços à sua execução, por mais otimizado que seja no papel, não conduzirá as operações ao melhor resultado.

4. Inteligência artificial e ciência de dados na logística

A inteligência artificial e a ciência dos dados têm ganhado destaque crescente no segmento agroindustrial. Suas aplicações envolvem a identificação de padrões para prever variáveis de interesse e para apoiar diagnósticos e prognósticos do sistema. A partir de uma base de dados, é possível treinar um modelo capaz de reconhecer esses padrões e utilizá-lo para prever variáveis de interesse (CAIXETA-FILHO; PÉRA, 2022).

No Grupo Esalq-Log, parte dessas técnicas tem sido estudada justamente para prever o comportamento do preço do frete. Como em qualquer ferramenta analítica, o desafio comum permanece, dados e equipe qualificada.

A mineração de dados pode ser entendida como o processo de transformar grandes conjuntos de dados em conhecimento útil para a tomada de decisão, sustentando uma cultura de gestão baseada em evidências (SILVA; PERES; BOSCARIOLI, 2016). Nesse contexto, o aprendizado de máquina, também denominado de *machine learning*, ocupa posição central. Trata-se da utilização de algoritmos com a finalidade de extrair informações de dados brutos e representá-las por meio de um modelo matemático, posteriormente usado para fazer inferências ou previsões a partir de novos conjuntos de dados (ESCOVEDO; KOSHIYAMA, 2020). Em geral, busca-se descobrir padrões ou relações que

expliquem o comportamento dos dados e automatizar tarefas que seriam difíceis ou impraticáveis de realizar manualmente.

Os métodos de aprendizado de máquina costumam ser organizados em duas grandes famílias. No aprendizado supervisionado, o algoritmo aprende uma regra geral a partir de um conjunto de dados conhecido e rotulado, com um objetivo definido. Apresentam-se diversos exemplos para que o algoritmo aprenda um padrão e consiga produzir estimativas e previsões, havendo dados de entrada e de saída conhecidos. No aprendizado não supervisionado, o objetivo é compreender relações, estruturas e padrões entre as variáveis, sem supervisão humana e sem dados de saída a serem estimados, buscando agrupar ou organizar os dados em função de suas similaridades.

As aplicações de inteligência artificial na área de logística têm se ampliado em larga escala. No transporte, especificamente, elas alcançam aspectos de segurança, confiabilidade, eficiência e desempenho ambiental, em frentes como a mobilidade urbana, o gerenciamento inteligente de tráfego e o transporte rodoviário, incluindo o uso de veículos autônomos e de algoritmos de previsão (CONDE; TWINN, 2019; PERNESTÅL *et al.*, 2021). Em uma revisão sistemática do gerenciamento internacional de cargas, Barua, Zou e Zhou (2020) organizam essas aplicações em uma taxonomia que distingue a predição de valores, de estados e de ações, e mostram que os maiores interesses recaem sobre a predição de valores e sobre a previsão de demanda de transporte. Os mesmos autores apontam quatro lacunas a serem exploradas: a tendência de migrar das redes neurais para métodos de aprendizado conjunto, como o *gradient boosting*; a integração entre aprendizado de máquina e pesquisa operacional; a importância do tipo, do tamanho e da qualidade dos dados para a adequação de cada método; e o desenvolvimento de abordagens híbridas que combinem o melhor das técnicas existentes.

Uma fronteira particularmente promissora é a integração entre o aprendizado de máquina e a pesquisa operacional, que combina a capacidade preditiva do primeiro com a capacidade prescritiva da segunda. O caminho de unir predição e prescrição tende a aproveitar os pontos fortes de cada família de técnicas.

No tema específico da previsão de preços de fretes, a análise preditiva é de grande importância para apoiar as decisões dos diferentes agentes econômicos, mitigando riscos e antecipando mudanças de tendência do mercado (XIAO *et al.*, 2020). A literatura registra uma variedade de abordagens. Budak, Ustundag e Guloglu (2017) compararam regressões quantílicas e redes neurais para o mercado *spot*, com vantagem para as últimas. Jang, Chang e Kim (2023) testaram diferentes algoritmos para a previsão em plataformas de corretagem e identificaram o *LightGBM* como o de maior poder preditivo e maior velocidade de processamento. Green *et al.* (2022) obtiveram o melhor desempenho com florestas aleatórias na previsão de fretes do mercado *spot* da indústria de reciclagem, enquanto Janusz, Jamiolkowski e Okulewicz (2022), ao compilar os resultados de uma competição internacional, destacaram o *XGBoost* e o *LightGBM* entre as soluções mais precisas. Em praticamente todos esses estudos, a distância da rota figura como a variável mais influente na formação do preço do frete.

Dentro do aprendizado supervisionado, distinguem-se os modelos de regressão e os de classificação. Os primeiros são empregados quando a variável a ser predita é numérica, contínua ou discreta,

como o preço de um frete. Os segundos aplicam-se quando a variável é categórica, como a escolha do modo de transporte. Para avaliar a qualidade do aprendizado, a base de dados é segregada em treino e teste, com o objetivo de construir um modelo a partir dos dados de treino e verificar seu desempenho preditivo nos dados de teste. Entre as métricas mais utilizadas estão a raiz do erro quadrático médio, que mede o erro de predição, e o coeficiente de determinação, que indica a proporção da variância da variável de interesse explicada pelo modelo.

É preciso, contudo, cautela na interpretação dos resultados. Modelos preditivos exigem validação cuidadosa, atenção à qualidade e à representatividade dos dados e compreensão clara de seus limites de aplicação. Bons resultados em uma base histórica específica não garantem desempenho equivalente em condições distintas das observadas no treinamento. Essa postura crítica é o que separa o uso responsável das técnicas de aprendizado de máquina de sua aplicação ingênua.

5. Casos aplicados de otimização e inteligência artificial

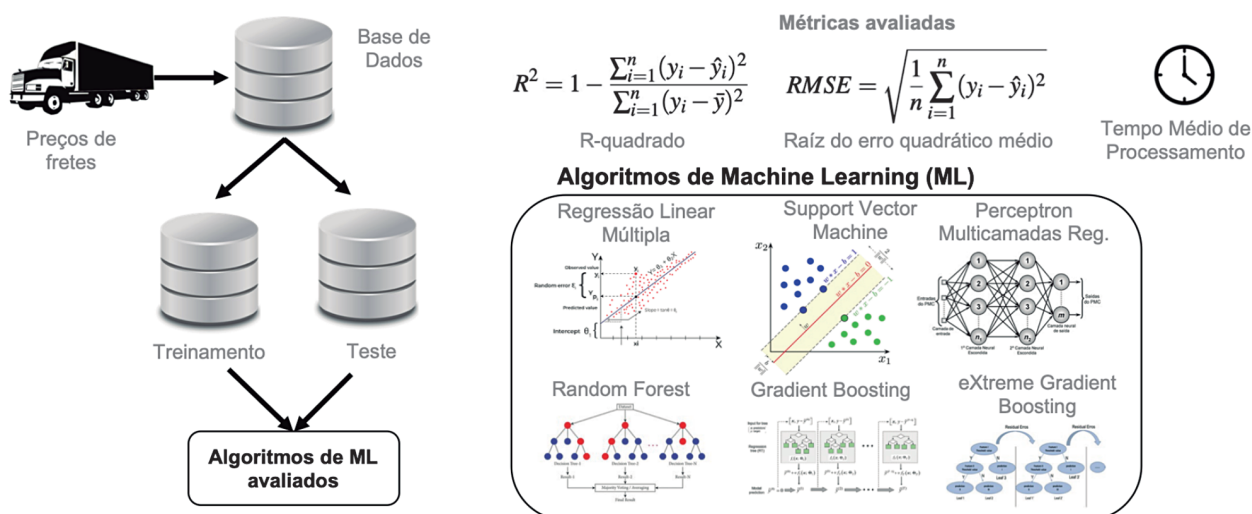
Esta seção reúne cinco casos aplicados desenvolvidos no âmbito do Grupo Esalq-Log que ilustram, de forma concreta, o potencial das ferramentas discutidas. Os três primeiros tratam predominantemente de aprendizado de máquina, de otimização de localização de misturadoras de fertilizantes e da otimização multiobjetivo entre custos e emissões na logística verde; os dois últimos articulam otimização sob riscos para dimensionamento da frota de etanol e a gestão de perdas com classificadores de aprendizado de máquina.

5.1. Predição de preços de fretes rodoviários com aprendizado de máquina

O mercado de fretes do agronegócio apresenta características que o aproximam de uma estrutura de concorrência, com elevada oferta de prestadores de serviços, muitos deles autônomos, grande número de embarcadores e baixa diferenciação dos ativos de transporte. A formação do preço do frete é influenciada por fatores como distância, tipos de carga e de produto, sazonalidade, possibilidade de carga de retorno, concorrência com outros modos, estado de conservação das vias e nível de capacidade de armazenagem da região. A análise preditiva desse mercado é de grande importância para apoiar as decisões dos diferentes agentes, mitigando riscos e melhorando a performance econômica de suas operações.

Com esse propósito, avaliou-se o desempenho de diferentes modelos de aprendizado de máquina na predição de preços de fretes rodoviários de cargas do agronegócio em uma abordagem estática (não incorporando séries temporais). Estruturou-se uma base de dados abrangente, com aproximadamente 16 mil registros de preços de fretes referentes a rotas de todo o país no ano de 2022, distribuídos em cerca de 4,9 mil combinações de origem e destino. O conjunto de variáveis preditoras incluiu a distância da rota, o tipo de produto, as regiões de origem, a proximidade com terminais ferroviários ou hidroviários, o preço do diesel e a qualidade das rodovias, entre outras. A metodologia adotou a validação cruzada com dez partições, de modo a garantir uma avaliação robusta, e empregou a raiz do erro quadrático médio e o coeficiente de determinação como métricas.

Figura 5. Etapas do trabalho de aprendizado de máquina para previsão dos custos de transporte



Fonte: Elaborado pelos autores

Foram avaliados seis modelos, conforme apresentado na Tabela 5. A regressão linear múltipla foi utilizada como referência comparativa, por ser o modelo mais simples. Os melhores desempenhos couberam aos métodos baseados em conjuntos de árvores. O modelo *Random Forest* apresentou erro médio de R\$ 28,48 por tonelada e coeficiente de determinação de 94,4%, seguido pelo *eXtreme Gradient Boosting*, com erro de R\$ 29,08 e coeficiente de 94,2%, e pelo *Gradient Boosting*, com erro de R\$ 34,14 e coeficiente de 91,9%. Os modelos de máquinas de vetores de suporte e de regressão linear apresentaram os desempenhos mais modestos.

Tabela 5. Comparação dos modelos de aprendizado de máquina para predição de fretes

Modelo	RMSE Médio	R ² Médio	Tempo de Processamento (s)
Regressão Linear	45,79	0,854	0,206
Random Forest	28,48	0,944	53,341
Gradient Boosting	34,14	0,919	16,841
SVR	49,39	0,832	204,490
MLP	41,73	0,880	74,903
XGB	29,08	0,941	3,756
RF Otimizado	28,29	0,944	155,54
GB Otimizado	26,77	0,950	42,97
XGB Otimizado	28,26	0,945	19,06

RMSE = raiz do erro quadrático médio (do inglês, root mean square error); R² = coeficiente de determinação; SVR = regressão por vetores de suporte (support vector regression); MLP = perceptron de múltiplas camadas (multilayer perceptron); XGB = eXtreme Gradient Boosting; RF = Random Forest; GB = Gradient Boosting. Os modelos identificados como “Otimizado” referem-se às versões com hiperparâmetros ajustados por busca em grade.

Fonte: Elaborado pelos autores

A etapa seguinte consistiu na otimização de hiperparâmetros dos três melhores modelos, por meio do método de busca em grade combinado à validação cruzada. O ganho mais expressivo ocorreu no *Gradient Boosting*, cujo erro médio recuou de R\$ 34,14 para R\$ 26,77 por tonelada, com coeficiente de determinação de 95% e tempo de processamento de 42 segundos. Esse modelo, por aliar a melhor capacidade preditiva a um custo computacional relativamente baixo, tornou-se a referência recomendada para a previsão de fretes nessa base de dados para o exemplo didático apresentado.

A análise de importância das variáveis revelou que a distância é, de longe, o fator mais relevante para a previsão, com participação que varia de 55% a 99%, conforme o modelo. Outras variáveis ganharam peso em modelos específicos, como a origem no Mato Grosso, o tipo de produto e a região Sul. A regressão linear robusta, utilizada de forma complementar, ofereceu interpretações economicamente intuitivas, tais como: cargas com origem no Mato Grosso apresentaram fretes mais elevados do que demais regiões; o milho mostrou frete superior ao da soja, enquanto os fertilizantes, por se beneficiarem de frete de retorno, apresentaram valores inferiores. O caso evidencia que o aprendizado de máquina pode gerar previsões úteis para a contratação de fretes e para o planejamento logístico, desde que sustentado por uma base de dados consistente e por uma leitura crítica dos resultados.

5.2. Localização ótima de indústrias misturadoras de fertilizantes

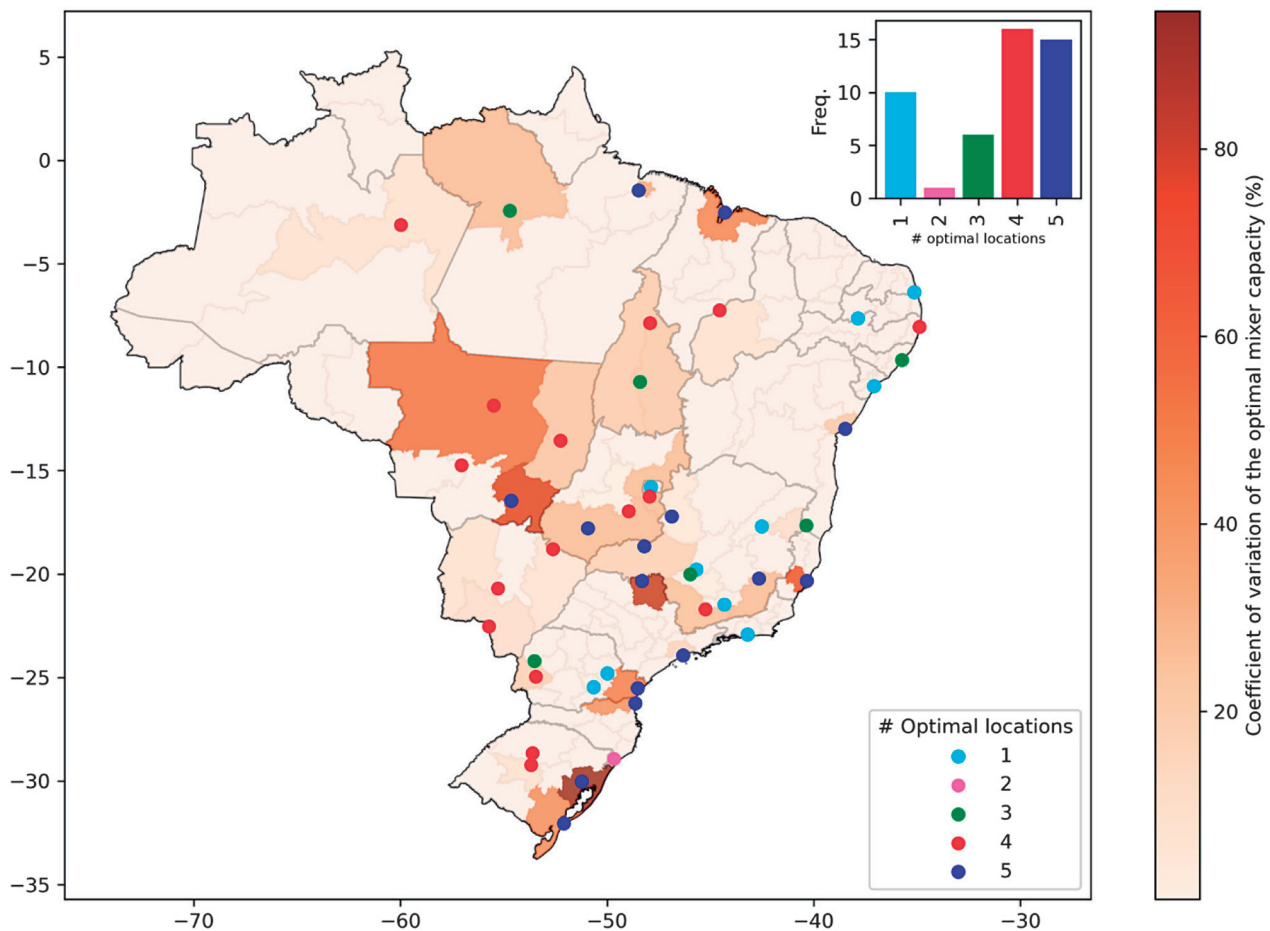
O fertilizante é considerado um insumo básico da agricultura brasileira, e sua cadeia logística está entre as mais complexas do agronegócio. O país figura entre os maiores consumidores mundiais e apresenta forte dependência de importações, uma vez que a produção interna não acompanha o ritmo de crescimento da demanda. Essa dependência concentra fluxos em poucos portos e gera gargalos, congestionamentos e custos elevados. Soma-se a isso a natureza do produto, cada cultura e cada tipo de solo demandam combinações específicas de nutrientes, o que exige a atuação de indústrias misturadoras, responsáveis por agregar as matérias-primas e produzir as fórmulas comerciais.

Para apoiar o redesenho dessa cadeia, Bastiani, Péra e Caixeta-Filho (2024) desenvolveram um modelo de programação inteira-mista com o objetivo de minimizar o custo logístico total do transporte de fertilizantes, determinando as localizações ótimas das indústrias misturadoras. A rede considerou os fluxos de entrada, referentes ao abastecimento das misturadoras a partir de portos e fábricas nacionais, e os fluxos de saída, referentes à distribuição do produto final ao consumo, com o país dividido em mesorregiões representadas por municípios centroides. Uma contribuição importante do trabalho foi a incorporação do imposto estadual sobre a circulação de mercadorias como um custo logístico, dado que sua incidência varia conforme a unidade federativa e influencia diretamente o desenho da rede.

A função objetivo minimiza o custo logístico total, composto pelos fluxos rodoviários, pelos fluxos intermodais e pelo custo fixo associado à abertura de cada misturadora, sujeito a um conjunto de restrições de oferta, capacidade e atendimento da demanda de nutrientes.

O modelo foi avaliado em cinco cenários, que abrangeram a situação atual, a isenção tributária, a ausência de restrição de capacidade de importação, a inclusão de novas infraestruturas intermodais e a expansão da demanda. Os resultados indicaram que os custos portuários representam parcela expressiva do custo logístico total, da ordem de 26% no cenário base, evidenciando o peso da dependência de importações. A consideração da carga tributária mostrou-se decisiva, a isenção fiscal reduziu o custo logístico total em cerca de 12,5%, mas, ao mesmo tempo, concentrou as misturadoras nas regiões portuárias e ampliou os fluxos de saída entre Estados. Esse resultado demonstra a importância de tratar a tributação como parte integrante do custo logístico nos modelos de localização. A Figura 6 apresenta a localização ótima das misturadoras de fertilizantes em diferentes cenários distribuídas espacialmente em nível de mesorregião no país. A quantidade de recomendações pode ser entendida como uma resiliência locacional frente aos choques avaliados nos cenários.

Figura 6. Resiliência da localização ótima das misturadoras em diferentes cenários avaliados



Fonte: Bastiani, Péra e Caixeta-Filho (2024)

Um aspecto importante nesse tipo de modelagem é a tensão entre localizar as misturadoras perto dos portos ou perto do mercado consumidor. Como boa parte dos fertilizantes é importada, ficar perto dos portos favorece a concentração das unidades em poucos polos, o que reduz o custo

de internalização das matérias-primas puras e, por ganho de escala, baixa o custo por tonelada de nutriente (Nitrogênio, Fósforo e Potássio). O que define o equilíbrio entre essa concentração e a proximidade do consumidor é, em boa parte, a tributação, e foi a incorporação de impostos estaduais como custo logístico. Pela regra avaliada em 2024, o modelo tendeu a colocar misturadoras em Estados sem portos importadores, para fugir da incidência do imposto, mesmo que isso encareça a logística. Quando simulou a isonomia tributária, a concentração nos portos aumentou, e Paranaguá se firmou como o principal polo do país e o custo logístico total caiu 12,5%. Isso nos tra como a tributação distorce a localização das indústrias e por que ela deve ser tratada como custo logístico.

Os resultados também apontaram um elevado potencial de crescimento para os portos do Arco Norte, cuja participação nas importações saltaria de 18% para 28% no cenário de expansão. Investimentos na ampliação da capacidade e na modernização desses portos, bem como na facilitação do acesso aos terminais intermodais, são essenciais para equilibrar a matriz de transporte e reduzir os custos da cadeia de fertilizantes.

5.3. Logística verde da soja: otimização multiobjetivo e Fronteira de Pareto

As organizações têm incorporado à gestão logística, preocupações que vão além da dimensão econômica, abrangendo também as dimensões ambiental, social e de governança. A redução de emissões, a eficiência energética e a diminuição das perdas passaram a integrar a agenda do setor. Esse movimento coloca um desafio analítico relevante. Como tomar decisões quando há mais de um objetivo a perseguir e quando esses objetivos podem competir entre si? A resposta passa pela otimização multiobjetivo.

Com esse enfoque, Péra (2022) desenvolveu um modelo de logística verde para a soja brasileira, voltado a avaliar os efeitos de mudanças tecnológicas e infraestruturais do transporte. O modelo considerou alternativas como melhorias no rendimento do consumo de combustível, a mudança de modo de transporte, ganhos de produtividade operacional e uso de navios maiores (*Capesizes*). A formulação tratou simultaneamente objetivos como a minimização dos custos logísticos, a minimização das emissões de dióxido de carbono e a minimização das perdas associadas às atividades logísticas.

O problema de otimização multiobjetivo pode ser formulado, com n objetivos, para $n > 1$, conforme a expressão apresentada (QI *et al.*, 2017; CARAMIA & DELL'OLMO, 2020).

$$F(x) = \{f_1(x), f_2(x), \dots, f_n(x)\}$$

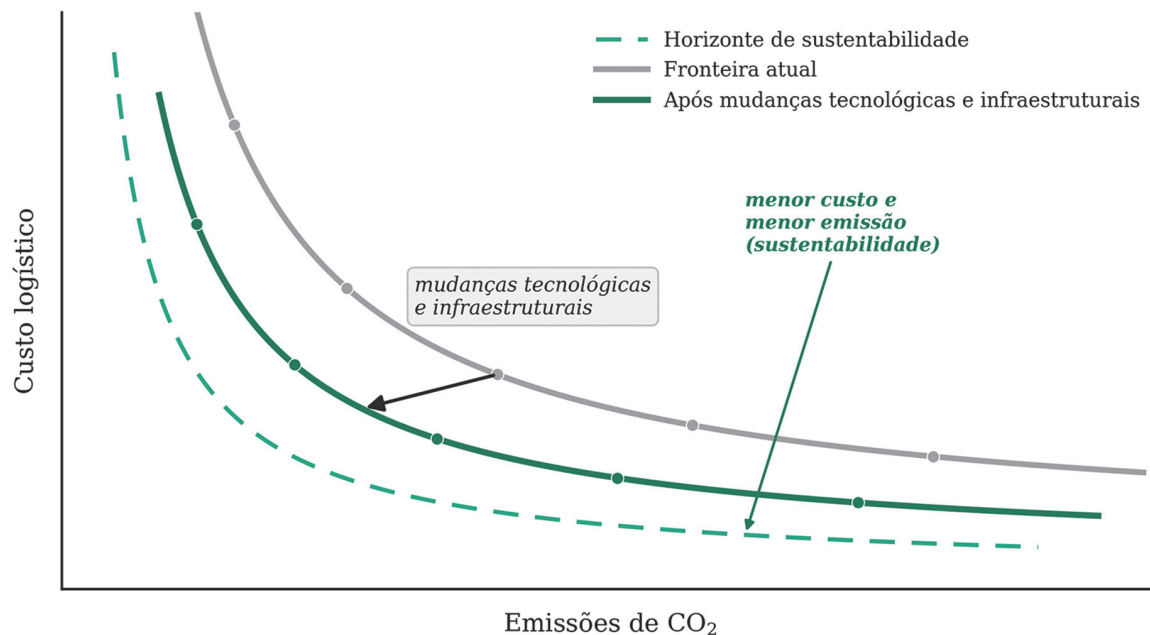
$$\text{s.a: } x \in S$$

$$S = \{x \in R^m : h(x) = 0, g(x) \geq 0\}, S \subset R^m$$

Onde $F(x)$ é o vetor das n funções objetivo do problema de otimização, S é o espaço m -dimensional da região viável de decisão, o qual contempla as restrições do modelo do tipo igualdade e desigualdade, definidas por $h(x)$ e $g(x)$, respectivamente. Além disso, $x=(x_1, x_2, \dots, x_m) \in S$ é chamado de variável de decisão do modelo.

O conceito de Fronteira de Pareto é central nesse tipo de análise. Em problemas com objetivos conflitantes, raramente existe uma única solução que seja, ao mesmo tempo, a melhor sob todos os critérios. O que existe é um conjunto de soluções eficientes, nas quais não é possível melhorar um objetivo sem piorar outro. A Fronteira de Pareto representa graficamente esse conjunto e permite ao tomador de decisão visualizar as compensações entre, por exemplo, custo e emissões, escolhendo o ponto que melhor atende às suas prioridades. Mais do que uma resposta única, o modelo oferece um mapa de alternativas eficientes. A Figura 7 apresenta a Fronteira de Pareto entre custo logístico e emissões de dióxido de carbono na logística da soja no Brasil. O deslocamento da Fronteira de Pareto, reduzindo simultaneamente entre custo e emissão, aponta o caminho para a sustentabilidade econômica e ambiental da logística no país, apoiando ações de políticas públicas e de gestão empresarial.

Figura 7. Fronteiras de Paretos entre minimização dos custos logísticos e minimização das emissões de dióxido de carbono a partir de mudanças tecnológicas e infraestruturais da logística



Fonte: adaptado de Péra (2022)

Um caso particularmente importante diz respeito às soluções de natureza ganha-ganha. Em diversas situações, mudanças tecnológicas e infraestruturais reduzem simultaneamente os custos logísticos e as emissões, configurando oportunidades em que o ganho econômico e o ganho ambiental

caminham na mesma direção. A mudança de modo de transporte das longas distâncias para alternativas mais eficientes, a redução do tempo de ociosidade dos equipamentos e os ganhos de produtividade operacional ilustram esse tipo de situação. O modelo também subsidia recomendações de políticas que promovam a logística verde, ao quantificar os impactos das diferentes intervenções sobre custos, emissões, perdas, demanda de caminhões e consumo de combustível. Trata-se de um exemplo de como a otimização pode informar decisões empresariais e o desenho de políticas públicas para o setor.

5.4. Otimização do dimensionamento de frota de caminhões para etanol de milho sob risco

Parte das decisões logísticas é tomada sob riscos (quando se conhece a distribuição das probabilidades e os estados da natureza) e incertezas (quando não se tem conhecimento sobre as distribuições dos resultados ou sobre os estados da natureza), principalmente quando há grande variabilidade de dados, principalmente em problemas de decisões em nível operacional. Tempos de carga e descarga, velocidades, prazos de entrega e disponibilidade de equipamentos não são números fixos, mas grandezas que variam de uma operação para outra. A modelagem determinística, que atribui um único valor a cada parâmetro, é um bom ponto de partida, mas tende a esconder o risco da decisão, pois entrega uma resposta única para um mundo que é variável. Incorporar o risco significa tratar esses parâmetros como variáveis aleatórias, propagar o risco pelo modelo e analisar a distribuição dos resultados possíveis e não somente um número. Esse tipo de modelagem é comum quando há grande variabilidade nos dados dos parâmetros, o que cria riscos e incertezas da decisão. Para isso, uma das tratativas consagradas é via simulação.

O dimensionamento de frota ilustra bem essa transição. Em um fluxo circular de transporte, no qual o veículo vai da origem ao destino e retorna, o tempo de ciclo soma os tempos de carga e descarga e os tempos de percurso na ida e na volta (que dependem da razão da distância e velocidade):

$$T_{ciclo} = T_{carregamento} + T_{descarregamento} + \frac{distância_{ida}}{velocidade_{ida}} + \frac{distância_{volta}}{velocidade_{volta}}$$

A frota necessária confronta o volume a transportar com a capacidade de cada veículo no prazo e seu tempo de ciclo:

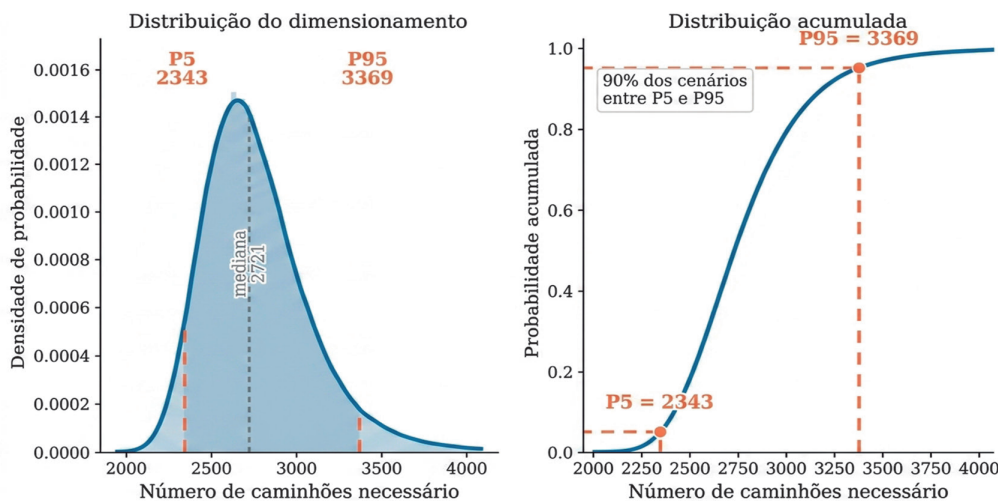
$$\phi = \frac{D T_{ciclo}}{\delta \Omega h}$$

em que ϕ é a frota (em número de veículos), D a demanda total (em toneladas ou metros cúbicos), δ a capacidade do veículo (em toneladas ou metros cúbicos), Ω o prazo operacional em dias e h a jornada diária (horas por dia).

Para transportar um milhão de metros cúbicos (m^3) de etanol de milho de Sorriso (MT) a Paulínia (SP), maior base de distribuição do país, cerca de 1.900 quilômetros, em 100 dias úteis com jornada de 8 horas e veículos de $37 m^3$, com tempos médios de 2,5 horas de carga e 5 horas de descarga, incluindo filas, e velocidades de 50 e 55 quilômetros por hora, o ciclo resulta em cerca de 80 horas e a frota em torno de 2.705 caminhões. Esse número, porém, é apenas o valor médio, é um resultado determinístico. Tratar os tempos e as velocidades como constantes leva a subdimensionar a frota e a não cumprir a demanda no prazo especificado. A modelagem sob risco incorpora essa variabilidade.

Assumindo que os tempos $T_{\text{carregamento}} \sim N(\mu_a, \sigma_a)$ e $T_{\text{descarregamento}} \sim N(\mu_b, \sigma_b)$ e as velocidades $V_{\text{ida}} \sim N(\mu_c, \sigma_c)$ e $V_{\text{volta}} \sim N(\mu_d, \sigma_d)$ variam a cada viagem. Tratando-os como normais e propagando o risco por simulação de Monte Carlo para um número elevado de replicações, obtém-se a distribuição da frota (Figura 8), e não um valor único. Entre os percentis P5 e P95 estão 90% dos cenários simulados.

Figura 8. Distribuição do número de caminhões necessário e respectiva distribuição acumulada para o transporte de Sorriso (MT) a Paulínia (SP), com os percentis P5 e P95



Fonte: Elaborado pelos autores

A decisão muda de natureza. Dimensionar pela mediana, cerca de 2.700 caminhões, atende a metade das ocorrências simuladas; o que importa é garantir o prazo com uma probabilidade aceitável. Formalmente, o dimensionamento ótimo pode ser escrito como um problema de minimização com restrição probabilística, conhecida como restrição de chance. Busca-se a menor frota que assegure o atendimento da demanda no prazo com uma probabilidade mínima, o nível de serviço desejado, denotado por α :

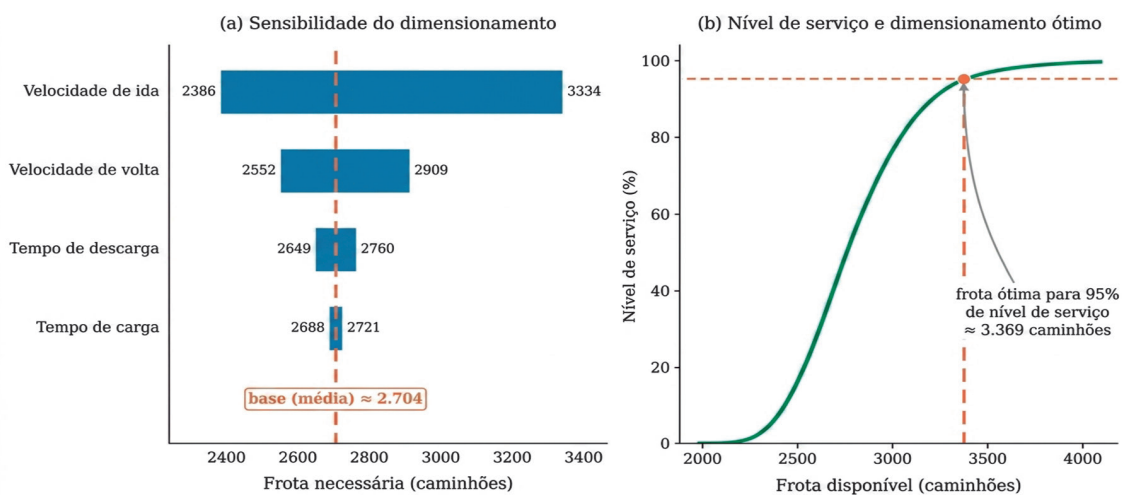
$$\min \phi \text{ s. a. } P(D \leq C(\phi)) \geq \alpha$$

em que $C(\phi)$ é o volume que a frota ϕ consegue movimentar no prazo, dado o tempo de ciclo aleatório. Como $C(\phi)$ cresce com ϕ , a solução desse problema é simplesmente o quantil da distribuição

da frota necessária associado ao nível de serviço escolhido. Em outras palavras, o dimensionamento ótimo sob risco é o percentil α da distribuição obtida na simulação. Para um nível de serviço de 95%, a frota ótima é o P95, cerca de 3.400 caminhões.

A Figura 9 complementa a decisão. A análise de sensibilidade (a) mostra a velocidade de ida como a variável mais crítica, o que indica que investir na condição da via ou treinar melhor motoristas reduz tanto o custo quanto ao risco do dimensionamento. A curva de nível de serviço (b) torna explícito o *trade-off* entre custo de frota e risco de não atendimento, evidenciando o retorno decrescente de adicionar caminhões além do nível alvo.

Figura 9. Análise de sensibilidade do dimensionamento (a) e curva de nível de serviço com a frota ótima para 95% de atendimento (b)



Fonte: Elaborado pelos autores

Ao trocar números únicos por distribuições, a modelagem sob risco apresenta a probabilidade de a decisão funcionar, o que a abordagem determinística mantém oculta. Combinada à otimização e ao uso de dados, ela aproxima o modelo da decisão real do gestor quando há grande variabilidade de dados. Uma regra de bolso que pode ser adotada é se há dados com coeficiente de variação acima de 20%, uma abordagem probabilística pode ser mais interessante de usar do que determinística.

5.5. Redução de perdas com o uso de algoritmos para classificação de riscos e priorização dinâmica de filas na recepção de agroindústrias

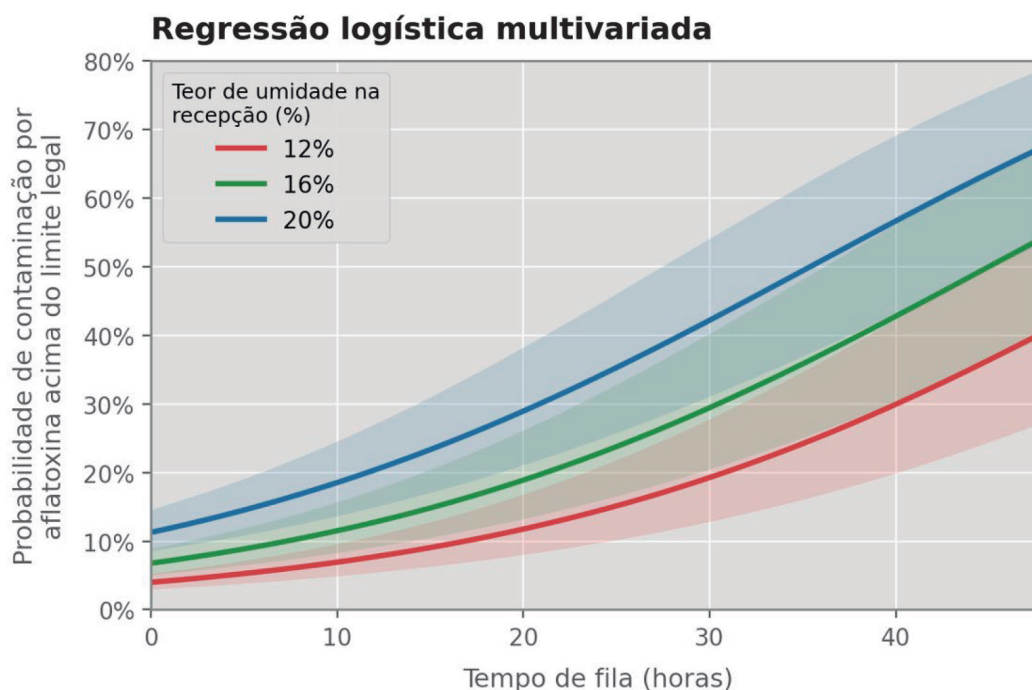
A recepção de produtos agrícolas, principalmente oleaginosas nas agroindústrias, concentra-se em uma janela relativamente curta no ano. Muitas vezes, no pico da safra, a taxa de chegada de caminhões é elevada, acima da taxa de recepção. Tal desequilíbrio entre oferta e demanda ocasiona a formação de longas filas, com tempos de espera que podem alcançar dezenas de horas.

O produto agrícola recebido com umidade elevada e mantida em fila dentro do caminhão, sob temperatura e umidade ambientes favoráveis, cria condições para o desenvolvimento de fungos do gênero *Aspergillus* e a síntese de aflatoxinas, micotoxinas sujeitas a limites legais rigorosos. Quanto maior o tempo de espera e maior a umidade de recepção, maior o risco de contaminação. A regra de atendimento usual, por ordem de chegada (*first in, first out*, FIFO), ignora essa assimetria. Uma carga com lote úmido e de alto risco aguarda tanto quanto um lote seco e de baixo risco, e pode ultrapassar o limite de contaminação enquanto espera.

Diante deste cenário, este caso constrói, para fins didáticos, um experimento computacional com dados sintéticos inspirado em desafios recorrentes do setor. Os valores são hipotéticos e ilustram a ordem de grandeza e o sentido das relações, não resultados de uma operação específica. Formulou-se um modelo de aprendizado de máquina de classificação para estimar a probabilidade de um lote ultrapassar o limite legal de aflatoxinas em função de variáveis observáveis no momento da recepção do caminhão na agroindústria: o teor de umidade, o tempo de fila, a temperatura, o percentual de impurezas e de grãos avariados, a procedência e o tempo decorrido desde a colheita. Adotaram-se dois modelos complementares. A regressão logística multivariada, mais simples e interpretável. O *gradient boosting*, baseado em conjuntos de árvores, captura relações não lineares e interações entre variáveis, com maior capacidade preditiva ao custo de menor transparência. Os modelos foram treinados e testados em bases distintas. O *gradient boosting* apresentou o melhor desempenho, com área sob a curva ROC de 0,81 contra 0,77 da regressão logística, vantagem que se mostra mais relevante no ponto de operação de interesse. Para capturar a mesma fração de lotes de alto risco, o modelo de *boosting* gera menos falsos alarmes, priorizando o atendimento com maior precisão. Ainda assim, a regressão logística permanece útil como camada interpretável, de modo que os dois modelos cumprem papéis complementares.

A Figura 10 apresenta a probabilidade estimada de contaminação acima do limite em função do tempo de fila, para três faixas de umidade de recepção. A probabilidade cresce de forma acentuada com o tempo de fila e desloca-se para cima conforme aumenta a umidade de recepção. Um lote recebido com 20% de umidade parte de um patamar de risco já elevado e, após cerca de dois dias em fila, aproxima-se de 70% de probabilidade de não conformidade, enquanto um lote a 12% de umidade percorre a mesma espera com risco substancialmente menor.

Figura 10. Probabilidade estimada de contaminação por aflatoxina acima do limite legal em função do tempo de fila e do teor de umidade de recepção

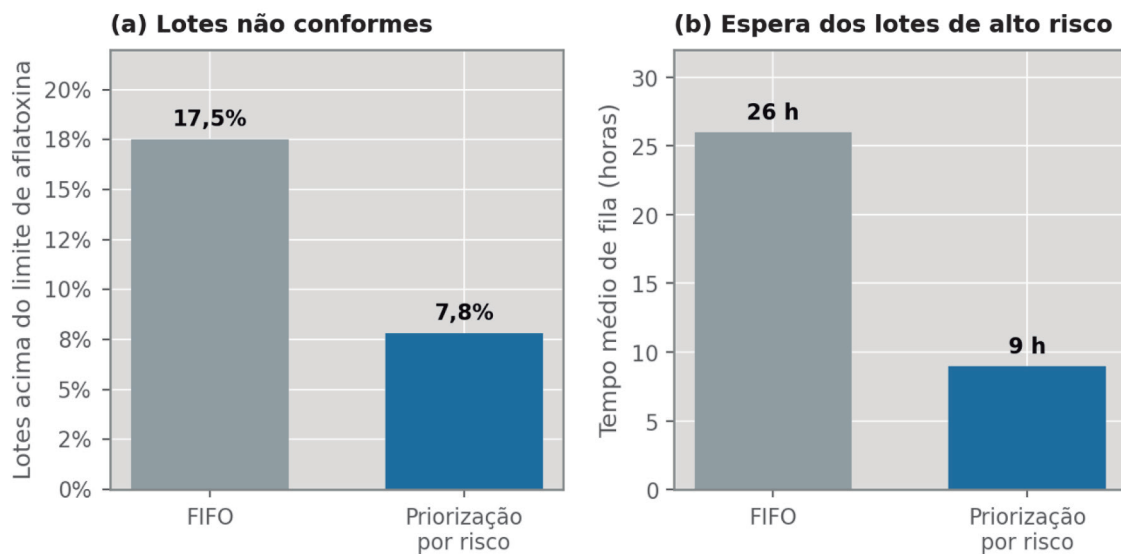


Fonte: Elaborado pelos autores (dados do experimento computacional)

O ponto central do caso não está na previsão em si, mas em transformá-la em decisão operacional em tempo real. A proposta de solução é instalar, no pátio de entrada da agroindústria, uma sonda de amostragem rápida que meça a umidade do lote, registre a temperatura e colete as demais variáveis no instante da chegada do caminhão. Essas leituras alimentam o modelo, que atribui a cada veículo um nível de risco de contaminação. Em vez de atender por ordem de chegada, a fila passa a ser reordenada de forma dinâmica, priorizando para secagem os lotes de maior risco, enquanto os lotes de baixo risco, mais resilientes à espera, absorvem o tempo de fila adicional. Trata-se da convergência de três camadas: a sensorização, na lógica da internet das coisas; o aprendizado de máquina, no classificador; e a otimização operacional, no sequenciamento da fila por prioridade. Formalmente, o problema aproxima-se de um sequenciamento com prioridades, no qual o critério de ordenação deixa de ser o tempo de chegada e passa a ser o risco esperado de perda.

A Figura 11 ilustra o impacto operacional esperado da mudança de política, comparando o atendimento por ordem de chegada com a priorização por risco. No experimento computacional com os dados, a fração de lotes que ultrapassam o limite de aflatoxinas recua de 17,5% para 7,8%, enquanto o tempo médio de espera dos lotes de alto risco cai de 26 para 9 horas. O ganho ocorre sem ampliação da capacidade de secagem e sem alteração do volume total processado, apenas pela reordenação da sequência de atendimento. Em outras palavras, a mesma infraestrutura passa a entregar menos perda, porque a capacidade escassa de descarregamento é alocada primeiro a quem mais precisa dela.

Figura 11. Impacto operacional da priorização por risco frente ao atendimento por ordem de chegada: (a) lotes não conformes e (b) espera dos lotes de alto risco



Fonte: Elaborado pelos autores (dados do experimento computacional)

O caso ilustra um uso de inteligência artificial, na qual a predição é insumo de uma decisão operacional contínua, e seu valor se realiza quando combinada à sensorização e à otimização do fluxo. Algumas ressalvas são importantes. O modelo apoia, mas não substitui a análise laboratorial, que permanece como instrumento de conformidade; a sonda fornece uma triagem rápida e barata para priorizar, e não um laudo. A qualidade da decisão depende de dados representativos e de recalibração periódica, sob risco de o modelo envelhecer frente a mudanças de clima, de cultivares ou de manejo. E a priorização tem implicações contratuais entre fornecedores (transportadores), que precisam ser pactuadas. Como regra geral, sempre que uma variável barata e de medição rápida, como a umidade e o tempo de espera, guarda relação com um desfecho caro e demorado, um classificador pode funcionar como mecanismo de triagem que antecipa o risco e orienta a alocação de um recurso escasso. Além disso, essa estratégia é relativamente barata quando comparada com investimentos necessários de infraestrutura para expansão da capacidade de atendimento da agroindústria (secadores, armazéns etc.). O experimento computacional avaliado pode servir de inspirações para tratativas de priorização de filas para minimização de perdas de diferentes setores, envolvendo, por exemplo, cadeias de frios ou que passam por riscos de contaminação.

6. Tendências tecnológicas

Além da otimização e do aprendizado de máquina, outras tecnologias têm ampliado as possibilidades de apoio à decisão na logística do agronegócio. As companhias têm ampliado o uso de ferramentas de modelagem, e a otimização figura como a de maior impacto analítico, embora demande

maior robustez prévia de dados e análises. Uma dessas tecnologias é o gêmeo digital, composto por um par de sistemas, o real e o digital. A partir de dados coletados do sistema físico em tempo real, realiza-se uma série de simulações no sistema virtual, de modo a avaliar os melhores cenários antes de executá-los na realidade. Essa estrutura é instigante, mas demanda um conjunto bastante detalhado de dados e conhecimento aprofundado sobre as distribuições de probabilidade do sistema físico sobre o qual se deseja decidir (CAIXETA-FILHO; PÉRA, 2022).

Outra tendência relevante é a operação de torres de controle logístico, centros que monitoram e coordenam as operações de forma integrada. No setor florestal, por exemplo, a gestão da logística por um centro de controle operacional permite acompanhar em tempo real as frentes de colheita, o transporte e o abastecimento das fábricas, antecipando gargalos e apoiando a tomada de decisão. Esse tipo de estrutura ganha força à medida que avançam a internet das coisas, o uso de sensores e drones e a disponibilidade de grandes volumes de dados (CAIXETA-FILHO; PÉRA, 2022).

Os termos associados à agricultura digital, à agricultura 4.0 e à logística 4.0 convergem, ao fim, para duas esferas: informação e conectividade. A informação tem sido cada vez mais valorizada para a tomada de decisão, e a conectividade é o que permite que ela flua desde a coleta, passando pelo armazenamento e pelo processamento, até o usuário final. Apesar do alto grau de acessibilidade já alcançado pela tecnologia, ainda são comuns problemas de infraestrutura no campo, como a dificuldade de comunicação e de rastreamento de equipamentos. Os desafios para a agricultura digital incluem a compreensão da importância dos dados, a estruturação de infraestrutura adequada de monitoramento, a análise e a interpretação das bases para a decisão, a qualificação de pessoas e a definição de políticas de compartilhamento e uso dos dados (PÉRA; BRANCO; CAIXETA-FILHO, 2017).

7. Considerações finais

A logística do agronegócio brasileiro vive um paradoxo que sintetiza seus desafios e suas oportunidades. Os registros de produção tornam mais evidentes as deficiências de infraestrutura, e a logística desponta como o fator que mais limita o crescimento do setor, à maneira da Lei do Mínimo. Ao mesmo tempo, esse cenário abre espaço para que a qualificação das decisões logísticas se converta em diferencial competitivo, e é nesse ponto que a otimização e a inteligência artificial se tornam instrumentos relevantes. Ao longo do capítulo, procurou-se mostrar que a transição de processos intuitivos para abordagens orientadas por dados e modelos não é opcional, mas necessária. Os casos apresentados, da predição de fretes à localização de misturadoras, da otimização da logística da cana à logística verde da soja, mostram que essas ferramentas já produzem resultados concretos, e que o ganho vem da sofisticação do método e da combinação entre boa formulação do problema, dados de qualidade e capacidade de interpretar os resultados.

Convém, por isso, manter algumas máximas em vista. Os modelos serão sempre ferramentas de apoio à decisão, e não substitutos do julgamento humano. Há muitos problemas simples à espera de soluções igualmente simples, é prudente desconfiar de caixas-pretas cujo funcionamento não se compreende, não existe receita pronta para todos os contextos e a qualidade da saída depende da qualidade da entrada, pois dados ruins produzem decisões ruins por mais elegante que seja o modelo. Transformar a logística de gargalo em diferencial competitivo exige uma estratégia integrada e multissetorial, com investimentos nos modos mais eficientes em longas distâncias, marcos regulatórios que deem segurança jurídica à participação privada, financiamento adequado, sobretudo para a armazenagem, e gestão profissionalizada da cadeia. A melhora da produtividade operacional, a redução das filas e da ociosidade dos equipamentos e a superação do estoque sobre rodas são frentes de elevado retorno.

Esse futuro depende da cooperação entre universidade, governo e setor privado. A experiência do Grupo Esalq-Log sugere que aproximar a pesquisa aplicada dos desafios reais do setor gera conhecimento útil e soluções factíveis. As ferramentas de otimização e de inteligência artificial estão disponíveis e em constante evolução, e cabe ao setor, com bons dados e capacidade de análise, usá-las para decidir melhor e ampliar a competitividade da logística do agronegócio brasileiro.

Referências

- Ballou, R. H. (2006). *Gerenciamento da cadeia de suprimentos / logística empresarial* (5ª ed.). Bookman.
- Barua, L., Zou, B., & Zhou, Y. (2020). *Machine learning for international freight transportation management: A comprehensive review. Research in Transportation Business and Management*, 34.
- Bastiani, F. P. de, Péra, T. G., & Caixeta-Filho, J. V. (2024). Fertilizer logistics in Brazil: Application of a mixed-integer programming mathematical model for optimal mixer locations. *Logistics*, 8(1), 4. <https://doi.org/10.3390/logistics8010004>
- Budak, A., Ustundag, A., & Guloglu, B. (2017). A forecasting approach for truckload *spot* market pricing. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 97, 55-68.
- Caixeta-Filho, J. V. (2004). *Pesquisa operacional: Técnicas de otimização aplicadas a sistemas agroindustriais* (2ª ed.). Atlas.
- Caixeta-Filho, J. V., & Péra, T. G. (2021/2022). Estratégias para a logística integrada florestal: Incertezas e oportunidades. *Revista Opiniões*, (69).
- Caramia, M., & Dell’Olmo, P. (2020). *Multi-objective management in freight logistics: Increasing capacity, service level, sustainability, and safety with optimization algorithms* (2ª ed.). Springer.
- Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil [CNA] & ESALQ-LOG. (2024). *Diagnóstico da armazenagem agrícola*. CNA; Grupo de Pesquisa e Extensão em Logística Agroindustrial.
- Conde, M. L., & Twinn, I. (2019). *How artificial intelligence is making transport safer, cleaner, more reliable and efficient in emerging markets. International Finance Corporation (IFC), World Bank Group*.

- ESALQ-LOG. (s.d.). *Grupo de Pesquisa e Extensão em Logística Agroindustrial*. Universidade de São Paulo. <https://esalqlog.esalq.usp.br>
- Escovedo, T., & Koshiyama, A. (2020). Introdução a data science: *Algoritmos de machine learning e métodos de análise*. Casa do Código.
- Green, T., Rokoss, A., Kramer, K., & Schmidt, M. (2022). Application of *machine learning* on transport *spot* rate prediction in the recycling industry. *Em Anais da 3ª Conference on Production Systems and Logistics* (CPSL).
- INFORMS. (2026). *Operations research & analytics*. Institute for Operations Research and the Management Sciences. <https://www.informs.org/Explore/Operations-Research-Analytics>
- Jang, H.-S., Chang, T.-W., & Kim, S.-H. (2023). Prediction of shipping cost on freight brokerage platform using *machine learning*. *Sustainability*, 15(3), 1122.
- Janusz, A., Jamiolkowski, A., & Okulewicz, M. (2022). Predicting the costs of forwarding contracts: Analysis of data mining competition results. *Em Federated Conference on Computer Science and Information Systems* (pp. 399-402). IEEE.
- Kent, G. (2017). Sugarcane railway transportation in Australia. *Em 14º Seminário Internacional em Logística Agroindustrial*. Grupo ESALQ-LOG.
- Morley, M. (2017). *Supply chain analytics for dummies: OpenText special edition*. John Wiley & Sons.
- Péra, T. G. (2022). *Efeitos das mudanças tecnológicas e infraestruturais do transporte para o fomento da logística verde da soja brasileira: abordagens multiobjetivos* [Tese de doutorado, Universidade de São Paulo].
- Péra, T. G. (2025). Logística e infraestrutura do agronegócio brasileiro: Lições aprendidas e oportunidades para enfrentar o desafio do escoamento. *Série Logística do Agronegócio: Oportunidades e Desafios*, 8. Grupo ESALQ-LOG/USP.
- Péra, T. G., Branco, J. E. H., & Caixeta-Filho, J. V. (2017). Repensando a logística de cana no Brasil: Produtividade, modelagem, transporte ferroviário e agricultura digital. *Série Logística do Agronegócio: Oportunidades e Desafios*, 1. Grupo ESALQ-LOG/USP.
- Péra, T. G., & Salin, D. L. (2024). *Brazil's modal share for corn and soybeans: Updated analysis from 2010-23*. United States Department of Agriculture e Universidade de São Paulo.
- Pernestål, A., Engholm, A., Bemler, M., & Gidofalvi, G. (2021). How will digitalization change road freight transport? Scenarios tested in Sweden. *Sustainability*, 13(1).
- Qi, Y., Zhang, Q., Ma, X., Quan, Y., & Miao, Q. (2017). Utopian point based decomposition for multi-objective optimization problems with complicated Pareto fronts. *Applied Soft Computing*, 61, 844-859.
- Silva, L. A., Peres, S. M., & Boscarioli, C. (2016). *Introdução à mineração de dados: Com aplicações em R*. Elsevier.
- Xiao, W., Gan, M., Liu, H., & Liu, X. (2020). Modeling and prediction of the volatility of the freight rate in the roadway freight market of China. *Mathematical Problems in Engineering*, 2020.

Capítulo **16**

Inteligência agropecuária, produção de dados e segurança alimentar: fundamentos para a sustentabilidade do agronegócio brasileiro

Sergio De Zen

*Professor Associado do Departamento de Economia, Administração e Sociologia da Esalq/USP;
coordenador de Projeto Fapesp - diretor de CPA em Proteína Animal Fapesp & Minerva*

Cleverton Tiago Carneiro de Santana

Analista Conab/MDA; Cientista de Dados Geoespaciais

A crescente complexidade dos sistemas agroalimentares contemporâneos, marcada pela volatilidade econômica, pelas mudanças climáticas, pela intensificação tecnológica e pela integração dos mercados internacionais, tem ampliado a necessidade de estruturas robustas de geração, tratamento, processamento e análise de informações. O agronegócio, em particular, apresenta elevada sensibilidade a variáveis exógenas - como clima, preços internacionais, câmbio, custos de insumos e restrições logísticas -, o que torna a previsibilidade da produção um elemento central para a tomada de decisão do Governo e do setor privado e para a estabilidade dos mercados. Também é importante destacar que a urbanização e a melhoria das condições de renda nos países do sudeste asiático e em alguns poucos países da África demandam uma maior oferta de alimentos.

Os estoques de alimentos foram historicamente uma das principais estratégias para garantir a segurança alimentar, especialmente até o período da Segunda Guerra Mundial. Contudo, com o crescimento populacional, a globalização dos mercados e o aumento da demanda mundial por alimentos, a gestão de estoques isoladamente passou a não ser suficiente. Nesse contexto, a combinação entre estoques estratégicos mínimos e uma produção agrícola geograficamente dispersa mostra-se mais eficiente para a manutenção da segurança alimentar, pois reduz a vulnerabilidade a eventos climáticos, crises regionais e interrupções no abastecimento.

Nesse contexto, a inteligência agropecuária emerge como componente estratégico, articulando dados, tecnologia, capacidade analítica e governança institucional. A integração entre dados primários, dados secundários e informações subjetivas permite reduzir incertezas, melhorar a alocação de recursos, antecipar riscos e fortalecer a formulação de políticas públicas.

Este capítulo tem como objetivo analisar os fundamentos da inteligência agropecuária no Brasil, destacando sua relação com a produção de dados, a previsibilidade da oferta, a redução de riscos e a segurança alimentar, com ênfase especial para a importância da geração dos dados primários e sua qualificação.

A discussão parte do princípio de que a informação agrícola não deve ser compreendida apenas como instrumento estatístico, mas como ativo estratégico para a sustentabilidade econômica, ambiental e social do agronegócio brasileiro na manutenção da segurança alimentar.

A informação pública de qualidade é fundamental para pequenos e médios agricultores, para os consumidores e para os diversos agentes da cadeia agroalimentar, tanto antes quanto depois da porteira. O acesso a informações confiáveis auxilia a tomada de decisão em diferentes etapas, incluindo planejamento da produção, aquisição de insumos, logística, comercialização, processamento, distribuição e direcionamento do consumo, contribuindo para maior eficiência, transparência e segurança no sistema alimentar.

1. Produção agrícola, previsibilidade e segurança alimentar

A segurança alimentar global está diretamente relacionada à capacidade dos sistemas agrícolas de garantir disponibilidade, estabilidade e previsibilidade da produção ao longo do tempo. Um ponto a ser destacado é que a oferta de alimentos é um atributo do sistema agrícola; já o acesso a alimentos, fibras

e bioenergia é uma questão social alheia ao sistema de produção agrícola. Embora a produção mundial de alimentos tenha avançado significativamente nas últimas décadas, persistem desafios estruturais associados à vulnerabilidade climática, à concentração produtiva em determinadas áreas geográficas e à volatilidade dos preços.

O agronegócio brasileiro apresenta elevada relevância nesse contexto. Sua participação é expressiva no Produto Interno Bruto, entre 25% e 30% segundo os dados calculados pelo Cepea/Esalq-USP, em parceria com a CNA. O setor emprega cerca de 26% da força de trabalho brasileira, com forte interiorização do emprego e da renda nas regiões mais distantes dos centros econômicos do país. A exportação de seus produtos proporciona ainda superávits comerciais, posicionando o país como um dos principais provedores globais de alimentos. Essa condição confere ao Brasil papel estratégico na estabilidade dos mercados internacionais e na oferta de alimentos, fibras e bioenergia (energia renovável).

Desde meados da década de 90, o crescimento da produção agrícola passou a ser explicado predominantemente pelos ganhos de produtividade, e não mais pela expansão da área cultivada. Esse processo reflete a intensificação tecnológica da agricultura, associada ao avanço do melhoramento genético, da mecanização, do uso de insumos, da agricultura de precisão e do manejo mais eficiente dos sistemas produtivos.

Entretanto, à medida que a produtividade se torna o principal vetor de crescimento da produção, as safras também passam a apresentar maior sensibilidade a fatores de risco. Sistemas mais intensivos e de alta produtividade dependem de condições climáticas favoráveis, estabilidade sanitária e elevado nível de gestão técnica e operacional.

Eventos climáticos extremos, como secas, enchentes, ondas de calor e irregularidades no regime de chuvas, afetam diretamente a produtividade agrícola, cuja resposta também varia conforme as características do solo. Além disso, a interação entre as condições climáticas e a qualidade da gestão produtiva influencia tanto os custos de produção quanto a regularidade da oferta de alimentos. Em cenários adversos, práticas inadequadas de manejo podem elevar gastos com irrigação, controle fitossanitário, replantio e operações agrícolas, ao mesmo tempo em que aumentam o risco de perdas produtivas e oscilações na oferta ao longo das safras. A agricultura é particularmente sensível a choques externos, pois depende da interação entre solo, clima, tecnologia, capital e decisões de manejo, fatores que fogem ao controle da gestão interna do processo. Também, em razão de sua dependência de fatores ambientais, econômicos e tecnológicos. A interação entre clima, solo, disponibilidade de tecnologia e insumos, acesso a capital e decisões de manejo condicionam o desempenho produtivo, tornando as safras vulneráveis a eventos que frequentemente extrapolam a capacidade de controle dos produtores.

A agricultura brasileira destaca-se mundialmente por sua produção em larga escala sob condições tropicais, frequentemente associada a solos de baixa fertilidade natural, elevada pressão de pragas e doenças e alta variabilidade climática. Nesse contexto, a competitividade e a expansão da produção dependem da contínua geração, adaptação e difusão de tecnologias apropriadas a essas condições. A agricultura brasileira é fortemente baseada em tecnologia e na manutenção de um calendário agrícola altamente sincronizado, condição essencial para viabilizar a realização de mais de uma safra na mesma área ao longo de um único ano agrícola.

No caso brasileiro, a estrutura produtiva revela simultaneamente elevado potencial de expansão e importantes desafios. A disponibilidade de terras, a diversidade regional, a possibilidade de intensificação produtiva, os sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta e a realização de múltiplas safras reforçam a capacidade de crescimento da agropecuária nacional. Entretanto, esse potencial somente se traduz em estabilidade e eficiência produtiva quando acompanhado de informação qualificada, planejamento, gestão de riscos e coordenação institucional.

A redução dos estoques globais, associada ao aumento da frequência de eventos climáticos extremos e à crescente integração dos mercados, tem ampliado a volatilidade dos preços agrícolas. Nesse cenário, a previsibilidade da produção torna-se elemento central da segurança alimentar, pois permite antecipar choques, orientar políticas públicas, organizar estoques, reduzir assimetrias de informação e melhorar a coordenação entre produtores, indústria, governo e mercados consumidores.

A agricultura brasileira é fortemente baseada em tecnologia e na manutenção de um calendário agrícola altamente sincronizado, condição essencial para viabilizar a realização de mais de uma safra na mesma área ao longo de um único ano agrícola.

2. Riscos sistêmicos e estabilidade do sistema agroalimentar global

A relação entre produção, estoques e segurança alimentar envolve riscos sistêmicos, ainda que parcialmente mitigados pela distribuição geográfica da produção agrícola em escala global. A crescente integração dos mercados faz com que eventos climáticos extremos, surtos fitossanitários, restrições logísticas ou choques geopolíticos em grandes regiões produtoras tenham capacidade de gerar impactos simultâneos sobre oferta, preços e abastecimento em diferentes partes do mundo.

Nesse contexto, a estabilidade do sistema agroalimentar global depende cada vez mais da capacidade de monitoramento contínuo das condições de produção e do desenvolvimento de modelagens preditivas com elevada acurácia. O acompanhamento sistemático permite identificar desvios produtivos de forma antecipada, avaliar riscos climáticos potenciais e subsidiar decisões relacionadas ao plantio, manejo, comercialização, logística e formulação de políticas públicas.

Uma agricultura altamente intensiva e dependente de elevados níveis de produtividade também amplia a exposição do sistema agroalimentar a riscos sistêmicos. A atuação de grandes produtores, como Brasil e Estados Unidos, localizados em hemisférios distintos e com calendários agrícolas complementares, constitui importante mecanismo de estabilização da oferta mundial. Ao mesmo tempo, os mercados futuros de commodities agrícolas, ainda que imperfeitos, incorporam expectativas sobre clima, estoques, demanda e produção futura, influenciando decisões atuais relacionadas à área plantada, adoção de tecnologias e estratégias de gestão de risco.

A alternância entre safras em diferentes hemisférios permite que choques produtivos regionais sejam parcialmente compensados por outros polos agrícolas, contribuindo para a estabilidade da oferta global de alimentos. No entanto, a manutenção desse equilíbrio depende do acompanhamento contínuo da evolução das safras e da existência de previsões confiáveis, capazes de antecipar desvios produtivos, orientar decisões de mercado e criar um ambiente minimamente estável de segurança alimentar. Em situações de frustração de safra em determinado país, outros países produtores podem ampliar sua participação relativa na oferta internacional, reduzindo o risco imediato de desabastecimento. Assim, a velocidade e a qualidade das informações disponíveis tornam-se fundamentais, pois são elas que desencadeiam as decisões relacionadas ao plantio, comercialização, formação de estoques e reorganização dos fluxos globais de abastecimento.

Contudo, esse mecanismo de compensação entre diferentes regiões produtoras apresenta limitações relevantes. Primeiramente, observa-se crescente correlação dos riscos climáticos em escala global, associada a fenômenos como *El Niño*, *La Niña* e às mudanças climáticas, aumentando a possibilidade de perdas simultâneas em importantes polos agrícolas. Assim, os investimentos em adaptação tecnológica, especialmente no desenvolvimento de variedades mais resilientes às novas condições climáticas, tornam-se essenciais para mitigar riscos produtivos. Em segundo lugar, a redução da relação estoque/consumo limita a capacidade de amortecimento do sistema agroalimentar frente a choques de oferta, tornando os preços mais sensíveis a alterações nas expectativas de produção. Embora estoques públicos possam atuar como instrumentos de estabilização, sua manutenção envolve custos elevados de armazenagem, logística e financiamento, fazendo com que sua viabilidade dependa também das condições fiscais e das prioridades econômicas de cada país.

Em um ambiente no qual os fluxos comerciais e as transferências internacionais de produtos agrícolas se tornaram mais dinâmicos e integrados, a tomada de decisão passa a depender de estimativas cada vez mais precisas sobre produção, consumo e estoques. Os mecanismos de mercado, especialmente os mercados futuros, podem atuar como instrumentos de coordenação e antecipação de riscos, sinalizando expectativas de oferta e demanda com custos potencialmente inferiores aos associados à manutenção de grandes estoques físicos. Paralelamente, investimentos em pesquisa e desenvolvimento, voltados à obtenção de variedades mais adaptadas às mudanças climáticas, desempenham papel fundamental na redução dos riscos produtivos e na manutenção da previsibilidade da produtividade agrícola.

Além disso, a elevada integração dos mercados internacionais intensifica a transmissão de choques. Variações na produção de grandes exportadores são rapidamente incorporadas aos preços globais, influenciando decisões de plantio, fluxos comerciais, custos de alimentação animal, inflação de alimentos e políticas de abastecimento. Fatores geopolíticos, restrições comerciais, gargalos logísticos e disputas institucionais também podem limitar a capacidade efetiva de compensação entre países. Adicionalmente, oscilações cambiais e movimentos de diversificação em relação ao dólar norte-americano como moeda de referência no comércio internacional acrescentam um elevado grau de incerteza aos mercados agrícolas globais.

Assim, embora a diversificação geográfica da produção contribua para a resiliência do sistema alimentar global, o ambiente atual permanece marcado por elevados riscos sistêmicos. Esse cenário reforça a necessidade de sistemas avançados de inteligência agropecuária, capazes de integrar dados produtivos, climáticos, econômicos e institucionais em modelos de análise e previsão. A capacidade de antecipar riscos, identificar desvios produtivos e reduzir incertezas torna-se estratégica para orientar decisões públicas e privadas, aumentar a estabilidade dos mercados e fortalecer a segurança alimentar em escala global.

3. Inteligência agropecuária: conceito e estrutura

A inteligência agropecuária pode ser compreendida como o conjunto de métodos, instituições, tecnologias e processos destinados à transformação de dados em informações estratégicas para a tomada de decisão. Seu escopo vai além da simples coleta estatística, abrangendo etapas de organização, validação, integração, análise e interpretação de dados, com o objetivo de produzir conhecimento aplicado ao planejamento e à gestão do setor agropecuário. Nesse contexto, a inteligência agropecuária constitui instrumento fundamental de apoio ao Estado, subsidiando decisões macroeconômicas, formulação de políticas públicas setoriais, gestão de riscos, planejamento do abastecimento e avaliação das dinâmicas dos mercados agrícolas.

A qualidade dos dados constitui elemento central da inteligência agropecuária, uma vez que a confiabilidade das análises e previsões depende diretamente da consistência das informações utilizadas. Mesmo modelos estatísticos avançados ou sistemas baseados em inteligência artificial possuem capacidade limitada quando alimentados por dados incompletos, inconsistentes ou enviesados. Dessa forma, a robustez dos sistemas de origem dos dados torna-se fator crítico, exigindo metodologias de coleta e cálculo bem definidas, além de processos, procedimentos e critérios de validação devidamente documentados e padronizados.

Um sistema eficiente de inteligência agropecuária deve integrar diferentes dimensões de dados, combinando informações de natureza objetiva, subjetiva e institucional:

- a) **dados primários objetivos**, obtidos diretamente no campo e na base da produção;
- b) **dados subjetivos**, associados às expectativas, percepções e avaliações dos agentes econômicos e produtivos;

c) **dados secundários**, provenientes de bases institucionais, séries históricas, registros administrativos e informações de mercado.

A construção de metodologias, procedimentos e processos em inteligência agropecuária demanda estruturas eficientes de origem das informações e o uso integrado de ferramentas analíticas, como estatística, econometria, geotecnologias, técnicas de amostragem e inteligência artificial (*machine/deep learning*), entre outras. A combinação dessas abordagens permite integrar diferentes fontes e tipos de dados, aumentando a robustez, a consistência e a relevância das informações produzidas.

A governança institucional, responsável pela coordenação, padronização, validação e disseminação das informações é fundamental para a viabilidade e credibilidade de todo o sistema de inteligência agropecuária. Uma questão extremamente relevante é que as estatísticas e informações produzidas devem estar associadas a uma visão de Estado, com caráter eminentemente técnico e independência em relação a interesses conjunturais ou ingerências políticas. A preservação da autonomia técnica e metodológica é essencial para garantir a confiabilidade, a comparabilidade e a continuidade das séries históricas, permitindo que os dados forneçam uma visão de longo prazo e estratégico para subsidiar políticas públicas e orientar decisões privadas dos diferentes agentes do setor agropecuário.

A proposta de inteligência agropecuária discutida neste capítulo

A proposta de inteligência agropecuária discutida neste capítulo parte da necessidade de integrar essas diferentes dimensões em uma arquitetura institucional capaz de produzir respostas rápidas e, simultaneamente, construir cenários estratégicos de longo prazo.

parte da necessidade de integrar essas diferentes dimensões em uma arquitetura institucional capaz de produzir respostas rápidas e, simultaneamente, construir cenários estratégicos de longo prazo. Essa estrutura deve apoiar tanto decisões privadas, relacionadas à produção, investimento, crédito, comercialização e gestão de riscos, quanto às decisões públicas associadas ao abastecimento, à segurança alimentar, à política agrícola, à sustentabilidade e ao comércio internacional. Em um ambiente caracterizado por elevada complexidade, integração de mercados e crescente exposição a riscos sistêmicos, a capacidade de transformar dados em informação estratégica torna-se um ativo central para a estabilidade, competitividade e resiliência do sistema agroalimentar de um país soberano.

4. Geração de dados primários na agricultura

Com a finalidade de construir uma base de informações estratégicas consistente e operacionalmente eficiente, o ponto de partida consiste na definição de uma estrutura de geração de dados alinhada às características dos sistemas de produção agropecuários brasileiros. A dinâmica produtiva, os ciclos biológicos, a escala de produção e a interação dos sistemas agrícolas com fatores ambientais — como solo, água, relevo e clima — condicionam tanto a forma de coleta quanto a interpretação das informações geradas. Além disso, o nível tecnológico empregado, os modelos de manejo e a organização produtiva influenciam diretamente a variabilidade e a complexidade dos dados necessários ao monitoramento das atividades agropecuárias.

Nesse contexto, propõe-se a organização da geração de dados primários por “famílias” de produtos agropecuários, agrupadas conforme características comuns dos sistemas de produção, da dinâmica temporal das atividades e das necessidades de monitoramento, conforme apresentado a seguir:

- 1) **Arroz, feijão e mandioca** – produtos de forte relevância para a segurança alimentar da população de menor renda, caracterizados por sistemas de produção amplamente distribuídos no território nacional e predominantemente voltados ao mercado interno, com menor integração ao comércio internacional;
- 2) **Hortifrutigranjeiro e biodiversidade** – atividades com elevada heterogeneidade em termos de escala, tecnologia e sistemas produtivos, frequentemente concentradas em regiões específicas. Apesar da diversidade produtiva, apresentam forte adaptação regional e podem convergir para sistemas especializados de produção e comercialização;
- 3) **Soja, milho, pastagens, algodão e trigo** – conjunto de produtos estratégicos para o sistema agroalimentar global, envolvendo as principais fontes de proteína vegetal, energia alimentar, bioenergia e fibras vegetais. Dessa “família” derivam parte significativa das cadeias de proteína animal e de biocombustíveis. As pastagens integram esse grupo em razão da elevada interação econômica e produtiva com culturas anuais, incluindo sistemas de integração lavoura-pecuária;
- 4) **Café, laranja, cana-de-açúcar, silvicultura, cacau, uva e maçã** – culturas perenes caracterizadas por ciclos de investimento e retorno de longo prazo, elevada dependência de condições climáticas e forte inserção em mercados internacionais. No caso da cana-de-açúcar, destaca-se a geração simultânea de alimentos, biocombustíveis e bioenergia, envolvendo mercados com diferentes mecanismos de formação de preços e distintos níveis de intervenção estatal;
- 5) **Proteína animal: bovinos de corte e leite, aves de corte e postura, suínos, caprinos e ovinos e produtos da piscicultura** – atividades com características produtivas distintas, mas fortemente interdependentes em relação à oferta de proteína e energia vegetal para alimentação animal. São cadeias expostas a riscos sanitários relevantes, elevada integração comercial e dinâmicas globais de oferta, demanda e custos de produção.

O processo de inteligência agropecuária tem como base a estimativa do volume produzido, resultante da combinação entre área cultivada e produtividade. Atualmente, a fronteira do conhecimento

para estimativa de área agrícola apoia-se no uso integrado de sensoriamento remoto orbital, séries temporais de imagens de satélite, geotecnologias e modelos de inteligência artificial aplicados à classificação do uso e cobertura da terra. Esses avanços permitem maior precisão no mapeamento das culturas, no acompanhamento da dinâmica espacial da produção e na identificação de mudanças no uso do solo em diferentes escalas temporais e geográficas.

Da mesma forma, a estimativa de produtividade evolui para abordagens cada vez mais integradas entre modelos agrometeorológicos, dados climáticos, informações de solo, características fenológicas das culturas e variáveis extraídas de sensores orbitais. A combinação entre modelos biofísicos, séries temporais de índices de vegetação e técnicas de aprendizado de máquina amplia a capacidade de monitoramento do desenvolvimento das lavouras e de antecipação de desvios produtivos, tornando as estimativas mais robustas, dinâmicas e adaptadas à variabilidade climática e regional dos sistemas agrícolas.

Como exemplo, podem ser consideradas as culturas de soja e milho no Centro-Oeste brasileiro, frequentemente cultivadas em sucessão na mesma área durante um único ano agrícola. Nesses sistemas, a produtividade resulta da interação entre condições climáticas, disponibilidade hídrica, características do solo, janela de plantio, ciclos fenológicos, incidência de pragas e doenças, nível tecnológico empregado e qualidade do manejo adotado pelos produtores.

A composição de informações capaz de conferir maior segurança e acurácia às estimativas envolve tanto dados subjetivos, provenientes da percepção e das expectativas de agentes do mercado e técnicos de campo, quanto dados objetivos, coletados em bases amostrais, registros operacionais, informações sobre sistemas de produção e pacotes tecnológicos regionais, além de modelos de crescimento e desenvolvimento das lavouras.

A partir desse conjunto de dados, processados em modelos matemáticos e estatísticos, obtêm-se estimativas de produtividade e produção que podem ser integradas a informações de solo, disponibilidade hídrica, ocorrências fitossanitárias e variáveis climáticas. Esse processo gera as estimativas de safra, posteriormente utilizadas como insumo para análises econômicas, modelos de risco, projeções de mercado e formulação de políticas públicas, todos fortemente condicionados à qualidade e à confiabilidade das informações coletadas na origem.

Os procedimentos de coleta a campo podem basear-se em planos amostrais definidos a partir de critérios estatísticos relacionados ao universo pesquisado e à distribuição espacial da produção. Em geral, quanto maior a heterogeneidade e a dispersão dos dados, maior tende a ser a necessidade de ampliação das amostras para garantir representatividade e precisão estatística.

As informações coletadas abrangem variáveis como área cultivada, produtividade, custos de produção, uso de insumos, condições climáticas, características do solo, ocorrência de pragas e doenças, práticas de manejo e estágio de desenvolvimento das culturas. Essa diversidade de informações exige metodologias de coleta adaptadas às especificidades de cada atividade agrícola e de cada sistema produtivo.

A geração desses dados envolve diferentes metodologias, que devem ser compreendidas como complementares, mas não substitutas. A seguir, são apresentadas as principais formas de obtenção de dados primários na agricultura.

4.1. Coleta direta em campo

Essa abordagem baseia-se na interação direta com produtores rurais, técnicos, cooperativas e agentes locais, bem como na observação *in loco* dos sistemas produtivos. Os levantamentos de campo incluem a aplicação de questionários estruturados, entrevistas técnicas, medições diretas de área, estimativas de produtividade e registro de práticas de manejo. Também permitem observar condições do solo, estágio fenológico das culturas, sanidade das plantas, condição das lavouras, disponibilidade hídrica e nível de adoção de tecnologias.

A principal vantagem dessa metodologia é a elevada qualidade e riqueza das informações obtidas, uma vez que possibilita captar características produtivas, operacionais e ambientais dificilmente identificáveis apenas por meio de dados secundários ou sensoriamento remoto. Além disso, a coleta direta em campo constitui ferramenta essencial para validação de modelos estatísticos, agrometeorológicos e de sensoriamento remoto utilizados nas estimativas agrícolas. Por outro lado, trata-se de um método de elevado custo operacional, especialmente em países de grande extensão territorial, como o Brasil. Sua frequência de atualização também tende a ser mais limitada, exigindo planejamento amostral, coordenação institucional e estrutura logística compatíveis com a complexidade e dispersão espacial da atividade agropecuária.

4.2. Amostragem estatística

Diante das limitações operacionais e financeiras dos levantamentos censitários, a amostragem estatística torna-se instrumento essencial para a geração de dados agropecuários em escala regional e nacional. A construção de amostras representativas permite estimar variáveis agregadas com níveis controlados de erro e confiabilidade estatística, reduzindo custos e ampliando a viabilidade operacional dos sistemas de coleta.

Entre os principais métodos utilizados destacam-se a amostragem aleatória simples, a amostragem estratificada e a amostragem por conglomerados. No contexto agropecuário, a amostragem estratificada assume papel particularmente relevante, pois possibilita incorporar diferenças regionais, climáticas, tecnológicas e produtivas, aumentando a precisão das estimativas em ambientes caracterizados por elevada heterogeneidade espacial e diversidade de sistemas de produção.

A qualidade dos resultados depende diretamente do desenho amostral, da definição adequada do universo pesquisado, da seleção dos estratos, da distribuição espacial das amostras, da capacitação das equipes de coleta e da consistência metodológica dos instrumentos utilizados. Problemas como viés de resposta, falhas de cobertura, baixa adesão dos informantes e erros operacionais podem comprometer a representatividade e a confiabilidade das estimativas produzidas.

4.3. *Crop tour* e observação sistemática: geração de dados primários objetivos

O *crop tour* constitui uma metodologia intermediária entre a coleta tradicional em campo e os sistemas tecnológicos de monitoramento agrícola. Baseia-se na observação sistemática das lavouras ao longo de rotas previamente definidas, com coleta padronizada de informações como população de plantas, número

de estruturas reprodutivas, mensuração da produção por planta e avaliação visual das condições das culturas, permitindo análises rápidas e objetivas sobre o estado das lavouras.

Essa metodologia normalmente utiliza trajetos amostrais estruturados, nos quais pontos de observação são definidos em intervalos regulares ao longo das rotas buscando representar diferentes condições produtivas, ambientes agrícolas e níveis tecnológicos. O procedimento possui semelhanças conceituais com métodos empregados em inventários florestais, nos quais a distribuição espacial das amostras é fundamental para garantir representatividade estatística e cobertura territorial adequada.

Um dos principais desafios está na definição correta do tamanho e da distribuição espacial da amostra. Isso demanda profundidade de ferramentas quantitativas: função de distribuição, modelos estatísticos, etc. Em geral, o planejamento amostral apoia-se na análise prévia de imagens de satélite utilizadas para delimitação das áreas cultivadas, combinadas a modelos de desenvolvimento das lavouras e estimativas da variabilidade espacial da produtividade esperada. Quanto maior a heterogeneidade produtiva de determinada região, maior tende a ser a necessidade de ampliação da densidade amostral.

Esses procedimentos são amplamente aplicados em culturas anuais, como soja, milho, arroz, feijão, algodão e trigo, com adaptações conforme as características de cada sistema produtivo. Nas culturas perenes, o monitoramento apresenta maior complexidade em razão do comportamento plurianual das plantas, incluindo alternância de produtividade entre safras em algumas espécies. Já na produção animal, os sistemas confinados, como aves e suínos, permitem avaliações mais objetivas, enquanto os sistemas baseados em pastagens dependem não apenas do número de animais, mas também da capacidade de suporte e da produtividade das áreas de pasto. Nesses casos, a utilização de imagens de satélite e estimativas de área deve ser complementada por informações relacionadas aos sistemas de manejo e aos pacotes tecnológicos empregados.

Durante o processo de observação, são analisados indicadores como densidade de plantas, vigor vegetativo, uniformidade da lavoura, sanidade, ocorrência de pragas e doenças, danos climáticos e potencial produtivo. A partir dessas informações, especialistas elaboram estimativas sobre o desempenho esperado das culturas e possíveis desvios produtivos.

A principal vantagem do *crop tour* é a rapidez na geração de informações, especialmente em momentos críticos do ciclo produtivo. Entretanto, a metodologia apresenta componente subjetivo relevante, uma vez que parte das avaliações depende da experiência dos observadores, da padronização dos critérios técnicos e da capacidade de interpretação das condições encontradas em campo.

4.4. Sensoriamento remoto

O avanço do sensoriamento remoto transformou profundamente a geração de dados primários na agricultura, tornando possível o monitoramento sistemático de grandes extensões territoriais com elevada frequência temporal e crescente nível de detalhamento espacial. O uso integrado de imagens de satélite, drones, sensores multiespectrais e radares orbitais ampliou significativamente a capacidade de acompanhamento das atividades agrícolas, permitindo análises contínuas da dinâmica das lavouras em diferentes escalas geográficas.

A fronteira atual dessas tecnologias está associada à integração entre sensoriamento remoto, inteligência artificial e modelos agrometeorológicos. Nesse contexto, o georreferenciamento das áreas agrícolas assume papel central, pois permite associar informações conhecidas de campo às assinaturas espectrais observadas nas imagens orbitais. Esse processo constitui a base do treinamento de modelos de aprendizado de máquina (*machine/deep learning*), nos quais áreas previamente identificadas e validadas em campo são utilizadas como referência para classificação automática do uso e cobertura da terra. Quanto maior a qualidade, representatividade e precisão dessas amostras georreferenciadas, maior tende a ser a acurácia dos modelos de classificação das culturas agrícolas.

A partir dessas bases de treinamento, algoritmos podem identificar padrões espectrais, temporais e fenológicos associados a diferentes sistemas produtivos, permitindo estimativas de área cultivada com níveis elevados de precisão. Além da delimitação das áreas agrícolas, o sensoriamento remoto possibilita estimar biomassa, índices de vegetação, vigor vegetativo, estresse hídrico, falhas de plantio, dinâmica fenológica, danos climáticos e alterações no uso da terra. Entre os indicadores mais utilizados destaca-se o NDVI, amplamente empregado na avaliação do desenvolvimento vegetativo das culturas ao longo do ciclo produtivo.

Mais recentemente, a integração entre séries temporais de imagens orbitais, variáveis meteorológicas e modelos biofísicos de crescimento das culturas passou a ampliar também a capacidade de estimativa de produtividade agrícola. Modelos agrometeorológicos alimentados por informações espectrais permitem acompanhar a evolução das lavouras, identificar desvios produtivos e antecipar impactos relacionados a déficit hídrico, excesso de chuvas, ocorrência de geadas ou ondas de calor. A combinação entre sensoriamento remoto, modelagem estatística e inteligência artificial representa atualmente uma das principais fronteiras tecnológicas da inteligência agropecuária.

A principal contribuição do sensoriamento remoto está na capacidade de geração contínua de dados em larga escala, com baixo custo marginal de atualização e elevada cobertura territorial. Entretanto, a precisão e a robustez das estimativas dependem diretamente da calibração e validação com dados coletados em campo. Dessa forma, imagens orbitais e aéreas não substituem integralmente os levantamentos presenciais, mas atuam de forma complementar, ampliando a escala, a frequência e a capacidade analítica dos sistemas de monitoramento agropecuário.

4.5. Agricultura de precisão e sensores em campo

A agricultura de precisão pode ser definida como um sistema de produção baseado no uso integrado de sensores, geotecnologias e modelagem matemática para otimizar a utilização dos fatores de produção, maximizando a produtividade, a eficiência econômica e o uso sustentável dos recursos naturais.

Esse modelo permite a geração contínua de dados em nível de talhão, ampliando significativamente a granularidade das informações agrícolas. Quanto mais homogênea e detalhada a unidade de análise, menor tende a ser a dispersão dos dados e maior a precisão das estimativas. Sensores

instalados no solo, em máquinas agrícolas, estações meteorológicas e sistemas de irrigação fornecem informações sobre umidade, temperatura, nutrientes, compactação, produtividade georreferenciada e variabilidade espacial das lavouras.

Esses dados permitem identificar diferenças dentro da própria propriedade, orientando decisões relacionadas à aplicação localizada de insumos, manejo da irrigação, correção do solo e escolha de cultivares. Dessa forma, a agricultura de precisão contribui simultaneamente para o aumento da eficiência produtiva, redução de custos e sustentabilidade ambiental.

Apesar do elevado potencial tecnológico, sua adoção ainda enfrenta limitações associadas ao custo de implantação, à necessidade de capacitação técnica, à conectividade rural e à interoperabilidade entre equipamentos, plataformas e sistemas de informação.

4.6. Dados gerados por máquinas agrícolas

Colheitadeiras, plantadeiras, pulverizadores e tratores modernos registram automaticamente informações sobre produtividade, velocidade de operação, taxa de aplicação de insumos, consumo de combustível, eficiência operacional e localização geográfica. Esses sistemas ampliam significativamente o volume, a frequência e a granularidade das informações geradas durante o processo produtivo. Os sistemas de telemetria passaram a constituir fontes contínuas de dados, favorecendo o monitoramento operacional em tempo quase real. No passado, a utilização dessas tecnologias era limitada por falhas de conectividade em áreas rurais, problema que vem sendo parcialmente reduzido pela expansão das redes móveis e pelo avanço da comunicação via satélite.

Esses dados representam uma importante fonte de informação primária, pois são produzidos diretamente durante a execução das operações agrícolas. Sua principal vantagem está na automação da coleta, reduzindo erros humanos, aumentando a frequência de atualização e permitindo elevado detalhamento espacial das informações.

Entretanto, desafios relacionados à padronização dos dados, propriedade das informações, acesso às bases geradas e compatibilidade entre equipamentos e fabricantes ainda limitam sua plena integração aos sistemas de inteligência agropecuária.

4.7. Painéis de produtores

Nos Estados Unidos, no final da década de 1950 e início da década de 1960, havia carência de informações sobre custos e sistemas de produção agropecuários. Os levantamentos amostrais realizados à época, baseados exclusivamente em questionários, apresentavam limitações metodológicas e resultados insatisfatórios. Nesse contexto, em 1962, Leroy Plaxico e Luther Tweeten publicaram um trabalho propondo a construção de “modelos representativos de produção” por meio de reuniões técnicas com produtores rurais. Essa metodologia passou a ser conhecida como “painel agrícola”, baseada no conceito de *Typical Farm*.

Os painéis de produtores constituem, portanto, uma metodologia recorrente de coleta de informações junto a grupos de produtores rurais em diferentes regiões, com a finalidade de caracterizar unidades produtivas representativas ao longo do tempo. Essa abordagem permite acompanhar a evolução dos sistemas de produção, das decisões de manejo, dos custos, da adoção tecnológica e das expectativas de mercado. O conjunto de informações obtidas fornece importantes inferências sobre pacotes tecnológicos, produtividade agrícola, estruturas de rebanho e desempenho dos sistemas produtivos.

Sua principal vantagem está na consistência temporal das informações, permitindo análises longitudinais e identificação de mudanças estruturais nos sistemas agropecuários. Entretanto, a representatividade dos painéis deve ser cuidadosamente avaliada, pois a seleção dos participantes pode introduzir vieses relacionados ao perfil tecnológico, à escala de produção ou à localização geográfica. Por essa razão, a análise comparativa entre diferentes períodos e regiões contíguas torna-se fundamental para aumentar a robustez e a confiabilidade das interpretações.

4.8. Métodos qualitativos e dados subjetivos

A geração de dados primários na agricultura não se restringe a informações quantitativas. Métodos qualitativos são fundamentais para compreender expectativas, percepções de risco, estratégias de manejo, decisões de investimento e comportamento dos produtores rurais. Embora a definição das amostras e os procedimentos de coleta possam seguir critérios quantitativos, as respostas obtidas refletem percepções, avaliações e expectativas dos agentes econômicos em determinado momento, conferindo caráter qualitativo às informações produzidas.

Técnicas como entrevistas em profundidade, grupos focais, consultas a especialistas e métodos Delphi permitem captar informações dificilmente observáveis por métricas tradicionais. Esses dados são particularmente relevantes para antecipar tendências, interpretar movimentos de mercado e compreender fatores institucionais, comportamentais e conjunturais que influenciam as decisões produtivas.

Apesar de sua relevância, a subjetividade inerente a esses métodos exige critérios rigorosos de coleta, sistematização e interpretação. Os procedimentos metodológicos devem ser claramente definidos e documentados, garantindo impessoalidade, padronização e possibilidade de replicação das análises ao longo do tempo. Quando integrados a dados quantitativos objetivos, os dados subjetivos ampliam significativamente a capacidade explicativa e preditiva dos sistemas de inteligência agropecuária.

4.9. Plataformas digitais e coleta descentralizada

O avanço das tecnologias digitais tem ampliado a coleta descentralizada de dados por meio de aplicativos, plataformas de gestão agrícola, sistemas cooperativos e ferramentas de comunicação com produtores rurais. Essas soluções permitem expandir a escala da coleta, reduzir custos operacionais e aumentar a frequência de atualização das informações. Além disso, a formação de comunidades

digitais entre produtores favorece a circulação rápida de informações sobre clima, mercado, manejo e condições das lavouras, ainda que muitas dessas interações ocorram sem rigor estatístico ou padronização metodológica.

A participação direta dos produtores na geração de dados fortalece a capilaridade e a velocidade dos sistemas de inteligência agropecuária, mas exige mecanismos robustos de governança, validação e padronização das informações coletadas. Sem esses controles, a coleta descentralizada pode gerar inconsistências, duplicidades, vieses de seleção e perda de confiabilidade analítica.

As atuais ferramentas de integração e processamento de dados permitem combinar diferentes métodos de origem das informações (dados de campo, sensoriamento remoto, telemetria, painéis de produtores e plataformas digitais), aumentando a robustez, a capacidade de validação cruzada e a acurácia dos resultados produzidos.

5. Integração dos dados e estruturação dos sistemas de informação

A análise das diferentes metodologias evidencia que não existe uma única forma de coleta capaz de atender plenamente às demandas da inteligência agropecuária. A eficiência do sistema depende justamente da integração entre métodos e fontes de informação. A agricultura moderna, marcada por elevada especialização tecnológica e crescente complexidade produtiva, exige sistemas de informação robustos, capazes de combinar escala, precisão, frequência de atualização e capacidade analítica.

A utilização dos dados para geração de inteligência depende da definição clara dos objetivos analíticos e das respostas que se pretende obter. Entretanto, independentemente da sofisticação dos modelos estatísticos, econométricos ou baseados em inteligência artificial, a qualidade dos resultados permanece diretamente condicionada à qualidade dos dados de entrada. Modelos avançados não compensam informações incompletas, inconsistentes ou enviesadas. Dados de baixa qualidade comprometem análises, aumentam incertezas e podem conduzir a decisões equivocadas tanto no setor privado quanto na formulação de políticas públicas. Em ambientes caracterizados por elevada volatilidade e riscos sistêmicos, a ausência de informações confiáveis amplia a insegurança econômica, reduz a capacidade de planejamento e eleva os custos de investimento e gestão.

A coleta de campo oferece precisão e capacidade de validação. A amostragem estatística garante representatividade. O sensoriamento remoto fornece escala e frequência temporal. A agricultura de precisão amplia a granularidade das informações. Os dados gerados por máquinas agrícolas aumentam a capacidade de monitoramento contínuo. Os métodos qualitativos contribuem para interpretação das expectativas e dos comportamentos dos agentes econômicos. As plataformas digitais ampliam a capilaridade da coleta. A integração dessas diferentes fontes é o que permite construir sistemas mais robustos de previsão, monitoramento e suporte à decisão.

Essa integração exige padronização conceitual, interoperabilidade tecnológica e validação metodológica. Variáveis como área, produtividade, produção, custos, sistemas de produção, uso de insumos,

clima, solo e ocorrência de pragas precisam ser definidas de forma clara, comparável e replicável ao longo do tempo. Em escala nacional, a existência de organismos de Estado com autonomia técnica é fundamental para garantir continuidade metodológica, credibilidade institucional e proteção das estatísticas contra ingerências político-partidárias.

Ambientes computacionais como *data lakes* permitem armazenar, integrar e processar grandes volumes de dados heterogêneos, conectando bases primárias e secundárias em estruturas analíticas unificadas. Contudo, a infraestrutura tecnológica representa apenas uma parte do sistema. A qualidade final das informações depende da governança dos dados, dos protocolos de validação, da rastreabilidade metodológica e da capacidade técnica das equipes responsáveis pela produção e interpretação das análises.

6. Processamento analítico e geração de inteligência

O tratamento dos dados envolve o uso integrado de ferramentas estatísticas, econométricas, geotecnológicas e computacionais, permitindo a construção de indicadores, modelos preditivos e cenários prospectivos aplicados ao setor agropecuário.

Entre os principais instrumentos analíticos, destacam-se:

- a) modelos de oferta e demanda;
- b) projeções de produção, produtividade e área;
- c) modelos de preços e transmissão de preços;
- d) análise de elasticidades;
- e) funções de custo;
- f) modelos de risco climático;
- g) cenários micro e macroeconômicos;
- h) indicadores econômicos, sociais, ambientais e produtivos.

Essas ferramentas permitem transformar dados brutos em conhecimento aplicado à tomada de decisão. A inteligência agropecuária, portanto, não se limita à existência de bases de dados, mas depende da capacidade de interpretar informações de forma consistente, integrada e tempestiva.

O processamento analítico possibilita tanto respostas de curto prazo, como estimativas de safra, monitoramento de mercados e alertas de risco, quanto análises estruturais de longo prazo, envolvendo avaliação de políticas públicas, simulações de choques externos, projeções de investimento, planejamento estratégico e estudos relacionados à segurança alimentar.

7. Governança e institucionalidade da informação

A eficiência dos sistemas de inteligência agropecuária depende diretamente da qualidade da governança institucional. No Brasil, a fragmentação das bases de dados, a existência de múltiplas fontes com resultados divergentes e a ausência de coordenação metodológica constituem desafios relevantes

para a produção de informações confiáveis e comparáveis. Soma-se a isso a dificuldade histórica de distinção entre atividades de governo e atividades de Estado. Enquanto as atividades de governo estão associadas às orientações conjunturais das administrações em exercício, as atividades de Estado devem possuir continuidade institucional, estabilidade metodológica e compromisso de longo prazo com o interesse público, independentemente de mudanças políticas.

Nesse contexto, as estatísticas públicas agropecuárias caracterizam-se claramente como atividade de Estado. Uma vez definidos metodologias, processos e procedimentos de coleta, processamento e divulgação, alterações devem ocorrer prioritariamente em função de avanços técnicos, científicos ou tecnológicos, e não em decorrência de mudanças político-partidárias. A descontinuidade metodológica compromete a comparabilidade das séries históricas, reduz a previsibilidade e enfraquece a confiança dos agentes econômicos e institucionais nas informações produzidas.

A ausência de coordenação entre instituições pode gerar estimativas incompatíveis sobre variáveis centrais, como área cultivada, produção e produtividade, reduzindo a capacidade do sistema de orientar políticas públicas, decisões privadas e estratégias de mercado. Em ambientes caracterizados por elevada volatilidade e integração global, a perda de credibilidade das estatísticas amplia incertezas e reduz a eficiência dos mecanismos de coordenação econômica.

Diante desse cenário, torna-se necessária a construção de estruturas institucionais capazes de integrar, padronizar, validar e disseminar informações agropecuárias de forma técnica e transparente. Uma agência ou sistema nacional de inteligência agropecuária poderia exercer papel estratégico na coordenação metodológica, integração de bases públicas e privadas, produção de indicadores, monitoramento de riscos e disponibilização de informações qualificadas para o setor produtivo e para a sociedade. Experiências existentes nos Estados Unidos e na União Europeia demonstram a relevância de instituições técnicas estáveis e com elevada credibilidade para o funcionamento eficiente dos sistemas agroalimentares.

Entre os principais organismos de Estado voltados à inteligência agropecuária destaca-se o *National Agricultural Statistics Service* (NASS), órgão oficial de estatísticas agropecuárias do *United States Department of Agriculture*, equivalente ao Ministério da Agricultura dos Estados Unidos. O NASS é responsável pela coleta, consolidação e divulgação de dados sobre agricultura e pecuária, produzindo informações relacionadas à área plantada, produtividade, produção, estoques, rebanhos e intenção de plantio. Para isso, utiliza pesquisas junto a produtores, sensoriamento remoto, imagens de satélite e modelos estatísticos. Trata-se de uma estrutura de caráter técnico e permanente, cuja atuação possui continuidade institucional independentemente das mudanças de governo.

A existência de um sistema estatístico robusto e contínuo constitui elemento estratégico para a segurança alimentar da sociedade norte-americana, ao reduzir incertezas, ampliar a previsibilidade da produção e subsidiar decisões públicas e privadas. Além do monitoramento da produção doméstica, o USDA acompanha continuamente estatísticas e informações agrícolas de outros países, buscando antecipar possíveis choques externos relacionados à oferta, estoques, clima e comércio internacional.

Os dados produzidos pelo NASS subsidiam decisões de mercado, políticas agrícolas, crédito rural, seguro agrícola e comércio internacional. Entre seus principais relatórios destacam-se os de produção agrícola (*Crop Production*), área plantada (*Acreage*), estoques de grãos (*Grain Stocks*) e pecuária (*Cattle Report* e *Hogs and Pigs*). Essas informações são utilizadas não apenas por agentes privados norte-americanos, mas também por governos, empresas e instituições internacionais, refletindo a elevada credibilidade e consistência histórica do sistema estatístico do USDA.

As informações produzidas pelo NASS também servem de base para o relatório WASDE, elaborado pelo *World Agricultural Outlook Board*, responsável pela análise dos balanços globais de oferta e demanda agrícola. O WASDE tornou-se uma das principais referências internacionais para avaliação da segurança alimentar, previsibilidade dos mercados e formação de preços agrícolas. Dessa forma, o sistema estatístico do USDA consolidou-se como instrumento estratégico para o monitoramento da produção agropecuária e para a estabilidade do sistema agroalimentar global.

A União Europeia não possui uma única agência agrícola equivalente ao *National Agricultural Statistics Service* (NASS) dos Estados Unidos. O sistema estatístico europeu é descentralizado e coordenado principalmente pela Eurostat, órgão oficial de estatísticas da União Europeia. Cada país membro mantém seus próprios sistemas nacionais de estatística, embora o bloco venha promovendo, ao longo das últimas décadas, esforços contínuos de harmonização metodológica, buscando maior padronização de conceitos, processos e procedimentos de coleta. Trata-se de um processo ainda em evolução, mas que tem avançado de forma consistente.

A Eurostat consolida informações fornecidas pelos institutos nacionais de estatística dos países-membros, divulgando dados relacionados à produção agrícola, pecuária, comércio, preços, uso da terra, produtividade, meio ambiente e segurança alimentar. Essas estatísticas subsidiam a formulação e o monitoramento da Política Agrícola Comum (PAC) da União Europeia. A crescente integração tecnológica entre os países, especialmente no uso de sensoriamento remoto, geotecnologias e sistemas digitais, tem sido um dos principais fatores de fortalecimento desse sistema.

Além da Eurostat, outras instituições desempenham funções complementares relevantes no sistema europeu de inteligência agroalimentar:

- *Directorate-General for Agriculture and Rural Development* (DG AGRI): responsável pelas análises econômicas, formulação de políticas agrícolas e monitoramento dos mercados;
- *European Food Safety Authority* (EFSA): responsável pela avaliação de riscos sanitários e segurança alimentar;
- *Joint Research Centre* (JRC): responsável pelo desenvolvimento de modelagens, aplicações de sensoriamento remoto e monitoramento agrícola por satélite, especialmente por meio do sistema MARS (*Monitoring Agricultural Resources*).

O sistema europeu combina estatísticas nacionais, monitoramento climático, imagens de satélite, modelagem agrometeorológica e inteligência de mercado, formando uma ampla estrutura de inteligência agroalimentar voltada à previsibilidade da produção, sustentabilidade, comércio e segurança alimentar.

A Austrália possui um sistema de informações agropecuárias altamente integrado, coordenado principalmente pelo *Australian Bureau of Agricultural and Resource Economics and Sciences* (ABARES), órgão vinculado ao *Department of Agriculture, Fisheries and Forestry*. Além da estrutura estatal, a Austrália apresenta forte tradição de cooperação entre setor público e privado, destacando-se organismos como a *Meat & Livestock Australia* (MLA), que também produz estatísticas, análises de mercado e informações estratégicas para as cadeias pecuárias.

O ABARES é responsável pela coleta, análise e divulgação de dados relacionados à agricultura, pecuária, recursos naturais, comércio agrícola e mercados internacionais. Sua atuação inclui estimativas de produção, produtividade, exportações, custos, clima, uso da terra e projeções econômicas para o setor agropecuário australiano. O sistema australiano combina levantamentos quantitativos e qualitativos junto a produtores rurais, monitoramento climático, sensoriamento remoto, modelagem econômica e integração com bases estaduais e regionais de informação.

Entre os principais produtos analíticos do sistema destacam-se projeções de safra, balanços de oferta e demanda, perspectivas de exportação, análises de mercado e avaliações dos impactos climáticos sobre a produção agrícola e pecuária. A forte integração entre inteligência agropecuária e gestão ambiental representa uma característica marcante do modelo australiano, especialmente em razão da elevada exposição do país a secas prolongadas, variabilidade climática e restrições hídricas.

Os ciclos plurianuais de seca exigem sistemas avançados de monitoramento climático e elevada capacidade preditiva, sustentados por investimentos em sensoriamento remoto, satélites e modelagem matemática voltada à antecipação de eventos extremos e seus impactos sobre a produção. Há destaque especial para a gestão dos rebanhos bovinos e ovinos, fortemente afetados pelas condições climáticas e pela disponibilidade de pastagens. Nesse contexto, o sistema australiano de inteligência agropecuária consolidou-se como instrumento estratégico para competitividade internacional, planejamento produtivo, gestão de riscos e segurança alimentar.

A governança da informação deve combinar independência técnica, transparência, participação institucional e capacidade operacional. O objetivo não é apenas produzir dados, mas gerar confiança pública quanto à qualidade, consistência e utilidade das informações disponibilizadas. Nesse contexto, informações públicas confiáveis reduzem assimetrias entre os agentes econômicos, ampliando a capacidade de tomada de decisão de pequenos e médios produtores rurais e favorecendo maior equilíbrio concorrencial nos mercados. Além disso, sistemas de informação com credibilidade e capacidade de antecipar choques de oferta contribuem para reduzir incertezas, aumentar a previsibilidade dos mercados e favorecer maior estabilidade dos preços agrícolas e alimentares.

8. Inteligência agropecuária e redução de riscos

Um dos principais objetivos da inteligência agropecuária é a redução dos riscos associados à atividade agrícola, especialmente por meio da antecipação de choques climáticos, da identificação de riscos sanitários e do monitoramento contínuo das condições de produção. A utilização de sistemas

integrados de dados aumenta a previsibilidade da produção, reduz incertezas, melhora a alocação de recursos, apoia políticas públicas e favorece um ambiente mais seguro para investimentos. A ausência de informações confiáveis amplia os custos e riscos das decisões econômicas, não apenas sob a perspectiva financeira, mas também em relação à segurança alimentar das populações dependentes do abastecimento regular de alimentos e energia.

Grandes oscilações de preços agrícolas afetam de forma mais intensa populações de baixa renda, altamente sensíveis à inflação de alimentos e energia. Em geral, eventos climáticos extremos provocam choques de oferta que se propagam rapidamente para os preços, comprometendo o acesso aos alimentos e ampliando riscos de insegurança alimentar e desnutrição. Nesse contexto, a antecipação de perdas produtivas torna-se estratégica, pois amplia o tempo disponível para adoção de políticas mitigadoras, reorganização dos fluxos comerciais e estímulo à expansão produtiva em outras regiões capazes de compensar parcialmente os déficits previstos.

Do ponto de vista dos mercados, nos quais agentes econômicos tomam decisões sob condições permanentes de incerteza, informações confiáveis contribuem para melhorar decisões relacionadas ao plantio, comercialização, crédito, seguro rural, logística, armazenagem e gestão de riscos. Os ciclos agrícolas anuais e a distribuição geográfica da produção oferecem mecanismos compensatórios importantes frente aos choques produtivos, desde que existam informações capazes de orientar rapidamente os ajustes necessários.

Além disso, sistemas de inteligência agropecuária fortalecem a gestão integrada de riscos climáticos, sanitários, financeiros e comerciais. A antecipação de choques permite estruturar estratégias de mitigação, incluindo recomposição de estoques, contratação de seguros, operações de *hedge*, diversificação produtiva, planejamento logístico e políticas de apoio direcionadas a regiões e populações mais vulneráveis.

9. Segurança alimentar e dimensão socioeconômica

A análise da segurança alimentar demonstra que a simples disponibilidade de alimentos, embora necessária, não é suficiente para garantir o acesso da população à alimentação adequada. A segurança alimentar resulta da interação entre capacidade produtiva, acesso econômico, estabilidade dos mercados e regularidade do abastecimento. Nesse contexto, é importante distinguir a dimensão produtiva da segurança alimentar, diretamente relacionada ao funcionamento do sistema econômico da agricultura e à capacidade de produção de alimentos em quantidade suficiente.

A produção agropecuária está exposta a diversos riscos climáticos, tais como secas, excesso de chuvas, temperaturas extremas, variações de insolação, ventos e tempestades, além de riscos sanitários associados à ocorrência de pragas e doenças de plantas e animais. Trata-se de um sistema biológico aberto, altamente dependente das condições ambientais e sujeito a elevada variabilidade produtiva. Por essa razão, o funcionamento eficiente desse sistema requer monitoramento contínuo das condições climáticas, produtivas e sanitárias, permitindo antecipar riscos, reduzir

incertezas e apoiar decisões capazes de preservar a estabilidade da oferta de alimentos.

Os problemas relacionados à fome decorrem, em grande medida, da má distribuição da renda e das limitações de acesso econômico aos alimentos, caracterizando uma questão de natureza social. Entretanto, choques de oferta e oscilações nos preços agrícolas podem agravar significativamente esse quadro, afetando principalmente as populações mais vulneráveis e de menor renda.

O Brasil desempenha papel central na dimensão produtiva da segurança alimentar e na estabilidade da oferta global de alimentos. A manutenção dos elevados níveis de produtividade da agricultura brasileira está diretamente associada à capacidade de adaptação climática de plantas e animais, o que exige desenvolvimento tecnológico contínuo. A agricultura brasileira distingue-se das demais grandes regiões produtoras, como os Estados Unidos e os países da União Europeia, por se desenvolver predominantemente em ambiente tropical, sujeito a elevada pressão climática, sanitária e biológica.

Nesse contexto, investimentos em sistemas de informação e inteligência agropecuária tornam-se fundamentais para monitorar a evolução da produtividade, antecipar riscos e orientar decisões relacionadas à pesquisa, manejo e políticas públicas. O aumento sustentável da oferta de alimentos, associado à redução de custos de produção, depende diretamente dos ganhos de produtividade dos fatores de produção, os quais somente podem ser alcançados por meio da geração contínua de novas tecnologias e da adaptação dos sistemas produtivos às mudanças ambientais e econômicas.

Dessa forma, a inteligência agropecuária deve ser compreendida não apenas como instrumento de apoio aos mercados, mas também como ferramenta estratégica de política pública. A integração entre dados de produção agrícola e indicadores sociais, tais como renda, consumo, preços ao consumidor, emprego e condições de vulnerabilidade, permite identificar regiões mais expostas à insegurança alimentar, antecipar crises de abastecimento e avaliar impactos distributivos decorrentes de choques de oferta e preços.

A agricultura desempenha papel fundamental como fornecedora de alimentos, fibras e bioenergia, além de gerar emprego, renda e arrecadação tributária. Entretanto, a garantia de acesso aos alimentos não depende exclusivamente da capacidade produtiva do setor agropecuário, mas também de fatores sociais e econômicos, especialmente renda, emprego e políticas públicas de proteção social. Nesse sentido, a produção de alimentos e o acesso efetivo à alimentação adequada constituem dimensões distintas, embora interdependentes, da segurança alimentar.

A sustentabilidade do agronegócio depende da capacidade de transformar produção em renda e produtividade em competitividade. Já a redução da fome e da insegurança alimentar depende da construção de mecanismos sociais capazes de garantir acesso econômico aos alimentos. Assim, sistemas de inteligência agropecuária e informações públicas de qualidade tornam-se instrumentos fundamentais para promover maior estabilidade de preços, orientar políticas de abastecimento e contribuir para que os alimentos sejam produzidos em quantidade suficiente e distribuídos de forma socialmente acessível.

11. Considerações finais

A análise desenvolvida neste capítulo evidencia que a inteligência agropecuária constitui um dos principais determinantes da sustentabilidade do agronegócio brasileiro e da segurança alimentar global.

A segurança alimentar depende de quatro dimensões centrais: disponibilidade, acesso, utilização e estabilidade ao longo do tempo. No contexto agropecuário, a estabilidade assume papel estratégico, pois conecta a produção agrícola, os estoques, os preços e a capacidade de resposta dos sistemas alimentares a choques climáticos, sanitários, econômicos ou geopolíticos (FAO, 2022; HLPE, 2020).

A análise da segurança alimentar contemporânea exige incorporar um elemento adicional: a distribuição geográfica da produção agrícola. A produção mundial de alimentos encontra-se relativamente concentrada em alguns grandes polos produtivos, como Brasil, Estados Unidos, China, União Europeia e Índia, o que gera ganhos de eficiência, mas também riscos sistêmicos associados à concentração produtiva (FAO, 2023; WORLD BANK, 2023).

De qualquer forma, a distribuição entre vários continentes e biomas reduz consideravelmente os riscos climáticos. A África tem potencial para fazer parte desse bloco, mas depende da capacidade de gestão de suas crises políticas internas. Nesse contexto, merece destaque a produção brasileira, desenvolvida em ambiente tropical, diferente das demais grandes regiões produtoras. Isso foi obtido pelo domínio de tecnologias de produção adaptadas às condições locais, seja por desenvolvimento próprio, seja pela adaptação de tecnologias oriundas de regiões de clima temperado. É inegável que os ganhos de produtividade e resiliência da agricultura brasileira representam fenômeno relativamente recente nos padrões globais de oferta de alimentos, fibras e bioenergia. A incorporação de novas regiões produtivas depende muito mais de questões geopolíticas e políticas locais do que propriamente de limitações tecnológicas.

Os estoques agrícolas exercem função essencial no processo de gestão de riscos. Eles atuam como mecanismo de amortecimento entre safras, reduzindo os efeitos de frustrações produtivas sobre preços e abastecimento. Quando a relação estoque/consumo é elevada, o sistema apresenta maior resiliência; quando essa relação se reduz, pequenas variações na produção podem gerar forte volatilidade de preços, com impactos diretos sobre a segurança alimentar (USDA, 2024; OECD; FAO, 2023).

A manutenção de estoques é custosa e demonstrou eficiência limitada ao longo do tempo. Por isso, a gestão da inteligência agropecuária torna-se essencial para estruturar sistemas de informação capazes de permitir rápida adaptação dos mercados e redução da volatilidade. A manutenção de grandes volumes de estoques é economicamente difícil e operacionalmente limitada, mas pequenos estoques combinados com sistemas eficientes de informação e previsão mostram-se viáveis e estratégicos.

A elevada integração dos mercados internacionais reforça esse quadro. Choques de produção em grandes exportadores são rapidamente transmitidos aos preços globais, afetando cadeias produtivas e inflação de alimentos (WORLD BANK, 2024). Fatores geopolíticos, restrições comerciais e gargalos logísticos podem limitar a capacidade de resposta do sistema, reduzindo a eficácia da diversificação geográfica como mecanismo de estabilização.

A liberalização do comércio e da circulação internacional de alimentos, associada à padronização de protocolos técnicos relacionados aos fatores de produção, livres de vieses políticos e fundamentados em critérios técnicos, é fundamental para maximizar a eficiência alocativa do sistema econômico, aproveitando os benefícios da produção distribuída entre continentes.

Nesse contexto, os modelos de previsão de safra tornam-se instrumentos fundamentais da inteligência agropecuária. Eles permitem antecipar cenários de produção em diferentes regiões, estimar riscos de quebra de safra e avaliar a capacidade de compensação entre áreas produtoras (FAO, 2017; WU *et al.*, 2023).

Os modelos modernos combinam múltiplas fontes de informação, incluindo dados de campo, séries históricas, informações climáticas, sensoriamento remoto, índices de vegetação e dados de solo (CARFAGNA; GALLEGO, 2006; MASHONGANYIKA *et al.*, 2021).

Metodologicamente, esses modelos podem ser classificados em cinco grupos principais:

1. Modelos estatísticos baseados em séries históricas;
2. Modelos agroclimáticos;
3. Modelos baseados em sensoriamento remoto;
4. Modelos econométricos de mercado;
5. Modelos híbridos e de aprendizado de máquina (VARIAN, 2014; MAZZIA *et al.*, 2020).

A geração de dados primários, a integração com bases secundárias, o uso de tecnologias digitais, a modelagem analítica e a governança institucional formam os pilares de um sistema moderno de informação agrícola. Tais elementos permitem reduzir incertezas, antecipar riscos, melhorar a eficiência econômica e fortalecer a formulação de políticas públicas.

Os dados constituem a infraestrutura básica desse sistema. A disponibilidade de informações confiáveis sobre área cultivada, produtividade, produção, clima, custos, estoques e fluxos comerciais permite a construção de bases analíticas consistentes para a tomada de decisão. A integração entre dados primários, obtidos por meio de levantamentos de campo e monitoramento direto, dados secundários, provenientes de bases institucionais e séries histórica, e dados digitais, oriundos de sensoriamento remoto e agricultura de precisão, amplia significativamente a capacidade de monitoramento e análise do sistema produtivo (CARFAGNA; GALLEGO, 2006; FAO, 2017).

Entretanto, a utilidade dos dados depende de sua qualidade, padronização e atualização. Dados inconsistentes ou defasados comprometem a capacidade preditiva dos modelos e aumentam o risco de decisões inadequadas, reforçando a importância de sistemas de governança da informação e validação metodológica (NORTH, 1990).

A qualidade das previsões depende da disponibilidade de dados primários consistentes e da integração entre escalas geográficas. Sem dados locais confiáveis, a análise global perde precisão; sem análise global, a interpretação local torna-se incompleta.

No plano da segurança alimentar, a principal contribuição desses modelos é reduzir o tempo entre o choque e a resposta institucional. Previsões antecipadas permitem organizar fluxos comerciais, ajustar políticas de estoque, ativar mecanismos de seguro e mitigar impactos sobre preços e abastecimento (OECD; FAO, 2023).

Assim, a articulação entre produção agrícola, estoques, modelos de previsão e distribuição geográfica constitui um dos pilares da inteligência agropecuária contemporânea. A produção garante disponibilidade, os estoques asseguram margem de segurança, a distribuição geográfica ajuda a mitigar riscos e os modelos de previsão permitem antecipar cenários.

A eficácia da inteligência agropecuária está diretamente associada à capacidade de transformar dados em previsões e, posteriormente, em decisões estratégicas. Esse processo pode ser compreendido como um sistema integrado composto por três etapas fundamentais: (i) geração e organização de dados, (ii) modelagem e previsão e (iii) formulação de estratégias. A qualidade de cada uma dessas etapas condiciona o desempenho das demais, configurando um ciclo contínuo de aprendizado e adaptação no âmbito dos sistemas agroalimentares (VARIAN, 2014; FAO, 2017).

No agronegócio, as estratégias podem ser classificadas em três níveis principais. No nível produtivo, envolvem decisões sobre área plantada, escolha de culturas, adoção tecnológica e gestão de insumos. No nível de mercado, incluem estratégias de comercialização, gestão de preços, hedge, diversificação de mercados e administração de estoques. No nível institucional, abrangem políticas públicas relacionadas a abastecimento, crédito rural, seguro agrícola e gestão de estoques reguladores (DAMODARAN, 2012; OECD, 2023).

Por fim, destaca-se que a segurança alimentar não depende exclusivamente da expansão da produção, mas da capacidade de organizar sistemas produtivos resilientes, mercados eficientes, políticas públicas integradas e mecanismos de acesso econômico aos alimentos. Nesse sentido, a inteligência agropecuária deve ser compreendida como infraestrutura estratégica para o desenvolvimento sustentável do Brasil.

Referências

- Akerlof, G. A. (1970). The market for “lemons”: Quality uncertainty and the market mechanism. *Quarterly Journal of Economics*, 84(3), 488–500.
- Barros, G. S. C., & Castro, N. R. (2017). *Economia do agronegócio*. ESALQ.
- Carfagna, E., & Gallego, F. J. (2006). *Using remote sensing for agricultural statistics*. *International Statistical Review*, 74(2), 191–210.
- Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada [CEPEA]. (2024). *Indicadores do agronegócio*. ESALQ/USP.
- Coelho, C. N. (2001). *70 anos de política agrícola no Brasil*. MAPA.
- Companhia Nacional de Abastecimento [CONAB]. (2024). *Acompanhamento da safra brasileira de grãos*. CONAB.
- Damodaran, A. (2012). *Investment valuation: Tools and techniques for determining the value of any asset* (3ª ed.). Wiley.
- Embrapa. (2021). *Agricultura digital no Brasil: tendências e desafios*. Embrapa.
- Embrapa. (2022). *Visão 2030: O futuro da agricultura brasileira*. Embrapa.

- Food and Agriculture Organization [FAO]. (2017). *Handbook on remote sensing for agricultural statistics*. FAO.
- Food and Agriculture Organization [FAO]. (2022). *The state of food and agriculture 2022*. FAO.
- Food and Agriculture Organization [FAO]. (2023). *The state of food security and nutrition in the world 2023*. FAO.
- Gallego, F. J. (2010). *Area sampling frames for agricultural and environmental statistics*. European Union.
- Godfray, H. C. J., et al. (2010). Food security: The challenge of feeding 9 billion people. *Science*, 327, 812–818.
- High Level Panel of Experts [HLPE]. (2020). *Food security and nutrition: Building a global narrative*. FAO.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [IBGE]. (2023). *Produção agrícola municipal*. IBGE.
- Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC]. (2022). *Climate change 2022: Impacts, adaptation and vulnerability*. Cambridge University Press.
- Kahneman, D. (2012). *Thinking, fast and slow*. Farrar, Straus and Giroux.
- Ministério da Agricultura e Pecuária [MAPA]. (2023). *Projeções do agronegócio Brasil 2023/24 a 2033/34*. MAPA.
- Mashonganyika, F., et al. (2021). Mapping crops using NDVI time series. *Frontiers in Climate*, 3.
- Mazzia, V., et al. (2020). UAV and machine learning in precision agriculture. *Computers and Electronics in Agriculture*, 178.
- North, D. C. (1990). *Institutions, institutional change and economic performance*. Cambridge University Press.
- Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD]. (2023). *Agricultural policy monitoring and evaluation 2023*. OECD.
- Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD], & Food and Agriculture Organization [FAO]. (2023). *Agricultural outlook 2023–2032*. OECD Publishing.
- Rouse, J. W., et al. (1974). *Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS*. NASA.
- Sen, A. (1981). *Poverty and famines: An essay on entitlement and deprivation*. Oxford University Press.
- Stigler, G. J. (1961). *The economics of information*. *Journal of Political Economy*, 69(3), 213–225.
- Tilman, D., et al. (2011). Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(50), 20260–20264.
- Tucker, C. J. (1979). Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation. *Remote Sensing of Environment*, 8, 127–150.
- United States Department of Agriculture [USDA]. (2024). *World agricultural supply and demand estimates* (WASDE).
- Varian, H. R. (2014). Big data: New tricks for econometrics. *Journal of Economic Perspectives*, 28(2), 3–28.
- Wooldridge, J. M. (2019). *Introductory econometrics: A modern approach* (7^a ed.). Cengage Learning.
- World Bank. (2023). *World development report 2023: Data for better lives*. World Bank.
- World Bank. (2024). *Commodity markets outlook*. World Bank.
- Wu, B., et al. (2023). Challenges and opportunities in remote sensing-based crop monitoring. *National Science Review*, 10(4).

Capítulo **17**

Inovação e evolução tecnológica na agricultura e no agronegócio brasileiro: uma abordagem evolucionária

Catarina Barbosa Careta

Professora Doutora do Departamento de Economia, Administração e Sociologia da Esalq/USP

Carlos Eduardo de Freitas Vian

Professor Doutor do Departamento de Economia, Administração e Sociologia da Esalq/USP

O Brasil consolidou-se como uma das maiores potências agrícolas do mundo, como resultado de décadas de investimento em pesquisa, institucionalização de sistemas de inovação e desenvolvimento de tecnologias adaptadas às condições tropicais. Esse desempenho, no entanto, não se distribuiu de forma homogênea. Enquanto parte do setor opera na fronteira tecnológica internacional, uma parcela expressiva dos produtores permanece com acesso limitado às inovações geradas por esse mesmo sistema.

Compreender esse fenômeno exige uma perspectiva analítica capaz de capturar por que as inovações tendem a concentrar vantagens nos agentes mais preparados para absorvê-las, por que as trajetórias tecnológicas são resistentes à reversão e por que o mercado, por si só, não corrige essas assimetrias. A abordagem econômica evolucionária oferece esses fundamentos e é ela que orienta a análise desenvolvida neste capítulo.

O referencial teórico percorre a abordagem construída desde Schumpeter, em 1911, para quem o desenvolvimento econômico é movido pela introdução de novas combinações que destroem e recriam estruturas produtivas, até as contribuições de Nelson e Winter (1982), que formalizaram a dinâmica de rotinas, busca e seleção entre firmas heterogêneas; de Dosi (1982), que descreveu como paradigmas e trajetórias tecnológicas orientam e constroem a direção da mudança técnica; de Freeman (1987), que situou a inovação no interior de sistemas nacionais de instituições interdependentes; e de Perez (2002), que analisou como as grandes revoluções tecnológicas se instalam e se difundem em fases distintas, com consequências distributivas que dependem de escolhas institucionais deliberadas.

A escolha por essa perspectiva teórica é também uma tomada de posição metodológica. A literatura sobre desenvolvimento agrícola brasileiro é rica em análises setoriais, estudos de caso e avaliações de políticas específicas. O que este capítulo propõe é diferente, trata-se de uma leitura que conecta os fundamentos da economia evolucionária à trajetória histórica do Sistema Nacional de Inovação (SNI) agrícola brasileiro e às implicações concretas para as políticas de inovação no contexto da Agricultura 4.0. Essa articulação, entre teoria evolucionária, história institucional e prescrição de política, é a contribuição principal do texto.

O capítulo está organizado em três seções. A primeira apresenta os fundamentos teóricos da abordagem evolucionária sobre inovação, percorrendo a construção acumulada de Schumpeter a Perez. A segunda apresenta a formação do SNI agrícola brasileiro em quatro momentos históricos, da crise de abastecimento dos anos 1960 à emergência da Agricultura 4.0. A terceira discute as implicações para as políticas de inovação, avaliando os principais instrumentos existentes e propondo ajustes orientados pela lógica evolucionária.

1. Fundamentos da abordagem evolucionária sobre inovação

A teoria econômica evolucionária surgiu como um conjunto de respostas à insuficiência dos modelos neoclássicos diante da dinâmica real do capitalismo. A abordagem foi construída em etapas, de Schumpeter (1997, 2003) nos anos 1910-1942 a Nelson e Winter (1982) na virada dos anos 1980, de Dosi (1982, 1988) ao longo dos anos 1980-1990 e à síntese histórica de Freeman (1987) e Perez (2002) sobre ondas tecnológicas longas. Percorrer essa trajetória é o modo de compreender quais ferramentas analíticas estão à disposição para interpretar a dinâmica de inovação no agronegócio brasileiro e as transformações que a Agricultura 4.0 está em curso de produzir.

1.1. A ruptura schumpeteriana: inovação como força motriz do capitalismo

A ruptura com a tradição que tratava o progresso técnico como dado externo ao sistema econômico começa em 1911, com a “*Teoria do Desenvolvimento Econômico*” de Joseph Alois Schumpeter (Schumpeter, 1997), onde o autor propôs que o desenvolvimento econômico não resulta de ajustamentos graduais de um sistema em equilíbrio, mas de perturbações qualitativas provocadas por um tipo específico de agente: o empresário inovador. Esse agente não opera dentro das regras do mercado existente, ele as reescreve ao introduzir novos produtos, processos produtivos, mercados, fontes de matérias-primas e formas de organização industrial. Cada uma dessas combinações destrói parte do valor acumulado em torno das técnicas anteriores e, ao mesmo tempo, cria oportunidades de lucro monopolista temporário para quem as introduziu. Sem a inovação, argumenta Schumpeter (1997), o sistema tenderia ao equilíbrio estático, à estagnação do lucro e ao desaparecimento dos juros.

O modelo inicial, centrado na figura do empresário individual, seria reformulado pelo próprio Schumpeter em “*Capitalismo, Socialismo e Democracia*” (Schumpeter, 2003), obra em que ele reconheceu que a grande empresa verticalizada, com departamentos organizados de pesquisa e desenvolvimento (P&D), havia substituído o empresário individual como protagonista da inovação nas economias capitalistas maduras. A tensão entre esses dois modelos, o primeiro, centrado na entrada de novos agentes como força inovadora, e o segundo, que destaca a inovação sistemática das grandes firmas estabelecidas, tornou-se um dos eixos de debate da literatura posterior, como apontam Freeman e Soete (1997) e Winter (1984). Nos dois casos, porém, a visão permanece, o capitalismo é um processo de destruição criadora (Schumpeter, 2003), em que a transformação estrutural da economia é o resultado do funcionamento normal do sistema.

A destruição criadora implica, para Schumpeter, uma concepção do tempo econômico distinta da neoclássica. O tempo relevante não é o tempo lógico, reversível, da estática comparativa, mas o tempo histórico, irreversível, em que cada decisão de inovar altera as condições estruturais do jogo (Schumpeter, 1997; Nelson & Winter, 1982). Essa irreversibilidade é a fonte da cumulatividade que caracteriza os processos de inovação e as vantagens de quem inova cedo tendem a se perpetuar porque cada avanço tecnológico redefine o ponto de partida dos competidores e amplia o hiato entre líderes e seguidores (Dosi, 1988; Freeman & Soete, 1997).

1.2. Nelson e Winter: rotinas, busca e seleção

A obra fundadora da moderna teoria econômica evolucionária é “*An Evolutionary Theory of Economic Change*”, de Richard R. Nelson e Sidney G. Winter, publicada em 1982 (Nelson & Winter, 1982). Fruto de quase uma década de trabalho conjunto, a obra propôs uma teoria da firma e da dinâmica industrial que tomava emprestada da biologia darwiniana não o conteúdo substantivo, mas a lógica formal, variação, herança e seleção como mecanismos geradores de mudança em populações de agentes heterogêneos. Essa analogia, explicitada pelos autores, serviu para estruturar uma crítica sistemática ao conceito neoclássico de firma como maximizadora perfeita de lucro.

No modelo de Nelson e Winter, as firmas não maximizam, elas se comportam segundo rotinas, padrões recorrentes de comportamento que governam as decisões de produção, investimento e inovação (Nelson & Winter, 1982). As rotinas são o equivalente funcional dos genes na biologia, são os portadores da herança organizacional que transmitem competências acumuladas de um período ao seguinte e que determinam, em grande medida, as trajetórias possíveis de cada firma. A inovação, nesse modelo, não é o resultado de uma decisão ótima calculada anteriormente, mas de um processo de busca deliberado, porém de resultado incerto, por rotinas novas ou aperfeiçoadas que possam conferir maior eficiência relativa (Nelson & Winter, 1982). As inovações que surgem desse processo são submetidas à pressão de seleção exercida pelo ambiente de mercado; as firmas cujas rotinas se mostram mais adequadas crescem e se expandem. O resultado agregado desse processo de variação e seleção é a mudança estrutural da indústria, não como salto para um novo equilíbrio, mas como trajetória dependente das posições iniciais (Nelson & Winter, 1982; Dosi et al., 1988).

Nelson e Winter (1982) desenvolveram modelos de simulação que capturaram a dinâmica de competição tecnológica entre firmas heterogêneas, demonstrando que os padrões agregados de crescimento da produtividade e concentração de mercado podem ser gerados endogenamente pelo processo evolucionário de busca e seleção. A ênfase nas rotinas e no aprendizado organizacional abriu caminho para a análise da firma como portadora de conhecimento tácito, não codificável e dificilmente transferível (Rosenberg, 1983; Dosi, 1988).

1.3. Dosi: paradigmas tecnológicos, trajetórias e a natureza do conhecimento inovador

A contribuição mais influente de Giovanni Dosi à teoria evolucionária da inovação está concentrada em dois artigos seminais: “*Technological Paradigms and Technological Trajectories*”, publicado na *Research Policy* em 1982 (Dosi, 1982), e “*Sources, Procedures and Microeconomic Effects of Innovation*”, publicado no *Journal of Economic Literature* em 1988 (Dosi, 1988). Em conjunto, esses textos forneceram à teoria evolucionária um vocabulário conceitual para descrever a estrutura e a direção da mudança tecnológica, algo que estava faltando nos modelos de Nelson e Winter (1982), mais voltados para a dinâmica competitiva do que para a anatomia interna dos processos de inovação.

O conceito central de Dosi (1982) é o de paradigma tecnológico, definido em analogia direta com o conceito de paradigma científico de Kuhn (1962). Um paradigma tecnológico é um modelo ou padrão de solução de problemas técnicos selecionados, que define o conjunto de problemas relevantes, os materiais utilizados e as direções de avanço consideradas promissoras por uma comunidade de praticantes (Dosi, 1982). O paradigma tecnológico funciona como um filtro cognitivo e social que orienta esforços de inovação e exclui alternativas que, ainda que tecnicamente viáveis, estão fora do espaço de busca estabelecido pelo paradigma dominante (Dosi, 1982; Freeman & Perez, 1988). Isso implica que a inovação é direcionada pelo paradigma vigente, o que explica por que grandes quantidades de recursos de P&D geram avanços ao longo de trajetórias específicas enquanto deixam outras dimensões do problema técnico inexploradas (Dosi, 1982; Rosenberg, 1983).

A trajetória tecnológica, por sua vez, é o padrão de progresso técnico que se observa dentro de um paradigma estabelecido, o conjunto de compromissos técnicos e econômicos que define a direção e o ritmo do avanço ao longo do espaço de soluções abertas pelo paradigma (Dosi, 1982). As trajetórias são, portanto, o modo como os paradigmas se desenvolvem no tempo, e seu caráter cumulativo explica o fenômeno do *lock-in* tecnológico. Uma vez estabelecida uma trajetória dominante, os custos de migração para trajetórias alternativas tornam-se proibitivos (Arthur, 1989; David, 1985), porque implicam a depreciação de todo o estoque de conhecimento, equipamentos, competências organizacionais e relações institucionais acumulados ao longo da trajetória anterior. O caso mais citado por David (1985) é a persistência do teclado QWERTY, adotado originalmente para evitar o travamento mecânico das máquinas de escrever e mantido mesmo quando essa limitação desaparece, porque o custo de retreinamento de toda a força de trabalho era maior do que os ganhos de uma disposição alternativa de teclas.

No artigo de 1988, Dosi aprofundou a análise ao caracterizar a inovação como atividade incerta, baseada em combinações variadas entre conhecimento público e tácito (Dosi, 1988). Essa distinção tem implicações diretas para a teoria da difusão tecnológica; se o conhecimento necessário para operar uma inovação é predominantemente tácito, não basta disponibilizar o equipamento, é preciso construir as capacidades organizacionais e humanas que permitem sua efetiva absorção (Dosi, 1988; Vieira Filho & Silveira, 2011). Dosi identificou ainda cinco dimensões que definem o regime tecnológico de cada setor: oportunidade de inovação, apropriabilidade dos resultados, cumulatividade dos avanços, bases de conhecimento e grau de especificidade das inovações (Dosi, 1988).

1.4. Freeman e os Sistemas Nacionais de Inovação: a dimensão institucional

A inovação não é um ato isolado de firmas ou inventores, mas o produto de relações sistêmicas entre empresas, institutos de pesquisa, universidades, sistema financeiro e instituições de apoio. Esse argumento, que coloca as relações interinstitucionais no centro da análise, foi desenvolvido por Christopher Freeman ao longo de mais de quatro décadas de pesquisa (Freeman, 1987; Freeman & Soete, 1997; Dosi et al., 1988). Seu legado para a teoria evolucionária reside em dois eixos principais: a introdução do conceito de Sistema Nacional de Inovação (SNI) e, em parceria com Carlota Perez, a teoria das ondas tecnológicas longas e dos paradigmas tecnoeconômicos (Freeman & Perez, 1988).

O conceito de Sistema Nacional de Inovação foi introduzido por Freeman (1987) em seu estudo sobre a trajetória tecnológica do Japão. Freeman demonstrou que o desempenho inovador japonês no pós-guerra ocorreu pelo conjunto de relações entre empresas, universidades, institutos de pesquisa, sistema financeiro, política industrial e cultura organizacional que constituíam, de forma sistêmica, a capacidade inovadora nacional (Freeman, 1987). O SNI japonês distinguia-se dos sistemas ocidentais por elementos como a estreita cooperação entre fornecedores e montadoras, a cultura de aprendizado contínuo nas firmas (*kaizen*) e o investimento massivo em educação técnica.

O conceito foi desenvolvido e generalizado em coletâneas organizadas por Lundvall (1992) e Nelson (1993), que reuniram estudos comparativos de sistemas nacionais em países desenvolvidos e em desenvolvimento.

Lundvall (1992) enfatizou que a inovação é um processo iterativo de aprendizado, que depende de relações de confiança e proximidade entre produtores e usuários de tecnologia, o que coloca os arranjos institucionais no centro da análise. Nelson (1993), por sua vez, destacou a heterogeneidade dos sistemas nacionais, observando que não existe um modelo único de SNI bem-sucedido, mas diferentes formas de organizar a relação entre Estado, mercado e conhecimento que são mais ou menos adequadas a diferentes estágios de desenvolvimento e a diferentes estruturas produtivas.

1.5. Carlota Perez: revoluções tecnológicas, paradigmas tecnoeconômicos e ondas longas

Carlota Perez desenvolveu, em colaboração com Freeman e de forma independente, uma teoria sobre as grandes transformações tecnológicas do capitalismo que deu à abordagem evolucionária sua dimensão histórica mais explícita. Sua obra principal, *“Technological Revolutions and Financial Capital: The Dynamics of Bubbles and Golden Ages”* (Perez, 2002), apresenta uma análise do desenvolvimento capitalista estruturada em torno de cinco revoluções tecnológicas desde o final do século XVIII, cada uma das quais define um paradigma tecnoeconômico, um conjunto de princípios geradores de melhores práticas técnicas e organizacionais que, ao se difundir por toda a economia, redefine as condições de custo e eficiência em todos os setores (Perez, 2002; Freeman & Perez, 1988).

O conceito de revolução tecnológica, em Perez (2002), vai além da ideia de inovação incremental ou radical, trata-se de uma constelação de inovações radicais e sistêmicas que, ao se articularem, criam um novo padrão de infraestrutura, de organização industrial e de relações de trabalho capaz de promover um salto qualitativo na produtividade de toda a economia (Perez, 2002). As cinco revoluções identificadas por Perez são: a Revolução Industrial (máquina a vapor e têxtil, a partir de 1771); a era do aço, eletricidade e engenharia pesada (a partir de 1829); o triunfo da máquina a vapor, do aço e da engenharia civil (a partir de 1875); a era do petróleo, automóvel e produção em massa (a partir de 1908); e a revolução das Tecnologias de Informação e Comunicações (TICs), iniciada em 1971 com o microprocessador da Intel (Perez, 2002; Perez, 1983). Cada revolução tecnológica define um insumo central que combina baixo custo relativo, abundância crescente e caráter pervasivo, capaz de reduzir custos em todos os setores que o adotam (Freeman & Perez, 1988).

A teoria de Perez (2002) distingue, dentro de cada revolução tecnológica, duas grandes fases: a fase de instalação e a fase de implantação, separadas por um ponto de virada que coincide com uma crise financeira (Perez, 2002). Na fase de instalação, o novo paradigma é desenvolvido por um número limitado de agentes de vanguarda, empresas pioneiras, investidores especulativos e regiões precursoras. O capital financeiro lidera essa fase, especulando sobre o potencial da nova tecnologia e produzindo bolhas de valorização seguidas de colapso (Perez, 2002). Na fase de implantação, o paradigma se difunde por toda a economia, as melhores práticas são adotadas de forma generalizada, as infraestruturas necessárias são construídas a custo decrescente, as instituições se adaptam às novas exigências e os ganhos de produtividade se distribuem de forma mais ampla (Perez, 2002). Essa é a era dourada (*golden age*) de cada revolução, o período de crescimento sustentado e relativamente inclusivo (Freeman & Perez, 1988; Perez, 2002).

2. Formação do sistema de inovação agrícola brasileiro

A construção do sistema de inovação agrícola brasileiro é, ao mesmo tempo, uma história de êxito técnico extraordinário e de desigualdade estrutural. Em menos de cinco décadas, o Brasil transformou vastas extensões de savana tropical em uma das fronteiras produtivas mais eficientes do mundo, resultado de um processo deliberado de criação institucional, pesquisa pública e difusão tecnológica que levou o país a tornar-se um dos maiores exportadores agrícolas globais (Vieira Filho & Fishlow, 2017; Alves, 2010). Esse processo, contudo, não eliminou a heterogeneidade estrutural entre segmentos com e sem acesso à inovação (Abramovay, 2012; Schneider, 2003; Vieira Filho & Silveira, 2011). A apresentação em períodos organiza a trajetória em quatro grandes momentos: a gênese institucional (décadas de 1960-1970), a consolidação e expansão do paradigma modernizador (décadas de 1980-1990), a reorganização com abertura econômica e restrições fiscais (1990-2000) e a emergência da Agricultura 4.0 (2010 em diante).

2.1. Entre a crise de abastecimento e a inovação induzida (1960-1975)

O ponto de partida da modernização agrícola brasileira não foi a abundância, mas a crise. No final dos anos 1960, o acelerado processo de industrialização e urbanização, impulsionado pelo modelo de substituição de importações e pelo crescimento econômico do chamado “milagre econômico”, gerou uma demanda urbana por alimentos que a estrutura agrária vigente não era capaz de atender (Vieira Filho & Fishlow, 2017). Simultaneamente, a elevação dos preços internacionais das commodities agrícolas em 1972 abriu uma janela de oportunidade para a expansão exportadora. A combinação dessas pressões, demanda interna crescente e oportunidade exportadora externa, criou o que Hayami e Ruttan (1971) descrevem como as condições para a inovação induzida institucional. O Estado respondeu aos sinais de preços e demanda com a criação de um conjunto articulado de políticas de pesquisa, crédito e extensão rural que reorientou a trajetória tecnológica da agricultura brasileira.

O marco central desse processo foi a criação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), pela Lei nº 5.851, em 7 de dezembro de 1972, com início de operações em 1973. A Embrapa rompeu com a estrutura fragmentada das estações experimentais estaduais e constituiu uma rede nacional de centros de pesquisa temáticos e regionais, com capacidade de recrutar pesquisadores com pós-graduação no exterior e de conectar sua agenda à fronteira do conhecimento agrônomo internacional (Alves, 2010). Para Alves (2010), a Embrapa foi, antes de tudo, um caso de inovação institucional induzida; sua criação foi a resposta do Estado brasileiro à pressão de agricultores, da indústria de insumos e do próprio governo federal por tecnologias capazes de ampliar a produção sem depender da expansão ilimitada da fronteira agrícola.

A criação da Embrapa institucionalizou um novo paradigma tecnológico para a agricultura tropical, centrado em quatro eixos: (i) a correção da acidez dos solos do Cerrado por calagem e adubação fosfatada; (ii) o melhoramento genético de variedades de soja, milho, feijão e pastagens adaptadas ao

clima e ao fotoperíodo tropical; (iii) o desenvolvimento da fixação biológica de nitrogênio na soja, que eliminou a necessidade de adubação nitrogenada e reduziu os custos de produção; e (iv) a integração lavoura-pecuária como estratégia de manejo sustentável (Vieira Filho & Fishlow, 2017; Alves, 2010). Esses eixos definiriam as trajetórias tecnológicas do agronegócio brasileiro por pelo menos três décadas, orientando o P&D público e privado e construindo as competências cumulativas que geram as vantagens comparativas do setor.

Paralelamente à criação da Embrapa, o Estado brasileiro estruturou os demais pilares do Sistema Nacional de Inovação agrícola: o crédito rural subsidiado, viabilizado pelo Sistema Nacional de Crédito Rural (SNCR) e criado em 1965, que financiou a adoção de insumos modernos por produtores com escala para acessar o sistema bancário; a assistência técnica e extensão rural, por meio da Empresa Brasileira de Assistência Técnica e Extensão Rural (Embrater) e das Ematers estaduais, criadas ao longo dos anos 1970; e a infraestrutura de armazenagem e escoamento, com investimentos em silos, ferrovias e rodovias que viabilizaram a logística das culturas de exportação (Vieira Filho & Fishlow, 2017). Esse conjunto de instituições não se formou por acidente, foi o produto de escolhas políticas deliberadas que constituíram, segundo Freeman (1987), um SNI agrícola com características específicas, forte dependência da pesquisa pública, financiamento subsidiado via Estado e orientação para culturas exportáveis.

É importante situar o sistema em seu contexto de assimetrias. A estrutura fundiária brasileira, marcada pela coexistência de latifúndios com baixo dinamismo tecnológico e de minifúndios de subsistência, herdada do período colonial e agravada pela política de ocupação territorial do século XX, representava o ponto de partida de qualquer projeto de modernização (Abramovay, 2012). As políticas de inovação dos anos 1970 não foram desenhadas para resolver essa assimetria, foram desenhadas para contorná-la, mobilizando os segmentos com maior capacidade de adoção (os médios e grandes produtores com acesso a crédito e extensão) como vetores de uma modernização que, por sua própria lógica interna, tenderia a aprofundar a assimetria entre segmentos que se propunha a superar (Schneider, 2003; Abramovay, 2012).

As políticas de inovação dos anos 1970 não foram desenhadas para resolver essa assimetria, foram desenhadas para contorná-la.

2.2. A consolidação do paradigma modernizador e a conquista do Cerrado (1975-1990)

A segunda fase da trajetória é marcada pela consolidação e expansão do paradigma tecnológico estabelecido na fase anterior. Entre meados dos anos 1970 e o início dos anos 1990, as tecnologias desenvolvidas pela Embrapa e seus parceiros, principalmente as universidades agrícolas federais e

estaduais e centros internacionais, foram aplicadas em escala crescente na abertura do Cerrado, produzindo o que Alves (2010) denominou de tropicalização tecnológica, a adaptação sistemática e criativa do paradigma da Revolução Verde às condições edafoclimáticas específicas do Brasil tropical. Essa tropicalização não foi uma importação de tecnologias desenvolvidas no exterior, foi uma inovação endógena que criou uma trajetória tecnológica própria, cujas especificidades geram vantagens competitivas duradouras no mercado global de commodities.

O caso da soja é o mais emblemático. A cultura, originalmente desenvolvida para as condições temperadas da América do Norte e da Ásia, era inadequada às condições de latitude e fotoperíodo do Brasil tropical. O desenvolvimento, pela Embrapa, especialmente pelo Centro Nacional de Pesquisa de Soja (Embrapa Soja, fundado em Londrina em 1975), de variedades adaptadas ao Cerrado representou uma inovação biológica de impacto global: entre 1975 e 1990, a área plantada com soja no Brasil saltou de cerca de 5 milhões para mais de 11 milhões de hectares, e o país passou de importador a um dos principais exportadores mundiais da oleaginosa (Vieira Filho & Fishlow, 2017; Alves, 2010). Esse processo ilustra a destruição criadora schumpeteriana no nível setorial, pois a introdução das novas variedades e das tecnologias de manejo do Cerrado destruiu o valor das técnicas de cultivo anteriores e criou um novo paradigma produtivo que, ao se difundir, transformou a estrutura do agronegócio brasileiro.

A dimensão territorial dessa transformação foi mapeada por Miranda (2013) com precisão. A incorporação do Cerrado à produção agropecuária foi possível por uma confluência de fatores: a disponibilidade de terras planas e mecanizáveis a preços baixos; a viabilização técnica pela pesquisa pública; o financiamento subsidiado pelo Estado; e a construção de infraestrutura logística que conectou as novas áreas produtivas aos portos de exportação (Miranda, 2013; Vieira Filho & Fishlow, 2017). Essa fase revelou tanto a força quanto as limitações do modelo brasileiro de SNI, foi bem-sucedida em conectar pesquisa pública, financiamento estatal e adoção privada em larga escala, mas concentrou essa articulação nos segmentos e nas culturas com maior retorno comercial, deixando de fora a pequena produção voltada ao mercado interno (Abramovay, 2012; Schneider, 2003).

A análise das rotinas organizacionais de Nelson e Winter (1982) oferece uma lente adicional para compreender a consolidação desse paradigma. Os grandes produtores que se instalaram no Cerrado desenvolveram, ao longo dos anos 1980, rotinas de gestão agrônoma sofisticadas, com planejamento de lavoura baseado em análise de solo, adoção sistemática das recomendações técnicas da Embrapa, integração com fornecedores especializados de sementes e defensivos, e articulação com cooperativas e tradings para a comercialização da produção. Essas rotinas acumuladas criaram o que Vieira Filho e Silveira (2011) formalizaram como capacidade de absorção (*absorptive capacity*), a habilidade de identificar, assimilar e aplicar novos conhecimentos externos. Produtores com maior aptidão absorptiva capturam mais rapidamente os *spillovers* do sistema de pesquisa pública e obtêm maiores ganhos de produtividade.

Nessa fase, a desigualdade tecnológica entre segmentos documentada por Abramovay (2012) não apenas persistiu como se aprofundou de forma sistêmica. O crédito rural subsidia-

do beneficiou predominantemente médios e grandes produtores com garantias fundiárias e histórico bancário; a extensão rural pública, embora universal, concentrou sua atuação nas culturas e regiões com maior potencial de adoção das tecnologias do pacote modernizador; e as pesquisas da Embrapa priorizaram as culturas exportáveis em detrimento das culturas alimentares básicas (Alves, 2010; Vieira Filho & Fishlow, 2017). A agricultura familiar, que Schneider (2003) conceitua como forma específica de organização do trabalho e da produção com racionalidade própria, permaneceu excluída dos mecanismos institucionais de difusão tecnológica. A inovação se concentra onde há densidade institucional, proximidade de fornecedores especializados, mercados de trabalho qualificados e redes de cooperação, criando regiões inovativas e regiões estagnadas dentro do mesmo país (Garcia, 2001).

2.3. A reorganização sob ajuste fiscal e abertura econômica (1990-2005)

A terceira fase da trajetória é marcada por uma mudança no contexto macroeconômico e institucional que testou a resiliência do SNI agrícola. A abertura econômica dos anos 1990, o ajuste fiscal associado ao Plano Real (1994) e as reformas neoliberais que reduziram a intervenção estatal na economia produziram efeitos sobre o sistema de inovação agrícola. Por um lado, a estabilização monetária e a liberalização comercial forçaram os produtores a buscar ganhos de eficiência, estimulando a adoção de tecnologias poupadoras de insumos e a modernização organizacional; por outro, o desmonte progressivo dos instrumentos de crédito subsidiado e a crise financeira da Embrater enfraqueceram dois dos pilares fundamentais do SNI agrícola (Abramovay, 2003; Schneider, 2003).

A extinção da Embrater em 1990 e a descentralização dos serviços de extensão rural para os Estados, muitos dos quais com capacidade financeira e técnica insuficiente para manter redes adequadas de assistência técnica, representaram uma ruptura na cadeia de difusão tecnológica. A fragmentação dos serviços públicos de extensão rural atingiu a agricultura familiar, segmento sem capital para contratar assistência técnica privada nem escala para ser atendido pelas estruturas privadas de extensão vinculadas a tradings e cooperativas (Schneider, 2003). Na interpretação de Vieira Filho e Silveira (2011), a retração da extensão pública reduziu o efeito de transferência do conhecimento gerado pela pesquisa pública sobre os produtores com menor capacidade absorptiva, aprofundando o hiato tecnológico entre os segmentos modernizados e os tradicionais.

A resposta do mercado a esse contexto de retração do Estado foi a consolidação das cadeias agroindustriais privadas como agentes de difusão tecnológica para os segmentos a elas integrados. Grandes tradings de grãos (Cargill, Bunge e Louis Dreyfus), frigoríficos (JBS, Marfrig e BRF) e indústrias processadoras de cana-de-açúcar desenvolveram sistemas de assistência técnica próprios voltados para seus fornecedores, transferindo tecnologia como

instrumento de controle de qualidade e de fidelização de fornecedores (Abramovay, 2003; Garcia, 2001). Esse modelo de difusão via cadeias integradas é eficiente para os segmentos conectados às grandes corporações, mas exclui os produtores sem acesso a essas cadeias, em particular os agricultores familiares que comercializam em mercados locais ou via programas institucionais como o PAA e o PNAE (Schneider, 2003; Abramovay, 2003).

Mesmo nessa fase de pressão fiscal e retração do Estado, a Embrapa manteve sua centralidade no SNI agrícola, ainda que com recursos reduzidos. Vieira Filho e Fishlow (2017) destacam que, apesar das restrições orçamentárias dos anos 1990, a Embrapa preservou sua capacidade de pesquisa em áreas estratégicas, como a biotecnologia (desenvolvimento das primeiras variedades transgênicas de soja e milho e o manejo integrado de pragas), e firmou parcerias internacionais que mantiveram o acesso dos pesquisadores brasileiros à fronteira científica global. Para Alves (2010), a continuidade da pesquisa pública mesmo em períodos adversos foi possível porque a Embrapa havia construído, nas décadas anteriores, um capital organizacional, rotinas de pesquisa, redes de colaboração, pesquisadores qualificados, que funcionaram como amortecedor institucional das oscilações de financiamento. A persistência da capacidade de pesquisa mesmo em períodos de restrição orçamentária confirma, em termos empíricos, a proposição de Nelson e Winter (1982) de que as rotinas organizacionais acumuladas funcionam como amortecedor institucional das oscilações de financiamento, constituindo a base da capacidade adaptativa das instituições.

A dimensão territorial do sistema de inovação ficou mais evidente nessa fase. As regiões que haviam desenvolvido arranjos produtivos locais densos, com concentração de fornecedores especializados, cooperativas ativas, centros de pesquisa próximos e mercados de trabalho qualificados, mostraram maior resiliência às oscilações macroeconômicas e maior aptidão para incorporar inovações (Garcia, 2001). O Triângulo Mineiro, o Oeste do Paraná e as regiões produtoras de soja do Mato Grosso são exemplos de regiões que, por sua densidade institucional específica e sua inserção nas cadeias exportadoras, continuaram avançando tecnologicamente mesmo sem o apoio intensivo do Estado. Em contraste, regiões com menor densidade institucional, Nordeste semiárido, Norte do país, áreas de agricultura familiar periférica, ficaram mais distantes da fronteira tecnológica (Abramovay, 2003; Miranda, 2013).

2.4. A reconstituição institucional e a abertura para a Agricultura 4.0 (2005-presente)

A quarta fase da trajetória é marcada pela reconstituição parcial das políticas de inclusão produtiva e, posteriormente, pela emergência da Agricultura 4.0 como novo paradigma tecnológico. No plano das políticas de inclusão, o período 2003–2010 foi caracterizado por uma reorientação relevante: a criação do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar

(PRONAF) foi estabelecida em 1996, mas é a partir de 2003 que o crédito para agricultores familiares é ampliado de forma substancial e novas políticas são criadas, como o Programa de Aquisição de Alimentos (PAA, 2003) e o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE, com obrigatoriedade de compras da agricultura familiar a partir de 2009), criando mercados institucionais que, pela primeira vez, viabilizaram a produção familiar sem exigir integração prévia às grandes cadeias agroindustriais (Schneider, 2003; Abramovay, 2003).

No plano da pesquisa pública, a Embrapa foi revitalizada a partir de meados dos anos 2000, com aumento dos recursos de pesquisa e criação de novos centros temáticos, entre os quais a Embrapa Agroenergia (2006), a Embrapa Agricultura Digital (2019, resultante da reformulação da Embrapa Informática Agropecuária) e o fortalecimento de centros como a Embrapa Territorial. Alves (2010) assinala que a entrada da biotecnologia e da biologia molecular como eixos estratégicos da pesquisa agropecuária representou uma transição de paradigma dentro da própria Embrapa, das variedades convencionais para as transgênicas aprovadas pela CTNBio, e destas para a edição genômica e os bioinsumos. Essa transição configura, na perspectiva de Dosi (1982), uma mudança de trajetória dentro do mesmo paradigma produtivista, com implicações significativas para a competitividade e para a sustentabilidade ambiental da produção.

A emergência da Agricultura 4.0 a partir de 2010, com a convergência entre internet das coisas - IoT, big data, inteligência artificial, sensoriamento remoto e *blockchain*, coloca o SNI agrícola brasileiro diante de um desafio de natureza distinta dos anteriores. Nos casos anteriores, as tecnologias centrais da modernização, sementes melhoradas, corretivos de solo, mecanização, eram desenvolvidas pelo setor público nacional ou adaptadas de pesquisas internacionais por instituições como a Embrapa. As plataformas digitais da Agricultura 4.0, ao contrário, estão sendo desenvolvidas predominantemente por corporações privadas multinacionais, como a Bayer (com a plataforma Climate Corporation), John Deere (Operations Center), BASF (xarvio) e Agrosmart, que controlam não apenas as ferramentas, mas os dados gerados pelos produtores que as utilizam (Vieira Filho & Fishlow, 2017; Miranda, 2013).

Esse padrão de controle privado das plataformas de dados agrícolas tem implicações diretas para a configuração do SNI. A capacidade inovadora sustentada depende da articulação entre pesquisa, produção e uso (Freeman, 1987), uma articulação que, no caso das plataformas digitais agrícolas, está sendo mediada por corporações cujos centros de decisão de P&D estão fora do Brasil. Isso cria um risco de aprisionamento em plataformas proprietárias estrangeiras que pode replicar, no espaço digital, a dependência tecnológica que o sistema de inovação público construído a partir dos anos 1970 procurou reduzir no espaço das sementes e dos insumos biológicos (Vieira Filho & Fishlow, 2017). A resposta institucional mais adequada a esse desafio ainda está em construção, mas sinaliza a necessidade de um papel mais ativo do Estado na coordenação da transição para a Agricultura 4.0.

3. Reflexões para políticas de inovação

As seções anteriores destacam que o mercado, por concentrar os benefícios das inovações nos agentes com maior capacidade de absorção (Nelson & Winter, 1982), tende a aprofundar as assimetrias entre o agronegócio exportador e a agricultura familiar; e a política pública convencional, baseada no modelo pesquisa-difusão construído desde os anos 1970, revelou-se insuficiente diante de um paradigma tecnológico cujas plataformas são controladas por corporações multinacionais e cuja difusão exige infraestrutura digital ainda inexistente em grande parte do território rural (Vieira Filho & Fishlow, 2017). Discute-se nesta seção quais ações podem apoiar a agenda para a Agricultura 4.0.

3.1. Políticas industriais e tecnológicas brasileiras

O Brasil produziu, entre 2004 e 2015, uma sequência importante de políticas industriais e tecnológicas: a Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE, 2004–2007), a Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP, 2008–2010) e o Plano Brasil Maior (PBM, 2011–2014). Segundo Suzigan e Furtado (2006), essas políticas compartilham um avanço e uma limitação estrutural. O avanço foi a incorporação explícita da inovação como variável estratégica, com mecanismos como a Lei de Inovação (Lei nº 10.973/2004), a Lei do Bem (Lei nº 11.196/2005) e a reformulação dos fundos setoriais de C&T. A limitação foi a inconsistência entre esses instrumentos e a política macroeconômica: juros elevados, câmbio valorizado e contingenciamento fiscal dos fundos setoriais comprometeram a efetividade das políticas de inovação, criando o que Coutinho (2014) identificou como uma tensão não resolvida entre o projeto desenvolvimentista e as âncoras macroeconômicas que o boicotavam. Para o agronegócio, essa tensão foi parcialmente mitigada pela demanda externa aquecida, que sustentou a adoção tecnológica independentemente das políticas internas, mas deixou a agricultura familiar e as regiões com baixa densidade institucional ainda mais vulneráveis à ausência de apoio público consistente.

No plano específico da inovação agrícola, o período entre 2010 e 2015 foi marcado por iniciativas relevantes que, contudo, não chegaram a constituir um sistema coerente. O Plano Nacional de Agroindústria Familiar (2003), o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF) com dotações crescentes, e os mercados institucionais do PAA e do PNAE criaram condições inéditas de inclusão produtiva para agricultores familiares, mas sem a contrapartida de políticas de capacitação e extensão rural que ampliassem a absorção tecnológica desse segmento (Schneider, 2003; Abramovay, 2003). A Lei de ATER (Lei nº 12.188/2010) buscou reconstituir os serviços de extensão rural, estabelecendo princípios de gratuidade, universalidade e participação social, mas sem financiamento suficiente para alcançar os 4,4 milhões de estabelecimentos familiares identificados pelo Censo Agropecuário de 2017. Sem extensão rural

que amplie a capacidade de absorção dos produtores menores, os ganhos gerados pelo sistema de pesquisa pública continuam concentrados em quem já possui mais conhecimento acumulado, assimetria documentada por Vieira Filho e Silveira (2011).

3.2. As políticas para a Agricultura 4.0 e seus limites

A partir de 2015, e com maior intensidade após 2019, o Estado brasileiro passou a reconhecer a Agricultura 4.0 como agenda de política pública. Os principais instrumentos foram o Plano Nacional de Internet das Coisas (Decreto nº 9.854/2019), que estabeleceu a agricultura como vertical prioritária do ecossistema de IoT e criou a Câmara da Indústria 4.0; a Estratégia Brasileira para a Transformação Digital (E-Digital, Decreto nº 9.319/2018), que inclui cláusulas sobre economia de dados e infraestrutura digital rural; e, mais recentemente, a Nova Indústria Brasil (NIB, Decreto nº 11.964/2024), que elenca a bioeconomia e a agropecuária de precisão entre as missões estratégicas de reindustrialização. Avaliados sob a perspectiva de Carlota Perez, esses instrumentos são característicos da fase de instalação de um novo paradigma tecnoeconômico, pois identificam o problema, sinalizam a direção e mobilizam recursos iniciais, mas ainda não constituem o conjunto de ajustes socioinstitucionais necessários para conduzir a transição à fase de implantação inclusiva.

Na análise sobre as transformações produtivas e tecnológicas e as políticas de inovação no Brasil, destaca-se que a digitalização está sendo tratada como política de modernização setorial, com adoção de tecnologias específicas por empresas individuais, em vez de como transformação sistêmica que exige a reconfiguração das relações entre atores do SNI. O Plano Nacional de IoT identificou verticais prioritárias, mas não estabeleceu mecanismos de governança para os dados gerados nessas verticais; a E-Digital propôs princípios de soberania digital, mas não criou plataformas públicas que os materializam; e a Nova Indústria Brasil inclui agropecuária de precisão entre suas missões, mas os instrumentos de financiamento associados ainda não foram suficientemente regulamentados para operacionalizar essas missões. Ainda sobre financiamento, os créditos do BNDES e da FINEP continuam com viés para empresas estabelecidas, sem linhas específicas para as Agtechs nascentes, que são os agentes mais dinâmicos do novo paradigma (Coutinho, 2023). Retomando Dosi (1982), o risco, em termos de trajetória tecnológica, é que o Brasil consolide um padrão de adoção passiva de plataformas digitais desenvolvidas por multinacionais, reproduzindo no espaço digital a dependência que o SNI agrícola público construído nos anos 1970 procurou superar.

3.3. O que a abordagem evolucionária prescreve

Considerando o cenário apresentado nas seções anteriores, quatro linhas de ação são propostas para as políticas de inovação agrícola, orientações que buscam reorientar os instrumentos existentes segundo a lógica do que Mazzucato (2014) chama de Estado empreendedor e do que Suzigan e Furtado (2006) identificam como a dimensão estratégica da política industrial e tecnológica eficaz.

A primeira linha de ação é a diferenciação de instrumentos segundo o ciclo inovativo e o perfil do beneficiário. A Lei do Bem e as subvenções econômicas da FINEP beneficiam empresas com capacidade de execução de P&D formalizado, o que exclui as Agtechs em estágio inicial e os pequenos produtores rurais. Seguindo o argumento de Perez (2002) de que o Estado deve financiar o risco da fase de instalação que o capital privado recusa, os instrumentos deveriam ser diferenciados: subvenção não reembolsável e capital semente público para inovações de base ainda não testadas; crédito reembolsável com condições adaptadas para Agtechs em fase de escalonamento; e linhas específicas no PRONAF para digitalização da agricultura familiar, sem as exigências de garantia que inviabilizam o acesso desse segmento ao crédito de inovação convencional (Mazzucato & Penna, 2016).

Uma segunda frente, de caráter habilitador para as demais, é a construção de infraestrutura pública de dados agrícolas. O Cadastro Ambiental Rural (CAR), com mais de 4,3 milhões de imóveis cadastrados (Miranda, 2013), a rede agroclimatológica da Embrapa, os dados de produção do IBGE e os sistemas de rastreabilidade do MAPA constituem um conjunto de ativos estratégicos que, articulados em uma plataforma aberta, poderiam contrapor-se ao monopólio de dados exercido pelas plataformas multinacionais. Essa infraestrutura pública é a condição para que a portabilidade de dados, garantida pela LGPD (Lei nº 13.709/2018), se torne operacional, e para que as Agtechs nacionais possam competir em condições menos assimétricas com corporações como Bayer e John Deere. Trata-se, conforme Coutinho (2023), de construir o ecossistema de inovação colaborativo que é a pré-condição do novo ciclo schumpeteriano na era digital e que nenhuma empresa isolada, pública ou privada, consegue construir sozinha.

Com essa infraestrutura estabelecida, a articulação via missões orientadoras torna-se operacionalizável. A Nova Indústria Brasil elencou a agropecuária de precisão como missão estratégica, mas sem definir metas mensuráveis, prazos e instâncias de avaliação independentes que confirmem *accountability* real ao programa. Mazzucato e Penna (2016) destacam que políticas orientadas por missões diferem das políticas setoriais convencionais não apenas no vocabulário, mas na arquitetura, pois necessitam de metas específicas que forcem a convergência de instrumentos hoje dispersos entre MAPA, MCTI, BNDES, FINEP e Embrapa. Missões como “universalizar a conectividade rural até 2030” ou “digitalizar 500 mil estabelecimentos familiares com extensão rural digital até 2028” criam convergência, transformando o problema de coordenação institucional identificado por Suzigan e Furtado (2010) em pressão por resultados verificáveis.

A territorialização da política de inovação via arranjos produtivos locais completa o conjunto de medidas propostas. Os clusters agrícolas consolidados, como o do café do Triângulo Mineiro, dos citros e cana paulistas, dos frangos do Oeste do Paraná e da soja do Mato Grosso possuem a densidade institucional e as redes de cooperação que Garcia (2001) e Suzigan, Furtado, Garcia e Sampaio (2004) demonstraram ser condição para a inovação sistêmica. Tratar esses arranjos como laboratórios de implantação da Agricultura 4.0, com pilotos de adoção tecnológica avaliados por universidades parceiras, gerando aprendizado sistematizado para regiões com menor densidade

institucional, é a forma mais eficiente de aproveitar os ativos de capital social já existentes. O aprendizado interativo (Lundvall, 1992) entre agricultores-referência, extensionistas e pesquisadores nos clusters consolidados é insubstituível como mecanismo de difusão de conhecimento tácito para contextos de inovação que, como demonstrou Dosi (1988), não se transmite por manual nem por plataforma digital sem mediação humana competente.

O Brasil não necessita de capacidade de formulação, mas de comprometimento com horizontes plurianuais.

As quatro adequações propostas têm um denominador comum: a continuidade institucional. O Brasil não necessita de capacidade de formulação, mas de comprometimento com horizontes plurianuais e de fontes de financiamento não sujeitas ao contingenciamento fiscal. Grande parte dos fracassos das políticas tecnológicas brasileiras decorre do enfraquecimento das instituições executoras frente às de política macroeconômica (Suzigan & Furtado, 2010), um desequilíbrio que subordina a construção de capacidades de longo prazo aos objetivos de curto prazo. Para a Agricultura 4.0, cujos retornos levam anos para se materializar, essa descontinuidade é prejudicial. Sem corrigi-la, os instrumentos mais bem desenhados reproduzirão o padrão documentado nas seções anteriores, com processos de modernização interrompidos e os segmentos mais vulneráveis pagando o maior custo das descontinuidades (Mazzucato, 2014; Coutinho, 2023).

4. Considerações finais

Este capítulo analisou a inovação na agricultura brasileira à luz da teoria econômica evolucionária, percorrendo os fundamentos da abordagem, a trajetória histórica do sistema nacional de inovação agrícola e as implicações para as políticas públicas no contexto da Agricultura 4.0. O percurso realizado permite enunciar um conjunto de conclusões que, tomadas em conjunto, revelam um achado central, a coexistência, no Brasil, de uma das agriculturas mais produtivas e competitivas do mundo com uma heterogeneidade tecnológica estrutural persistente entre segmentos e territórios.

Este capítulo contribui para o campo em três dimensões complementares. A articulação sistemática entre os fundamentos evolucionários e a trajetória do SNI agrícola brasileiro, conexão raramente feita de forma explícita na literatura nacional, permite identificar com precisão os mecanismos pelos quais as assimetrias tecnológicas se reproduzem no tempo. A esse diagnóstico se acrescenta a aplicação do conceito de fases de instalação e implantação de Perez (2002) ao diagnóstico da Agricultura 4.0 no Brasil, enquadramento que supera tanto o otimismo tecnológico que trata a digitalização como solução automática quanto o ceticismo que a descarta como retórica. Completa o quadro a avaliação crítica das principais políticas de inovação brasileiras, da

PITCE à Nova Indústria Brasil, na perspectiva evolucionária, identificando não apenas o que cada política fez, mas por que sua efetividade foi comprometida pela descontinuidade institucional e pela inconsistência com a política macroeconômica.

A agenda de pesquisa aberta por este capítulo é ampla e urgente. Empiricamente, são escassos os estudos que quantificam o impacto das tecnologias 4.0 sobre as assimetrias tecnológicas entre segmentos e territórios, verificando se a digitalização está ampliando ou reduzindo a lacuna existente. Essa lacuna empírica convive com uma teórica: a abordagem evolucionária aplicada à agricultura ainda enfrenta desafios específicos, como o papel dos recursos naturais, as especificidades biológicas dos processos produtivos, a coexistência de lógicas mercantis e não mercantis, que os modelos disponíveis não resolvem de forma satisfatória. Em termos normativos, a articulação entre competitividade exportadora, inclusão da agricultura familiar e transição para sistemas produtivos mais sustentáveis permanece como o maior desafio do campo de políticas de inovação agrícola nas próximas décadas.

Este capítulo não pretende esgotar nenhum desses planos, mas mostrar que a abordagem evolucionária, tratada como teoria do progresso técnico industrial, tem muito a dizer sobre a agricultura, sobre o campo brasileiro e sobre as escolhas que determinarão se a Agricultura 4.0 será mais uma fase de modernização concentrada ou o início de uma era verdadeiramente inclusiva.

Referências

- Abramovay, R. (2003). *O futuro das regiões rurais*. UFRGS Editora.
- Abramovay, R. (2012). *Paradigmas do capitalismo agrário em questão*. Edusp.
- Alves, E. (2010). Embrapa: um caso bem-sucedido de inovação institucional. *Revista de Política Agrícola*, 19(ed. especial), 65–73.
- Arthur, W. B. (1989). Competing Technologies, Increasing Returns, and Lock-In by Historical Events. *The Economic Journal*, 99(394), 116–131.
- Coutinho, L. (2014). A crise e as múltiplas oportunidades de retomada do desenvolvimento industrial do Brasil. In: Monteiro Filha, D.; Prado, L. C. D.; Lastres, H. M. M. (Org.). *Estratégias de desenvolvimento, política industrial e inovação: ensaios em memória de Fabio Erber*. BNDES, 81–101.
- Coutinho, L. (2023). Digitalization, expectations, and industrial dynamism: A conceptual map. *Revista Brasileira de Inovação*, 22, e023011.
- David, P. A. (1985). Clio and the Economics of QWERTY. *The American Economic Review*, 75(2), 332–337.
- Dosi, G. (1982). Technological paradigms and technological trajectories: A suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. *Research Policy*, 11(3), 147–162.
- Dosi, G. (1988). Sources, Procedures, and Microeconomic Effects of Innovation. *Journal of Economic Literature*, 26(3), 1120–1171.

- Dosi, G. Freeman, C.; Nelson, R. R.; Silverberg, G.; Soete, L. (Ed.). (1988). *Technical change and economic theory*. Pinter.
- Freeman, C. (1987). *Technology, Policy, and Economic Performance: Lessons from Japan*. Pinter.
- Freeman, C., & Perez, C. (1988). Structural Crises of Adjustment, Business Cycles and Investment Behaviour. Pinter. In: Dosi, G. et al. (Ed.). *Technical change and economic theory*. Pinter, 38–66.
- Freeman, C., & Soete, L. (1997). *The economics of industrial innovation* (3rd ed). MIT Press.
- Garcia, R. D. C. (2001). *Vantagens competitivas de empresas em aglomerações industriais: Um estudo aplicado a indústria brasileira de calçados e sua inserção nas cadeias produtivas globais* [Doutorado em Economia, Universidade Estadual de Campinas].
- Hayami, Y., & Ruttan, V. W. (1971). *Agricultural Development: An International Perspective*. Johns Hopkins University Press.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2019). *Censo Agropecuário 2017: resultados definitivos*. IBGE.
- Kuhn, T. S. (1962). *The Structure of Scientific Revolutions*. University of Chicago Press.
- Lundvall, B. Å. (Ed.). (1992). *National Systems of Innovation: Toward a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Pinter.
- Mazzucato, M., & Penna, C. C. R. (2016). Beyond market failures: The market creating and shaping roles of state investment banks. *Journal of Economic Policy Reform*, 19(4), 305–326.
- Mazzucato, M. (2014). *O Estado empreendedor: Desmascarando o mito do setor público vs. setor privado* (E. Serapicos, Trad.). Portfolio-Penguin.
- Miranda, E. E. de (2013). *Agricultura no Brasil do século XXI*. Metalivros.
- Nelson, R. R. (Org.). (1993). *National Innovation Systems*. Oxford University Press.
- Nelson, R. R., & Winter, S. G. (1982). *An evolutionary theory of economic change*. Harvard University Press.
- Perez, C. (1983). *Structural change and assimilation of new technologies in the economic and social systems*. *Futures*, 15(5), 357–375.
- Perez, C. (2002). *Technological revolutions and financial capital: The dynamics of bubbles and golden ages*. Edward Elgar.
- Possas, M. L., Salles-Filho, S., & Da Silveira, J. (1996). An evolutionary approach to technological innovation in agriculture: Some preliminary remarks. *Research Policy*, 25(6), 933–945.
- Rosenberg, N. (1983). *Inside the Black Box: Technology and Economics* (1^o ed.). Cambridge University Press.
- Schneider, S. (2003). *A pluriatividade na agricultura familiar*. Editora da UFRGS.
- Schumpeter, J. A. (1997). *Teoria do desenvolvimento econômico: Uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juro e o ciclo econômico*. Nova Cultural.
- Schumpeter, J. A. (2003). *Capitalism, Socialism and Democracy*. Routledge.
- Suzigan, W., & Furtado, J. (2006). Política industrial e desenvolvimento. *Revista de Economia Política*, 26(2), 163–185.

- Suzigan, W., & Furtado, J. (2010). Instituições e políticas industriais e tecnológicas: Reflexões a partir da experiência brasileira. *Estudos Econômicos* (São Paulo), 40(1), 7–41.
- Suzigan, W., Furtado, J., Garcia, R., & Sampaio, S. (2004). Clusters ou Sistemas Locais de Produção: Mapeamento, Tipologia e Sugestões de Políticas. *Brazilian Journal of Political Economy*, 24(4), 548–570.
- Vieira Filho, J. E., & Fishlow, A. (2017). *Agricultura e indústria no Brasil: Inovação e competitividade*. Ipea.
- Vieira Filho, J. E. R., & Silveira, J. M. F. D. (2011). Modelo Evolucionário de Aprendizado Agrícola. *Revista Brasileira de Inovação*, 10(2), 265.
- Winter, S. G. (1984). Schumpeterian competition in alternative technological regimes. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 5(3–4), 287–320.

Capítulo 18

Perspectivas sobre as Indicações Geográficas e Marcas Coletivas

Eduardo Eugênio Spers

Professor Titular do Departamento de Economia, Administração e Sociologia da Esalq/USP

Odaléia Telles Marcondes Machado Queiroz

Professora Doutora do Departamento de Sociologia, Administração e Economia da Esalq/USP

Rosebelly Nunes Marques

Professora Doutora do Departamento de Sociologia, Administração e Economia da Esalq/USP

As Indicações Geográficas (IGs) e as Marcas Coletivas têm assumido crescente relevância no contexto contemporâneo por sua capacidade de valorizar produtos, serviços, territórios e comunidades a partir da relação entre origem, identidade, tradição e reputação. Mais do que instrumentos jurídicos de proteção da propriedade intelectual, esses mecanismos representam estratégias de desenvolvimento territorial, capazes de integrar dimensões econômicas, sociais, culturais e ambientais (Barham, 2003; Belletti & Marescotti, 2011; Wilkinson *et al.*, 2017).

No Brasil, especialmente nas últimas décadas, observa-se expansão do reconhecimento de produtos associados à origem geográfica, envolvendo diferentes segmentos produtivos, como cafés, queijos, vinhos, frutas, mel, artesanato, cerâmica e calçados. Essa valorização da procedência não apenas fortalece cadeias produtivas locais, mas também amplia possibilidades de geração de renda, preservação de saberes tradicionais, fortalecimento da identidade territorial e promoção de experiências associadas ao patrimônio cultural e natural dos territórios (Medeiros, 2015; Tregear *et al.*, 2007). Nesse contexto, as IGs podem contribuir para processos de desenvolvimento regional sustentado, articulando mercado, cultura, tradição e governança coletiva (Wilkinson *et al.*, 2017).

Sob essa perspectiva, as Indicações Geográficas e as Marcas Coletivas ultrapassam a lógica estritamente mercadológica e passam a dialogar diretamente com áreas como educação, turismo e marketing. Na educação, as IGs podem contribuir para a valorização dos conhecimentos locais e da educação patrimonial (Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional [IPHAN], 2014; IPHAN, 2016). No turismo, fortalecem a atratividade regional ao estimular experiências gastronômicas, culturais e rurais vinculadas aos produtos de origem (Medeiros, 2015). Já no marketing, tornam-se importantes sinais de diferenciação, autenticidade e reputação territorial, contribuindo para processos de *place branding* e construção de valor simbólico (Anholt, 2007; Kavaratzis & Ashworth, 2005).

O Estado de São Paulo apresenta exemplos expressivos dessa relação entre território, produtos de origem e desenvolvimento regional. Atualmente, o Estado reúne 14 produtos reconhecidos com Indicação Geográfica, envolvendo cafés, frutas, mel, palmito pupunha, figuras artesanais, calçados e cerâmica artística, distribuídos em diferentes regiões paulistas (INPI, 2025; Sebrae, 2026). Muitos desses territórios também apresentam forte vocação turística e relevantes conexões com processos educativos, culturais e mercadológicos, evidenciando o caráter interdisciplinar e estratégico das IGs para o fortalecimento territorial.

Diante desse cenário, este capítulo tem como objetivo discutir as Indicações Geográficas e as Marcas Coletivas a partir das perspectivas da educação, do turismo e do marketing, buscando compreender de que forma esses instrumentos contribuem para o fortalecimento dos territórios, das identidades locais e das estratégias de desenvolvimento sustentável. Para isso, o texto foi organizado em três seções complementares. A primeira aborda a relação entre educação e IGs, enfatizando educação patrimonial, formação profissional e valorização dos saberes territoriais. A segunda discute a conexão entre turismo e IGs, destacando os atrativos turísticos e culturais associados aos produtos de origem no Estado de São Paulo. A terceira analisa as contribuições do marketing, especialmente no que se refere à construção de reputação, diferenciação, comunicação e *place branding* vinculados às Indicações Geográficas e às Marcas Coletivas.

Ao integrar essas diferentes perspectivas, o capítulo busca evidenciar que as IGs e as Marcas Coletivas não devem ser compreendidas apenas como instrumentos de proteção legal ou agregação de valor econômico, mas como mecanismos capazes de fortalecer vínculos sociais, preservar patrimônios culturais, promover pertencimento territorial e estimular estratégias sustentáveis de desenvolvimento regional.

1. A Perspectiva da Educação e as Indicações Geográficas

A educação constitui-se como um direito fundamental assegurado pela Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 (Brasil, 1988). Nesse contexto, destaca-se a Emenda Constitucional nº 85, de 26 de fevereiro de 2015 (Brasil, 2015), que conferiu nova redação ao art. 23, inciso V, ao estabelecer como competência comum dos entes federativos “proporcionar os meios de acesso à cultura, à educação, à ciência, à tecnologia, à pesquisa e à inovação”. Essa garantia abrange todos os níveis e modalidades de ensino, bem como diferentes contextos institucionais, sejam eles municipais, estaduais ou nacionais, públicos ou privados. Nesse sentido, torna-se pertinente refletir sobre de que maneira os municípios que possuem Indicações Geográficas podem contribuir para a educação da comunidade local.

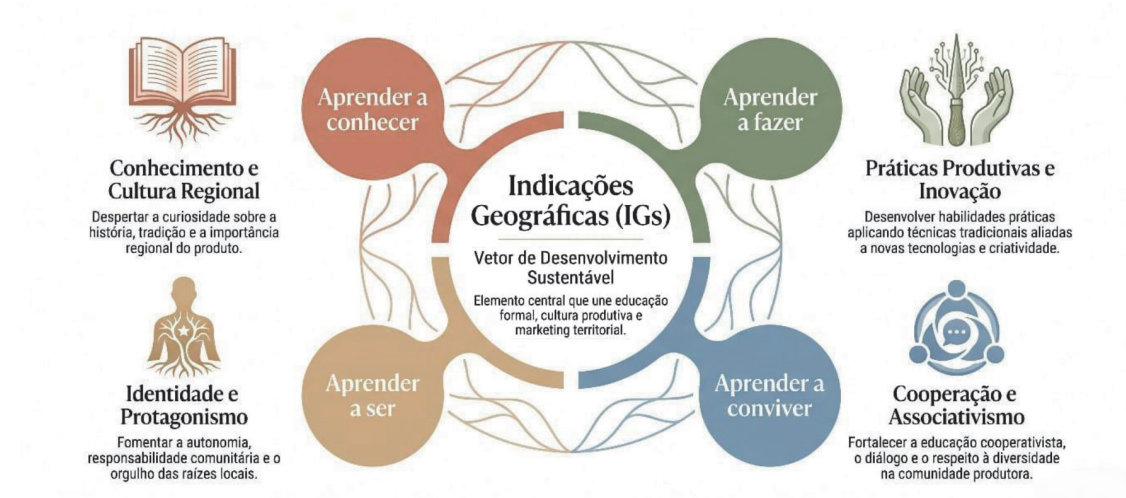
Do ponto de vista mais geral, os municípios que possuem Indicações Geográficas podem contribuir significativamente para a educação da comunidade local, na medida em que tais reconhecimentos favorecem a valorização da identidade territorial, dos saberes tradicionais e da memória coletiva. Ao aproximar a escola das práticas produtivas, culturais e históricas do território, a temática das Indicações Geográficas pode tornar o ensino mais contextualizado e significativo, especialmente em áreas como Geografia, História, Ciências Humanas e Educação Profissional. Além disso, as Indicações Geográficas possuem impactos positivos nas dimensões econômica, social, cultural e ambiental, fortalecendo o território e a articulação entre instituições de ensino, setor produtivo e comunidade. Desse modo, sua inserção em práticas pedagógicas pode estimular o sentimento de pertencimento, a educação patrimonial e a formação crítica dos estudantes e professores, quanto às dinâmicas locais de produção, cultura e desenvolvimento.

Entretanto, embora seu potencial formativo seja expressivo, a incorporação das Indicações Geográficas no campo educacional também apresenta desafios. Entre eles, destacam-se a carência de formação docente específica sobre o tema, a escassez de materiais didáticos voltados à realidade local e o risco de uma abordagem mais comercial, desvinculada da reflexão crítica sobre seu potencial e alcances.

Uma análise mais ampla foi realizada por Oliveira *et al.* (2026) dos quatro pilares da educação propostos por Jacques Delors (Unesco, 1998) e sua conexão com as Indicações Geográficas, trazendo principalmente foco na formação profissional e social dos alunos, almejando cidadãos capazes de enfrentar e transformar os desafios atuais em soluções e benefícios para a sociedade. A figura abaixo resume os quatro pilares e a relação com as Indicações Geográficas (Figura 1).

Figura 1. Integração dos Pilares da Educação (Delors, 1998) e Indicações Geográficas (IGs)

A Integração dos Pilares da Educação nas Indicações Geográficas (IGs)



Fonte: Figura gerada por @NotebookLM e Oliveira (2026)

No contexto da valorização da cultura e sua conexão com a Educação, o IPHAN (2014) define Educação Patrimonial como todos os processos educativos formais e não formais voltados ao Patrimônio Cultural, contribuindo para seu reconhecimento, valorização e preservação. Considera ainda que:

“...os processos educativos devem primar pela construção coletiva e democrática do conhecimento, por meio do diálogo permanente entre os agentes culturais e sociais e pela participação efetiva das comunidades detentoras e produtoras das referências culturais, onde convivem diversas noções de Patrimônio Cultural.” (IPHAN, 2014, p. 19).

De acordo com o IPHAN (2016), as Indicações Geográficas e a Educação Patrimonial quando atuam em parcerias, podem valorizar e preservar a identidade cultural de um território ou comunidade. Assim, “A relação entre ambas está no fato de que os produtos com IG são, muitas vezes, a materialização dos “saberes e fazeres” tradicionais que a Educação Patrimonial busca ensinar e proteger”.

Para uma análise mais específica, apresentam-se duas Indicações Geográficas e suas relações com a educação nos respectivos territórios: o Queijo da Serra da Canastra-MG (Oliveira *et al.*, 2026) e os Cafés da Alta Mogiana-SP (Santos, *et al.*, 2026).

Na região de Franca (Santos *et al.*, 2026), identifica-se a oferta de um Curso Técnico em Cafeicultura por uma Escola Técnica Estadual; em Minas Gerais, o estudo investigou as práticas de uma escola privada no contexto da educação cooperativista.

No âmbito da Educação Profissional, observa-se uma contribuição direta para o fortalecimento da Indicação Geográfica, uma vez que a formação técnica estabelece conexão entre o território, a cadeia produtiva do café e as demandas regionais. A oferta do Curso Técnico em Cafeicultura, em Franca (SP), alinha-se à realidade local ao valorizar conhecimentos específicos da atividade, qualificar estudantes e produtores e responder às necessidades do contexto produtivo.

O currículo do curso foi estruturado de modo a abranger toda a cadeia produtiva do café, incluindo implantação da lavoura, manejo, irrigação, mecanização, pós-colheita, análise sensorial, comercialização e cafés especiais. Além disso, contempla o desenvolvimento de competências em gestão, empreendedorismo, tecnologia digital, pesquisa aplicada, ética e segurança no trabalho.

Os resultados indicam que essa formação contribui para a preservação de saberes locais, o fortalecimento da identidade regional, a redução da evasão, a qualificação da mão de obra e o apoio ao desenvolvimento sustentável da cafeicultura na Alta Mogiana.

No caso da Serra da Canastra (Oliveira *et al.*, 2026), o estudo concentrou-se em uma escola privada localizada em São Roque de Minas (MG), com ênfase na educação cooperativista. Seu currículo contempla projetos interdisciplinares, oficinas e rodas de saberes desenvolvidos em diálogo com artesãos e agricultores locais. Nessa perspectiva, o cooperativismo figura como um dos pilares do processo educacional vinculado às Indicações Geográficas, ao promover formação voltada à cooperação, à qualificação dos produtores, ao trabalho coletivo e ao fortalecimento da gestão compartilhada. O vínculo com a cooperativa de crédito e com a associação formal de estudantes e responsáveis valoriza a formação de sujeitos comprometidos com o futuro de sua região.

A Lei nº 5.764/71, que traz a Política Nacional de Cooperativismo, define as cooperativas como associações de pessoas com interesses comuns, organizadas de forma democrática e sem fins lucrativos, com foco na prestação de serviços aos cooperados.

Assim, ampliando a possibilidade de destinar benefícios educacionais às comunidades na área de atuação das cooperativas.

As duas Indicações Geográficas apresentam-se promissoras em relação ao processo educativo que estão inseridas, mas na análise de ambas, um desafio comum é a permanência e continuidade dos processos de produção pelas novas gerações no território. Muitos filhos dos produtores optam por não dar continuidade ao processo familiar existente e vão em busca de outras ocupações no mercado de trabalho. A educação, nesse contexto, torna-se indispensável para estimular o reconhecimento dos valores sociais e econômicos da região atrelados aos seus produtos, valorizando as tradições e sucessão familiar.

A educação, nesse contexto, torna-se indispensável para estimular o reconhecimento dos valores sociais e econômicos da região atrelados aos seus produtos.

Por fim, a relação entre Indicações Geográficas e educação traz ganhos positivos para a construção de currículos integrados ao território e às vivências da comunidade. Quando desenvolvida de modo interdisciplinar, crítico e participativo, essa aproximação pode contribuir para a valorização dos conhecimentos locais, para a preservação do patrimônio material e imaterial e para o fortalecimento da cidadania. Contudo, para que esse potencial se concretize, é necessário investir em mediações pedagógicas consistentes, produção de conhecimento local e articulação entre escola, comunidade, formação de professores, políticas públicas, de forma que a educação cumpra seu papel de formação humana integral, ética, tecnológica e cultural.

2. A Perspectiva do Turismo e as Indicações Geográficas

O território turístico paulista, atualmente, apresenta forte agregação de diferentes atrativos naturais e culturais associados a produtos com Indicações Geográficas (IGs), que já possuem 14 registros no Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), movimentando a economia regional. Segundo o Ministério da Agricultura e Pecuária (2026, p. 1), “o registro de Indicação Geográfica (IG) é conferido a produtos ou serviços que são característicos do seu local de origem, o que lhes atribui reputação, valor intrínseco e identidade própria, além de os distinguir em relação aos seus similares disponíveis no mercado”.

As IGs paulistas envolvem produtos oriundos da agricultura e pecuária, como frutas, café e mel, além de produtos industriais e artesanais, como calçados e cerâmica artística (Sebrae, 2026).

O objetivo deste texto é explanar, de forma descritiva e qualitativa, sobre territórios paulistas que se destacam pelas IGs e pelo turismo. O setor agropecuário, com dez reconhecimentos, é predominante entre os produtos com IGs, seguido pelos produtos artesanais e manufaturados, que atualmente somam quatro registros.

A distribuição das IGs pelo Estado de São Paulo é liderada pela produção de café na Alta Mogiana, Região de Garça, Região de Pinhal, Torrinha, Nova Alta Paulista e Vale da Grama.

As IGs relacionadas à produção de frutas têm como principais representantes a Uva Niagara Rosada de Jundiá e a Banana Cavendish/Prata do Vale do Ribeira. Outros produtos importantes são o Mel e Própolis do Vale do Paraíba e o Palmito Pupunha do Vale do Ribeira.

Entre os produtos artesanais, destacam-se as Figuras de Taubaté, modeladas em argila, tendo como principal símbolo o característico pavão de coloração azul. Dos produtos manufaturados, sobressaem-se Franca e Birigui, reconhecidas pelos calçados adultos e infantis, respectivamente, além de Porto Ferreira, referência em cerâmica artística.

O conceito de Indicação Geográfica (IG) desenvolveu-se ao longo da história desde os tempos do Império Greco-Romano, quando produtores, comerciantes e consumidores perceberam que determinados produtos provenientes de certos lugares apresentavam qualidades particulares atribuídas à sua origem geográfica, passando a denominá-los pelo nome geográfico de procedência. Um exemplo marcante desse período foi o *Garum Ibericum*, uma pasta ou molho de peixe fermentado cujo sabor era considerado inigualável (Universidade do Extremo Sul Catarinense, 2026).

Atualmente, a IG constitui uma das formas especiais de proteção aos produtos, vinculada à propriedade intelectual e assegurada por convenções internacionais, incluindo o Acordo sobre Aspectos dos Direitos de Propriedade Intelectual Relacionados ao Comércio (TRIPS), no âmbito da Organização Mundial do Comércio (OMC). Os mecanismos de proteção geográfica, como as indicações de procedência e as denominações de origem, buscam valorizar territórios e seus produtos, associando-os ao local de origem onde apresentam características específicas (Vargas, 2008).

O mapa a seguir (Figura 2) dá a localização das IGs paulistas, indicando que há uma distribuição ligeiramente espalhada, com certa concentração na região nordeste do Estado de São Paulo. É fundamental ilustrar a posição geográfica das IGs, sempre relacionando-as ao território e suas principais características naturais, sociais e econômicas, entendendo a complexidade de cada região, bem como suas semelhanças e diferenças. É importante destacar que IGs podem agilizar o mecanismo de proteção do patrimônio (natural e cultural) e desenvolvimento social e econômico como o turismo que pode gerar empregos e renda, auxilia na manutenção da população na área rural. (Medeiros, 2015).

Figura 2. Localização das IGs paulistas

Mapa das IGs em São Paulo



O café relaciona-se às IGs paulistas da Alta Mogiana, Região de Garça, Região de Pinhal, Torrinha, Nova Alta Paulista, Vale da Gramma e Circuito das Águas Paulista.

A Alta Mogiana faz parte da mesorregião de Ribeirão Preto, no Estado de São Paulo, e do sul/sudoeste de Minas Gerais. O clima da região é subtropical úmido de inverno seco – Cwa – e subtropical de altitude – Cwb –, segundo a classificação de Köppen, localizada numa área de transição entre os domínios morfoclimáticos do Cerrado e de Mares de Morros. É uma IG na espécie Indicação de Procedência, com registro em 2013. A Indicação de Procedência é o nome geográfico de país, cidade, região ou localidade de seu território, que se tenha tornado conhecido como centro de

extração, produção ou fabricação de determinado produto ou de prestação de determinado serviço. A estrada de ferro da Mogiana, importante meio de transporte de mercadorias e pessoas no final do século XIX e início do XX, teve influência decisiva na formação do território e no pertencimento dos colonos. Abrange os municípios de Altinópolis - SP, Batatais - SP, Buritizal - SP, Cajuru - SP, Cássia dos Coqueiros - SP, Cristais Paulista - SP, Franca - SP, Itirapuã - SP, Jariquara - SP, Nuporanga - SP, Patrocínio Paulista - SP, Pedregulho - SP, Restinga - SP, Ribeirão Corrente - SP, Santo Antônio da Alegria - SP, São José da Bela Vista - SP, Capetinga - MG, Cássia - MG, Claraval - MG, Ibiraci - MG, Itamogi - MG, São Sebastião do Paraíso - MG e São Tomás de Aquino - MG (Ministério da Agricultura e Pecuária, 2026).

A IG Indicação de Procedência da Região de Garça, concedida em 2022, localiza-se no centro-oeste paulista, abrangendo 15 municípios do Estado de São Paulo: Garça, Gália, Vera Cruz, Marília, Alvinlândia, Álvaro de Carvalho, Duartina, Cafelândia, Pirajuí, Júlio Mesquita, Guarantã, Ocaçu, Lupércio, Lucianópolis e Fernão.

É uma região de planalto com colinas suaves, entre as bacias hidrográficas dos rios Peixe e Aguapeí, mata atlântica remanescente, clima tropical e clima subtropical de altitude, fatores que favorecem a cultura do café.

Os municípios que integram a IG Indicação de Procedência concedida em 2016 da Região de Pinhal, no Estado de São Paulo, são: Espírito Santo do Pinhal, Santo Antônio do Jardim, Aguaí, São João da Boa Vista, Águas da Prata, Estiva Gerbi, Mogi Guaçu e Itapira. A bacia hidrográfica principal da área é a do rio Mogi Guaçu e o relevo é composto pelos “Mares de Morros” da Serra da Mantiqueira, que faz divisa com Minas Gerais. As altitudes variam de 900 a 1.100 metros. As condições edafoclimáticas da região são muito favoráveis à cafeicultura de montanha, e o clima é tropical de altitude.

A IG Indicação de Procedência de Torrinha, na região central de São Paulo, apresenta uma produção de café desde o século XIX, incentivada pelos imigrantes europeus, pela influência da religiosidade e pela instalação da Estação Ferroviária, inaugurada em 1896. De acordo com Santos *et al.* (2020), o relevo local apresenta altitude de quase 800 m, própria para a cafeicultura. O clima é tropical, com duas estações bem definidas: uma quente e chuvosa (primavera e verão) e outra seca e fria (outono e inverno).

Nova Alta Paulista tem IG na espécie Indicação de Procedência, conhecida como produtora de café arábica, localizada no oeste paulista. Os 23 municípios que compõem a Indicação de Procedência Café Arábica da Nova Alta Paulista são: Adamantina, Arco-Íris, Dracena, Flórida Paulista, Herculândia, Iacri, Inúbia Paulista, Irapuru, Junqueirópolis, Lucélia, Mariápolis, Monte Castelo, Nova Guataporanga, Osvaldo Cruz, Ouro Verde, Pacaembu, Parapuã, Rinópolis, Sagres, Salmourão, São João do Pau d'Alho, Tupã e Tupi Paulista.

A IG Indicação de Procedência do Vale da Gramma, concedida em 2024, fica no território do município de São Sebastião da Gramma, a mais de 1000 m de altitude, propiciando a produção de café arábica de qualidade. Os solos locais, de origem vulcânica, férteis e com água abundante, favorecem também o cultivo de café.

O café do Circuito das Águas Paulista recebeu o selo de IG em 2026, na modalidade Indicação de Procedência abrangendo os municípios de Águas de Lindóia, Amparo, Holambra, Jaguariúna, Lindóia, Monte Alegre do Sul, Pedreira, Serra Negra e Socorro. O destaque fica com a influência da altitude da Serra da Mantiqueira e as propriedades do solo. É a 15ª IG do Estado de São Paulo. (Brasil, 2026)

A IG Indicação de Procedência da Uva Niágara Rosada de Jundiahy, concedida em 2022, é formada pelos municípios de Jundiaí, Louveira, Itupeva, Jarinu e Itatiba, área próxima da capital São Paulo. A Uva Niágara Rosada é uma mutação da Uva Niágara Branca, encontrada em 1933 em Louveira, que, na época, era distrito do antigo território de Jundiahy.

A banana do Vale do Ribeira (SP) é IG na modalidade Indicação de Procedência, que certifica as variedades Cavendish (Nanica) e Prata, garantindo a identidade, qualidade e tradição das frutas cultivadas na região. A banana é uma das frutas mais apreciadas no mundo e no Brasil. Desde 1930, o cultivo em São Paulo ocorre, principalmente, no litoral, avançando pelo Vale do Ribeira devido ao clima quente sem estação seca. Os municípios envolvidos são Barra do Turvo, Cajati, Cananéia, Eldorado, Iguape, Iporanga, Itaoca, Itariri, Jacupiranga, Juquiá, Miracatu, Pariquera-Açu, Pedro de Toledo, Registro, Ribeira, Sete Barras e Tapiraí (Instituto Nacional da Propriedade Industrial [INPI], 2025a).

A IG Indicação de Procedência do Mel e Própolis do Vale do Paraíba para o mel de abelha *Apis mellifera* representa um marco na valorização das características territoriais locais, aumentando as possibilidades para os produtores, sendo também uma atração turística. Os municípios que compõem o território são: Aparecida, Arapeí, Areias, Bananal, Caçapava, Cachoeira Paulista, Campos do Jordão, Canas, Cruzeiro, Cunha, Guaratinguetá, Igaratá, Jacareí, Jambuí, Lagoinha, Lavrinhas, Lorena, Monteiro Lobato, Natividade da Serra, Paraibuna, Pindamonhangaba, Piquete, Potim, Queluz, Redenção da Serra, Roseira, Santa Branca, Santo Antônio do Pinhal, São Bento do Sapucaí, São José do Barreiro, São José dos Campos, São Luís do Paraitinga, Silveiras, Taubaté e Tremembé.

O Palmito Pupunha do Vale do Ribeira é IG Indicação de Procedência reconhecida em 2025, em uma das maiores regiões produtoras do Brasil.

A área da IG abrange 17 municípios do Estado de São Paulo: Barra do Turvo, Cajati, Cananéia, Eldorado, Iguape, Ilha Comprida, Iporanga, Itariri, Jacupiranga, Juquiá, Miracatu, Pariquera-Açu, Pedro de Toledo, Registro, Ribeira, Sete Barras e Tapiraí. O palmito pupunha é uma espécie nativa da Amazônia, planta que tem colheita mais rápida e dispensa o replantio, já que apresenta perfilhamento nas touceiras; tais características atraem os produtores. O Vale do Ribeira tem as melhores condições para plantio da pupunha, com clima tropical e solo adequado. Hoje em dia, a pupunha é a segunda atividade econômica da região. Incentiva a agricultura familiar e o desenvolvimento econômico, ambiental e social (INPI, 2025b).

Entre os produtos artesanais destaca-se a IG Indicação de Procedência das Figuras de Taubaté, que modelam figuras em argila, IG reconhecida em 2026. As peças são produzidas enfocando argumentos folclóricos, sacros e do cotidiano. Este trabalho tem origem com a vinda de frades franciscanos para Taubaté, com a construção do Convento Santa Clara, sendo o principal produto o Pavão, símbolo das Figuras no artesanato paulista (INPI, 2025c).

Entre os produtos industriais salientam-se os calçados de Franca, com concessão de IG Indicação de Procedência desde 2012. Calçados masculinos e femininos para adultos e crianças são produzidos em couro, material sintético e outros. Franca foi, inicialmente, no século XVIII, pouso para viajantes que iam para Mato Grosso do Sul e Goiás em busca de metais preciosos. No local havia assistência aos tropeiros, que adquiriam dos artesãos locais arreios, sapatões e sandálias de couro. Tal atividade evoluiu, surgindo curtumes maiores, dando base para a indústria de calçados. Franca é atualmente chamada de Capital do Calçado Masculino (Data Sebrae, 2026).

Outro polo calçadista importante no Estado é Birigui, Capital Nacional do Calçado Infantil, com IG Indicação de Procedência reconhecida em 2023. Produz cerca de 50% dos calçados infantis do Brasil, exportando para inúmeros países, com mais de 400 fábricas que empregam mão de obra feminina em larga escala, dando origem a milhares de empregos. Dentro de um contexto de grande tradição na localidade, a tecnologia de ponta causa grande impacto econômico no setor (INPI, 2023).

Porto Ferreira é a Capital Nacional da Cerâmica Artística e da Decoração, recebendo a IG Indicação de Procedência em 2020, destacando-se nacionalmente pelo seu polo de artesanato, utilidades domésticas e peças ornamentais. Os itens são oriundos das Indústrias de Produtos Cerâmicos de Louça, de Pó, de Pedra, Porcelana e da Louça de Barro de Porto Ferreira. A produção teve início em 1921 com a fundação da Fábrica de Louças Porto Ferreira S/A, por imigrantes italianos que trouxeram técnicas europeias e utilizavam a argila da região do Rio Mogi Guaçu. Hoje em dia, a cidade possui mais de uma centena de lojas e indústrias (INPI, 2020):

São Paulo já reúne 14 produtos com Indicação Geográfica (IG) em diversas regiões do estado. Do café cultivado nas montanhas paulistas à banana produzida no Vale do Ribeira, cada região carrega tecnologia, sabores, tradições e formas de produção que fazem seus produtos serem únicos. As Indicações Geográficas surgem justamente para certificação de processos e produtos construídos no campo ao longo do tempo. O reconhecimento concedido pelo Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) certifica a ligação entre o produto e seu território de origem, agregando valor à produção e fortalecendo agricultores e associações. O impacto econômico é direto para o produtor rural e por consequência no desenvolvimento regional. (Agrolink, 2026)

3. As IGs e o turismo paulista

As Indicações Geográficas impulsionam a produção rural e também valorizam mercadorias artesanais e manufaturadas paulistas, destacando os modos de saber e fazer que exibem a identidade, a tradição e a qualidade dos territórios espalhados pelo Estado.

Além dessa valorização do produto, uma IG pode também dar visibilidade a determinada região ou grupo de produtores/prestadores de serviços, protegendo valores e tradições sociais e culturais, destacou Vivaldo Santos, líder da Comissão de Indicação Geográfica da CATI. (Agrolink, 2026)

Neste contexto o turismo aparece com força com o estabelecimento de IGs nas diferentes regiões, onde os visitantes podem saborear os produtos reconhecidos e seus derivados, e outros atrativos naturais e culturais, tornando as experiências mais especiais e completas.

Ocorre uma verdadeira transformação

territorial tanto a partir do incremento de uma IG chamando turistas, como de um espaço turístico que passa a ter uma IG quando coincide do território turístico também atender as bases conceituais e legais para determinado produto. Passa a existir, geralmente, uma sinergia entre turismo e IGs, ocorrendo geração de empregos e renda.

Destacando os municípios paulistas que possuem título de Estância Turística temos Batatais e Nuporanga, situados no território da IG Café Alta Mogiana.

Uma Estância Turística Paulista é um título oficial concedido pelo Governo do Estado de São Paulo a municípios que se destacam por seu elevado potencial turístico. O objetivo é reconhecer e investir nessas cidades, que funcionam como motores para o desenvolvimento regional e a geração de empregos. (Turismo SPOT, 2026)

Batatais é Estância Turística, destacando-se pelos atrativos culturais, religioso e natural. Batatais apresenta o Santuário do Senhor Bom Jesus da Cana Verde com obras do famoso artista Cândido Portinari, incluindo a “Via Sacra”. O município também tem atrativos naturais com a Floresta Estadual de Batatais, propício para ecoturismo e trilhas. Os eventos como o carnaval e a Festa do Leite são notáveis de Batatais.

Nuporanga é Estância Turística, faz parte da Região Metropolitana de Ribeirão Preto, destaca-se pelo clima ameno e tranquilidade. Tem atrativos culturais, com eventos como Carnaval, Festa do Peão, feira de artesanato e gastronomia. Além disso, a Estância Turística oferece atrativos rurais com suas interessantes capelas voltadas para turismo religioso.

É importante mencionar que na área em foco existe a Região Turística Alta Mogiana que abrange os municípios de Ipuã, Altinópolis, Brodowski, Dumont, Santa Cruz da Esperança, Cajuru, Cássia dos Coqueiros, São Simão e Luís Antônio, observando-se que os municípios grifados se sobrepõem aos da IG Alta Mogiana. Então, os territórios da Região da IG do café da Alta Mogiana se justapõem ao da Região Turística Alta Mogiana, evidenciando suas territorialidades, as diferentes formas de apropriação dos recursos e elementos existentes, configurando em uma multiterritorialidade (Freiesleben, 2018).

Destacando apenas os municípios paulistas da IG Café Alta Mogiana que possuem título de MIT - Município de Interesse Turístico, temos Altinópolis, Patrocínio Paulista, Pedregulho e Santo Antônio da Alegria.

Passa a existir, geralmente, uma sinergia entre turismo e IGs, ocorrendo geração de empregos e renda.

Um Município de Interesse Turístico (MIT) é uma classificação do Governo do Estado de São Paulo que reconhece cidades com forte potencial turístico, mas que ainda não possuem o status de Estância Turística. O principal benefício do título é o acesso a recursos financeiros estaduais para investir em infraestrutura (Secretaria de Turismo e Viagens, 2025).

Entre os municípios da IG Café da Região de Garça não há ainda nenhuma Estância Turística. Entretanto, destacamos aqueles que possuem título de Município de Interesse Turístico: Garça e Marília.

Destacando apenas os municípios paulistas da IG Café da Região de Pinhal que possuem título de Estância Turística, temos Águas da Prata.

Águas da Prata é Estância Hidrotermal e Turística, situada na encosta da Serra da Mantiqueira e na divisa com Minas Gerais. Possui inúmeras fontes de águas com propriedades terapêuticas e medicinais, além de um Balneário Municipal destinado ao tratamento de crenoterapia e ao turismo de saúde. A área do município oferece possibilidades para a prática de ecoturismo, turismo de natureza, turismo de aventura e observação da paisagem (Prefeitura Municipal de Águas da Prata, 2026).

Espírito Santo do Pinhal, São João da Boa Vista, Estiva Gerbi e Itapira são MITs da área da IG de Café da Região de Pinhal.

O município de Torrinha é MIT e tem IG de Procedência de Café.

Entre os municípios que fazem parte da IG Café da Nova Alta Paulista, temos Tupã que é Estância Turística, local de tranquilidade, com várias opções de lazer, local de grande influência indígena, possuindo o Museu Histórico e Pedagógico Índia Vanuêre, o maior acervo indígena do Estado. Recebeu muitos imigrantes japoneses, portugueses, italianos, espanhóis, sírios e letos. Os atrativos naturais também abundantes no município.

Integrando a Nova Alta Paulista temos Adamantina que é MIT. A IG Café do Vale da Gramma – o município de São Sebastião da Gramma – não é Estância nem MIT. Sobre a IG da Uva Niagara Rosada de Jundiahy, temos Jundiaí como MIT, sem Estância Turística.

O Circuito das Águas Paulista tem atividade turística muito desenvolvida. Os segmentos mais prósperos são o ecoturismo, cultural, turismo termal, saúde e bem-estar, turismo rural com concentração no inverno. Águas de Lindóia é Estância Turística e Hidromineral, chamada de “Capital Termal do Brasil”, com destaque o Balneário Municipal com águas terapêuticas. (São Paulo, 2026)

Amparo é uma Estância Turística e Hidromineral, destacando-se pelas águas medicinais e pelos atrativos históricos com arquitetura do século XIX. O ecoturismo, de aventura e agroturismo são desenvolvidos no município que conta com Polo Astronômico configurando-se como um diferencial interessante (São Paulo, 2026)

Holambra é uma Estância Turística com forte destaque a produção de flores e plantas, com a realização da Expoflora, a maior exposição de flores da América Latina. Características culturais e arquitetura holandesa são atrativos de Holambra, que é bem preparada para receber visitantes (São Paulo, 2026).

Lindóia é Estância Turística e Hidromineral conhecida como a “Capital Nacional da Água Mineral”. O turismo rural é um segmento importante no município voltado para a produção de vinhos,

queijos e cachaças artesanais. Monte Alegre do Sul é Estância Turística e Hidromineral, destacando-se por suas águas minerais terapêuticas com belo Balneário Municipal, além de atrativos históricos e oferta de cachaça artesanal. O turismo religioso tem como principal atrativo o Santuário do Senhor Bom Jesus (São Paulo, 2026).

Serra Negra é Estância Turística e Hidromineral, chamada de “Cidade da Saúde”, oferecendo clima de montanha e fontes de água mineral com propriedades terapêuticas em seu Balneário municipal. Os segmentos de turismo de lazer e bem-estar, turismo rural e de compras são os principais (São Paulo, 2026).

Socorro é uma Estância Turística e Hidromineral com várias fontes de águas minerais terapêuticas. É um destino muito visitado por atrativos de natureza, aventura e turismo de compras (São Paulo, 2026).

Os municípios de Jaguariúna e Pedreira são MIT. É importante frisar que a área do Circuito das Águas Paulista é um polo turístico, compondo um território com inúmeros atrativos que atraem, de maneira contínua, muitos visitantes (São Paulo, 2026).

A banana do Vale do Ribeira (SP) é IG que aprovou as variedades Cavendish (Nanica) e Prata habilitadas para produção e tem entre seus municípios Barra do Turvo e Eldorado como Estâncias Turísticas.

Barra do Turvo é uma Estância Turística no Vale do Ribeira. Localiza-se num terreno acidentado com uma paisagem dominada por pastagens nos vales e baixo de encostas, agroflorestas e Mata Atlântica. Área de ecoturismo e de turismo de aventura, várias Unidades de Conservação, integrando a Rota das Cavernas. (Prefeitura Municipal de Barra do Turvo, 2026).

Eldorado é uma Estância Turística no Vale do Ribeira conhecida como a “Amazônia Paulista”, com grande parte de seu território coberto por Mata Atlântica. A Caverna do Diabo é uma das maiores atrações, acompanhada do turismo ecológico e área de quilombos (Prefeitura Municipal de Eldorado, 2026).

As outras localidades: Itariri, Jacupiranga, Juquiá, Registro, Tapiraí, da IG de Procedência da banana do Vale do Ribeira, são MIT.

A IG do Mel e Própolis do Vale do Paraíba representa um marco na valorização das características territoriais locais, aumentando as possibilidades para os produtores, sendo também uma atração turística.

Aparecida é Estância Turística – maior polo de turismo religioso do país.

Bananal é Estância Turística destacando-se pela preservação do seu centro histórico com casarões coloniais. Sua área rural oferece fazendas históricas da época do ciclo do café, bem como possibilidades de prática de ecoturismo.

Campos de Jordão é Estância Climática Turística – maior polo de turismo de inverno do Brasil, com espaços rurais próprios para roteiros de aventura e ecoturismo.

Cunha é Estância Turística rodeada de serras, trilhas e Unidades de Conservação com atrativos paisagísticos, de fauna e flora. É também importante polo de cerâmica artística na América do Sul.

A Estância Turística de Guaratinguetá apresenta grande variedade de atrativos culturais, naturais, religiosos e de lazer. Trata-se de um dos mais importantes municípios do Vale do Paraíba, com significativo desenvolvimento econômico e industrial, abrigando o maior complexo químico da América Latina, a BASF (BASF, 2026)

Monteiro Lobato é Estância Turística da mesorregião do Vale do Paraíba Paulista e microrregião de Campos do Jordão. O famoso escritor Monteiro Lobato foi proprietário de uma fazenda no município, que posteriormente recebeu seu nome, configurando-se como atração turística voltada aos aspectos literários do Sítio do Picapau Amarelo. Seu clima é ameno devido à proximidade da Serra da Mantiqueira e à influência oceânica, caracterizando-se também como atrativo turístico, além de possuir vastas áreas de mata propícias para ecoturismo, trilhas e cachoeiras (Prefeitura Municipal de Monteiro Lobato, 2026).

Paraibuna é Estância Turística conhecida como “Chão Caipira”, oferecendo diversos atrativos para esportes de aventura, com presença de rios, montanhas e importante represa. O turismo religioso também está presente no município (Cidade e Cultura, 2026).

Santo Antônio do Pinhal é Estância Climática e Turística do Vale do Paraíba, na Serra da Mantiqueira, situado na microrregião de Campos do Jordão, a 1.143 m de altitude. Apresenta clima tropical de altitude e unidade geomorfológica denominada “Mares de Morros”, caracterizada por morros arredondados e vales pouco profundos. Seus principais atrativos relacionam-se ao turismo rural, ecológico e de aventura (Prefeitura Municipal de Santo Antônio do Pinhal, 2026).

São Bento do Sapucaí é Estância Climática e Turística situada na borda noroeste do Planalto de Campos do Jordão, na Serra da Mantiqueira, área muito procurada por visitantes, com topografia movimentada e paisagem exuberante. A estância tem a bananicultura como fonte de renda para agricultores familiares e para artesãos que trabalham fibras de bananeira. O setor turístico é importante para a economia local, com aumento dos meios de hospedagem e gastronômicos (Rodela *et al.*, 2014). São Bento do Sapucaí oferece muitos atrativos de ecoturismo, enoturismo, gastronomia típica, cultura tropeira e as Capelinhas de Mosaico espalhadas pelas zonas rural e urbana, consideradas um marco artístico local.

São José do Barreiro é Estância Turística localizada na Serra da Bocaina, no Vale do Paraíba, entre São Paulo e Rio de Janeiro. Apresenta rica cultura e história, além de locais destinados a esportes de aventura, como *mountain bike*, voo livre e *trekking*. O Parque Nacional da Serra da Bocaina faz parte do primeiro Sítio Misto (natural e cultural) de Patrimônio Mundial da UNESCO no Brasil, reconhecido pela biodiversidade e relevância cultural, abrangendo Paraty, Ilha Grande, no Rio de Janeiro, e o Parque Nacional da Serra da Bocaina (IPHAN, 2019).

São Luís do Paraitinga é Estância Turística localizada no Vale do Paraíba, preservando grande patrimônio cultural relacionado ao café e à cultura caipira, que se tornou atrativo turístico (Santos, 2015). Município tombado como patrimônio nacional, apresenta casario colonial conservado, carnaval tradicional e áreas destinadas ao ecoturismo no Parque Estadual da Serra do Mar.

Tremembé é Estância Turística situada no Vale do Paraíba, apresentando atrativos históricos, religiosos, culturais e belezas naturais.

Areias, Jacareí, Santa Branca e Taubaté são Municípios de Interesse Turístico (MIT).

Taubaté, que é um MIT, sobressai-se como sede da IG Figuras de Taubaté, reconhecida como produto artesanal.

Produtos manufaturados destacam-se em Franca, com IG de calçados adultos, e, em Birigui, com IG de calçados infantis, município também reconhecido como MIT. Porto Ferreira possui IG relacionada à cerâmica artística e também é reconhecido como MIT.

4. A Perspectiva do Marketing e as Indicações Geográficas

Em diálogo com as dimensões educacional e turística discutidas nas seções anteriores, a perspectiva do marketing permite compreender as Indicações Geográficas (IGs) e as Marcas Coletivas como instrumentos de criação, comunicação e entrega de valor associados à origem, à identidade territorial e à reputação coletiva. Nesse sentido, o marketing não se limita à promoção de produtos ou serviços, mas contribui para transformar atributos históricos, culturais, produtivos e simbólicos dos territórios em propostas de valor reconhecíveis pelos consumidores, pelos visitantes, pelas instituições e pelos próprios atores locais.

Essa compreensão parte de uma visão ampliada de marketing. A *American Marketing Association* (2026) define marketing como o conjunto de atividades, instituições e processos voltados à criação, comunicação, entrega e troca de ofertas que tenham valor para consumidores, clientes, parceiros e para a sociedade em geral. Essa definição é particularmente adequada ao estudo das IGs, pois desloca a análise de uma perspectiva restrita à divulgação ou à venda para uma abordagem mais ampla, na qual o valor é construído por meio da articulação entre produto, território, cultura, reputação, experiência, governança e mercado.

No caso das Indicações Geográficas, a origem não é apenas uma informação complementar sobre o local de produção, mas parte constitutiva da proposta de valor (Barham, 2003; Papadopoulos & Heslop, 1993). O produto ou serviço passa a carregar, além de seus atributos materiais, um conjunto de significados relacionados ao território, ao saber-fazer,

A origem atua como sinal de diferenciação, confiança e autenticidade, contribuindo para reduzir incertezas dos consumidores e ampliar a percepção de valor.

à história local, às práticas produtivas e à reputação construída coletivamente. No Brasil, as IGs são reconhecidas pelo Instituto Nacional da Propriedade Industrial e podem assumir duas modalidades: Indicação de Procedência e Denominação de Origem. A primeira está associada ao reconhecimento de determinado nome geográfico como referência de reputação produtiva ou de prestação de serviços; a segunda pressupõe uma relação mais direta entre as qualidades ou características do produto ou serviço e o meio geográfico, incluindo fatores naturais e humanos (Instituto Nacional da Propriedade Industrial [INPI], 2025).

Essa distinção é relevante para o marketing porque evidencia diferentes formas de construção de valor pela origem. Em uma Indicação de Procedência, a reputação territorial exerce papel central: determinado local se torna conhecido por sua produção, por seus produtores, por sua tradição ou por sua especialização. Na Denominação de Origem, além da reputação, há uma associação mais estreita entre as características do produto ou serviço e as condições específicas do território. Em ambos os casos, a origem atua como sinal de diferenciação, confiança e autenticidade, contribuindo para reduzir incertezas dos consumidores e ampliar a percepção de valor (Aaker, 1991; Keller, 1993).

A literatura sobre imagem de origem, imagem de país, imagem regional e produtos de origem mostra que referências geográficas podem influenciar avaliações de qualidade, confiança e intenção de compra. Papadopoulos e Heslop (1993) destacam que a origem dos produtos pode funcionar como um elemento relevante na formação das percepções dos consumidores, especialmente quando determinados países, regiões ou localidades são associados a competências produtivas, tradições específicas ou padrões superiores de qualidade. Nas IGs, essa lógica é aprofundada, pois a origem deixa de ser apenas um atributo informativo e passa a ser o eixo estruturante da diferenciação.

Nesse sentido, as IGs aproximam-se do chamado marketing de origem. Trata-se de uma abordagem na qual a procedência territorial é utilizada como elemento de posicionamento, diferenciação e construção de preferência (Kotler & Keller, 2016; Anholt, 2007). A origem comunica não apenas “de onde vem” determinado produto, mas também “por que esse lugar importa” para explicar sua singularidade. Assim, elementos como clima, solo, paisagem, tradição, cultura produtiva, práticas artesanais, reputação histórica e organização coletiva podem ser convertidos em atributos valorizados pelo mercado.

A discussão sobre *terroir* contribui para essa compreensão. Barham (2003), ao analisar os sistemas de denominação de origem, observa que os rótulos de origem articulam relações entre o local e o global ao vincular produtos agroalimentares a lugares, histórias, práticas sociais e formas de regulação. Embora o conceito de *terroir* tenha origem fortemente associada ao universo dos vinhos, sua lógica tem sido mobilizada em diversos mercados agroalimentares, artesanais e territoriais. Para o marketing, o *terroir* expressa a possibilidade de transformar a interação entre natureza, cultura e saber-fazer em uma narrativa de valor (Barham, 2003).

Entretanto, a singularidade territorial não se converte automaticamente em valor econômico ou simbólico. Para que isso ocorra, é necessário que os atributos da origem sejam reconhecidos, compreendidos e valorizados pelos públicos de interesse (Keller, 1993). A IG precisa ser capaz de comunicar ao consumidor por que aquele produto ou serviço é distinto, quais características estão associadas ao território, como a qualidade é assegurada e de que modo a origem se relaciona com a experiência de consumo. Sem esse esforço de tradução mercadológica, a IG corre o risco de permanecer restrita ao reconhecimento formal, sem alcançar plenamente seu potencial de diferenciação.

A análise de Teuber (2010) sobre o café mostra que as Indicações Geográficas podem funcionar como ferramentas de diferenciação em mercados nos quais a origem contribui para a construção de reputação, qualidade percebida e agregação de valor. Essa reflexão é especialmente pertinente para o Brasil, cuja competitividade no agronegócio foi historicamente associada à produtividade, à escala e à eficiência, mas que possui grande potencial para ampliar estratégias de diferenciação baseadas em atributos territoriais. Cafés especiais, queijos artesanais, vinhos, cachaças, cacau, mel, frutas, erva-mate, farinhas, artesanatos e serviços turísticos são exemplos de ofertas que podem se beneficiar da associação entre origem, qualidade e identidade territorial.

Contudo, o reconhecimento de uma IG não garante, por si só, sucesso mercadológico. O registro cria uma base institucional importante, mas a construção de valor depende da capacidade de transformar a origem reconhecida em reputação, diferenciação e preferência. Tregear, Arfini, Belletti e Marescotti (2007) indicam que os esquemas de qualificação de produtos regionais podem contribuir para o desenvolvimento rural, mas seus resultados dependem da mobilização dos atores locais, da formação de redes, da coordenação coletiva e da clareza dos objetivos perseguidos. Assim, a IG deve ser acompanhada por estratégias de governança, controle de qualidade, comunicação, posicionamento e acesso a mercados.

Essa dimensão coletiva é central. Diferentemente de uma marca empresarial individual, gerida por uma única organização, a IG envolve múltiplos produtores, entidades representativas, instituições de apoio, normas de uso e expectativas compartilhadas. A reputação construída coletivamente pode fortalecer todos os agentes vinculados à origem, mas também pode ser fragilizada por inconsistências de qualidade e comunicação fragmentada (Tregear *et al.*, 2007; Wilkinson *et al.*, 2017). Por essa razão, a gestão mercadológica das IGs exige coordenação entre identidade territorial, padrões de produção, estratégias de comunicação e compromisso coletivo com a reputação do território.

Nesse ponto, é importante distinguir as Indicações Geográficas das Marcas Coletivas. O Manual de Indicações Geográficas do INPI esclarece que a IG não se confunde com marca coletiva, marca de certificação ou selo. Enquanto a IG comunica a vinculação entre um produto ou serviço e determinada origem geográfica, a marca coletiva identifica produtos ou serviços provenientes de membros de uma entidade coletiva, como associação, cooperativa ou sindicato (INPI, 2025). Essa distinção é fundamental para evitar confusões conceituais e estratégicas. A marca coletiva pode fortalecer a identidade de um grupo de produtores; a IG valoriza a relação entre oferta e território; a marca de certificação atesta conformidade com determinados requisitos; e a marca comercial diferencia produtos, serviços ou empresas no mercado.

Esses instrumentos, entretanto, podem atuar de forma complementar. Uma associação de produtores pode utilizar uma marca coletiva para organizar sua identidade institucional e, ao mesmo tempo, participar de uma IG que valorize a reputação territorial. Do ponto de vista do marketing, o desafio é construir uma arquitetura clara de sinais distintivos, de modo que consumidores e

demais públicos compreendam o papel de cada elemento. A sobreposição desordenada de marcas, selos, certificações e indicações pode dificultar a comunicação e reduzir a capacidade de diferenciação.

A literatura de gestão de marcas contribui para compreender esse processo. Aaker (1991) argumenta que o valor de uma marca está relacionado a dimensões como reconhecimento, associações, qualidade percebida e lealdade. Keller (1993) propõe que o valor da marca baseado no consumidor decorre dos efeitos do conhecimento da marca sobre suas respostas às ações de marketing. Embora a IG não seja juridicamente uma marca, ela opera no mercado como um ativo reputacional coletivo, pois depende de reconhecimento, associações positivas, confiança, diferenciação e qualidade percebida. A força de uma IG está, portanto, na capacidade de gerar significados compartilhados entre território, produtores e consumidores.

Essa reflexão aproxima as IGs dos campos do marketing territorial e do *place branding*. O marketing territorial pode ser compreendido como o conjunto de estratégias voltadas à valorização de um território perante diferentes públicos (Kavaratzis & Ashworth, 2005; Anholt, 2007). Diferentemente do marketing tradicional de produtos, o marketing territorial envolve múltiplos atores e objetivos, pois o território é simultaneamente espaço de produção, moradia, cultura, memória, circulação, experiência e identidade.

O *place branding*, por sua vez, oferece instrumentos para compreender como lugares constroem reputação e significado. Kavaratzis e Ashworth (2005) discutem a aplicação de princípios de *branding* a cidades e territórios, ressaltando que a construção da imagem de um lugar não se limita à promoção, mas envolve identidade, comunicação e experiência. Anholt (2007), ao propor a ideia de identidade competitiva, argumenta que lugares constroem reputação a partir da articulação entre produtos, cultura, turismo, pessoas, políticas e investimentos. Aplicada às IGs, essa abordagem permite compreender que o território não é apenas o local de origem da oferta, mas parte ativa da sua construção de valor.

Essa relação é especialmente importante para o diálogo entre marketing, turismo e educação no capítulo. Ao associar produtos e serviços a territórios específicos, as IGs podem estimular experiências turísticas, roteiros gastronômicos, visitas técnicas, festivais, centros de interpretação, lojas de origem, eventos culturais e ações educativas. O consumidor deixa de se relacionar apenas com um produto e passa a ter contato com um universo de significados associados ao território e à experiência (Pine & Gilmore, 1999). Nesse sentido, a IG pode funcionar como ponte entre consumo, experiência e aprendizagem.

O turismo, por exemplo, amplia a possibilidade de vivenciar a origem. Uma coisa é consumir um produto identificado por uma IG em um ponto de venda distante; outra é conhecer o território, conversar com produtores, observar práticas produtivas, participar de degustações, visitar propriedades, compreender a paisagem e experimentar a cultura local. Essas experiências reforçam a autenticidade percebida e contribuem para consolidar a reputação territorial. O marketing, nesse caso, atua não apenas na comunicação da oferta, mas na organização da experiência e na

construção de vínculos entre visitantes, produtos e território.

A educação também exerce papel decisivo nesse processo. Para que a IG seja compreendida e valorizada, consumidores, estudantes, produtores, turistas e gestores precisam entender o significado da origem, das regras de uso, dos modos de produção, da história local e da relação entre território e qualidade. Ações educativas podem contribuir para transformar uma indicação formal em conhecimento socialmente compartilhado. Degustações orientadas, materiais didáticos, visitas técnicas, cursos, oficinas, exposições, vídeos, narrativas digitais e atividades escolares podem ampliar a compreensão do público sobre o valor das IGs e das Marcas Coletivas.

Do ponto de vista estratégico, a gestão de marketing de uma IG deve considerar algumas dimensões articuladas. A primeira é a identidade territorial, que envolve a definição dos atributos centrais do território: história, tradição, clima, solo, paisagem, saber-fazer, reputação e valores coletivos. A segunda é a qualidade, pois a promessa de origem precisa ser sustentada por normas, controle, rastreabilidade e consistência. A terceira é o posicionamento, que define quais segmentos de mercado valorizam aquela origem e quais benefícios devem ser enfatizados. A quarta é a comunicação, responsável por traduzir atributos técnicos, culturais e simbólicos em linguagem acessível. A quinta é a governança, condição necessária para coordenar atores, regras de uso, investimentos e preservação da reputação coletiva.

A comunicação merece atenção especial. Muitas vezes, as IGs são apresentadas ao público por meio de linguagem técnica ou jurídica, o que dificulta sua apropriação pelos consumidores. Em outros casos, a origem é comunicada de forma genérica, apenas como sinônimo de tradição ou qualidade, sem explicitar os fundamentos concretos dessa diferenciação. Uma estratégia adequada precisa explicar por que a origem importa, quais atributos distinguem o produto ou serviço, quem são os produtores envolvidos, como a qualidade é assegurada e de que maneira o consumidor pode reconhecer a autenticidade da IG.

O ambiente digital amplia essas possibilidades ao aproximar consumidores, produtores e territórios por meio de narrativas digitais e experiências interativas (Kotler *et al.*, 2021). Esses recursos permitem apresentar histórias de produtores, métodos de produção, características ambientais, rotas turísticas, pontos de venda e formas de uso dos produtos. Entretanto, a presença digital precisa ser contínua, coordenada e profissionalizada. Sem gestão de conteúdo, atualização, identidade visual consistente e mensuração de resultados, a comunicação digital tende a perder força e continuidade.

Do ponto de vista do comportamento do consumidor, as IGs podem atuar como sinais de confiança em mercados caracterizados por atributos de experiência e de crença. Muitos produtos agroalimentares e artesanais possuem características que não são plenamente avaliadas antes da compra, como autenticidade da origem, tradição produtiva, sustentabilidade, método de fabricação e reputação coletiva. A IG contribui para reduzir essa incerteza ao indicar que determinada oferta está vinculada a regras, território e reconhecimento institucional. Todavia, esse

sinal só será efetivo se o consumidor compreender seu significado e confiar na sua credibilidade.

No Brasil, Wilkinson *et al.* (2017) destacam que a construção das IGs e dos produtos de origem envolve uma interação complexa entre instituições, redes e atores locais. Essa observação é importante porque evidencia que o desenvolvimento das IGs não depende apenas da existência de uma base legal. Ele exige articulação entre produtores, organizações coletivas, instituições de apoio, universidades, órgãos públicos, canais de mercado e consumidores. Sob a perspectiva do marketing, essa articulação é indispensável para transformar reconhecimento institucional em reputação, reputação em diferenciação e diferenciação em valor econômico, social e cultural.

Nesse processo, universidades e instituições de pesquisa podem oferecer contribuições relevantes. Estudos de mercado, pesquisas com consumidores, análise de posicionamento, avaliação de marcas territoriais, diagnósticos de canais, estudos de disposição a pagar, capacitação de produtores e construção de indicadores de desempenho podem apoiar a profissionalização das estratégias de IGs e Marcas Coletivas. Além disso, a universidade pode contribuir para integrar as dimensões educacional, turística e mercadológica, reforçando a natureza interdisciplinar do tema.

Dessa forma, a perspectiva do marketing contribui para ampliar a compreensão das Indicações Geográficas e das Marcas Coletivas como ativos coletivos de valorização da origem, da reputação e da identidade territorial. Ao articular diferenciação, posicionamento, comunicação, governança, experiência de consumo e construção de confiança, o marketing aproxima produtos e serviços de seus públicos e fortalece a conexão entre território, mercado e desenvolvimento. Essa leitura dialoga diretamente com as dimensões educacionais e turísticas do capítulo, pois evidencia que a valorização da origem depende não apenas do reconhecimento formal, mas também da capacidade de comunicar, ensinar, experienciar e compartilhar os significados associados aos territórios.

5. Considerações finais

As Indicações Geográficas (IGs) e as Marcas Coletivas representam importantes instrumentos de valorização territorial, capazes de integrar dimensões econômicas, sociais, culturais, educacionais e turísticas. Ao longo deste capítulo, buscou-se demonstrar que esses mecanismos ultrapassam a simples proteção de produtos e serviços, constituindo-se como estratégias de fortalecimento da identidade regional, preservação de saberes tradicionais, promoção do desenvolvimento sustentável e geração de valor para diferentes atores sociais.

Na perspectiva da educação, observou-se que as IGs podem contribuir para a construção de práticas pedagógicas contextualizadas, aproximando estudantes, escolas e comunidades das dinâmicas produtivas, culturais e históricas dos territórios. A relação entre educação patrimonial, cooperativismo, formação profissional e desenvolvimento territorial mostrou-se particularmente relevante nos casos analisados, evidenciando que a valorização dos produtos de origem

também depende da formação de sujeitos capazes de compreender, preservar e inovar os saberes locais. Ao mesmo tempo, permanecem desafios relacionados à formação docente, à produção de materiais didáticos e à continuidade geracional das atividades produtivas vinculadas às IGs.

No campo do turismo, verificou-se forte relação entre os territórios detentores de IGs e municípios reconhecidos como Estâncias Turísticas ou Municípios de Interesse Turístico (MITs) no Estado de São Paulo. O território paulista oferece importantes atrativos turísticos associados a produtos com Indicações Geográficas, que atualmente totalizam 14 registros no INPI. São diversos municípios paulistas vinculados às IGs que possuem títulos turísticos oficiais, indicando a expressiva conexão entre turismo e valorização da origem. As IGs atraem visitantes interessados em produtos autênticos, gastronomia típica, paisagens culturais, tradições locais e experiências associadas ao território. Por outro lado, regiões já consolidadas turisticamente passam a agregar valor adicional por meio de produtos reconhecidos pela procedência e identidade territorial. Os turistas podem degustar cafés especiais, mel, frutas diferenciadas e produtos artesanais, além de conhecer os produtores, suas histórias, tradições e modos de vida, fortalecendo experiências de consumo e pertencimento territorial.

Sob a perspectiva do marketing, as IGs e as Marcas Coletivas revelam-se instrumentos estratégicos de diferenciação, posicionamento e construção de reputação. A origem passa a funcionar como sinal de autenticidade, qualidade e confiança, agregando atributos simbólicos e culturais aos produtos e serviços. Nesse contexto, o marketing territorial, o *place branding* e a gestão de marcas coletivas tornam-se fundamentais para comunicar ao mercado os diferenciais associados aos territórios, seus saberes, paisagens e identidades. Entretanto, o reconhecimento formal de uma IG não garante, por si só, sucesso mercadológico. A construção de valor depende da articulação entre governança, qualidade, comunicação, experiência, cooperação entre os atores locais e fortalecimento institucional.

Observa-se, portanto, que educação, turismo e marketing não atuam de forma isolada no contexto das Indicações Geográficas e das Marcas Coletivas. Pelo contrário, estabelecem relações complementares e interdependentes. A educação contribui para a valorização e transmissão dos saberes; o turismo amplia as experiências e a visibilidade dos territórios; e o marketing fortalece os processos de comunicação, diferenciação e geração de valor. Integradas de maneira estratégica, essas dimensões podem contribuir significativamente para o desenvolvimento social, econômico, cultural e ambiental dos territórios.

Por fim, destaca-se a importância de políticas públicas integradas, capazes de articular educação, turismo, inovação, cultura, agricultura, desenvolvimento regional e marketing territorial. O fortalecimento das IGs e das Marcas Coletivas depende da cooperação entre produtores, associações, cooperativas, universidades, instituições de pesquisa, órgãos governamentais e comunidades locais. Mais do que mecanismos de proteção jurídica, as IGs representam instrumentos de valorização humana, territorial e cultural, capazes de promover pertencimento, sustentabilidade e desenvolvimento regional de longo prazo.

Referências

- Aaker, D. A. (1991). *Managing brand equity: Capitalizing on the value of a brand name*. Free Press.
- Agrolink. (2026). *SP dobra indicações geográficas que elevam em até 50% o valor dos produtos*. https://www.agrolink.com.br/noticias/sp-dobra-indicacoes-geograficas-que-elevam-em-ate-50--o-valor-dos-produtos_514521.html
- American Marketing Association. (2026). *Definitions of marketing*. Retrieved May 14, 2026, from <https://www.ama.org/the-definition-of-marketing-what-is-marketing/>
- Anholt, S. (2007). *Competitive identity: The new brand management for nations, cities and regions*. Palgrave Macmillan. <https://doi.org/10.1057/9780230627727>
- Barham, E. (2003). Translating *terroir*: The global challenge of French AOC labeling. *Journal of Rural Studies*, 19(1), 127–138. [https://doi.org/10.1016/S0743-0167\(02\)00052-9](https://doi.org/10.1016/S0743-0167(02)00052-9)
- BASF. (2026). *BASF Brasil*. <https://www.basf.com/br/pt>
- Belletti, G., & Marescotti, A. (2011). Origin products, geographical indications and rural development. In E. Barham & B. Sylvander (Eds.), *Labels of origin for food: Local development, global recognition* (pp. 75–91). CABI.
- Brasil. (1971). Lei nº 5.764, de 16 de dezembro de 1971. *Define a Política Nacional de Cooperativismo, institui o regime jurídico das sociedades cooperativas, e dá outras providências*. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l5764.htm
- Brasil. (1988). *Constituição da República Federativa do Brasil de 1988*. Presidência da República. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm
- Brasil. (2015). *Emenda Constitucional nº 85, de 26 de fevereiro de 2015*. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/emendas/emc/emc85.htm
- Brasil. Ministério da Agricultura e Pecuária. (2026, May 27). *Circuito das Águas Paulista conquista indicação geográfica para o café*. Gov.br. <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/2026/circuito-das-aguas-paulista-conquista-indicacao-geografica-para-o-cafe-1>
- Cidade e Cultura. (2026). *Estância Turística de Paraibuna*. <https://www.cidadeecultura.com/estancia-turistica-de-paraibuna/18>
- Data Sebrae. (2026). *IG Franca*. <https://datasebrae.com.br/ig-franca/>
- Delors, J., Al Mufti, I., Amagi, I., Carneiro, R., Chung, F., Geremek, B., Gorham, W., Kornhauser, A., Manley, M., Padrón Quero, M., Savané, M. A., Singh, K., Stavenhagen, R., Suhr, M. W., & Nanzhao, Z. (1998). *Educação: Um tesouro a descobrir: Relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre Educação para o século XXI*. UNESCO.
- Freiesleben, M. (2018). Reflexões sobre o conceito de território. *Revista Interface*, 16, 31–40.
- Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. (2014). *Educação patrimonial: Histórico, conceitos e processos*. Iphan. http://portal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivos/Educacao_Patrimonial.pdf

- Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. (2016). *Indicações geográficas e educação patrimonial*. <http://portal.iphan.gov.br/noticias/detalhes/3802>
- Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. (2019). *Paraty e Ilha Grande (RJ) ganham título de patrimônio mundial da UNESCO*. <http://portal.iphan.gov.br/noticias/detalhes/5164/paraty-e-ilha-grande-rj-ganham-titulo-de-patrimonio-mundial-da-unesco>
- Instituto Nacional da Propriedade Industrial. (2020). *INPI concede a indicação geográfica Porto Ferreira para cerâmica artística*. <https://www.gov.br/inpi/pt-br/central-de-conteudo/noticias/inpi-concede-a-indicacao-geografica-porto-ferreira-para-ceramica-artistica>
- Instituto Nacional da Propriedade Industrial. (2023). *Caderno de especificações técnicas: Birigui*. <https://www.gov.br/inpi/pt-br/servicos/indicacoes-geograficas/arquivos/cadernos-de-especificacoes-tecnicas/Birigui.pdf>
- Instituto Nacional da Propriedade Industrial. (2025). *Manual de indicações geográficas*. <https://manualdeig.inpi.gov.br/>
- Instituto Nacional da Propriedade Industrial. (2025a). *INPI concede a IG Vale do Ribeira-SP para banana Cavendish e Prata*. <https://www.gov.br/inpi/pt-br/central-de-conteudo/noticias/inpi-concede-a-ig-vale-do-ribeira-sp-para-banana-cavendish-e-prata>
- Instituto Nacional da Propriedade Industrial. (2025b). *INPI reconhece a IG Vale do Ribeira-SP para palmito pupunha*. <https://www.gov.br/inpi/pt-br/central-de-conteudo/noticias/inpi-reconhece-a-ig-vale-do-ribeira-sp-para-palmito-pupunha>
- Instituto Nacional da Propriedade Industrial. (2025c). *INPI concede a IG Taubaté-SP para figuras modeladas em argila*. <https://www.gov.br/inpi/pt-br/central-de-conteudo/noticias/inpi-concede-a-ig-taubate-sp-para-figuras-modeladas-em-argila>
- Kavaratzis, M., & Ashworth, G. J. (2005). City branding: An effective assertion of identity or a transitory marketing trick? *Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie*, 96(5), 506–514. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9663.2005.00482.x>
- Keller, K. L. (1993). Conceptualizing, measuring, and managing customer-based brand equity. *Journal of Marketing*, 57(1), 1–22. <https://doi.org/10.1177/002224299305700101>
- Kotler, P., & Keller, K. L. (2016). *Marketing management* (15th ed.). Pearson.
- Kotler, P., Kartajaya, H., & Setiawan, I. (2021). *Marketing 5.0: Technology for humanity*. Wiley.
- Medeiros, M. L. (2015). *Indicações geográficas, turismo e desenvolvimento territorial: Uma análise sistêmica da indicação de procedência do queijo de minas artesanal do Serro* [Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo].
- Ministério da Agricultura e Pecuária. (2026). *O que é indicação geográfica (IG)*. <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/indicacao-geografica/o-que-e-indicacao-geografica-ig>
- Oliveira, K. R., Santos, A. V., Verruma, B. G., & Marques, R. N. (2026). Indicação geográfica Canastra e a dimensão da educação, ensino e aprendizagem. In *Fomento às indicações geográficas e marcas coletivas: O caso da Canastra* (Vol. 1, pp. 97–109). Editora Artemis. http://doi.org/10.37572/EdArt_2303268578

- Papadopoulos, N., & Heslop, L. A. (Eds.). (1993). *Product-country images: Impact and role in international marketing*. International Business Press.
- Pine, B. J., & Gilmore, J. H. (1999). *The experience economy*. Harvard Business School Press.
- Prefeitura Municipal de Águas da Prata. (2026). *Cidade de Águas da Prata*. <https://www.aguasdaprata.sp.gov.br/cidade>
- Prefeitura Municipal de Barra do Turvo. (2026). *Turismo em Barra do Turvo*. <https://www.turismo.barradoturvo.sp.gov.br/>
- Prefeitura Municipal de Eldorado. (2026). *Prefeitura de Eldorado*. <https://www.eldorado.sp.gov.br/>
- Prefeitura Municipal de Monteiro Lobato. (2026). *Lazer e atividades em campo*. <https://www.monteirolobato.sp.gov.br/pagina/30/lazer-e-atividades-em-campo>
- Prefeitura Municipal de Santo Antônio do Pinhal. (2026). *Santo Antônio do Pinhal*. <https://www.santoantoniodopinhal.tur.br/pagina/santo-antonio-do-pinhal>
- Rodella, L. G., Aguiar, A. O., Shibao, F. Y., & Ferreira, A. P. N. L. (2014). Relações entre bananicultura, artesanato e turismo em São Bento do Sapucaí, SP. In *Anais do III SINGEP e II S2IS*.
- Santos, A. V. dos, Oliveira, R. K., Bernardi, G. V., Marques, R. N. & Spers, E. E. (2026). O papel da educação profissional no fortalecimento da Indicação Geográfica Alta Mogiana. Em R. K. Oliveira & E. E. Spers (Orgs.), *Fomento às Indicações Geográficas e Marcas Coletivas* (Vol. 2). Editora Artemis. https://doi.org/10.37572/EdArt_06082617810
- Santos, B. C., Fontão, P. A. B., & Souza, P. H. O. (2020). O efeito do relevo nas chuvas na porção central do estado de São Paulo em anos padrão extremos. *Revista do Departamento de Geografia*, 40. <https://doi.org/10.11606/rdg.v40i0.172973>
- Santos, C. M. P. (2015). A patrimonialização de São Luiz do Paraitinga: A refuncionalização turística e a preservação do patrimônio cultural. *Cenário*, 3(4), 63–82.
- São Paulo (Estado) (2026). Secretaria de Turismo e Viagens. *Plataforma do Turismo do Estado de São Paulo*. <https://plataforma.turismo.sp.gov.br>
- Sebrae. (2026). *Número de indicações geográficas mais que dobra em cinco anos*. <https://agenciasebrae.com.br/dados/numero-de-indicacoes-geograficas-igs-mais-que-dobra-em-cinco-anos/>
- Secretaria de Turismo e Viagens do Estado de São Paulo. (2025). *Municípios de interesse turístico*. Governo do Estado de São Paulo.
- Teuber, R. (2010). Geographical indications of origin as a tool of product differentiation: The case of coffee. *Journal of International Food & Agribusiness Marketing*, 22(3–4), 277–298. <https://doi.org/10.1080/08974431003641612>
- Tregear, A., Arfini, F., Belletti, G., & Marescotti, A. (2007). Regional foods and rural development: The role of product qualification. *Journal of Rural Studies*, 23(1), 12–22. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2006.09.010>
- Turismo SPOT. (2026). *Tudo o que você precisa saber sobre as estâncias turísticas paulistas*. <https://turismospot.com.br/tudo-o-que-voce-precisa-saber-sobre-as-estancias-turisticas-paulistas/>

- Universidade do Extremo Sul Catarinense. (2026). *Indicações geográficas: Origem e conceito*. <https://www.unesc.net/portal/blog/ver/656/49904>
- Vargas, I. C. S. (2008). *Indicações geográficas do Brasil: Possibilidades para os produtores inseridos na área de proteção ambiental do Ibirapuitã-RS* [Master's thesis, Universidade Federal de Santa Maria].
- Wilkinson, J., Cerdan, C., & Dorigon, C. (2017). Geographical indications and “origin” products in Brazil: The interplay of institutions and networks. *World Development*, 98, 82–92. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2015.05.003>



PARTE V

*ADMINISTRAÇÃO,
INOVAÇÃO E
TECNOLOGIA*

Capítulo 19

Gestão sustentável do agronegócio: aplicação dos conceitos de custos nas propriedades rurais

Margarete Boteon

*Professora Doutora do Departamento de Economia, Administração e Sociologia da Esalq/USP;
pesquisadora Sênior do Cepea*

Lucilio Rogério Aparecido Alves

*Professor Doutor do Departamento de Economia, Administração e Sociologia da Esalq/USP;
pesquisador Sênior do Cepea*

Agropecuária brasileira convive com um paradoxo persistente: é um dos setores mais competitivos do mundo, recordista em produtividade, protagonista nas exportações e vetor de redução do custo da alimentação, mas segue sendo palco de crises patrimoniais recorrentes que levam produtores a renegociar dívidas e a buscar apoio governamental de forma cíclica. Para Barros *et al.* (2019), a raiz desse paradoxo não está na falta de tecnologia ou de escala, mas na qualidade da gestão econômica das propriedades rurais.

O produtor que administra sua fazenda com base apenas no fluxo de caixa imediato, controlando entradas e saídas mensais, pagando contas em dia e verificando o saldo bancário ao final da safra, na maioria das vezes não está administrando um negócio. Está gerenciando uma crise de liquidez de forma reativa, sem perceber que, por trás de um caixa positivo, o patrimônio pode estar se deteriorando silenciosamente. Essa visão da gestão rural, com foco no patrimônio, sistematizada por Barros *et al.* (2019), foi incorporada tanto nas disciplinas de Gestão Rural do Departamento de Economia, Administração e Sociologia da Esalq/USP quanto nas planilhas de custos aplicadas às propriedades rurais.

Este capítulo oferece ao leitor, seja estudante, técnico ou produtor rural, um roteiro prático de gestão econômica, com conceitos, fórmulas e exemplos diretamente aplicáveis à realidade da propriedade. O ponto de partida é o custo econômico, que inclui o custo de oportunidade de todos os fatores de produção, e não apenas o custo contábil, que registra apenas os desembolsos efetivos.

A diferença entre os dois cálculos, o chamado “custo invisível”, é uma questão importante e muitas vezes negligenciada. Nas aulas e pesquisas do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (Cepea-Esalq/USP), costuma-se apresentar a estrutura de custos como um “iceberg”: a parte visível, composta pelos desembolsos, representa apenas uma fração do custo total. Abaixo da linha d’água, os custos invisíveis, a depreciação do patrimônio e o custo de oportunidade do capital, são justamente os mais frequentemente ignorados pelos produtores.

1. Custos Invisíveis: o Modelo Iceberg do Custo de Produção

O Modelo Iceberg do Custo de Produção é um recurso pedagógico que ajuda a visualizar a estrutura real dos custos de uma fazenda. A parte visível do iceberg é composta pelos custos desembolsáveis, aqueles que geram nota fiscal e saída de caixa. A parte submersa reúne os custos invisíveis, que não exigem a saída imediata de recursos, mas deterioram o patrimônio da fazenda a cada safra. O Quadro 1 apresenta os componentes de cada grupo.

Quadro 1. Estrutura do iceberg de custos na propriedade rural

Custos Visíveis (Desembolsáveis)	Custos Invisíveis (Não desembolsáveis)
Mão de obra contratada	Depreciação de máquinas e implementos
Fertilizantes e corretivos	Depreciação de benfeitorias e instalações
Defensivos agrícolas	Amortização de culturas perenes
Diesel, combustíveis e lubrificantes	Custo de oportunidade do capital investido
Manutenção e reparos de máquinas	Custo de oportunidade da terra própria
Irrigação e energia elétrica	Juros implícitos do capital de giro próprio
Serviços de terceiros e fretes	Custo de oportunidade da mão de obra familiar

Fonte: Elaborado pelos autores

A conclusão é direta: ignorar os custos invisíveis equivale à descapitalização silenciosa. O produtor opera, paga todas as contas, mantém saldo positivo no banco e não percebe que seu patrimônio está sendo consumido safra após safra. A soma das notas fiscais controla as entradas e saídas de caixa, mas não apura o custo total (Barros *et al.*, 2019). Alves *et al.* (2025) demonstram esse

fenômeno com dados reais da cotonicultura mato-grossense: ao comparar o custo operacional com o custo total – que inclui o Custo Anual de Recuperação do Patrimônio (CARP) de máquinas, implementos, benfeitorias e terra –, o retorno por real investido na lavoura de algodão cai de forma expressiva, revelando que parte do lucro aparente é, na verdade, consumo de patrimônio.

Ignorar os custos invisíveis equivale à descapitalização silenciosa.

2. Custo Econômico versus Custo Contábil: a distinção fundamental

O custo contábil registra apenas os desembolsos efetivos da empresa: o que saiu do caixa, o que gerou nota fiscal, o que foi lançado no livro-razão. É o custo da legislação fiscal, do imposto de renda, dos financiamentos. Já o custo econômico, adotado pela metodologia Cepea, inclui também o custo de oportunidade de todos os fatores de produção, ou seja, o valor que esses fatores poderiam gerar na melhor alternativa de uso disponível. É o custo da decisão, não apenas da operação.

A diferença entre o custo econômico e o custo contábil não é abstrata. Ela tem impacto direto no resultado da fazenda. O Quadro 2 sintetiza o que cada abordagem revela e o que cada uma esconde.

Quadro 2. Custo econômico versus custo contábil na propriedade rural

Fator de Produção	Custo Contábil (desembolso)	Custo Econômico (Cepea)
Terra própria	Zero (não há contabilização)	Apuração pelo valor de mercado da terra nua
Máquinas e benfeitorias	Depreciação linear, sem remuneração do capital	Depreciação mais o custo de oportunidade do capital investido
Capital de giro próprio	Zero (quando não há desembolso de juros bancários)	Custo de oportunidade do capital próprio de giro
Pró-labore do produtor	Zero (quando não há registro formal de retirada)	Remuneração do trabalho de gestão, incluída no CO como mão de obra
Conclusão: resultado aparente	Lucro aparente (subestima o custo real)	Lucro econômico, porque o custo inclui desembolsos e custo de oportunidade dos fatores de produção

Fonte: Elaborado pelos autores

A soma dessas diferenças relativas à terra, ao capital investido em máquinas, ao capital de giro e ao pró-labore pode representar um valor expressivo no custo total da propriedade, dependendo da cultura e da escala de produção. É exatamente a parte submersa do iceberg: invisível ao custo contábil, determinante para a sustentabilidade econômica.

“Gestão é medição. O produtor que não mede seu custo total não sabe se está ganhando ou perdendo, nem percebe quando o patrimônio construído ao longo de anos começa a se deteriorar.”

3. O Modelo Econômico Cepea: $CO + CARP = CT$

O modelo de custo do Cepea organiza a planilha de uma propriedade rural em dois grupos: o Custo Operacional (CO) e o CARP. A soma dos dois resulta no Custo Total (CT), único indicador que permite aferir se o negócio é economicamente sustentável (Barros *et al.*, 2019):

$$CT = CO + CARP$$

A Tabela 1 apresenta um exemplo de orçamento do custo total de produção de laranja na região do Centro-Sul de São Paulo, com os itens discriminados entre CO e CARP.

Tabela 1. Orçamento do custo total de produção de laranja na região centro-sul de SP por grupos de idade – sequeiro e adensamento moderado – Safra 2026/27 (R\$/hectare)

Descrição	4 a 6 anos	7 a 9 anos	10 a 14 anos	Acima de 14 anos	Custo ponderado (R\$/ha)
Insumos (A)	10.102,64	11.002,77	11.822,59	11.192,98	11.144,32
Operação mecânica (B)	3.786,51	3.415,41	3.429,28	3.429,28	3.503,10
Erradicação/Replanteio (C)	1.414,27	1.915,90	–	–	715,99
Mão de obra (D)	3.767,09	3.556,21	3.764,62	3.601,62	3.686,11
Irrigação (E)	–	–	–	–	–
Despesa geral (F)	1.000,89	1.248,77	1.483,00	1.283,20	1.287,03
Colheita e Frete (G)	10.330,66	14.960,39	19.321,02	15.456,81	15.639,07
Impostos (H)	585,11	837,08	1.085,89	873,66	880,16
Seguro (I)	90,64	90,64	90,64	90,64	90,64
Assistência técnica (J)	381,41	397,81	380,33	364,48	380,99
Juros de capital de giro (L)	3.648,37	4.325,55	4.764,49	4.187,02	4.308,88
Custo Operac. (A+...+L)	35.107,60	41.750,53	46.141,84	40.479,70	41.636,30
CARP	5.208,76	5.208,76	5.208,76	5.208,76	5.208,76
Máquinas/Implementos	1.273,20	1.273,20	1.273,20	1.273,20	1.273,20
Pomar	2.466,46	2.466,46	2.466,46	2.466,46	2.466,46
Benfeitoria	80,67	80,67	80,67	80,67	80,67
Terra	1.388,43	1.388,43	1.388,43	1.388,43	1.388,43
Custo Total	40.316,35	46.959,28	51.350,60	45.688,45	46.845,05

Fonte: Ribeiro *et al.* (2026)

A estrutura CO + CARP já foi aplicada para avaliar decisões de manejo agrônomo com impacto direto no custo total da citricultura. Boteon e Ribeiro (2024) utilizaram essa metodologia para quantificar o impacto econômico do controle intensivo do Huanglongbing (HLB) em pomares paulistas, avaliando dois projetos tecnológicos – um pomar sequeiro de média densidade e outro irrigado e adensado. O estudo evidencia que o aumento dos custos operacionais associados ao controle da doença, somado à elevação do CARP decorrente dos investimentos em máquinas e na formação do pomar adensado, exige produtividades elevadas para que o negócio permaneça viável, argumento que reforça diretamente a importância de monitorar o CT, e não apenas o CO.

3.1. Custo Operacional (CO)

O CO reúne todos os gastos assumidos pela propriedade ao longo do ano agrícola que são integralmente consumidos nesse mesmo ciclo produtivo. São os custos de curto prazo, que não deixam remanescente patrimonial ao final do período. Não estão incluídos aqui investimentos em máquinas, equipamentos, terra própria ou parcelas de financiamento de longo prazo. Os principais componentes são:

- **Insumos:** sementes, adubos, corretivos, herbicidas, inseticidas, fungicidas e adjuvantes.
- **Operações e serviços:** preparo do solo, plantio, tratos culturais, colheita, irrigação, frete, beneficiamento, mão de obra contratada e pró-labore do produtor.
- **Custo do capital de giro:** juros pagos sobre o custeio bancário e juros implícitos sobre o capital próprio utilizado na safra. Considerar apenas os juros do empréstimo subestima o custo real; os juros do capital próprio também devem ser contabilizados.
- **Despesas gerais administrativas:** contabilidade, assistência agrônômica, viagens técnicas, cursos, energia elétrica da sede e telefone da fazenda. Individualmente, parecem irrelevantes, mas, somados, tornam-se significativos.

3.2. Custo Anual de Recuperação do Patrimônio (CARP)

O CARP é o componente mais inovador do modelo Cepea e o que mais o diferencia dos sistemas convencionais de custo. Ele unifica, em uma única parcela anual constante, dois elementos: a Depreciação (D) e o Custo de Oportunidade do Capital (COP). O CARP é calculado separadamente para cada categoria de ativo e, em seguida, somado para obter o CARP total da fazenda (Barros *et al.*, 2019).

Na cotonicultura, a relevância do CARP é amplificada pelo perfil de investimento da atividade: Alves *et al.* (2025) estimam que o CARP total do algodão de primeira safra em Mato Grosso supera R\$ 2.800/ha, com destaque para o componente de máquinas – significativamente mais elevado do que em culturas como soja e milho –, reflexo do maior uso de equipamentos específicos para plantio, tratos culturais e colheita mecanizada.

Esse mesmo mecanismo de pressão patrimonial atua na citricultura: Boteon e Ribeiro (2024) mostram que o controle intensivo do HLB, ao exigir maior número de tratores e pulverizadores de grande porte, eleva o CARP do pomar, chegando a R\$ 6.828/ha no projeto irrigado e adensado – mais que o dobro do verificado no projeto sequeiro de média densidade –, o que aumenta significativamente o custo total e o limiar de produtividade mínima para viabilidade econômica.

3.2.1. CARP: Fórmulas, tipos de ativo e exercícios resolvidos

O CARP é o resultado da multiplicação do Fator de Recuperação do Capital (Frc) pelo valor a ser recuperado (CR). A fórmula geral é:

$$CARP = Frc \times CR$$

$$Frc = \frac{(1+r)^z \times r}{(1+r)^z - 1}$$

Em que r é a taxa real de desconto, considerando um período de cerca de 15 anos (taxa efetiva anualizada), z é a vida útil do bem em anos e CR é o capital a ser recuperado, correspondente ao valor de aquisição do bem menos seu valor residual. No Excel, o CARP equivale à função financeira =PGTO(r ; z ; $-CR$). A Tabela 2 apresenta os valores de Frc para as combinações mais comuns de r e z .

Tabela 2. Fator de Recuperação do Capital (Frc) para taxas e vidas úteis típicas

Vida útil (z)	r = 2% a.a.	r = 3% a.a.	r = 4% a.a.	r = 5% a.a.
z = 5 anos	0,2122	0,2184	0,2246	0,2310
z = 8 anos	0,1365	0,1425	0,1485	0,1547
z = 10 anos	0,1113	0,1172	0,1233	0,1295
z = 15 anos	0,0778	0,0838	0,0899	0,0963
z = 18 anos	0,0667	0,0727	0,0790	0,0855
z = 20 anos	0,0612	0,0672	0,0736	0,0802
z = 25 anos	0,0512	0,0574	0,0640	0,0710
z = 30 anos	0,0446	0,0510	0,0578	0,0651

Nota: O Frc aumenta com r e diminui com z . No Excel: =PGTO(r ; z ; -1) reproduz o Frc com exatidão.

Fonte: Elaborado pelos autores

3.2.2. Exercícios práticos

Os exercícios a seguir ilustram a aplicação do CARP para diferentes categorias de ativos, da máquina agrícola à terra e à cultura perene.

Exercício 1 - Colhedora de café

Região cafeeira. Máquina sem valor residual.

Valor à vista (R\$)	Valor de sucata (R\$)	Taxa (r)	Vida útil (z)
750.000,00	0,00	3% a.a.	10 anos

CR (R\$)	Frc (3%; 10a)	CARP (R\$/ano)	Conferência Excel
750.000,00	0,1172	87.900,00	=PGTO(3%;10;-750000)

$CR = \text{Valor à vista} - \text{Valor de sucata} = 750.000 - 0 = R\$ 750.000$

$CARP = 750.000 \times 0,1172 = R\$ 87.900,00/\text{ano}$ Conferência: = PGTO (3%;10;-750000)

Exercício 2 - Conjunto trator + colheitadeira de soja

Área cultivada: 687,5 ha. Ambos os equipamentos com VR = 0.

Equipamento	Valor (R\$)	Taxa (r)	Vida útil (z)
Trator	500.000,00	3% a.a.	8 anos
Colheitadeira	1.050.000,00	3% a.a.	8 anos

Equipamento	Frc (3%; 8a)	CARP (R\$/ano)	CARP (R\$/ha)	Área (ha)
Trator	0,1425	71.250,00	103,64	687,5
Colheitadeira	0,1425	149.625,00	217,64	687,5

$\text{Trator: } CARP = 500.000 \times 0,1425 = R\$ 71.250,00/\text{ano} \div 687,5 \text{ ha} = R\$ 103,64/\text{ha}$

$\text{Colheitadeira: } CARP = 1.050.000 \times 0,1425 = R\$ 149.625,00/\text{ano} \div 687,5 \text{ ha} = R\$ 217,64/\text{ha}$

Exercício 3 - Terra nua com laranja (Bebedouro/SP)

O custo de oportunidade da terra incide sobre a área agrícola (195,4 ha), não sobre a área total da propriedade.

Área agrícola (ha)	Reserva legal (ha)	Valor/ha (R\$)	Taxa (r)
195,4	40,0	145.000,00	2% a.a.

Valor total (R\$)	CARP total (R\$/ano)	CARP/ha (R\$/ha/ano)
34.133.000,00	682.660,00	3.493,65

$\text{Valor total} = 195,4 \text{ ha} \times R\$ 145.000/\text{ha} + 40 \text{ ha} \times R\$ 145.000/\text{ha} = R\$ 34.133.000$

$CARP = 34.133.000 \times 0,02 = R\$ 682.660/\text{ano}$ - $CARP/\text{ha} = 682.660 \div 195,4 = R\$ 3.493,65/\text{ha/ano}$

Exercício 4 - CARP de cultura perene (cafezal/pomar - Cerrado Mineiro)

Para culturas perenes, o CARP incide sobre o Valor de Implantação (Vimpl): soma de todos os gastos de formação da cultura, capitalizados até o início da produção.

Vimpl (R\$/ha)	Vida útil (z)	Taxa (r)	Frc (3%; 18a)
35.823,42	18 anos	3% a.a.	0,07272

Fórmula	CARP (R\$/ha/ano)
$Frc \times Vimpl = 0,07272 \times 35.823,42$	R\$ 2.605,08

$$CARP_{perene} = Frc \times Vimpl = 0,07272 \times 35.823,42 = R\$ 2.605,59/ha/ano$$

O CARP perene garante que o custo de recuperação do capital investido na formação da cultura seja incorporado ao resultado econômico ao longo de sua vida útil produtiva.

3.3. Indicadores de Rentabilidade

Com os conceitos de CO, CARP e CT estabelecidos, é possível calcular os indicadores de rentabilidade que permitem avaliar o desempenho econômico da propriedade. O Cepea trabalha com uma hierarquia de indicadores, do mais simples ao mais completo, conforme o Quadro 3.

Aplicados à cotonicultura mato-grossense, esses indicadores revelam contrastes relevantes entre tecnologias de produção: Alves *et al.* (2025) mostram que, para o algodão de primeira safra com tecnologia GL, o retorno por real investido no custo operacional (COrr) é de 54,5%, mas recua para 29,5% quando calculado sobre o custo total (CTrr), que incorpora o CARP. Essa queda de 25 pontos percentuais entre os dois indicadores reflete exatamente o peso dos custos invisíveis – depreciação e custo de oportunidade do capital – na sustentabilidade real da atividade.

Quadro 3. Hierarquia dos indicadores de rentabilidade – Metodologia Cepea

Indicador	Definição	Fórmula	O que responde?
Receita Bruta (RB)	Valor total da produção a preço de mercado	$RB = Produção \times Preço$	Quanto gerou de receita bruta?
Renda Líquida Operacional (RLO)	Sobra após cobrir o CO – resultado de curto prazo	$RLO = RB - CO$	A safra pagou os gastos operacionais?
Custo Total (CT)	Custo econômico pleno, incluindo o CARP	$CT = CO + CARP$	Qual o custo real do negócio?
Receita Líquida Total (RLT)	Sobra após cobrir o CT – resultado de longo prazo	$RLT = RB - CT$	O negócio é economicamente sustentável?
Retorno real sobre CO (COrr)	Retorno por real gasto no operacional	$COrr = \frac{RLO}{CO}$	Quanto cada real de CO gerou de retorno?
Retorno real sobre CT (CTrr)	Retorno por real do custo total	$CTrr = \frac{RLT}{CT}$	Quanto cada real investido gerou de retorno?
Capacidade de Investir (CI)	O que sobra para reinvestir ou poupar	$CI = RLT - Retirada - Dívidas$	Há margem para crescer ou apenas para sobreviver?

Nota: A RLT é o indicador definitivo de sustentabilidade. $RLT < 0$ indica descapitalização, mesmo que $RLO > 0$.

Fonte: Elaborado pelos autores

3.4. Produtividade e Preço de Nivelamento

Dois indicadores práticos derivados do CT são especialmente úteis para o planejamento de safra: a produtividade de nivelamento e o preço de nivelamento. Ambos respondem à pergunta central do produtor: com o preço pago hoje ou com a produtividade obtida, minha cultura é economicamente viável?

$$Produtividade\ de\ nivelamento\ (PN) = \frac{(CT\ (R\$/ha))}{Preço\ de\ venda\ (R\$/unidade)}$$

$$Preço\ de\ nivelamento\ (PNp) = \frac{(CT\ (R\$/ha))}{Produtividade\ efetiva\ (unidades/ha)}$$

Se a produtividade efetiva for maior que a de nivelamento, ou se o preço recebido superar o preço de nivelamento, a receita da atividade cobre o CT e gera RLT positivo. Caso contrário, há descapitalização, mesmo que o caixa seja positivo. É importante avaliar a receita bruta e os custos totais dos últimos anos, e não apenas de um ciclo específico. A agricultura tem seus ciclos de preços e choques de custos, e a visão do período médio é a que revela a saúde real do negócio.

A produtividade de nivelamento é um indicador especialmente poderoso quando se avaliam os efeitos de novas tecnologias ou de pressões sanitárias sobre a rentabilidade: Boteon e Ribeiro (2024) o utilizaram como indicador central para avaliar dois projetos de controle do HLB na citricultura paulista. Para o projeto sequeiro de média densidade (Projeto 1), a produtividade de nivelamento calculada sobre o custo total foi de 905,7 cx/ha em 2017/18 e subiu para 1.036,2 cx/ha em 2022/23, próxima ao teto estimado de produtividade do projeto – sinal de que a margem de segurança econômica estava se estreitando. Para o projeto irrigado e adensado (Projeto 2), a PN atingiu 1.261,6 cx/ha em 2022/23, o que exigiu que o produtor extraísse uma produção muito próxima à sua capacidade máxima apenas para cobrir o custo total.

3.5. CARP: Visão de Longo Prazo e Sustentabilidade

Cobrir apenas o Custo Operacional garante operar hoje, mas não garante continuar amanhã.

O critério de avaliação não é o lucro de curto prazo, mas a maximização do valor do patrimônio. Barros *et al.* (2019) sintetizam que a fazenda deve ser administrada de modo a maximizar seu valor. O valor do patrimônio (P) é obtido pela capitalização dos fluxos futuros de Renda Líquida Operacional ao custo de oportunidade do capital (r):

$$P = \frac{RLO}{r}$$

Essa expressão revela que a fazenda vale mais quando a renda líquida cresce em relação ao capital imobilizado. Cada decisão que eleva a RLO ou reduz o capital ocioso cria valor patrimonial para o produtor. A pergunta central da gestão deixa de ser “quanto entrou e quanto saiu este mês” e passa a ser “se a fazenda está valendo mais ou menos ao longo do tempo”.

O CARP revela a situação mais perigosa da gestão rural: a descapitalização silenciosa, em que a receita cobre o CO, mas não o CARP. A Tabela 4 ilustra três cenários típicos.

Tabela 4. Situações de sustentabilidade e descapitalização – valores por hectare

Caso	RB (R\$)	CO (R\$)	RLO (R\$)	CARP (R\$)	CT (R\$)	RLT (R\$)	Status
A	8.000	6.000	2.000	1.500	7.500	+500	Sustentável
B	7.500	6.000	1.500	2.000	8.000	-500	Descapitaliza
C	5.800	6.000	-200	2.000	8.000	-2.200	Colapso

Nota: O Caso B é o mais frequente na prática: RLO positiva de R\$ 1.500/ha, saldo bancário positivo, mas descapitalização de R\$ 500/ha por safra, invisível sem o cálculo do CARP.

Fonte: Elaborado pelos autores

O Caso B é o mais difícil de identificar sem o cálculo do CARP. O produtor tem dinheiro em caixa, paga todas as contas em dia, considera o ano bom e não percebe que o valor de suas máquinas, benfeitorias e cultura está sendo consumido sem reserva para reposição. Dentro de alguns anos, quando os ativos precisarem ser renovados, simplesmente não haverá capital disponível.

Alves *et al.* (2025) contextualizam esse risco à realidade do algodão em Mato Grosso: dado que o custo total da atividade pode superar R\$ 17.000/ha, somando CO e CARP, produtores que monitoram apenas o fluxo de caixa tendem

a superestimar sua lucratividade e a comprometer a capacidade de renovação do parque de máquinas e a sustentabilidade do negócio no longo prazo.

Produtores que monitoram apenas o fluxo de caixa tendem a superestimar sua lucratividade e a comprometer a capacidade de renovação do parque de máquinas e a sustentabilidade do negócio no longo prazo.

O lucro econômico só começa após a terra e o capital estarem devidamente remunerados.

4. Por que é importante calcular o custo de produção?

Calcular o custo de produção de forma completa, incluindo os chamados custos invisíveis, não é um exercício acadêmico ou burocrático. É a condição mínima para que o produtor rural saiba, com precisão, se a sua atividade está gerando riqueza ou consumindo patrimônio. Em dinâmicas realizadas pelo Cepea com grupos de produtores de todo o Brasil, uma frase se repetia com surpreendente frequência: “Se eu calcular todos os custos, desisto da roça”. Essa resistência revela um dos mitos mais enraizados no setor: o de que contabilizar com precisão todas as despesas pode tornar inviável uma atividade que, aparentemente, sempre deu certo.

Na realidade, o cálculo apurado pode, de fato, mostrar que o produtor está perdendo dinheiro. Mas, o melhor para quem quer seu negócio vivo por muitos anos é justamente tornar clara a sua estrutura de custos e tomar decisões com base nela. Do ponto de vista econômico, o custo de produção cumpre seis funções gerenciais fundamentais, sintetizadas no Quadro 4.

Quadro 4. Funções gerenciais do custo de produção na propriedade rural

Função	Por que é indispensável
Apurar lucro ou prejuízo real e a capacidade futura de investimento	Sem o custo total (CT), o produtor não distingue o lucro real do saldo de caixa. A RLT ($RB - CT$) é o único indicador que revela se o negócio está acumulando ou consumindo patrimônio. Sem esse cálculo, é impossível estimar a Capacidade de Investir ($CI = RLT - Retirada - Dívidas$).
Administrar cada etapa produtiva e identificar onde reduzir custos	O detalhamento por item - insumos, mão de obra, operações mecânicas, CARP por ativo - permite identificar com precisão os componentes que pressionam o resultado e as etapas com potencial de ganho de eficiência.
Subsidiar decisões de expansão, aquisição de ativos e financiamentos	Qualquer decisão de ampliar a área, adquirir máquinas ou plantar uma nova cultura deve ser precedida pelo cálculo do CT para verificar a viabilidade econômica.
Comparar atividades e avaliar o custo de oportunidade	A pergunta "estou na melhor atividade para o meu patrimônio?" só pode ser respondida comparando o retorno real da atividade atual ($CT_{rr} = RLT/CT$) com alternativas de risco equivalente.
Avaliar o impacto de novas tecnologias sobre a rentabilidade	A adoção de uma nova máquina, de um sistema de irrigação ou de defensivos altera simultaneamente o CO, o CARP e a Receita Bruta. Com uma planilha estruturada, é possível simular o impacto antes da implantação.
Monitorar se o patrimônio está sendo acumulado ou consumido	O patrimônio se acumula quando $RLT > 0$ ao longo do tempo e se deteriora quando $RLT < 0$, mesmo que o caixa seja positivo. Sem o CT, o produtor não tem como saber em qual dessas situações se encontra.

Fonte: Elaborado pelos autores

5. Considerações finais

Uma gestão econômica sustentável começa pelo reconhecimento dos custos que não constam nas notas fiscais da propriedade. A depreciação do patrimônio e o custo de oportunidade da terra, do capital próprio e do capital de giro formam a parte submersa do iceberg, invisível ao custo contábil, mas determinante para a saúde financeira de longo prazo.

O modelo Cepea, $CT = CO + CARP$, oferece o instrumental necessário para responder, com rigor, à pergunta central da gestão rural: o negócio está criando ou destruindo valor? A Receita Líquida Total ($RLT = RB - CT$) é o termômetro correto. Quando positiva, indica que todos os fatores de produção

foram devidamente remunerados – terra, capital, trabalho e ativos fixos – e ainda sobrou lucro real. Quando negativa, há descapitalização, independentemente do saldo bancário.

Os indicadores apresentados neste capítulo, RLO, RLT, COrr, CTrr, produtividade e preço de nivelamento, formam um painel que o produtor pode monitorar safra após safra, identificando precocemente tendências de deterioração patrimonial e corrigindo a rota antes que a situação se torne irreversível.

Calcular o custo de produção completo não é formalidade: é a condição mínima para que o gestor rural saiba se está acumulando ou consumindo o patrimônio que construiu ao longo de anos. As ferramentas existem, são acessíveis e podem ser implementadas com o auxílio de uma planilha eletrônica e dos conceitos aqui sistematizados.

Referências

- Alves, L. R. A., Barros, G. S. A. C., Osaki, M., & Ribeiro, R. G. (2025). Gestão operacional e custo de produção de algodão. In J.-L. Bélot & P. M. C. A. Vilela (Eds.), *Manual de boas práticas de manejo do algodoeiro em Mato Grosso* (5a ed., pp. 1.4-1–1.4-18). IMAmt; AMPA.
- Barros, G. S. A. C., Alves, L. R. A., Osaki, M., & Adami, A. C. O. (2019). *Gestão de negócios agropecuários com foco no patrimônio*. Editora Alínea. (Obra original publicada em 2014 como Série Didática n. D-130, ESALQ/USP)
- Boteon, M., & Ribeiro, R. G. (2024). Impacto econômico do controle do HLB (huanglongbing) no custo de produção de laranja no estado de São Paulo. *International Journal of Scientific Management and Tourism*, 10(2), e788. <https://doi.org/10.55905/ijsmtv10n2-024>
- Ribeiro, R., Boteon, M., & Santos, A. L. (2026). O pomar no limite: preços em queda e custos em alta desafiam a sustentabilidade da citricultura em 2026. *Revista Hortifruti Brasil*, 25(266), 8–15. <https://www.hfbrasil.org.br>

Capítulo 20

**Técnicas de *machine learning* para
tomada de decisão: fundamentos,
aplicações e limites**

Gustavo Carvalho Moreira

Professor Doutor do Departamento de Economia, Administração e Sociologia na Esalq/USP

A tomada de decisão sempre dependeu de informação. Governos antigos registravam colheitas, propriedades, impostos e populações porque administrar recursos exige alguma forma de mensuração. Empresas, cooperativas, bancos, universidades e órgãos públicos fizeram o mesmo ao longo do tempo, ainda que com tecnologias muito diferentes. O que mudou nas últimas décadas não foi a necessidade de decidir com base em evidências, mas a escala, a velocidade e a variedade dos dados disponíveis. A digitalização das transações, a popularização dos smartphones, a expansão das redes sociais, a automação de processos administrativos e a queda do custo de armazenamento criaram um ambiente em que decisões organizacionais podem ser continuamente atualizadas a partir de dados.

Nesse contexto, técnicas de *machine learning* passaram a ocupar posição central na análise aplicada. O termo costuma ser usado de forma ampla, ora como sinônimo de inteligência artificial, ora como uma extensão moderna da estatística. Para fins práticos, *machine learning* pode ser entendido como o conjunto de métodos que aprende padrões a partir de dados para descrever, classificar, prever, segmentar ou recomendar ações estratégicas. Essa definição é deliberadamente operacional: interessa menos discutir fronteiras rígidas entre estatística, ciência de dados e inteligência artificial e mais compreender como essas técnicas ajudam pessoas e organizações a escolher melhor diante de incerteza.

A decisão orientada por dados não é automática. Ela envolve perguntas, critérios, custos, valores e consequências. Um algoritmo pode estimar a probabilidade de inadimplência, agrupar consumidores com comportamento semelhante, reduzir centenas de variáveis a poucos componentes interpretáveis ou indicar fatores associados ao desempenho de um processo. A escolha final, no entanto, exige interpretação. O gestor precisa entender o problema, avaliar a qualidade dos dados, comparar alternativas, considerar restrições operacionais e medir riscos. O valor do *machine learning* está justamente em ampliar a capacidade de enxergar padrões que seriam difíceis de perceber apenas por intuição. Modelos de *machine learning* não substituem a decisão: eles qualificam a escolha quando dados, método e contexto estão alinhados.

Este capítulo apresenta técnicas de *machine learning* para tomada de decisão com base em uma perspectiva aplicada às ciências sociais, à administração, à economia e à análise de dados organizacionais. O objetivo é oferecer uma visão integrada sobre porque os dados se tornaram estratégicos, como diferenciar modelos supervisionados e não supervisionados, quais técnicas são úteis em problemas de previsão, classificação, segmentação e redução de dimensionalidade e quais cuidados metodológicos e éticos devem acompanhar qualquer aplicação.

Modelos de machine learning não substituem a decisão: eles qualificam a escolha quando dados, método e contexto estão alinhados.

Este capítulo dialoga com referências clássicas e contemporâneas da literatura de *machine learning* e análise preditiva, incluindo Breiman (2001), Hastie, Tibshirani e Friedman (2009), James *et al.* (2021) e Mitchell (1997), além de obras de caráter mais aplicado, como Provost e Fawcett (2013), Shmueli *et al.* (2019), Fávero e Belfiore (2019), Witten *et al.* (2016) e Russell e Norvig (2021). O conteúdo também reflete a experiência docente acumulada no ensino de métodos quantitativos e análise de dados, buscando combinar rigor metodológico e aplicabilidade prática.

1. Da análise de dados à decisão

Uma organização orientada por dados transforma registros dispersos em evidências úteis. Isso exige mais do que acumular bases. A coleta precisa responder a perguntas relevantes, a preparação dos dados deve reduzir inconsistências, e a modelagem precisa estar conectada à realidade do problema. Em uma empresa de varejo, por exemplo, dados de compras, visitas, reclamações e interações digitais podem apoiar decisões de estoque, preço, segmentação e comunicação. Em uma instituição financeira, históricos de pagamento, renda, ocupação e relacionamento bancário podem subsidiar modelos de risco. No setor público, informações territoriais, demográficas e administrativas ajudam a priorizar políticas, monitorar vulnerabilidades e avaliar resultados.

A literatura de ciência de dados costuma apresentar o Big Data por meio de três dimensões: volume, velocidade e variedade. Volume refere-se à quantidade de dados; velocidade, à rapidez com que são gerados e processados; variedade, à coexistência de tabelas estruturadas, textos, imagens, registros administrativos e dados semiestruturados. Esses elementos ampliam o potencial analítico, mas também aumentam a complexidade. Quanto maior a base, maior a tentação de confundir correlação com causalidade, precisão aparente com utilidade e automação com neutralidade. Por isso, toda aplicação de *machine learning* deve começar com uma pergunta decisória clara.

A pergunta define a técnica. Se o interesse é prever o faturamento de uma loja no próximo mês, o problema se aproxima de regressão. Se a questão é classificar clientes entre maior e menor risco de inadimplência, trata-se de um problema de classificação. Se a meta é descobrir grupos de consumidores sem categorias previamente definidas, a análise de *cluster* é mais adequada. Se a base contém muitas variáveis correlacionadas e o analista precisa resumir informação, componentes principais podem ser úteis. Se os dados são categóricos e o objetivo é visualizar associações entre linhas e colunas de uma tabela de contingência, a análise de correspondência pode revelar padrões relevantes.

Esse ponto é decisivo porque o uso de ferramentas sofisticadas pode deslocar a atenção da pergunta original. Um modelo complexo, aplicado a um problema mal definido, produz apenas complexidade elegante. Um modelo simples, bem alinhado ao problema e aos dados, tende a gerar decisões melhores. Na prática, o ganho de uma análise não vem apenas do algoritmo, mas da coerência entre objetivo, construção da base, validação e interpretação dos resultados.

A distinção entre técnicas supervisionadas e não supervisionadas emerge diretamente dessa necessidade de alinhar método e problema. Em termos simples, trata-se de reconhecer se a base de dados contém ou não uma variável de referência que orienta o aprendizado do modelo. Quando há um resultado conhecido a ser previsto ou classificado, como inadimplência, demanda ou desempenho, os métodos supervisionados são mais adequados. Quando esse rótulo não existe e o objetivo é explorar estruturas, identificar grupos ou reduzir a complexidade dos dados, recorrem-se a técnicas não supervisionadas. Essa diferenciação não é apenas conceitual, mas prática, pois define como os dados são utilizados, quais métricas de avaliação são pertinentes e que tipo de inferência pode ser feita a partir dos resultados.

Em última instância, a passagem da análise de dados para a decisão depende menos da sofisticação técnica isolada e mais da capacidade de integrar dados, métodos e contexto. Essa integração é o que permite que resultados analíticos deixem de ser apenas descritivos e passem a orientar ações concretas.

2. Modelos supervisionados

Modelos supervisionados são aplicados quando existe uma variável resposta observada. O analista possui exemplos de entrada e saída: clientes que pagaram ou não uma dívida, consumidores que compraram ou não um produto, alunos aprovados ou reprovados, empresas que cresceram mais ou menos, municípios com maior ou menor incidência de determinado evento. A tarefa do modelo é aprender a relação entre características observáveis e resposta, para então estimar resultados em novos casos.

No campo decisório, a lógica supervisionada aparece em duas grandes formas. A primeira é a regressão, quando a variável resposta é numérica: faturamento, gasto, produtividade, renda, tempo de atendimento ou preço. A segunda é a classificação, quando a resposta é categórica: sim ou não, baixo ou alto risco, adimplente ou inadimplente, compra ou não compra, fraude ou transação regular. A distinção é importante porque define métricas de avaliação, interpretação e uso operacional.

A regressão linear é uma das ferramentas mais tradicionais e segue sendo central. Ela modela a relação entre a variável resposta e um conjunto de explicativas por meio de uma combinação linear, estimando coeficientes que indicam o efeito médio de cada variável, mantidas as demais constantes. Em aplicações práticas, isso permite quantificar como mudanças em preço, renda, idade ou esforço de marketing se associam a variações no resultado. Sua principal vantagem é a interpretabilidade, o que facilita a comunicação com gestores. Por outro lado, exige cuidados com suposições como linearidade, ausência de multicolinearidade severa, tratamento de *outliers* e distinção entre correlação e causalidade.

Modelos de classificação, como *logit* e *probit*, lidam com eventos discretos e produzem probabilidades. Em vez de estimar diretamente um resultado binário, esses modelos estimam a probabilidade de ocorrência de um evento, como inadimplência ou evasão. A decisão é então construída a partir dessa probabilidade, por meio de um limiar. A interpretação dos coeficientes, embora menos direta que na regressão linear, ainda permite identificar como variáveis aumentam ou reduzem a chance de ocorrência do evento. Em contextos aplicados, isso é fundamental para orientar políticas de crédito, estratégias de marketing ou ações de retenção.

Árvores de decisão e *Random Forests* oferecem uma abordagem diferente. Árvores segmentam a base de dados em subconjuntos por meio de regras sequenciais, escolhendo variáveis e pontos de corte que melhor separam os resultados. O resultado é uma estrutura semelhante a um fluxograma, de fácil interpretação. No entanto, árvores isoladas podem ser instáveis, variando bastante com pequenas mudanças na amostra. *Random Forests* reduzem esse problema ao combinar múltiplas árvores construídas sobre diferentes subconjuntos dos dados e variáveis, gerando previsões mais robustas. Esse ganho de desempenho vem acompanhado de menor transparência, o que exige atenção em contextos em que a explicação da decisão é necessária.

Redes neurais artificiais e técnicas de *deep learning* ampliam essa família ao aprender representações mais complexas dos dados. Elas são compostas por camadas de neurônios artificiais que transformam as variáveis de entrada por meio de combinações não lineares sucessivas, permitindo capturar padrões difíceis de modelar com técnicas tradicionais. Essas abordagens são particularmente úteis em dados de alta dimensão, como imagens, textos e séries temporais complexas. No entanto, exigem maior volume de dados, maior capacidade computacional e tendem a ser menos interpretáveis. Em problemas administrativos tradicionais, em que a base é menor e a explicação da decisão é relevante, modelos mais simples podem ser mais adequados.

De forma geral, a escolha entre essas técnicas envolve um equilíbrio entre desempenho preditivo, interpretabilidade e viabilidade operacional. Não existe um modelo universalmente superior. O melhor modelo é aquele que responde ao problema proposto com qualidade, pode ser validado de forma consistente e gera resultados utilizáveis no contexto da decisão.

3. Modelos não supervisionados

Modelos não supervisionados são utilizados quando não existe uma resposta previamente conhecida. O algoritmo procura estruturas nos dados: grupos, proximidades, dimensões, associações ou padrões latentes, que não são diretamente observáveis. Essa família é especialmente útil no início de projetos analíticos, quando a organização busca compreender sua própria base, segmentar públicos, resumir informações ou detectar comportamentos incomuns.

A análise de *cluster*, também chamada análise de agrupamentos ou de conglomerados, tem como objetivo dividir observações em grupos com base em medidas de similaridade. A ideia central é maximizar a homogeneidade dentro dos grupos e a heterogeneidade entre os grupos. Isso é feito por meio de critérios de distância, como distância euclidiana ou outras métricas, que definem o quão próximas duas observações estão. Em termos decisórios, isso permite criar categorias empiricamente fundamentadas. Clientes podem ser classificados em perfis de compra; produtores rurais podem ser agrupados segundo tecnologia, escala e produtividade; municípios podem ser segmentados por vulnerabilidade socioeconômica; funcionários podem ser comparados por indicadores de desempenho e treinamento.

A utilidade da análise de *cluster* depende de escolhas analíticas que influenciam diretamente o resultado. A seleção das variáveis é central, pois define o que significa “ser semelhante”. A escala de medida também importa: variáveis com magnitudes maiores podem dominar a análise se não forem padronizadas. A escolha da métrica de distância e do algoritmo de agrupamento, como métodos hierárquicos ou particionais, também afeta a formação dos grupos. Além disso, o número de *clusters* precisa equilibrar simplicidade e informação: poucos grupos podem ocultar heterogeneidade relevante, enquanto muitos grupos podem dificultar a ação. Por isso, *cluster* deve ser entendido como uma ferramenta exploratória que exige validação substantiva e interpretação cuidadosa.

A análise de componentes principais, ou ACP, responde a outro problema: bases com muitas variáveis correlacionadas. Em vez de analisar cada variável isoladamente, a ACP constrói combinações lineares das variáveis originais, chamadas componentes, que concentram a maior parte da variabilidade dos dados. O primeiro componente captura a maior parcela possível da variância; o segundo captura a maior parcela remanescente, sendo ortogonal ao primeiro; e assim sucessivamente. Em aplicações de tomada de decisão, a técnica pode ser utilizada para construir índices sintéticos, reduzir redundância de informação, facilitar visualização e preparar os dados para outros modelos.

A análise fatorial segue lógica próxima, mas parte de uma perspectiva ligeiramente diferente. Em vez de focar na variância total dos dados, ela busca identificar fatores latentes que explicam a correlação entre variáveis observadas. Em pesquisas de satisfação, por exemplo, diversas perguntas podem refletir dimensões comuns como qualidade percebida, confiança, preço e atendimento. Em diagnósticos organizacionais, itens de questionário podem representar cultura, liderança, autonomia ou clima. A principal contribuição é tornar interpretáveis estruturas que, de outra forma, permaneceriam dispersas em múltiplos indicadores.

A análise de correspondência é especialmente adequada para variáveis categóricas. Ela permite representar, de forma gráfica e estatística, as associações entre categorias de linhas e colunas em tabelas de contingência, inclusive com base em testes de hipótese. Ao fazer isso, transforma frequências em mapas de proximidade, facilitando a interpretação das relações entre categorias. Em estudos de mercado, pode evidenciar vínculos entre perfis de consumidores e preferências por produtos. Em políticas públicas, ajuda a associar características territoriais a diferentes tipos de ocorrência. Na gestão acadêmica, permite identificar proximidades entre cursos e padrões de resposta. Seu principal ganho está em converter tabelas de difícil leitura em representações visuais mais diretas e interpretáveis.

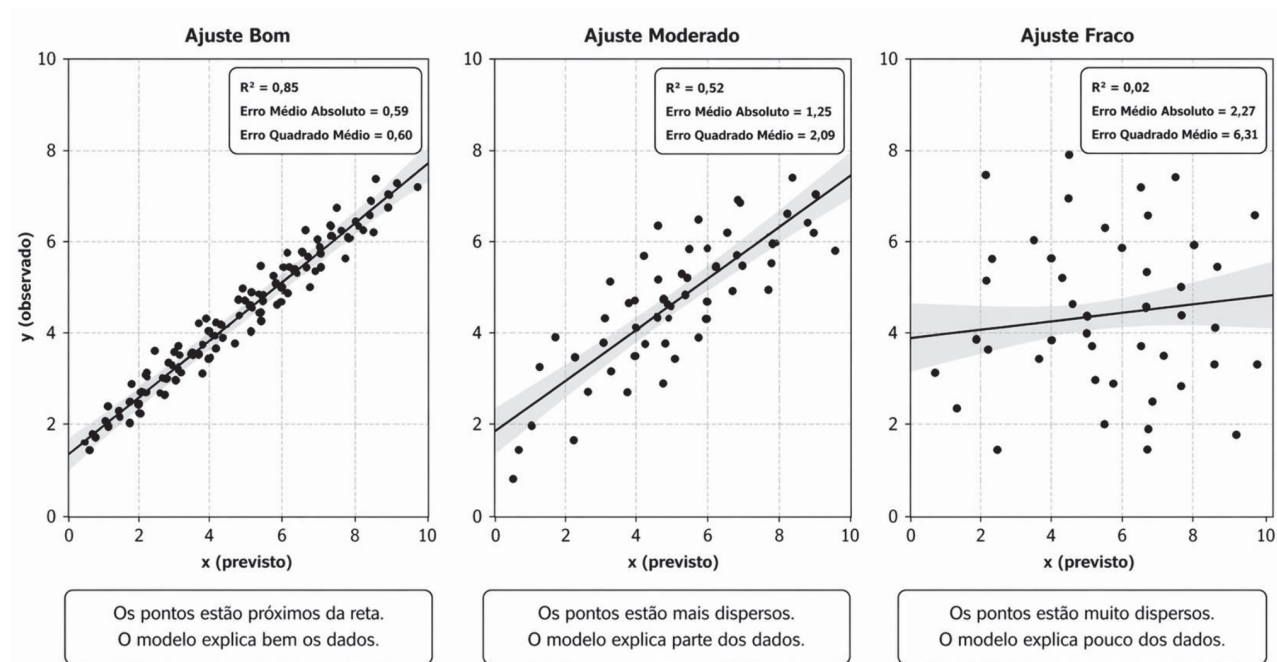
Um ponto crítico em técnicas não supervisionadas é que os padrões encontrados não são propriedades intrínsecas dos dados, mas resultados condicionados às escolhas analíticas. Distâncias, escalas, variáveis incluídas e número de grupos influenciam diretamente os resultados. Em muitos casos, diferentes especificações produzem segmentações distintas, todas estatisticamente válidas. Isso exige cautela na interpretação. O valor do resultado não está apenas na estrutura identificada, mas na sua capacidade de gerar ações consistentes, replicáveis e úteis ao problema decisório.

4. Métricas e critérios de avaliação

Um modelo só deve orientar decisões depois de passar por uma etapa de avaliação. No fundo, trata-se de responder a uma pergunta direta: o modelo funciona bem para o uso pretendido? A resposta depende do tipo de problema. Em regressão, quando o objetivo é prever um valor numérico, costuma-se recorrer a métricas como erro médio absoluto, erro quadrático médio, raiz do erro quadrático médio e coeficiente de determinação.

A Figura 1 ajuda a interpretar essas métricas ao relacioná-las com a qualidade do ajuste. No primeiro painel, há um ajuste bom, com pontos próximos da reta estimada. Os erros são pequenos e o coeficiente de determinação é elevado, indicando boa capacidade explicativa. No segundo, o ajuste é moderado, com maior dispersão dos pontos, o que eleva os erros e reduz o poder explicativo. No terceiro, o ajuste é fraco, marcado por elevada dispersão e pouca relação entre as variáveis, resultando em erros altos e baixo coeficiente de determinação.

Figura 1. Qualidade de ajuste em modelos de regressão: comparação visual

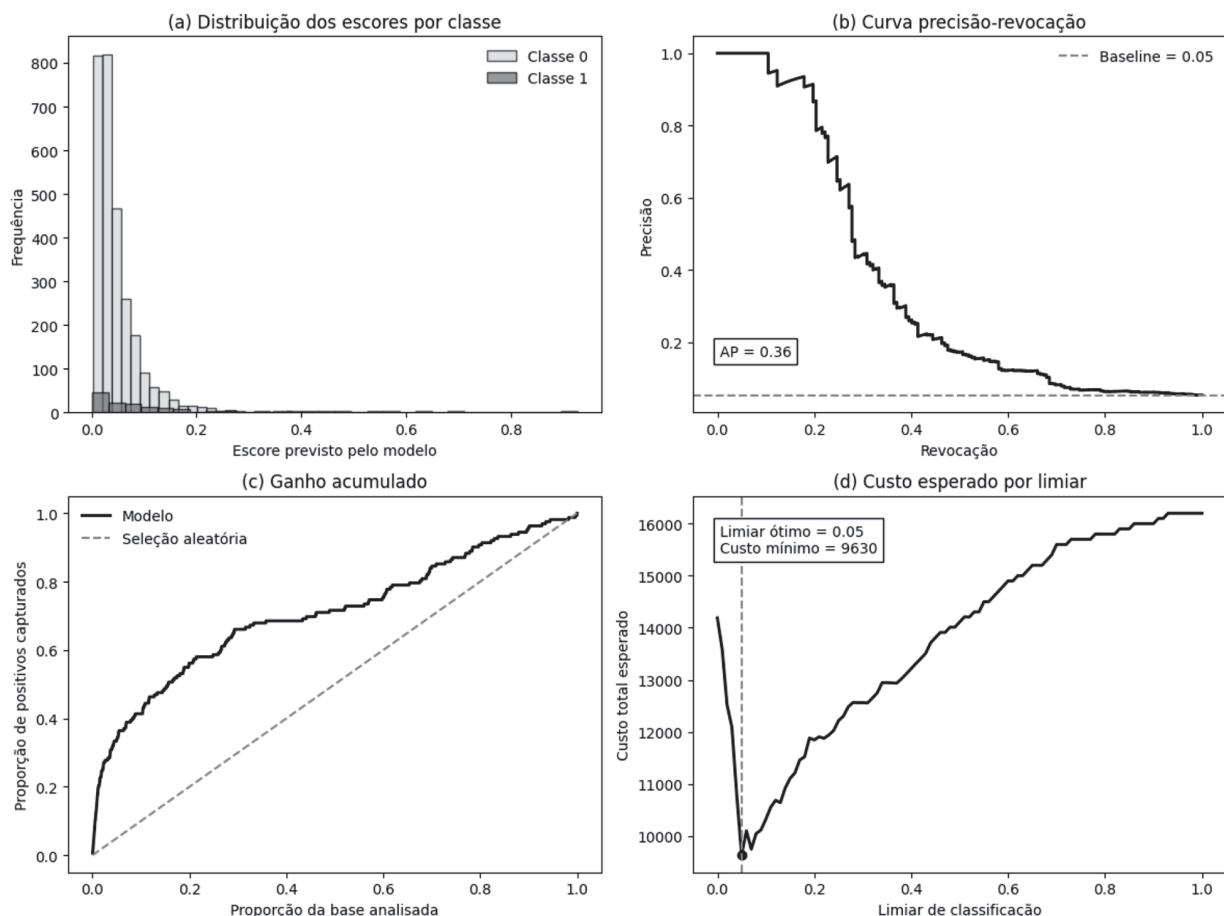


Fonte: Elaborado pelo autor

Essas diferenças visuais se refletem diretamente nas métricas, e cada uma delas captura um aspecto específico do desempenho do modelo. O erro absoluto é facilmente interpretável, pois expressa o desvio médio em unidades da variável de interesse. O erro quadrático dá maior peso a desvios grandes, tornando-se mais sensível a observações extremas. Já o coeficiente de determinação sintetiza a fração da variabilidade explicada pelo modelo, mas pode levar a interpretações excessivamente otimistas quando analisado apenas dentro da amostra.

Em problemas de classificação (ver Figura 2), a acurácia mede a proporção total de acertos. Embora intuitiva, ela pode ser inadequada em bases desbalanceadas. Imagine um conjunto de transações em que apenas 1% é fraude. Um classificador que prevê ausência de fraude para todos os casos atinge 99% de acurácia e, ainda assim, falha completamente no objetivo. Por isso, métricas como precisão, revocação e F1 são mais informativas. Precisão indica, entre os casos classificados como positivos, quantos de fato eram positivos. Revocação indica, entre todos os positivos reais, quantos foram identificados. O F1 combina precisão e revocação em uma única medida.

Figura 2. Avaliação de modelos de classificação com foco em decisão. (a) distribuição dos escores previstos por classe, evidenciando a separação entre positivos e negativos; (b) curva precisão-revocação, destacando o desempenho em bases desbalanceadas; (c) curva de ganho acumulado (*lift*), indicando a concentração de casos positivos nos maiores escores; (d) custo esperado em função do limiar de classificação, ilustrando o ponto de decisão que minimiza perdas



Fonte: Elaborado pelo autor

A Figura 2 apresenta diferentes formas de avaliar modelos de classificação com foco na decisão. No painel (a), a distribuição dos escores por classe mostra o grau de separação entre casos positivos e

negativos. Quanto maior essa separação, maior a capacidade do modelo de distinguir os grupos. No painel (b), a curva precisão-revocação evidencia o desempenho em bases desbalanceadas, indicando como a precisão tende a diminuir à medida que se amplia a cobertura dos casos positivos. No painel (c), a curva de ganho acumulado (*lift*) mostra que os casos positivos se concentram nas maiores probabilidades previstas, permitindo priorizar observações mais relevantes. No painel (d), o custo esperado em função do limiar explicita como diferentes escolhas de decisão produzem impactos distintos, evidenciando que existe um ponto que minimiza perdas dadas as penalidades associadas aos erros.

A matriz de confusão é uma ferramenta didática para ligar métricas à decisão. Ela organiza verdadeiros positivos, falsos positivos, verdadeiros negativos e falsos negativos. Em detecção de fraude, falso negativo significa deixar passar uma fraude; falso positivo significa bloquear uma transação legítima. Em triagem de evasão universitária, falso negativo significa não identificar um aluno que precisava de apoio; falso positivo significa acionar acompanhamento para quem talvez não precisasse. A escolha do limiar de classificação deve considerar custos, benefícios e capacidade operacional.

Curvas ROC e a área sob a curva são amplamente utilizadas para avaliar a capacidade de separação entre classes ao longo de diferentes limiares. No entanto, mesmo boas métricas agregadas não dispensam análise por subgrupos. Um modelo pode apresentar desempenho médio aceitável e, ainda assim, ter desempenho ruim para determinados perfis. Em aplicações sensíveis, é importante verificar se os erros se concentram por território, renda, gênero, idade, raça, tipo de cliente ou outra dimensão relevante. Avaliar apenas o desempenho global pode ocultar desigualdades produzidas ou ampliadas pelo modelo.

A validação cruzada contribui para estimar a estabilidade dos resultados. Ao dividir os dados em várias partes e alternar treino e teste, o analista reduz a dependência de uma única divisão amostral. Esse procedimento é útil quando a base não é muito grande. Ainda assim, a melhor avaliação é aquela que se aproxima do uso real. Se o modelo será utilizado para prever o futuro, a validação deve respeitar a ordem temporal. Misturar dados futuros no treinamento, mesmo indiretamente, gera vazamento de informação e produz uma avaliação excessivamente otimista.

Métricas também precisam ser traduzidas para linguagem gerencial. Dizer que um modelo tem F1 de 0,82 pode ser tecnicamente correto e pouco útil para quem decide. É mais informativo indicar quantos casos seriam priorizados, quantos erros são esperados, qual o custo aproximado desses erros e como a decisão muda em relação ao processo atual. Modelos competem com alternativas reais, como intuição, regras fixas, planilhas ou experiência de especialistas. A pergunta relevante não é se o modelo é perfeito, mas se melhora a decisão de forma mensurável e responsável.

Na prática, a escolha do modelo não encerra a decisão. É necessário definir como a previsão será utilizada. Em problemas de classificação, isso implica escolher um limiar a partir do qual uma ação será tomada. Esse limiar raramente é neutro. Ele depende do custo relativo dos erros, da capacidade operacional e dos objetivos da organização. Em contextos de alto risco, pode-se priorizar maior revocação, aceitando mais falsos positivos. Em contextos com alto custo de intervenção, pode-se priorizar precisão. A decisão ótima, portanto, não está apenas no modelo, mas na regra que traduz probabilidades em ação.

Um aspecto recorrente na aplicação de *machine learning* é o *trade-off* entre desempenho preditivo e explicabilidade. Modelos mais complexos tendem a capturar relações não lineares e interações, aumentando a acurácia. Ao mesmo tempo, tornam-se menos transparentes, dificultando a interpretação e a justificativa das decisões. Em contextos regulados ou de alto impacto social, essa opacidade pode ser um problema relevante. A escolha do modelo deve considerar não apenas o desempenho estatístico, mas também a necessidade de explicação, auditoria e aceitação institucional.

5. Aplicações em tomada de decisão

A aplicação de *machine learning* na tomada de decisão ocorre em contextos com grande volume de dados e necessidade de priorização. O objetivo não é substituir o julgamento humano, mas organizar informações, reduzir incerteza e tornar decisões mais consistentes. A utilidade dos modelos depende da sua integração com regras, restrições e objetivos práticos, de modo que a análise se traduza em ação.

Considere um problema de crédito. Uma instituição possui histórico de clientes, características socioeconômicas, informações de relacionamento e resultados de pagamento. Um modelo supervisionado pode estimar a probabilidade de inadimplência. A decisão não precisa ser binária. Clientes de risco muito baixo podem ser aprovados automaticamente; clientes de risco intermediário podem passar por análise complementar; clientes de risco alto podem receber propostas com limite menor, exigência de garantia ou ações de educação financeira. O modelo, portanto, não substitui a política de crédito, mas fornece uma escala de risco para organizá-la.

Nesse caso, a qualidade dos dados é crucial. Se a base contém apenas clientes aprovados no passado, não se observa o comportamento dos rejeitados, gerando um problema de seleção. O modelo aprende a partir de uma amostra incompleta. Além disso, variáveis utilizadas na previsão podem refletir desigualdades estruturais. A instituição precisa avaliar se a política resultante é consistente com normas regulatórias, princípios de não discriminação e objetivos de inclusão. A decisão orientada por *machine learning* deve ser acompanhada de auditoria e revisão periódica.

Considere agora uma empresa varejista interessada em segmentação. A base contém frequência de compras, ticket médio, categorias preferidas, resposta a promoções, uso de canais digitais e registros de interação com o cliente. Um algoritmo de *cluster* pode identificar grupos como compradores recorrentes de alto valor, consumidores sensíveis a promoção, clientes ocasionais, clientes inativos e clientes com alta interação digital. A decisão decorrente pode envolver campanhas diferenciadas, como estratégias de fidelização, incentivos seletivos, ações de reativação ou integração de canais.

A segmentação deve ser interpretável. Se os grupos são definidos por dezenas de variáveis sem descrição clara, a equipe de marketing não conseguirá agir. Após a aplicação do algoritmo, é necessário caracterizar cada grupo por meio de médias, proporções e exemplos concretos. Também é importante verificar estabilidade: os mesmos clientes permanecem nos grupos ao longo do tempo? A entrada de novos dados altera significativamente os *clusters*? A segmentação gera ações mais eficazes do que regras simples, como recência, frequência e valor? Essas questões precisam ser avaliadas empiricamente.

Um terceiro caso envolve políticas públicas. Imagine um governo municipal que deseja priorizar ações de assistência social. A base combina renda, composição familiar, território, acesso a serviços, presença de crianças, idosos, pessoas com deficiência e histórico de atendimento. Técnicas de redução de dimensionalidade podem construir indicadores sintéticos de vulnerabilidade, enquanto métodos de *cluster* podem identificar perfis de famílias ou regiões. A decisão pode orientar visitas, alocação de equipes, desenho de programas e monitoramento de resultados.

A aplicação pública exige cuidado adicional. Dados administrativos refletem não apenas necessidades, mas também o acesso desigual ao próprio Estado. Uma região com poucos registros pode parecer ter baixa demanda quando, na realidade, possui baixa capacidade de acesso a serviços. Um modelo treinado apenas em registros observados pode invisibilizar populações. Por isso, o resultado quantitativo deve ser confrontado com conhecimento territorial, participação social e estratégias de busca ativa. A técnica ajuda a priorizar, mas não substitui a escuta qualificada.

Um quarto caso envolve educação. Instituições podem utilizar dados acadêmicos e administrativos para identificar estudantes com risco de evasão, como faltas, reprovações, atraso em disciplinas, perfil socioeconômico, uso de plataformas e solicitações de apoio. Modelos de classificação podem acionar intervenções preventivas. No entanto, a forma de intervenção é tão importante quanto a previsão. Um estudante classificado como risco não deve ser estigmatizado. O objetivo deve ser oferecer suporte, não produzir rótulos permanentes. A decisão orientada por dados precisa ser desenhada com sensibilidade institucional.

Um quinto caso envolve saúde. Sistemas de saúde podem utilizar dados clínicos e administrativos para priorizar atendimentos, identificar pacientes com maior risco de complicações ou prever readmissões hospitalares. Variáveis como histórico de internações, comorbidades, idade, uso de medicamentos e frequência de atendimento podem alimentar modelos de classificação ou regressão. A decisão pode incluir monitoramento mais próximo, agendamento preventivo de consultas ou direcionamento de recursos para casos mais críticos. No entanto, a qualidade e a completude dos dados são determinantes, assim como o cuidado na interpretação. Modelos treinados em populações específicas podem não generalizar para outros contextos, e decisões automatizadas em saúde exigem supervisão clínica rigorosa.

Em síntese, as aplicações de *machine learning* na tomada de decisão são diversas, mas compartilham um mesmo princípio: transformar dados em ações organizadas e justificáveis. O valor não está apenas na previsão ou na segmentação em si, mas na capacidade de orientar intervenções mais eficientes, consistentes e alinhadas aos objetivos institucionais. Para isso, é necessário integrar técnica, contexto e responsabilidade, garantindo que o uso dos modelos contribua para decisões melhores sem perder de vista seus limites e implicações.

6. Implantação e mudança organizacional

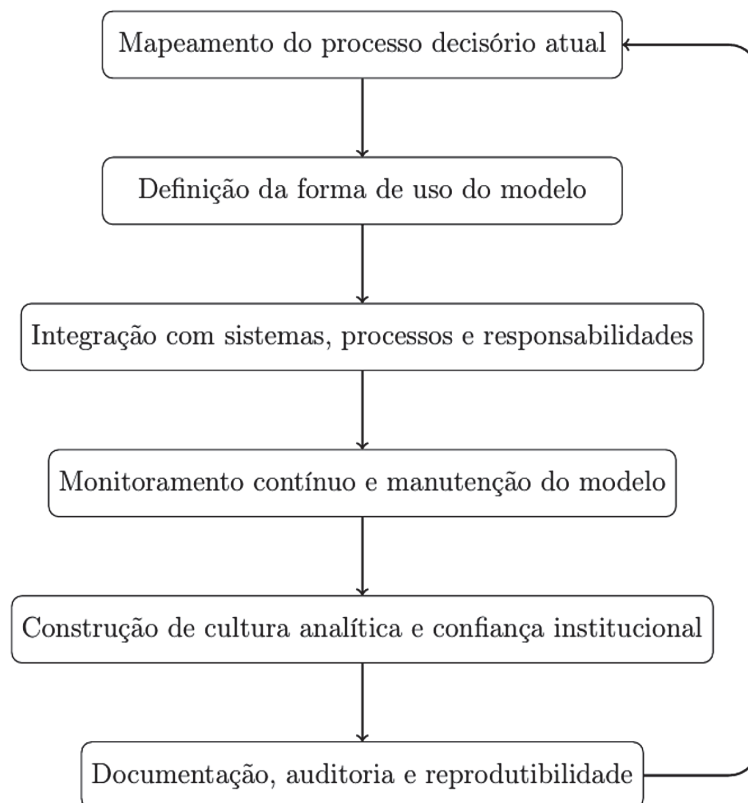
A implantação de *machine learning* raramente falha apenas por razões técnicas. Muitas iniciativas fracassam porque a organização não define claramente o problema, não estabelece responsáveis, não integra áreas, não possui dados confiáveis ou não transforma o resultado analítico em rotina operacional. Um modelo salvo em um notebook pode ser excelente como exercício, mas insuficiente como solução organizacional.

Para apoiar decisões reais, ele precisa estar conectado a processos, sistemas, pessoas e responsabilidades. A Figura 3 sintetiza esse processo ao representar as principais etapas organizacionais envolvidas na implantação e manutenção de modelos de *machine learning* em contextos decisórios.

O ponto de partida é mapear o processo decisório atual. Quem decide? Com quais informações? Em qual prazo? Quais alternativas estão disponíveis? Qual é o custo de errar? Como a decisão é registrada? Sem esse diagnóstico, o modelo pode responder a uma pergunta que não é relevante na prática. Em crédito, por exemplo, há políticas internas, exigências regulatórias, limites operacionais e equipes de atendimento. Em gestão de estoques, há fornecedores, prazos, sazonalidade e restrições financeiras. Em políticas públicas, há orçamento, legislação, território e mecanismos de controle social.

Depois, a organização precisa definir como o modelo será utilizado. Algumas aplicações exigem integração direta com sistemas operacionais, permitindo decisões automatizadas ou semiautomatizadas. Outras funcionam melhor como apoio à decisão, por meio de relatórios periódicos, painéis ou listas de priorização. Em ambientes de alto impacto, a recomendação do modelo tende a ser revisada por humanos. Em ambientes de baixo risco e alto volume, a automação parcial pode ser mais viável. A forma de uso deve refletir o risco e a natureza da decisão.

Figura 3. Etapas organizacionais para implantação de modelos de *machine learning*



Fonte: Elaborado pelo autor

Outro elemento central é a manutenção. Dados mudam ao longo do tempo, assim como perfis de clientes, produtos, regras institucionais e comportamentos sociais. Um modelo treinado em um determinado período pode perder desempenho quando o contexto se altera, fenômeno conhecido como *drift*. Por isso, a implantação deve prever monitoramento contínuo de métricas, reestimação periódica, testes de estabilidade e definição de gatilhos para revisão.

Machine learning não é uma entrega pontual, mas um processo contínuo de adaptação.

A cultura analítica também é determinante. Equipes precisam confiar no modelo sem tratá-lo como autoridade absoluta. Essa confiança depende de transparência, treinamento e participação no processo de construção. Quando especialistas

do domínio contribuem para a escolha de variáveis, interpretação dos resultados e avaliação dos erros, o modelo tende a ser mais útil. Quando a solução é percebida como uma caixa-preta imposta, surgem resistência, subutilização ou uso acrítico. A implantação bem-sucedida combina capacidade técnica com construção institucional.

Por fim, é necessário documentar decisões de projeto. Por que determinada variável foi incluída? Por que um limiar específico foi adotado? Quais bases foram utilizadas ou descartadas? Quais limitações foram identificadas? Essa documentação facilita auditoria, protege a organização e melhora o aprendizado ao longo do tempo. Em contextos regulados, pode ser obrigatória. Em contextos acadêmicos, reforça a reprodutibilidade. Em qualquer caso, evita que o conhecimento do projeto se perca com mudanças de equipe.

Machine learning não é uma entrega pontual, mas um processo contínuo de adaptação.

Machine learning não é uma entrega pontual, mas um processo contínuo de adaptação.

7. Riscos, vieses e governança

Toda técnica de *machine learning* carrega riscos. Em muitos casos, modelos apresentam desempenho aparentemente elevado durante o treinamento, mas resultados inferiores quando aplicados em novos contextos, períodos ou populações. Isso ocorre porque o ambiente decisório é dinâmico: dados mudam ao longo do tempo, comportamentos se alteram e relações observadas em uma base histórica podem não se repetir no futuro. Por isso, a aplicação de modelos exige validação cuidadosa, monitoramento contínuo e atenção à capacidade de generalização dos resultados para situações reais.

Um risco particularmente relevante está relacionado ao uso indevido de informação no processo de modelagem. Em termos práticos, ocorre quando o modelo incorpora variáveis ou transformações que não estariam disponíveis no momento da decisão. Isso pode acontecer, por exemplo, ao incluir dados que refletem eventos futuros, ao construir variáveis com base em toda a amostra sem respeitar a ordem temporal, ou ao realizar junções entre bases que acabam antecipando informações. O resultado é um desempenho aparentemente elevado durante o treinamento, que não se sustenta

quando o modelo é aplicado em situações reais. Evitar esse problema exige coerência entre o desenho dos dados e o contexto de uso, garantindo que o modelo utilize apenas a informação efetivamente disponível no momento da decisão.

Há também riscos éticos. Dados históricos podem refletir desigualdades sociais. Se um modelo aprende com decisões passadas enviesadas, pode reproduzir ou intensificar discriminação. Variáveis aparentemente neutras podem funcionar como proxies de renda, território, raça, gênero ou acesso a oportunidades. Em decisões de crédito, seleção, policiamento, saúde, educação e assistência social, esse ponto é particularmente sensível.

Além dos vieses presentes nos dados, há o risco de uso indevido dos resultados. Modelos podem ser aplicados fora do contexto para o qual foram desenvolvidos, extrapolando populações, períodos ou condições institucionais. Um modelo treinado em determinado grupo ou território pode não apresentar o mesmo desempenho em outro. Esse tipo de extrapolação compromete a validade das decisões e pode gerar consequências relevantes, especialmente em aplicações sensíveis. Por isso, delimitar claramente o escopo de uso do modelo é parte essencial da sua governança.

Governança de modelos envolve documentação, validação, monitoramento e responsabilidade. Documentar significa registrar dados utilizados, período, variáveis, transformações, técnica, métricas, limitações e finalidade. Validar significa testar desempenho em dados não utilizados no treinamento e, quando possível, em contextos diferentes. Monitorar significa acompanhar se o desempenho se deteriora ao longo do tempo. Responsabilidade significa definir quem pode utilizar o modelo, em quais decisões, com quais limites e sob qual nível de supervisão humana.

Outro elemento central é a explicabilidade. Em muitas aplicações, não basta que o modelo funcione bem; é necessário entender por que ele produz determinado resultado. Ferramentas de interpretação, como análise de importância de variáveis ou métodos de explicação local, podem auxiliar nesse processo. A ausência de explicabilidade pode reduzir a confiança dos usuários, dificultar auditorias e limitar o uso em contextos regulados. Assim, a escolha do modelo deve considerar não apenas desempenho, mas também a capacidade de justificar decisões.

Em ambientes organizacionais, a adoção de *machine learning* deve ser gradual e institucional. Um projeto piloto bem definido pode demonstrar valor e revelar dificuldades. A partir dele, a organização desenvolve infraestrutura, cultura analítica, rotinas de qualidade de dados e capacidade de interpretação. O erro comum é tratar o algoritmo como um produto isolado. Na prática, o modelo depende de processos: coleta, armazenamento, segurança, atualização, treinamento das equipes e avaliação de impacto.

8. Considerações finais

Técnicas de *machine learning* ampliam a capacidade de tomada de decisão ao transformar dados em previsões, classificações, segmentos e representações sintéticas. Modelos supervisionados são úteis quando há respostas conhecidas e interesse em prever novos casos. Modelos não

supervisionados ajudam a descobrir estruturas quando não há rótulos prévios. Regressão, classificação, árvores, *Random Forests*, *cluster*, ACP, análise fatorial e correspondência compõem um repertório aplicado que pode apoiar decisões em empresas, governos, universidades e organizações sociais.

O potencial dessas técnicas, contudo, depende de uma cadeia de qualidade. Perguntas bem definidas, dados confiáveis, preparação adequada, validação cuidadosa, interpretação substantiva e governança são condições necessárias para que o modelo gere valor. A promessa de decisão orientada por dados não deve ser entendida como substituição da experiência, da teoria ou da responsabilidade. Ao contrário, exige maior clareza sobre os próprios critérios de decisão.

Outro ponto central é reconhecer que modelos operam em ambientes dinâmicos. Mudanças no comportamento dos agentes, nas regras institucionais e nas condições econômicas podem reduzir rapidamente o desempenho de uma solução que antes era eficaz. Por isso, a tomada de decisão orientada por dados deve ser tratada como um processo contínuo de revisão e adaptação, e não como uma implementação pontual.

Em última instância, *machine learning* é uma linguagem para aprender com registros do passado e do presente. Essa aprendizagem pode reduzir incertezas, revelar padrões e orientar escolhas. No entanto, decisões consistentes exigem também julgamento, transparência, finalidade clara e disposição para revisar resultados. O avanço da tomada de decisão não depende apenas de algoritmos mais sofisticados, mas da capacidade institucional de combinar dados, método e responsabilidade.

Referências

- Breiman, L. (2001). Random forests. *Machine Learning*, 45(1), 5-32. <https://doi.org/10.1023/A:1010933404324>
- Fávero, L. P., & Belfiore, P. (2019). *Data science for business and decision making*. Academic Press.
- Hastie, T., Tibshirani, R., & Friedman, J. (2009). *The elements of statistical learning: Data mining, inference, and prediction* (2nd ed.). Springer.
- James, G., Witten, D., Hastie, T., & Tibshirani, R. (2021). *An introduction to statistical learning: With applications in R* (2nd ed.). Springer.
- Mitchell, T. M. (1997). *Machine learning*. McGraw-Hill.
- Provost, F., & Fawcett, T. (2013). *Data science for business: What you need to know about data mining and data-analytic thinking*. O'Reilly Media.
- Russell, S., & Norvig, P. (2021). *Artificial intelligence: A modern approach* (4th ed.). Pearson.
- Shmueli, G., Bruce, P. C., Gedeck, P., & Patel, N. R. (2019). *Data mining for business analytics: Concepts, techniques, and applications in Python*. Wiley.
- Witten, I. H., Frank, E., Hall, M. A., & Pal, C. J. (2016). *Data mining: Practical machine learning tools and techniques* (4th ed.). Morgan Kaufmann.

Capítulo **21**

Business Process Management como método integrador no ensino de Administração

Catarina Barbosa Careta

Professora Doutora do Departamento de Economia, Administração e Sociologia da Esalq/USP

Luciano Mendes

Professor Titular do Departamento de Economia, Administração e Sociologia da Esalq/USP

Como um estudante de Administração aprende que estrutura organizacional, processos de negócio e sistemas de informação não constituem campos separados, mas dimensões interdependentes de um mesmo fenômeno? Essa pergunta raramente é formulada na elaboração dos currículos dos cursos de Ciências Sociais Aplicadas e sua omissão acarreta uma fragmentação formativa com consequências práticas, com profissionais capacitados em finanças, marketing ou operações, mas que encontram dificuldade em compreender e intervir na organização como um sistema integrado e dinâmico.

Conforme argumenta Seethamraju (2012), enquanto as escolas de negócios priorizam habilidades funcionais específicas e os cursos de Tecnologia da Informação concentram-se em competências técnicas delimitadas, a compreensão da “visão de processo” e da integração organizacional permanece relegada ao esforço individual do estudante ou de docentes isolados. Nesse cenário, o *Business Process Management* (BPM) consolida-se como a abordagem capaz de mitigar essa divisão. Ao vivenciar a modelagem de um processo, o estudante é estimulado a compreender a estrutura organizacional que o suporta, os sistemas de informação que o instrumentalizam e as pessoas que o operam.

Com base nesse entendimento, o capítulo apresenta uma experiência de aplicação do BPM como método pedagógico integrador na graduação em Administração - o Projeto Integrado das Disciplinas LES0328 - Estrutura Organizacional e LES0750 - Desenvolvimento de Sistemas de Informação, desenvolvido na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo (Esalq/USP) no primeiro semestre de 2020. A experiência envolveu 67 estudantes, alocados em 16 grupos, cada um responsável por mapear, analisar e propor melhorias em uma área administrativa ou acadêmica real da instituição, por meio da modelagem de processos na notação BPMN utilizando o software Bizagi Modeler.

Um diferencial desta iniciativa está no fato de o projeto não ter se encerrado com o semestre letivo. Entre agosto de 2020 e dezembro de 2024, cinco bolsistas de iniciação científica e extensão deram continuidade ao trabalho, revisando, validando técnica e operacionalmente e expandindo as modelagens produzidas pelos grupos originais. O trabalho resultou em um acervo institucional validado, composto por 323 modelagens de processos distribuídas entre 15 áreas administrativas e acadêmicas da Esalq/USP, atualmente disponível para consulta e gestão em repositório compartilhado.

1. BPM e BPMN como abordagens pedagógicas: conceitos, fundamentos e relevância

1.1. O que é BPM: definição e ciclo de vida

O *Business Process Management* (BPM) pode ser definido como uma disciplina gerencial que integra estratégias e objetivos de uma organização com as expectativas e necessidades de seus clientes, por meio do foco em processos ponta a ponta (ABPMP, 2021). Essa definição, constante no “*BPM Common Body of Knowledge*” (BPM CBOK), evidencia a amplitude do conceito: o BPM integra estratégia, pessoas,

tecnologia e estrutura em torno de uma visão de como a organização cria valor e o mapeamento de fluxos é apenas seu instrumento mais visível.

Um processo de negócio pode ser entendido como um conjunto de atividades inter-relacionadas que transforma insumos em resultados para um cliente interno ou externo, seguindo uma lógica de fluxo definida (Dumas *et al.*, 2018). Essa definição é ampla e destaca que processos existem tanto em fábricas quanto em escritórios, tanto em empresas privadas quanto em instituições públicas como universidades. A matrícula de um aluno, a concessão de uma bolsa de pesquisa ou a emissão de um diploma são processos no mesmo sentido em que a montagem de um produto ou a aprovação de um empréstimo o são.

Quanto ao ciclo de vida, o BPM organiza-se em seis fases que se retroalimentam: Identificação (delimitar quais processos existem e são relevantes); Descoberta (documentar como os processos funcionam na prática, o modelo as-is); Análise (identificar problemas, gargalos e oportunidades de melhoria); Redesenho (propor como o processo deveria funcionar, o modelo to-be); Implementação (executar as mudanças propostas); e Monitoramento (acompanhar indicadores de desempenho do processo após a mudança). Essas seis fases oferecem uma estrutura natural para organizar uma jornada de aprendizagem progressiva, em que cada entrega do projeto pode corresponder a uma fase do ciclo, dando ao estudante a experiência prática de percorrer o ciclo completo (Baldam *et al.*, 2014).

Para fins pedagógicos, é útil distinguir duas dimensões do BPM no contexto educacional: o BPM como objeto de estudo, ou seja, aquilo que os estudantes aprendem sobre processos; e o BPM como método pedagógico, ou seja, como os estudantes aprendem por meio de processos. O projeto aqui relatado ocorre predominantemente na segunda dimensão.

1.2. BPMN: a notação para modelagem de processos

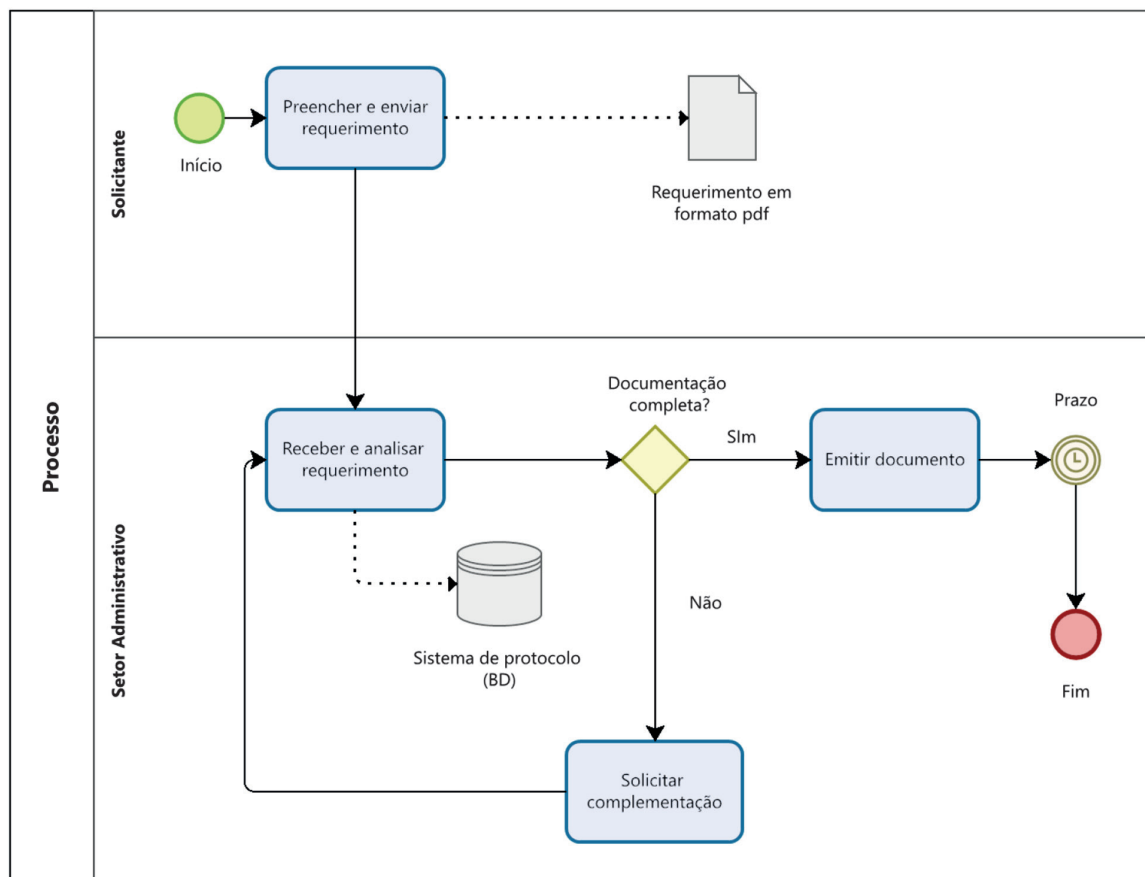
Business Process Model and Notation (BPMN) é o padrão internacional para representação gráfica de processos de negócio, publicado e mantido pelo “*Object Management Group*” (OMG, 2011). Em sua versão 2.0, a BPMN oferece um vocabulário padronizado que permite representar processos de diferentes níveis de complexidade, desde fluxos simples até integrações entre múltiplas organizações.

Os elementos básicos da BPMN organizam-se em quatro categorias principais. Os eventos (representados por círculos) marcam o início, o fim ou interrupções intermediárias do processo. As atividades (retângulos com cantos arredondados) representam o trabalho realizado, tarefas executadas por pessoas ou sistemas, ou subprocessos que encapsulam conjuntos de atividades relacionadas. Os *gateways* (losangos) controlam as bifurcações do fluxo: é por meio deles que o processo toma caminhos distintos conforme uma condição, por exemplo, aprovar ou recusar uma solicitação. Os conectores (setas) dão coerência ao diagrama, articulando a sequência das atividades, o fluxo de mensagens entre participantes e as associações com artefatos como documentos e dados.

A BPMN também introduz o conceito de *lanes* (raias) e *pools* (piscinas), que permitem representar visualmente quem realiza cada atividade dentro de um mesmo processo. Quando um processo envolve diferentes setores de uma organização, como ocorre na maior parte dos processos administrativos da Esalq, as *lanes* permitem que o diagrama mostre simultaneamente o fluxo das atividades e a responsabilidade de cada ator. É exatamente nesse recurso gráfico que os estudantes conseguem visualizar, na prática, os conceitos de departamentalização, silos organizacionais e fragmentação funcional discutidos teoricamente na disciplina de Estrutura Organizacional, à luz de Mintzberg (1996). A sobreposição visual de múltiplas raias torna tangível aquilo que, em um organograma tradicional, permaneceria abstrato. Essa capacidade de representar as dimensões o quê, quem e quando em um único artefato é o que torna a BPMN uma linguagem integradora.

A Figura 1 apresenta um exemplo de modelagem de processo em notação BPMN, construído com os elementos centrais descritos anteriormente. O processo representado é genérico (o encaminhamento e análise de um requerimento entre um solicitante e um setor administrativo) e foi escolhido por sua proximidade com a realidade organizacional vivenciada pelos estudantes no Projeto Integrado da Esalq/USP.

Figura 1. Exemplo de modelagem de processo na notação BPMN



Fonte: Elaborado pelos autores

No diagrama, as duas *swimlanes* (Solicitante e Setor administrativo) delimitam os responsáveis por cada atividade, tornando explícita a divisão de papéis no processo. O evento de início (círculo verde) e o evento de fim (círculo vermelho) demarcam os limites do fluxo. As atividades (retângulos azuis) representam as tarefas executadas por cada ator; o objeto de dados (retângulo “Requerimento em formato PDF”) evidencia o artefato que circula entre as partes; e o armazém de dados (cilindro cinza, “Sistema de protocolo”) indica o repositório onde as informações são registradas. O *gateway* exclusivo (losango amarelo) representa um ponto de decisão com dois caminhos possíveis: quando a documentação está completa (“Sim”), o fluxo avança para a emissão do documento, passa por um evento intermediário de temporização, indicando um prazo de processamento e encerra-se no evento de fim; quando a documentação está incompleta (“Não”), o fluxo retorna à etapa de análise por meio de um ciclo de retrabalho, representando a necessidade de complementação antes do prosseguimento. A anotação textual ao lado do *gateway* esclarece sua lógica de funcionamento, recurso recomendado sempre que a decisão não for autoexplicativa.

Na prática, o Bizagi Modeler é a ferramenta utilizada neste projeto por ser amplamente aplicada em mercado e compatível com o padrão BPMN 2.0. A ferramenta permite criar modelos as-is e to-be, validar automaticamente a conformidade com a notação, exportar os diagramas em PDF e compartilhá-los em repositórios colaborativos.

1.3. BPM no ensino superior: experiências internacionais e nacionais

A inserção do BPM como conteúdo e método de ensino nos cursos de Ciências Sociais Aplicadas tem se expandido ao longo das últimas duas décadas, ainda que de forma heterogênea. A revisão da literatura internacional revela que as experiências compartilham três características: autenticidade do contexto, integração interdisciplinar e continuidade para além do semestre letivo. O caso da Esalq/USP, como se argumentará adiante, agrega a essas características um quarto elemento, que é a transformação do produto acadêmico em recurso institucional.

Quanto à oferta de disciplinas específicas de BPM, Bandara *et al.* (2010) documentaram as experiências de cinco universidades norte-americanas, incluindo *Bentley University* e *Georgia State University*, na oferta de cursos de graduação e pós-graduação na área. Os autores identificaram que os melhores resultados ocorrem quando o corpo docente possui formação híbrida, com domínio tanto da lógica de negócios quanto da dimensão técnica dos processos, e quando os estudantes são expostos a casos reais desde o início do curso.

Em experiências que utilizam o BPM como fio condutor interdisciplinar, Wiechetek, Medrek e Banas (2017) relataram a implantação de um curso de BPM para estudantes de logística na Universidade Maria Curie-Skłodowska (Polônia). Os autores utilizaram o software

Adonis combinado com ferramentas de automação como Bonita Suite e concluíram que a modelagem de processos reais de logística acelerou a compreensão dos estudantes sobre cadeia de suprimentos e integração organizacional. A experiência polonesa evidencia que o BPM pode funcionar como elemento articulador em cursos cujo foco central não é a gestão de negócios, mas que se beneficiam da visão de processo.

A articulação entre BPM e sistemas de informação foi investigada por Seethamraju (2012), que demonstrou que estudantes de cursos de negócios que cursaram disciplinas com BPM apresentaram maior capacidade de análise crítica de sistemas ERP, como o SAP, do que aqueles que estudaram os sistemas isoladamente, sem a perspectiva processual.

No contexto do ensino remoto e híbrido, imposto pela pandemia de Covid-19, Pridmore e Godin (2021) documentaram a transformação digital de um jogo de simulação em papel para o ensino de BPM e ERP em ambiente virtual. Os resultados indicaram níveis elevados de aprendizado mesmo no formato digital, desde que mantida a lógica de simulação de processos reais e o engajamento colaborativo dos estudantes. O projeto, forçado pelo mesmo contexto pandêmico a migrar para o formato remoto, produziu achados complementares: a coleta de dados via entrevistas virtuais e documentos institucionais é viável e pode ser incorporada ao design de projetos similares.

Esse panorama contrasta com o cenário brasileiro, que apresenta um déficit de estudos articulando ensino e prática de BPM. Turra, Juliani e Salla (2018) realizaram um estudo bibliométrico sobre a produção científica nacional em BPM em periódicos das áreas de Administração, Contabilidade e Turismo, identificando que o número de publicações ainda é incipiente, sem crescimento sistemático e com baixa coautoria interinstitucional. Esse diagnóstico é corroborado por Carvalho *et al.* (2025), que, ao analisarem aplicações de modelagem de processos em departamentos acadêmicos brasileiros, apontaram a escassez de relatos sistemáticos sobre o uso pedagógico da abordagem. Tais evidências reforçam a necessidade de iniciativas como a descrita neste capítulo, que articulam prática pedagógica e produção de conhecimento sobre BPM no contexto brasileiro.

2. O Projeto Integrado Esalq/USP: contexto e desenho pedagógico

2.1. As disciplinas e sua complementaridade

A experiência aqui relatada articula duas disciplinas do curso de Administração da Esalq/USP que, embora complementares, raramente são ofertadas de forma integrada nos currículos brasileiros da área. A disciplina LES0328 – Estrutura Organizacional tem como objetivo capacitar o estudante para analisar, compreender e intervir nos processos de redesenho de estruturas organizacionais, desenvolvendo percepção crítica sobre a adequação dos diferentes modelos

estruturais à realidade organizacional. Sua base teórica inclui os modelos de Mintzberg (1996), a teoria das organizações de Stoner e Freeman (1995) e conceitos de departamentalização, centralização, formalização e hierarquia.

A disciplina LES0750 – Desenvolvimento de Sistemas de Informação tem como objetivo apresentar conceitos e técnicas sobre desenvolvimento de sistemas de informação, capacitando o futuro administrador a analisar processos e projetar sistemas que atuem como ferramentas de apoio à tomada de decisões e fontes estratégicas de vantagem competitiva. Seu conteúdo programático articula três eixos centrais: a gestão dos processos de negócio e sua relação com o desenvolvimento de sistemas de informação; a gestão de projetos de sistemas de informação; e a engenharia de software, com seus modelos e fases de desenvolvimento.

A complementaridade entre as duas é estrutural: a LES0328 responde à pergunta “quem faz o quê e como a organização se estrutura?”, enquanto a LES0750 responde à pergunta “quais sistemas suportam e automatizam o trabalho?”. O

BPM, ao indagar “como o trabalho acontece de ponta a ponta?”, conecta as duas perspectivas em uma única análise. Davenport (2002) já argumentava que o entendimento dos processos de negócio é a condição para que os sistemas de informação gerem valor real e não apenas automatizem ineficiências.

A LES0328 responde à pergunta “quem faz o quê e como a organização se estrutura?”, enquanto a LES0750 responde à pergunta “quais sistemas suportam e automatizam o trabalho?”. O BPM, ao indagar “como o trabalho acontece de ponta a ponta?”, conecta as duas perspectivas em uma única análise.

2.2. O desenho da experiência: etapas e progressão pedagógica

O projeto foi organizado com 67 estudantes distribuídos em 16 grupos de 4 a 5 integrantes, cada grupo responsável pelo estudo de uma área específica da Esalq/USP, desde áreas acadêmicas (como o Serviço de Graduação e a Diretoria) até setores administrativos (como Contabilidade e Gestão Ambiental). Foram contemplados setores de alta rotatividade de demandas (atendimento ao público), setores de suporte técnico (informática, contabilidade) e setores de gestão estratégica (comunicação, relações internacionais), de modo a expor os estudantes a

diferentes graus de complexidade processual. A alocação dos grupos considerou, sempre que possível, a afinidade temática dos estudantes com a área designada, e a distribuição foi equilibrada entre os grupos para evitar concentração de áreas de maior visibilidade. A progressão das atividades seguiu oito entregas sequenciais, organizadas de forma que cada etapa preparasse a seguinte, conforme sintetizado no Quadro 1. O estudante observa a área, avança para a modelagem e análise crítica do processo as-is e chega à proposição fundamentada do modelo to-be, articulando os referenciais teóricos das duas disciplinas envolvidas.

Quadro 1. Progressão pedagógica do Projeto Integrado Esalq/USP

Entrega	Atividade	Competência desenvolvida
1 ^a –2 ^a	Pesquisa prévia e comparação com outras universidades	Observação, benchmarking e visão comparativa
3 ^a –4 ^a	Elaboração e aplicação de roteiro de entrevista (28 questões)	Coleta de dados primários e comunicação profissional
5 ^a –6 ^a	Construção do modelo as-is no Bizagi Modeler	Representação e análise de processos em BPMN
7 ^a	Modelo to-be e proposta de melhoria com justificativa técnica	Pensamento crítico, diagnóstico e redesenho
8 ^a	Proposta de redesenho estrutural	Integração entre estrutura, processo e tecnologia
Final	Proposta de estrutura organizacional e plano de gestão da informação	Síntese analítica e proposição gerencial integrada

Fonte: Elaborado pelos autores com base no Plano de Atividades do Projeto Integrado (2020)

A lógica de progressão revela uma escolha pedagógica deliberada em que o estudante só chega à proposta de redesenho organizacional depois de ter observado, entrevistado, modelado e analisado criticamente o processo real. Essa inversão em relação à didática tradicional aproxima-se do que Kolb (1984) descreve como aprendizagem experiencial, pois o conhecimento emerge da reflexão sobre a experiência concreta, não a precede. Cabe acrescentar que essa progressão foi acompanhada de um sistema de avaliação formativa, composto por feedback contínuo em cada entrega (peso cumulativo de 60% da nota final) e uma avaliação somativa do produto integrado ao término do semestre (40%). Os critérios de avaliação foram explicitados aos estudantes por meio de uma rubrica analítica que contemplava quatro dimensões: (i) rigor metodológico na coleta de dados; (ii) conformidade técnica do modelo BPMN com a notação; (iii) consistência entre diagnóstico, proposta de melhoria e fundamentação teórica; e (iv) qualidade da integração entre as perspectivas de estrutura organizacional e sistemas de informação.

2.3. O roteiro de coleta como instrumento de operação do olhar processual

Um elemento central do projeto foi a elaboração de um roteiro estruturado de 28 questões, adaptado por cada grupo às especificidades de sua área. O roteiro contemplou seis dimensões: missão da área; equipe e distribuição de funções; atividades e procedimentos; demandas e tempos de execução; sistemas de informação utilizados; e comunicação e identidade institucional.

Em termos de BPM, esse instrumento operou como um guia de elicitação de processos, pois suas questões orientaram o estudante a capturar o que a área faz, como, para quem, com qual sistema e em quanto tempo. Essa combinação é exatamente o que diferencia um diagrama BPM de uma simples descrição funcional, pois oferta a oportunidade de representar simultaneamente o fluxo de trabalho, os responsáveis (*lanes*), as decisões (*gateways*), os artefatos de dados e os sistemas de suporte. Em termos conceituais, o roteiro operacionaliza a distinção apresentada na Seção 2.1 entre BPM como objeto e BPM como método, pois ele é, ao mesmo tempo, um instrumento de coleta de dados empíricos (objeto) e um dispositivo pedagógico que estrutura o olhar processual do estudante (método).

3. Análise da experiência: potencial e limites

3.1. O que os estudantes aprendem que não aprenderiam em disciplinas isoladas

A modelagem as-is apresentou aos estudantes a distância entre o processo formal, aquele que consta em manuais e normas, e o processo real, que emerge das entrevistas e observações. Em vários grupos, os dados coletados revelaram situações como sistemas disponíveis, mas não utilizados, tarefas sem responsável definido, etapas com tempos de execução muito superiores ao considerado adequado pelas próprias chefias, e decisões centralizadas onde a estrutura formal indicava autonomia.

Para ilustrar a natureza dessas descobertas, considere o caso de um grupo que mapeou o processo de atendimento a demandas de alunos em um serviço acadêmico. O modelo as-is revelou que o estudante precisava entregar o mesmo documento físico em três setores distintos, cada um dos quais registrava a informação em planilhas próprias, sem comunicação entre si. As *lanes* do diagrama BPMN tornaram visualmente evidentes os silos organizacionais que, em um organograma tradicional, permaneceriam abstratos. O modelo to-be proposto pelos estudantes eliminou a redundância ao sugerir um fluxo único de entrada digital, com validação compartilhada entre os setores. Esse exemplo, recorrente em diferentes grupos, demonstra como a modelagem processual opera como dispositivo de revelação de ineficiências estruturais que, de outra forma, permaneceriam naturalizadas.

O desdobramento do modelo as-is para o modelo to-be exigiu que os grupos articulassem, em uma só proposta, conhecimentos de estrutura organizacional (quais funções deveriam ser reorganizadas e segundo que critérios) e de sistemas de informação (quais tecnologias poderiam automatizar

etapas manuais). Um indicador relevante foi a construção do novo organograma proposto na oitava entrega, utilizando os conceitos de Mintzberg. É relevante destacar que, em vários casos, os organogramas foram fundamentados nas inconsistências identificadas na modelagem de processos.

3.2. Desafios observados

A experiência também revelou tensões e limites relevantes. O primeiro foi o acesso a dados e a resistência institucional, pois algumas áreas demonstraram dificuldade em compreender a proposta ou em disponibilizar informações sobre suas rotinas. A mediação docente foi essencial nesse ponto: os professores precisaram intervir junto aos gestores para explicar o caráter acadêmico e confidencial do projeto, bem como os benefícios institucionais do mapeamento. Em alguns casos, foi necessário reformular o roteiro de entrevista para torná-lo mais alinhado à linguagem institucional. A negociação em si constituiu, portanto, aprendizado formativo, com a exposição do estudante aos contextos políticos, hierárquicos e culturais da instituição.

O segundo desafio foi a heterogeneidade das áreas e dos grupos. As 16 áreas estudadas variavam em complexidade e volume de processos, gerando dificuldade de padronização das entregas. Áreas com processos rotineiros (como emissão de documentos) produziram modelos mais lineares e previsíveis, enquanto áreas com processos de alta complexidade decisória (como gestão de convênios internacionais) geraram diagramas com múltiplos *gateways* e fluxos alternativos. Essa variação, embora desafiadora para a avaliação comparativa, enriqueceu a experiência ao expor os estudantes a diferentes graus de complexidade processual.

O terceiro desafio foi o contexto pandêmico. A suspensão das atividades presenciais em março de 2020 obrigou a migração da coleta para o formato remoto, substituindo visitas e observações diretas por entrevistas virtuais e consulta a documentos institucionais. Pridmore e Godin (2021) documentaram desafio semelhante em universidades norte-americanas, propondo a transformação digital de métodos de simulação como alternativa viável. Os dados coletados corroboram essa constatação, pois a coleta remota, embora tenha limitado a observação direta de rotinas, mostrou-se viável e, em alguns aspectos, mais eficiente, pois permitiu agendamentos mais flexíveis e gravação das entrevistas para transcrição posterior. Esse achado sugere que o formato híbrido, combinando entrevistas virtuais com consulta documental, pode ser incorporado ao design de projetos similares, mesmo em contextos pós-pandemia.

4. Continuidade do projeto: revisão, validação e legado institucional

4.1. Da sala de aula ao acervo institucional

O ciclo de vida de um projeto acadêmico é, em geral, delimitado pelo semestre letivo. O trabalho produzido pelos estudantes entre março e junho de 2020 não foi arquivado ao término do semestre, mas

se converteu no ponto de partida de um projeto de continuidade que se estendeu de julho de 2020 a dezembro de 2024, sob coordenação dos professores Luciano Mendes e Catarina Barbosa Careta, docentes do Departamento de Economia, Administração e Sociologia (LES) e membros da Comissão de Relações Institucionais (CRInst) da Esalq.

Essa continuidade não foi casual. O projeto se inseriu no Plano de Metas 2019–2022 da área de Relações Institucionais, cujo objetivo estratégico de Marketing e Visibilidade previa, entre suas ações prioritárias, o mapeamento e a organização dos fluxos de atividades de ensino, pesquisa e extensão da instituição. O levantamento e a modelagem dos processos das áreas administrativas e acadêmicas, realizados inicialmente pelos estudantes nas disciplinas do Curso de Administração, respondiam diretamente a essa demanda institucional.

O projeto contou com o apoio da área de Relações Institucionais, representada pela servidora Luciana Joia de Lima, e com a atuação sequencial de cinco bolsistas de graduação, cada um com dedicação de dez horas semanais: Lucas Avancini (Administração), Bruna Argento (Administração), Marcela Mian (Economia), Nathálie Del’Omo Franco (Administração) e Arthur Piedade (Administração). Essa estrutura com bolsistas dedicados, apoio institucional formalizado e vínculo em um plano estratégico vigente constituiu a condição material que permitiu transformar o produto acadêmico em um recurso de longa duração, garantindo que o conhecimento gerado em sala de aula alcançasse, de forma efetiva, a gestão organizacional da instituição.

4.2. O processo de revisão e validação das modelagens

A função central dos bolsistas foi revisar as modelagens produzidas pelos grupos de estudantes em 2020 e validá-las junto às próprias áreas da Esalq. O protocolo de validação seguiu três etapas sistemáticas: (i) revisão técnica interna, na qual os bolsistas verificavam a conformidade dos modelos com a notação BPMN 2.0 e a consistência lógica dos fluxos; (ii) validação empírica junto às áreas, por meio de reuniões presenciais ou virtuais com os responsáveis pelos processos, nas quais os modelos eram apresentados e discutidos ponto a ponto; e (iii) incorporação de ajustes, quando as áreas indicavam inconsistências, atualizações decorrentes de mudanças nos processos ou processos adicionais não contemplados originalmente. Esse protocolo garantiu que o acervo final não refletisse apenas a interpretação discente, mas a realidade organizacional confirmada pelos próprios atores institucionais. O resultado desse esforço cumulativo é expresso em números: ao final de dezembro de 2024, o acervo contava com 323 modelagens de processos distribuídas entre 15 áreas administrativas e acadêmicas da Esalq/USP. O Quadro 2 apresenta a relação de áreas mapeadas e o número de modelagens validadas por área.

Quadro 2. Panorama das modelagens BPMN validadas por área da Esalq/USP
(2021–2024)

Área	Sigla	Nº de Modelagens
Assistência Técnica Acadêmica	ATAC	5
Serviço de Graduação	ATAC SVG	19
Serviço de Pós-Graduação	ATAC SVPG	16
Serviço de Atividades Internacionais	ATAC SVAInt	10
Serviço de Cultura e Extensão Universitária	ATAC SVCEx	7
Serviço de Apoio à Pesquisa	ATAC SVAPESQ	15
Assistência Técnica Administrativa	ATAD	79
Assistência Técnica Financeira	ATFN	92
Divisão de Comunicação	DVCUMUN	8
Divisão de Biblioteca	DIBD	28
Serviço de Estações Experimentais	SVEE	4
Serviço de Contabilidade	SVCONT	14
Serviço de Ger. Ambiental e Resíduos Químicos	SVGAMRQ	1
Seção Técnica de Informática	SIESALQ	25
TOTAL		323

Fonte: Elaborado pelos autores com base na Relação de Modelagens – Status Geral (dez. 2024). Validação final:

17/12/2024

A amplitude do acervo evidencia o escopo do projeto. Áreas administrativas com processos de alta frequência, como o Serviço de Graduação (19 modelagens) e a Divisão de Biblioteca (28 modelagens), e áreas com processos mais especializados, como Gerenciamento Ambiental (uma modelagem de processo complexo), foram igualmente contempladas. A diversidade de áreas enriquece o acervo como recurso institucional e demonstra a generalidade do método.

4.3. O tutorial Bizagi Modeler como produção de extensão

Uma das contribuições adicionais do projeto foi a produção de um Tutorial de Utilização do Software Bizagi Modeler, elaborado pelo bolsista Arthur Piedade (Administração) e revisado pela professora Catarina Barbosa Careta e pela servidora Luciana Joia de Lima. O tutorial, datado de abril de 2023, descreve em linguagem acessível os passos para criação de conta, download, instalação e uso básico do Bizagi Modeler, incluindo a simbologia BPMN fundamental e os procedimentos de salvamento e exportação dos diagramas em PDF.

O documento foi produzido com o objetivo de servir como guia prático para futuras turmas que realizem o Projeto Integrado na Disciplina LES0750, e ser disponibilizado às áreas administrativas da Esalq/USP para que os próprios funcionários possam consultar, atualizar ou ampliar as modelagens de seus processos de forma autônoma. Trata-se de aspecto central para a sustentabilidade do BPM, em que a valorização do esforço de mapeamento de processos depende da capacidade da organização de internalizar a lógica e as ferramentas (ABPMP, 2021; Baldam *et al.*, 2014). A produção do tutorial representa, portanto, sobretudo um mecanismo de transferência de competência técnica para a instituição, reduzindo a dependência de consultoria externa para manutenção do acervo.

4.4. O acervo como recurso de gestão: disponibilização para os gestores

Concluído o processo de revisão e validação, as modelagens foram organizadas e disponibilizadas em repositório digital (Google Drive), com acesso estruturado por área e por processo. Cada modelagem está armazenada em formato PDF e, quando aplicável, também no formato nativo do Bizagi Modeler (.bpm), permitindo futuras atualizações pelos próprios gestores das áreas.

A disponibilização das modelagens para os gestores representa a conversão do produto acadêmico em recurso organizacional. Um documento que mapeia como a matrícula de um aluno de graduação é processada, ou como um convênio internacional é negociado e tramitado, deixa de ser um exercício de sala de aula e passa a ser um instrumento de gestão: permite identificar gargalos, orientar treinamentos de novos funcionários, subsidiar decisões de automação e dar visibilidade ao trabalho realizado por cada setor. Marjanovic e Bandara (2011) apontam exatamente essa transformação, do mapa de processo como artefato acadêmico para instrumento de gestão, como o indicador mais robusto de sucesso de um projeto de BPM em contexto educacional.

É importante destacar que pesquisas futuras poderão utilizar esse material para análises comparativas entre áreas, identificação de padrões de gestão em IES públicas ou desenvolvimento e avaliação de propostas de automação e melhoria de processos.

A disponibilização das modelagens para os gestores representa a conversão do produto acadêmico em recurso organizacional.

5. Diretrizes para replicação em outros contextos

5.1. Condições institucionais favoráveis

A replicação do modelo requer algumas condições essenciais. O alinhamento entre docentes de disciplinas complementares vai além da coordenação de calendários: implica um projeto pedagógico compartilhado, com objetivos comuns e critérios de avaliação articulados. Bandara *et al.* (2010) identificaram a interdisciplinaridade como o principal desafio institucional no ensino de BPM e também como seu maior potencial pedagógico.

Sua viabilização externa depende da existência de parceiros institucionais reais dispostos a abrir seus processos para análise estudantil. A própria instituição de ensino como objeto de estudo, como ocorreu na Esalq, oferece acessibilidade e relevância simultâneas. Em outras instituições, esse papel pode ser desempenhado por micro e pequenas empresas locais, como preveem as atividades de extensão da disciplina LES0750 ou por órgãos públicos municipais.

Projetos de BPM que encerram com a disciplina produzem modelos úteis, mas sua vida útil é limitada. O modelo de bolsistas de extensão mostrou-se eficaz para manter o acervo atualizado e validá-lo junto às áreas, transformando o produto acadêmico em recurso institucional de longo prazo.

Há ainda uma exigência raramente mencionada em relatos pedagógicos: a carga horária e o esforço docente necessários para viabilizar projetos dessa natureza. Acompanhar 16 grupos em mapeamentos de processos reais exige significativamente mais tempo do que ministrar aulas expositivas ou aplicar avaliações tradicionais. Os professores precisam dedicar horas à mediação com gestores institucionais, à revisão detalhada de cada entrega e à coordenação da continuidade com bolsistas. Essa realidade impõe uma reflexão honesta sobre as condições materiais do ensino universitário, uma vez que sem reconhecimento institucional, projetos integrados dessa envergadura tornam-se inviáveis para a maioria dos docentes. A sustentabilidade de iniciativas como a descrita neste capítulo depende, portanto, de arranjos institucionais concretos que reconheçam o tempo adicional exigido pelo ensino experiencial e não apenas de boa vontade individual.

5.2. Estrutura mínima recomendada e adaptações para diferentes cursos da área

Com base na experiência analisada e na literatura revisada, sugere-se a seguinte estrutura mínima para projetos similares:

- **Progressão em fases:** as atividades devem avançar do diagnóstico para a análise e, somente então, para a proposta. Inversamente sequenciados, os projetos tendem a gerar propostas desconectadas do contexto real.
- **Ferramenta de modelagem baseada em BPMN:** o uso de uma ferramenta padronizada é inegociável. O Bizagi Modeler, por ter versão inicial gratuita e ser amplamente utilizado no mercado, mostrou-se adequado ao contexto de graduação.

- **Roteiro estruturado de coleta de dados:** um instrumento que guie a elicitación das dimensões do processo é fundamental para garantir que a modelagem posterior tenha base empírica sólida.
- **Avaliação processual e iterativa:** múltiplas entregas com feedback ao longo do semestre são preferíveis a uma única avaliação final, pois permitem correções de rumo e desenvolvem a capacidade de revisar trabalhos.
- **Mecanismo de continuidade institucional:** a criação de um repositório compartilhado e o envolvimento de bolsistas para revisão das modelagens ao longo dos semestres seguintes ampliam o impacto do projeto.

O modelo é adaptável a diferentes cursos de Ciências Sociais Aplicadas. Em cursos de Ciências Contábeis, o foco pode recair sobre processos contábeis, fiscais e de auditoria, com integração com disciplinas de sistemas ERP. Em cursos de Gestão da Informação e Biblioteconomia, a ênfase pode estar nos processos informacionais e fluxos documentais. Em cursos de Ciências Econômicas, a modelagem de processos pode ser utilizada em disciplinas de organização industrial ou economia das organizações. Em todos os casos, a lógica é a mesma: usar o BPM como linguagem que torna visível o que as teorias descrevem em abstrato.

6. Considerações finais

Este capítulo apresentou e analisou uma experiência de aplicação de *Business Process Management* como método pedagógico integrador na graduação em Administração, a partir do Projeto Integrado das Disciplinas LES0328 e LES0750 da Esalq/USP. O argumento de que o BPM é um elo faltante na formação do administrador, capaz de conectar estrutura organizacional, processos de negócio e sistemas de informação em uma só experiência de aprendizagem, encontra suporte na literatura e nos resultados observados.

A experiência da Esalq/USP demonstra que estudantes de graduação são capazes de mapear, analisar e propor melhorias em processos organizacionais reais quando colocados em uma estrutura pedagógica adequada. O que os diferencia de profissionais mais experientes não é a incapacidade analítica, mas a ausência de contexto e de ferramentas para agir no ambiente real.

A continuidade do projeto por quatro anos após o semestre inicial, com a produção de 323 modelagens validadas, um tutorial de uso do software Bizagi Modeler para as áreas administrativas e a disponibilização do acervo para os gestores da instituição, adiciona uma dimensão que poucos relatos da literatura contemplam, que é a transformação do exercício acadêmico em recurso institucional de longa duração.

Em termos de agenda de pesquisa, a experiência abre quatro frentes prioritárias para investigações futuras: 1) Avaliação longitudinal do impacto: investigar como a experiência de BPM integrado influencia a trajetória profissional dos egressos, especialmente sua capacidade de atuar em projetos de transformação organizacional; 2) Desenvolvimento de instrumentos avaliativos: criar e validar rubricas específicas para avaliação de competências de BPM na graduação, contribuindo para o rigor

metodológico do ensino na área; 3) Análise comparativa de padrões de gestão: utilizar o acervo de 323 modelagens para identificar padrões de gestão em Instituições de Ensino Superior públicas brasileiras, gerando conhecimento aplicável ao setor; 4) Investigação da continuidade pós-disciplina: examinar como mecanismos de continuidade (bolsistas, repositórios institucionais) afetam a consolidação do aprendizado e o impacto organizacional de projetos de BPM acadêmico.

Referências

- ABPMP – Association of Business Process Management Professionals. (2021). *BPM CBOK version 4.0* (Benedict, T., Kirchmer, M., Scarsig, M. Orgs.; Portuguese version). ABPMP.
- Baldam, R.; Valle, R.; Rozenfeld, H. (2014). *Gerenciamento de Processos de Negócio - BPM: Uma referência para implantação prática*. Elsevier.
- Bandara, W., Chand, D. R., Chircu, A. M., Hintringer, S., Karagiannis, D., Recker, J. C., van Rensburg, A., Usoff, C., & Welke, R. J. (2010). Business process management education in academia: Status, challenges, and recommendations. *Communications of the Association for Information Systems*, 27(1), 743–776.
- Carvalho, M. F. C., Aganette, E. C., & Maculan, B. C. M. S. (2025). BPM acadêmico: uma metodologia para modelagem de processos em IES. RDBCI: *Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação*, 24, e026001.
- Davenport, T. H. (2002). *Missão crítica: Obtendo vantagem competitiva com os sistemas de gestão empresarial*. Bookman.
- Dumas, M., La Rosa, M., Mendling, J., & Reijers, H. A. (2018). *Fundamentals of Business Process Management* (2. ed.). Springer.
- Kolb, D. A. (1984). *Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development*. Prentice Hall.
- Marjanovic, O., & Bandara, W. (2011). The current state of BPM education in Australia: Teaching and research challenges. In M. zur Muehlen & J. Su (Eds.), *Business Process Management Workshops: BPM 2010 International Workshops* (LNBIP, Vol. 66, pp. 775–789). Springer.
- Mintzberg, H. (1996). *Criando organizações eficazes*. Atlas.
- Object Management Group. (2011). *Business Process Model and Notation (BPMN), Version 2.0*. OMG. <https://www.omg.org/spec/BPMN/2.0/>
- Piedade, A. (2023). *Tutorial – Utilização do software Bizagi Modeler*. ESALQ/USP. (Documento de extensão revisado pela Profa. Catarina Barbosa Careta e Luciana Joia de Lima)
- Pridmore, J., & Godin, J. (2021). Business process management and digital transformation in higher education. *Issues in Information Systems*, 22(4), 180–190. https://doi.org/10.48009/4_iis_2021_180-190
- Seethamraju, R. (2012). Business process management: A missing link in business education.

- Business Process Management Journal*, 18(3), 532–547. <https://doi.org/10.1108/14637151211232696>
- Stoner, J. A., & Freeman, R. E. (1995). *Administração*. Prentice Hall do Brasil.
- Turra, M. E. D., Juliani, L. I., & Salla, N. M. C. G. (2018). Gestão de processos de negócio – BPM: Um estudo bibliométrico sobre a produção científica nacional. *Revista Administração em Diálogo*, 20(3), 46–68.
- Wiechetek, L., Medrek, M., & Banas, J. (2017). Business process management in higher education: The case of students of logistics. *Problemy Zarządzania*, 15(71), 146–164. <https://doi.org/10.7172/1644-9584.71.10>

Capítulo 22

A Administração Pública como campo interdisciplinar de formação, pesquisa e transformação institucional

Renato Eliseu Costa

Professor Doutor do Departamento de Economia, Administração e Sociologia da Esalq/USP

A presença da Administração Pública em um departamento que articula Economia, Administração e Sociologia deve ser compreendida como expressão de um campo intelectual que opera na fronteira entre instituições, organizações, mercados, territórios e direitos. A Administração Pública não é apenas uma área aplicada da administração geral nem uma extensão operacional da ciência política; ela constitui um campo próprio de reflexão sobre como o Estado organiza capacidades, distribui autoridade, coordena recursos escassos, regula conflitos coletivos e transforma decisões políticas em bens, serviços, garantias e resultados socialmente reconhecidos. Essa condição interdisciplinar torna a área particularmente estratégica para a formação de administradores e economistas, pois permite compreender que as escolhas públicas não são redutíveis a cálculos orçamentários, técnicas gerenciais ou normas jurídicas isoladas. Elas dependem de arranjos institucionais, disputas distributivas, capacidades burocráticas, instrumentos de implementação, legitimidade democrática e processos de avaliação.

Este capítulo apresenta uma leitura integrada da Administração Pública contemporânea e da produção de valor público no Brasil. O argumento central é que a gestão pública precisa ser compreendida como prática de construção institucional orientada por resultados coletivos, e não apenas como aplicação de técnicas administrativas em organizações governamentais. Para isso, o texto recupera autores clássicos e contemporâneos da área, articulando o legado burocrático de Weber (1978), a tradição fundadora de Wilson (1887) e Goodnow (1900), a crítica decisória de Simon (1947), a sensibilidade democrática de Waldo (1948), o debate gerencial sistematizado por Hood (1991), a governança em rede de Rhodes (1996), Pierre e Peters (2000), a nova governança pública de Osborne (2006) e o conceito de valor público desenvolvido por Moore (1995), Bozeman (2007), Benington e Moore (2011) e Meynhardt (2009).

Buscamos mostrar ao leitor que a Administração Pública é um campo acumulativo, atravessado por debates clássicos sobre burocracia, democracia, racionalidade, eficiência, equidade, implementação e participação. Em um livro comemorativo da história de um departamento universitário, esse esforço é relevante porque apresenta a área não como conjunto de temas dispersos, mas como espaço de formação, pesquisa e extensão capaz de dialogar com desafios concretos do Brasil contemporâneo.

No contexto brasileiro, a discussão ganha densidade adicional porque a Constituição Federal de 1988 consolidou um pacto ambicioso de direitos, descentralização federativa e participação social. Contudo, a distância entre promessa constitucional e entrega cotidiana de políticas públicas permanece profunda. A desigualdade

*A Administração Pública
se firma como campo
indispensável para
compreender as mediações
entre projeto constitucional,
capacidade estatal e
resultados coletivos.*

territorial, a heterogeneidade administrativa dos municípios, a fragmentação federativa, a instabilidade fiscal, a fragilidade de indicadores e a desigualdade de acesso a capacidades técnicas tornam a produção de valor público uma tarefa complexa.

Diante desse cenário, a Administração Pública se firma como campo indispensável para compreender as mediações entre projeto constitucional, capacidade estatal e resultados coletivos. Assim, a presença da área no departamento não apenas amplia sua vocação interdisciplinar, mas também fortalece sua contribuição para a formação de profissionais capazes de interpretar, formular, implementar e avaliar respostas públicas diante dos principais desafios nacionais.

1. Administração Pública como campo de conhecimento, formação e intervenção democrática

A Administração Pública deve ser compreendida como campo de conhecimento, campo profissional e campo de intervenção democrática. Como campo de conhecimento, mobiliza ciência política, economia, sociologia, direito, administração, estatística, planejamento e avaliação de políticas públicas. Como campo profissional, forma pessoas capazes de atuar em governos, organizações da sociedade civil, organismos internacionais, empresas que se relacionam com o setor público, instituições de controle, conselhos e instâncias de governança. Como campo de intervenção democrática, lida com decisões que definem quem acessa serviços, quais problemas entram na agenda, quais grupos são priorizados e como se distribuem benefícios, custos e responsabilidades na sociedade.

A tradição norte-americana da área nasce fortemente marcada pelo esforço de diferenciar administração e política. Wilson (1887) defendia o estudo sistemático da administração como condição para tornar o governo mais eficiente e responsivo, enquanto Goodnow (1900) propunha distinguir a formulação da vontade do Estado e sua execução administrativa. Essa separação, embora historicamente importante, foi amplamente problematizada por autores posteriores. Waldo (1948) mostrou que a administração pública não pode ser tratada como técnica neutra, pois toda prática administrativa carrega valores, concepções de democracia e escolhas sobre autoridade. Simon (1947), ao criticar os chamados princípios administrativos, deslocou o debate para os processos decisórios, racionalidade limitada e comportamento organizacional, mostrando que decisões públicas são tomadas sob restrições informacionais, cognitivas e institucionais.

Essa trajetória é importante para a formação em Administração e Economia porque revela que a ação pública não pode ser entendida apenas como problema de eficiência. A eficiência é indispensável, mas precisa ser situada ao lado de legalidade, equidade, *accountability*, legitimidade e capacidade de produzir bem-estar coletivo. Para estudantes de Administração, a área evidencia que organizações públicas possuem objetivos múltiplos, autoridade legal, escrutínio político e obrigações democráticas. Já para estudantes de Economia, demonstra que políticas públicas não se encerram em desenho de incentivos, pois dependem de implementação, burocracias, coalizões, instrumentos, capacidades territoriais e aceitação social.

No Brasil, essa agenda dialoga com a constituição histórica de um Estado marcado por modernização seletiva, desigualdades regionais e convivência entre burocracia profissional, patrimonialismo, clientelismo, gerencialismo e experiências participativas. Bresser-Pereira (1996) inscreveu a reforma gerencial no debate sobre crise do Estado e reconstrução da capacidade administrativa, enquanto Abrucio (1997) analisou os avanços e limites da experiência gerencial, mostrando que a importação de modelos internacionais precisa considerar o federalismo, a democracia e as desigualdades brasileiras. Paula (2005), por sua vez, problematizou a tensão entre administração pública gerencial e administração pública societal, destacando que a eficiência não pode suprimir a dimensão participativa e democrática da gestão pública.

Assim, criar uma área de gestão pública em um departamento de Economia, Administração e Sociologia significa instituir uma plataforma de diálogo entre saberes. Significa formar estudantes para compreender contratos, orçamentos, indicadores, conselhos, políticas, dados, desigualdades territoriais e arranjos de governança. Também significa construir pesquisa aplicada com rigor acadêmico, capaz de produzir conhecimento sobre problemas públicos concretos e contribuir para a qualificação da ação estatal e da sociedade civil.

Tabela 1. Matrizes clássicas e contemporâneas da Administração Pública

Matriz	Autores de referência	Contribuição para o capítulo
Fundação político-administrativa	Wilson; Goodnow	Define a administração como objeto de estudo e inaugura o debate sobre relação entre política e administração.
Burocracia racional-legal	Weber	Oferece a base normativa da impessoalidade, hierarquia, regra formal, carreira e autoridade legal.
Decisão e organização	Simon; March e Olsen	Introduz racionalidade limitada, escolhas institucionais, rotinas e comportamento organizacional.
Administração democrática	Waldo; Dahl	Mostra que gestão pública envolve valores, poder, pluralismo, legitimidade e democracia.
Nova Gestão Pública	Hood; Osborne e Gaebler; Pollitt e Bouckaert	Enfatiza desempenho, contratualização, competição, indicadores e orientação para resultados, com limites democráticos.
Governança pública	Rhodes; Pierre e Peters; Kooiman; Osborne	Destaca redes, interdependência, coordenação, coprodução e ação pública multissetorial.
Valor público	Moore; Bozeman; Benington; Meynhardt	Integra resultados, legitimidade, valores públicos, experiência social e capacidade operacional.

Fonte: Elaborado pelo autor

2. Da burocracia weberiana à governança pública: continuidades, rupturas e combinações

A tradição burocrática permanece como ponto de partida incontornável para compreender a Administração Pública moderna. Weber (1978) identificou na burocracia racional-legal uma forma de dominação baseada em regras abstratas, hierarquia funcional, competência técnica, documentação escrita, impessoalidade e carreira. Em sua formulação, a burocracia não era sinônimo de ineficiência, mas de previsibilidade, racionalização e separação entre patrimônio público e interesses privados. Em sociedades complexas, esse modelo permitiu ao Estado ampliar escala, padronizar procedimentos, reduzir arbitrariedades e construir capacidade administrativa.

Entretanto, a burocracia também apresenta limites quando se converte em formalismo excessivo, rigidez procedimental e baixa sensibilidade às necessidades dos cidadãos. Merton (1940) já havia chamado atenção para as disfunções burocráticas, indicando que a adesão rígida às regras pode deslocar fins substantivos e transformar meios em fins. Crozier (1964) reforçou que organizações burocráticas podem gerar círculos viciosos de centralização, bloqueio da aprendizagem e resistência à mudança. No Brasil, esses limites são agravados por desigualdades territoriais e assimetrias institucionais: a mesma regra formal pode produzir efeitos muito diferentes em municípios com capacidades administrativas desiguais.

A partir das décadas de 1980 e 1990, a agenda da Nova Gestão Pública ganhou força em diversos países. Hood (1991) sintetizou esse movimento como combinação de gestão profissional, padrões explícitos de desempenho, ênfase em resultados, desagregação de unidades, competição, disciplina no uso de recursos e importação de práticas privadas. Osborne e Gaebler (1992) popularizaram a ideia de um governo empreendedor, enquanto Pollitt e Bouckaert (2011) mostraram que as reformas gerenciais assumiram trajetórias distintas conforme tradições administrativas, regimes políticos e capacidades institucionais. A contribuição dessa agenda foi recolocar desempenho, custos, qualidade e resultados no centro da gestão pública; seu limite foi frequentemente reduzir cidadãos a clientes e subestimar valores públicos não mensuráveis por indicadores simples.

A governança pública emerge como resposta às insuficiências tanto do modelo burocrático fechado quanto do gerencialismo estritamente competitivo. Rhodes (1996) definiu a governança como processo de governo por redes, marcado pela interdependência entre organizações públicas e não públicas. Pierre e Peters (2000) destacaram que governar envolve coordenar atores, instituições e instrumentos em ambientes fragmentados. Kooiman (2003) ampliou essa discussão ao tratar a governança como interação entre sistemas sociais e político-administrativos. Osborne (2006) formulou a Nova Governança Pública como paradigma centrado em redes interorganizacionais, coprodução e prestação de serviços em contextos plurais.

Esses paradigmas não se substituem linearmente. A administração pública real combina burocracia, gestão por resultados, governança em rede e formas emergentes de governo digital. A questão analítica central deixa de ser escolher um paradigma único e passa a ser compreender qual combinação

institucional é adequada a cada problema público. Serviços de proteção social exigem presença territorial, vínculos comunitários e coordenação intersetorial; compras públicas exigem legalidade, planejamento, gestão de risco e análise de mercado; políticas ambientais exigem regulação, ciência, pactuação federativa e fiscalização; governo digital exige dados, interoperabilidade, proteção de direitos e inclusão.

Tabela 2. Paradigmas administrativos e suas implicações para a produção de valor público

Paradigma	Ênfase	Risco principal	Contribuição quando bem articulado
Burocrático	Legalidade, impessoalidade, previsibilidade e carreira	Formalismo, lentidão e baixa adaptação	Protege direitos, reduz arbitrariedade e sustenta continuidade institucional.
Gerencial	Eficiência, metas, desempenho e resultados	Reduccionismo de mercado e indicadores estreitos	Aumenta foco em entregas, custos, qualidade e responsabilização.
Governança pública	Redes, coordenação e participação	Fragmentação decisória e baixa clareza de responsabilidades	Permite enfrentar problemas complexos que exigem múltiplos atores.
Valor público	Resultados coletivos, legitimidade e capacidade operacional	Uso retórico sem método de avaliação	Integra desempenho, democracia, equidade e experiência social.
Governo digital	Dados, tecnologia, interoperabilidade e serviços digitais	Exclusão digital, vigilância e tecnocracia	Amplia acesso, transparência e inteligência decisória quando orientado por direitos.

Fonte: Elaborado pelo autor

3. Valor público como categoria integradora da Administração Pública contemporânea

O conceito de valor público, associado de forma seminal a Moore (1995), oferece uma síntese potente para a Administração Pública contemporânea. O ponto central é que gestores públicos devem ser avaliados pela capacidade de produzir resultados que sejam publicamente valiosos, politicamente legítimos e operacionalmente viáveis. O chamado triângulo estratégico de Moore articula três dimensões: definição substantiva de valor, legitimidade e apoio do ambiente autorizador, e capacidade operacional. Uma política pode ser tecnicamente desejável, mas inviável sem capacidade; pode ser operacionalmente possível, mas ilegítima sem autorização democrática; pode ser popular, mas produzir baixo valor se não enfrentar problemas relevantes.

Bozeman (2007) complementa esse debate ao deslocar a atenção para valores públicos e falhas de valor público. Enquanto a teoria econômica tradicional enfatiza falhas de mercado, Bozeman sugere que sociedades também enfrentam situações em que valores coletivos fundamentais não são protegidos por instituições públicas ou privadas. Essa perspectiva é relevante para campos como equidade, transparência, inclusão, proteção ambiental, direitos humanos e acesso a serviços essenciais. Benington e Moore (2011) ampliam essa reflexão ao mostrar que valor público não é apenas aquilo que o governo entrega, mas também aquilo que se constrói no espaço público por meio de deliberação, conflito, cooperação e aprendizagem social.

Meynhardt (2009) introduz uma perspectiva psicossocial importante ao indicar que o valor público é percebido pelos indivíduos a partir de experiências em estruturas sociais. Isso significa que o valor público não se esgota na intenção governamental nem na existência formal de um programa. Ele depende de como cidadãos, usuários, trabalhadores públicos e comunidades experimentam os serviços, reconhecem direitos, percebem justiça, constroem confiança e identificam sentido coletivo na ação pública. Essa formulação aproxima valor público de legitimidade, confiança institucional e reconhecimento social.

A força analítica do conceito está em integrar dimensões frequentemente tratadas de modo separado. Eficiência sem legitimidade pode produzir tecnocracia insensível. Participação sem capacidade pode gerar frustração. Legalidade sem resultados pode produzir conformidade vazia. Inovação sem equidade pode ampliar desigualdades. A categoria de valor público obriga a Administração Pública a perguntar simultaneamente: quais resultados importam, para quem importam, quem participa da definição desses resultados, quais capacidades são necessárias para produzi-los e como a sociedade reconhecerá sua relevância.

No Brasil, esse debate deve ser conectado ao pacto constitucional de 1988. Valor público não pode ser definido apenas como satisfação individual de usuários, mas como realização progressiva de direitos, redução de desigualdades, proteção de grupos vulnerabilizados, fortalecimento democrático e desenvolvimento territorial. A Constituição estabeleceu saúde, educação, assistência social, previdência, meio ambiente, cultura, segurança, proteção à infância, à juventude e à pessoa idosa como dimensões da vida pública. Logo, a gestão pública orientada por valor deve articular indicadores de eficiência com critérios de justiça social, territorialidade, participação e sustentabilidade.

4. Capacidades estatais, participação social e geração de valor público

A produção de valor público depende da articulação entre capacidades estatais, instituições democráticas e formas qualificadas de participação social. O Estado não produz valor público apenas ao formular normas, criar programas ou reconhecer direitos; ele o faz quando consegue transformar decisões políticas em bens, serviços, garantias, proteção, desenvolvimento e resultados socialmente reconhecidos. Essa transformação exige capacidades técnico-administrativas, político-relacionais, institucionais, territoriais e democráticas.

A literatura institucionalista e sociológica é fundamental para compreender essa relação. Evans, Rueschemeyer e Skocpol (1985) recolocaram o Estado no centro da análise social, recusando interpretações que reduzem a ação estatal a reflexo de interesses sociais ou de dinâmicas de mercado. Evans (1995), com a noção de autonomia inserida, mostrou que Estados eficazes combinam burocracias profissionais relativamente autônomas com vínculos densos com atores econômicos e sociais. Mann (1984), ao diferenciar poder despótico e poder infraestrutural, destacou que a capacidade estatal depende da presença institucional no território e da habilidade de implementar decisões. North (1990), por sua vez, demonstrou que instituições estruturam incentivos, reduzem incertezas e condicionam o desempenho econômico e político.

Essas contribuições são decisivas para o Brasil. A existência de direitos constitucionais, normas nacionais e programas federais não garante, por si só, capacidade de implementação. A Constituição Federal de 1988 consolidou um pacto ambicioso de direitos, descentralização federativa e participação social, mas a distância entre promessa constitucional e entrega cotidiana permanece marcada por desigualdades territoriais. Municípios diferem profundamente em arrecadação, quadros técnicos, acesso a dados, infraestrutura administrativa, planejamento, estabilidade institucional e densidade de redes locais. Arretche (2012) mostra que o federalismo brasileiro combina descentralização política com mecanismos nacionais de coordenação e redução de desigualdades. Abrucio, Franzese e Sano (2010) ressaltam a importância da coordenação federativa e da cooperação intergovernamental, enquanto Souza (2006) lembra que políticas públicas devem ser analisadas a partir de instituições, interesses, ideias e relações federativas, e não como simples produtos técnicos de desenho governamental.

Nesse debate, Pires e Gomide (2016) distinguem capacidades técnico-administrativas e político-relacionais. A primeira envolve recursos humanos, informação, planejamento, orçamento, procedimentos, instrumentos de gestão, monitoramento e avaliação. A segunda envolve coordenação, negociação, participação, escuta, pactuação e articulação com atores sociais e políticos. Essa distinção evita reduzir capacidade estatal à burocracia interna. Políticas públicas eficazes exigem técnica, mas também legitimidade, coordenação e pactuação. Um desenho tecnicamente consistente pode fracassar se não dialogar com os atores que o executam, fiscalizam, financiam ou vivenciam seus efeitos.

Por isso, a participação social deve ser compreendida não como elemento externo à capacidade estatal, mas como uma de suas dimensões constitutivas. Ostrom (1990) demonstrou que comunidades podem construir regras compartilhadas para gerir recursos comuns, superando a oposição rígida entre Estado centralizado e mercado. Posteriormente, Ostrom (2010) enfatizou arranjos policêntricos, nos quais múltiplos centros de decisão interagem em diferentes escalas. Essa perspectiva é relevante diante de problemas complexos, como pobreza, educação, saúde, meio ambiente, mobilidade, segurança alimentar e proteção social, nos quais nenhum ator detém isoladamente todos os recursos, informações e capacidades necessários.

A governança colaborativa aprofunda essa leitura. Ansell e Gash (2008) a definem como arranjos em que atores públicos e privados participam de processos coletivos, formalizados, orientados por consenso e voltados à decisão ou implementação de políticas. Emerson e Nabatchi (2015) ampliam

essa abordagem ao destacar engajamento, motivação compartilhada e capacidade de ação conjunta. Fung (2006), ao discutir minipúblicos e desenhos participativos, mostra que a participação varia conforme quem participa, como participa e qual autoridade exerce. Assim, conselhos, conferências, audiências, consultas digitais, orçamentos participativos e instâncias colaborativas possuem diferentes graus de inclusão, influência e consequência institucional.

No Brasil, a participação social ganhou institucionalidade após 1988 por meio de conselhos, conferências, orçamento participativo, audiências públicas, fóruns, ouvidorias e instâncias de controle social. Avritzer (2002) analisou a emergência dessas instituições participativas; Dagnino (2002) discutiu as disputas entre projetos políticos no interior da sociedade civil e do Estado; e Tatagiba (2002) mostrou que conselhos gestores podem representar inovação democrática, mas também são atravessados por assimetrias de informação, disputas de representação e limites de incidência. Participar, portanto, não significa automaticamente democratizar. A contribuição da participação para o valor público depende de representatividade, acesso à informação, equilíbrio de poder, capacidade técnica, transparência, *accountability* e influência real sobre formulação, implementação e avaliação.

A coprodução amplia o argumento ao reconhecer que cidadãos e organizações sociais não são apenas destinatários das políticas. Famílias participam da educação, usuários colaboram com tratamentos de saúde, comunidades monitoram riscos ambientais, conselhos acompanham fundos públicos, organizações executam serviços, universidades produzem evidências e redes locais apoiam a implementação. Contudo, a coprodução não pode significar transferência indevida de responsabilidades estatais para indivíduos ou comunidades vulnerabilizadas. Quando bem estruturada, amplia a capacidade coletiva de produzir bens públicos, fortalece vínculos entre Estado e sociedade e melhora a aderência territorial das políticas.

Desse modo, capacidades estatais e participação social são dimensões complementares da geração de valor público. A capacidade técnico-administrativa organiza recursos, informações e instrumentos; a capacidade político-relacional permite negociar, coordenar, escutar e construir legitimidade; e a participação qualifica democraticamente a ação pública. A produção de valor público nasce justamente dessa articulação entre Estado capaz, instituições legítimas, participação qualificada e resultados socialmente reconhecidos.

5. Governo digital, inovação pública e riscos de tecnocracia

A transformação digital tornou-se dimensão incontornável da Administração Pública contemporânea. Dunleavy, Margetts, Bastow e Tinkler (2006) formularam a ideia de governança da era digital, destacando reintegração, orientação por necessidades dos usuários e digitalização de processos. Fountain (2001) mostrou que tecnologia não transforma automaticamente o Estado; ela é mediada por instituições, regras, culturas organizacionais e escolhas políticas. Margetts e Dunleavy (2013) reforçaram que o digital altera capacidades de coordenação, transparência, participação e prestação de serviços, mas também cria novos riscos relacionados a vigilância, exclusão e dependência tecnológica.

A inovação pública deve ser compreendida de forma mais ampla que adoção de ferramentas. Mazzucato (2013, 2021) argumenta que o Estado pode atuar de modo empreendedor e orientado por missões, mobilizando capacidades públicas para enfrentar desafios complexos. Sørensen e Torfing (2011) relacionam inovação pública à colaboração, aprendizagem e governança em rede. No Brasil, Cavalcante e Cunha (2017) discutem inovação no setor público como processo que envolve ideias, experimentação, capacidades burocráticas e contexto institucional. Essa perspectiva é relevante porque evita a visão de que inovação é apenas digitalização de formulários ou criação de aplicativos.

A gestão pública digital pode produzir valor público quando amplia acesso, reduz custos de transação, melhora transparência, integra bases de dados, qualifica decisões e simplifica a vida dos cidadãos. Contudo, pode destruir valor público quando exclui pessoas sem acesso digital, torna processos opacos, automatiza desigualdades, fragiliza privacidade ou substitui deliberação por decisões algorítmicas sem controle social. Por isso, a agenda digital precisa

estar vinculada a direitos, inclusão, segurança da informação, interoperabilidade, linguagem simples, acessibilidade e governança de dados.

Essa discussão é particularmente importante para a formação de estudantes de Administração e Economia. O futuro gestor público precisará compreender dados, plataformas, contratos de tecnologia, proteção de dados, ética algorítmica, indicadores em tempo real e análise de custos. Mas também precisará compreender que tecnologia é instrumento, não finalidade. A pergunta orientadora permanece a mesma: a inovação aumenta capacidade estatal, legitimidade, equidade e resultados públicos relevantes?

*A gestão pública digital
pode produzir valor público
quando amplia acesso,
reduz custos de transação,
melhora transparência,
integra bases de dados,
qualifica decisões e
simplifica a vida dos
cidadãos.*

Tabela 3. Usos de tecnologia pública e critérios de valor público

Uso tecnológico	Potencial de valor	Critério crítico de avaliação
Serviços digitais	Redução de deslocamentos, filas e custos de transação	Acesso para pessoas com baixa conectividade, deficiência ou baixa alfabetização digital.
Bases integradas	Melhor diagnóstico, focalização e monitoramento	Proteção de dados, qualidade cadastral e prevenção de exclusões indevidas.
Painéis de indicadores	Transparência e acompanhamento de metas	Indicadores compreensíveis, atualizados e úteis para decisão pública.
Automação administrativa	Agilidade, padronização e redução de retrabalho	Controle humano, auditabilidade e prevenção de vieses.
Participação digital	Ampliação de consultas e escuta social	Representatividade, moderação, acessibilidade e efeito real sobre decisões.

Fonte: Elaborado pelo autor

6. Administração Pública, Economia e Sociologia: uma convergência necessária

A Administração Pública ganha força analítica quando dialoga com Economia e Sociologia. A Economia contribui com análise de incentivos, escolhas coletivas, finanças públicas, orçamento, avaliação de custos, regulação, teoria dos contratos e economia política. Autores como Olson (1965, 1982), North (1990) e Ostrom (1990) mostram que instituições, ação coletiva e regras de governança moldam resultados econômicos e sociais. Sen (1999) amplia esse debate ao compreender desenvolvimento como expansão de capacidades e liberdades, perspectiva especialmente útil para conectar políticas públicas, justiça social e bem-estar.

A Sociologia contribui ao evidenciar que o Estado atua em sociedades estruturadas por desigualdades, classes, grupos, redes, identidades, territórios e conflitos. A análise sociológica permite compreender por que políticas formalmente universais produzem efeitos diferenciados; por que a relação entre cidadão e Estado é atravessada por reconhecimento, estigma, confiança e poder; e por que organizações públicas operam em ambientes institucionais densos. DiMaggio e Powell (1983), ao discutir isomorfismo institucional, mostram como organizações tendem a se tornar semelhantes por pressões coercitivas, normativas e miméticas, o que ajuda a explicar a difusão de modelos de gestão pública nem sempre adaptados aos contextos locais.

A Administração, por sua vez, oferece instrumentos de organização, estratégia, processos, pessoas, projetos, governança, liderança, compras, logística e gestão do desempenho. Contudo, quando

aplicada ao setor público, precisa reconhecer que a organização pública não é apenas unidade produtiva, mas parte de um regime democrático, jurídico e federativo. O diálogo entre esses campos permite formar profissionais capazes de interpretar orçamentos, avaliar políticas, compreender desigualdades, liderar equipes, negociar com atores sociais, estruturar indicadores e tomar decisões sob restrições.

Essa convergência também favorece uma agenda de pesquisa mais relevante. Problemas como evasão escolar, baixa capacidade municipal, insegurança alimentar, envelhecimento populacional, crise climática, compras públicas, saneamento, violência, proteção social e transformação digital não pertencem a uma disciplina única. Eles exigem pesquisas que combinem modelos teóricos, evidências empíricas e sensibilidade institucional. É nesse ponto que uma área de gestão pública pode se tornar estratégica para o departamento: ela cria pontes entre análise econômica, compreensão sociológica e ação administrativa.

7. O que significa formar para gestão pública hoje

Formar para gestão pública hoje significa preparar estudantes para lidar com problemas complexos, incompletos e contestados. Rittel e Webber (1973) chamaram esses problemas de *wicked problems*, isto é, problemas sem definição única, sem solução final evidente e com múltiplos valores em disputa. Políticas de pobreza, crise climática, segurança pública, mobilidade, envelhecimento, educação e proteção social possuem essa característica. Elas não podem ser resolvidas apenas por técnica, mas tampouco podem prescindir dela. Exigem análise, escuta, coordenação, experimentação, avaliação e aprendizagem.

A formação em gestão pública deve, portanto, combinar fundamentos teóricos, capacidade analítica e experiência prática. Fundamentos teóricos permitem compreender burocracia, democracia, instituições, federalismo, governança e valor público. Capacidade analítica permite trabalhar com dados, indicadores, métodos de pesquisa, avaliação e orçamento. Experiência prática permite lidar com casos, projetos, simulações, diagnósticos territoriais, entrevistas com gestores, análise de documentos públicos e elaboração de propostas de intervenção. Essa combinação evita tanto o academicismo distante quanto o pragmatismo sem reflexão.

Para um departamento que reúne Administração, Economia e Sociologia, essa formação pode constituir diferencial. Ela permite que estudantes compreendam a ação pública como organização, como escolha alocativa, como instituição social e como prática democrática. Também permite aproximar graduação, pesquisa e extensão por meio de projetos com municípios, conselhos, organizações sociais, escolas, órgãos públicos e redes territoriais. A gestão pública, nesse sentido, torna-se ponte entre universidade e sociedade.

Tabela 4. Competências formativas para uma área de gestão pública

Competência	Conteúdo associado	Aplicação prática
Leitura institucional	Estado, burocracia, federalismo, governança e democracia	Analisar arranjos de políticas públicas e relações intergovernamentais.
Análise de dados e indicadores	Estatística aplicada, bases administrativas e avaliação	Construir diagnósticos, painéis e relatórios de monitoramento.
Planejamento e orçamento	PPA, LDO, LOA, custos, metas e prioridades	Formular programas, ações, metas e estratégias de financiamento.
Gestão de projetos e compras	Projetos, contratos, riscos e implementação	Estruturar soluções públicas viáveis e juridicamente consistentes.
Participação e controle social	Conselhos, conferências, escuta e <i>accountability</i>	Desenhar mecanismos participativos e de prestação de contas.
Comunicação pública	Linguagem simples, transparência e diálogo social	Traduzir dados e decisões para públicos diversos.

Fonte: Elaborado pelo autor

8. Agenda de ensino, pesquisa e extensão em Gestão Pública no LES

A agenda de ensino, pesquisa e extensão em Gestão Pública deve aparecer como síntese propositiva do capítulo, porque ela conecta os fundamentos discutidos anteriormente a um projeto acadêmico concreto. Uma área de gestão pública em um departamento de Economia, Administração e Sociologia pode cumprir papel estratégico ao articular formação discente, produção de conhecimento aplicado e intervenção social qualificada. Essa agenda não deve ser entendida como apêndice pedagógico, mas como consequência lógica de uma concepção de Administração Pública orientada por valor público, capacidades estatais, evidências e democracia.

No ensino, a agenda deve oferecer disciplinas que combinem teoria e prática. Administração Pública pode funcionar como disciplina estruturante, apresentando paradigmas, autores, instituições e problemas centrais do campo. Finanças públicas e orçamento podem aproximar

os estudantes da dimensão fiscal e distributiva do Estado. Planejamento governamental pode trabalhar PPA, diagnósticos, metas e indicadores. Gestão de programas e projetos pode desenvolver metodologias de implementação, risco, compras e avaliação. Métodos de pesquisa e avaliação de políticas públicas podem formar estudantes capazes de produzir diagnósticos robustos e interpretar evidências. Temas transversais, como participação social, governo digital, integridade, desenvolvimento territorial e políticas sociais, podem ampliar a formação crítica.

Na pesquisa, a agenda deve priorizar problemas públicos relevantes para o Brasil. Isso inclui capacidades municipais, desigualdades territoriais, financiamento de políticas sociais, conselhos de direitos, compras públicas, fundos públicos, avaliação de programas, transformação digital, governança colaborativa, proteção de crianças e adolescentes, envelhecimento populacional, sustentabilidade e inovação pública. A pesquisa em gestão pública pode combinar métodos quantitativos e qualitativos, bases administrativas, estudos de caso, análise documental, entrevistas, *surveys*, avaliação de impacto, avaliação realista e produção de indicadores. O objetivo não é apenas publicar, mas produzir conhecimento verificável, útil e criticamente orientado.

Na extensão, a área pode construir pontes entre universidade e governos locais, conselhos, escolas, organizações da sociedade civil e redes de políticas públicas. Projetos de extensão podem apoiar diagnósticos municipais, formação de conselheiros, análise de planos, avaliação de programas, oficinas de planejamento, educação fiscal, transparência, uso de dados e fortalecimento de capacidades administrativas. Essa extensão não deve assumir postura assistencialista ou consultiva simples, mas pedagógica e colaborativa: a universidade aprende com os territórios, sistematiza conhecimento, devolve evidências e fortalece capacidades locais.

A densidade dessa agenda está precisamente em reconhecer os diferentes públicos envolvidos. Ela dialoga com estudantes de graduação e pós-graduação, pesquisadores, gestores municipais, conselheiros, organizações sociais, servidores, lideranças comunitárias, empresas que contratam com o poder público e cidadãos usuários de serviços. Uma área de gestão pública deve ser capaz de produzir conhecimento para múltiplos públicos sem perder rigor. Em um livro comemorativo, essa proposta evidencia que a disciplina não é apenas um componente curricular, mas uma agenda institucional de futuro para o departamento.

Essa agenda também permite reposicionar o papel da universidade pública. Ao formar estudantes, produzir pesquisa aplicada e desenvolver extensão, a universidade participa da produção de valor público. Ela amplia capacidades sociais, qualifica decisões, fortalece instituições e cria espaços de diálogo entre conhecimento e prática. Nesse sentido, a própria área de gestão pública pode ser lida como expressão do valor público universitário: formar pessoas capazes de compreender o Estado, aperfeiçoar políticas, proteger direitos, avaliar resultados e atuar eticamente diante de problemas coletivos.

Tabela 5. Agenda integrada de ensino, pesquisa e extensão em Gestão Pública

Eixo	Objetivo acadêmico
Ensino	Formar estudantes capazes de compreender instituições, dados, políticas, orçamento, participação e implementação.
Pesquisa	Produzir conhecimento verificável sobre problemas públicos brasileiros e suas capacidades de enfrentamento.
Extensão	Aproximar universidade, governos, conselhos e sociedade civil para fortalecer capacidades públicas.
Internacionalização	Conectar debates brasileiros a agendas globais de governança, desenvolvimento e valor público.
Impacto social	Transformar conhecimento acadêmico em melhoria institucional e proteção de direitos.

Fonte: Elaborado pelo autor

9. Considerações finais

A Administração Pública contemporânea deve ser compreendida como campo estratégico para sociedades que buscam combinar democracia, desenvolvimento, justiça social e capacidade institucional. O percurso teórico apresentado neste capítulo mostra que a área não se limita a técnicas de gestão nem a descrições normativas do Estado. Ela nasce de debates clássicos sobre burocracia, política, decisão e democracia; passa por reformas gerenciais e críticas ao formalismo; incorpora governança, redes, participação e coprodução; e encontra no valor público uma categoria integradora para pensar resultados, legitimidade e capacidade operacional.

No Brasil, essa discussão é inseparável do pacto constitucional de 1988 e das desigualdades territoriais que atravessam a implementação de políticas públicas. A promessa de direitos exige: Estado capaz, burocracias qualificadas, coordenação federativa, participação social, dados confiáveis, orçamento coerente e avaliação permanente. A produção de valor público não é automática: ela depende de instituições, pessoas, instrumentos, conhecimento, recursos e legitimidade. Depende também de uma formação universitária capaz de preparar profissionais para interpretar problemas complexos e atuar com responsabilidade técnica e democrática.

Ao reorganizar a agenda de ensino, pesquisa e extensão como seção conclusiva, este capítulo reforça que a criação de uma área de gestão pública não é apenas expansão temática, mas projeto acadêmico e institucional. Trata-se de construir um espaço capaz de articular Administração,

Economia e Sociologia em torno de problemas públicos concretos, formando estudantes, produzindo evidências e apoiando o fortalecimento de capacidades públicas. Em última instância, a contribuição da área consiste em ajudar a responder a uma pergunta fundamental: como transformar conhecimento universitário em valor público para a sociedade brasileira?

Referências

- Abrucio, F. L. (1997). *O impacto do modelo gerencial na administração pública: Um breve estudo sobre a experiência internacional recente*. ENAP.
- Abrucio, F. L. (2005). A coordenação federativa no Brasil: A experiência do período FHC e os desafios do governo Lula. *Revista de Sociologia e Política*, 24, 41-67. <https://doi.org/10.1590/S0104-44782005000100005>
- Abrucio, F. L., Franzese, C., & Sano, H. (2010). Coordenação e cooperação no federalismo brasileiro: Avanços e desafios. In L. F. Abrucio & M. R. Loureiro (Eds.), *O Estado numa era de reformas*. Fundação Konrad Adenauer.
- Ansell, C., & Gash, A. (2008). Collaborative governance in theory and practice. *Journal of Public Administration Research and Theory*, 18(4), 543-571. <https://doi.org/10.1093/jopart/mum032>
- Arretche, M. (2004). Federalismo e políticas sociais no Brasil: Problemas de coordenação e autonomia. *São Paulo em Perspectiva*, 18(2), 17-26. <https://doi.org/10.1590/S0102-88392004000200003>
- Arretche, M. (2012). *Democracia, federalismo e centralização no Brasil*. Editora FGV; Editora Fiocruz.
- Avritzer, L. (2002). *Democracy and the public space in Latin America*. Princeton University Press.
- Benington, J., & Moore, M. H. (Eds.). (2011). *Public value: Theory and practice*. Palgrave Macmillan. <https://doi.org/10.1007/978-0-230-36431-8>
- Bozeman, B. (2007). *Public values and public interest: Counterbalancing economic individualism*. Georgetown University Press.
- Bresser-Pereira, L. C. (1996). Da administração pública burocrática à gerencial. *Revista do Serviço Público*, 47(1), 7-40. <https://doi.org/10.21874/rsp.v47i1.702>
- Cavalcante, P., & Cunha, B. Q. (2017). É preciso inovar no governo, mas por quê? In P. Cavalcante, M. Camões, B. Q. Cunha, & W. Severo (Eds.), *Inovação no setor público: Teoria, tendências e casos no Brasil* (pp. 15-32). Enap; Ipea.
- Crozier, M. (1964). *The bureaucratic phenomenon*. University of Chicago Press.
- Dagnino, E. (Ed.). (2002). *Sociedade civil e espaços públicos no Brasil*. Paz e Terra.
- Dahl, R. A. (1947). The science of public administration: Three problems. *Public Administration Review*, 7(1), 1-11. <https://doi.org/10.2307/972349>
- DiMaggio, P. J., & Powell, W. W. (1983). The iron cage revisited: Institutional isomorphism and collective rationality in organizational fields. *American Sociological Review*, 48(2), 147-160. <https://doi.org/10.2307/2095101>

- Dunleavy, P., Margetts, H., Bastow, S., & Tinkler, J. (2006). *Digital era governance: IT corporations, the state, and e-government*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199296194.001.0001>
- Emerson, K., & Nabatchi, T. (2015). *Collaborative governance regimes*. Georgetown University Press.
- Evans, P. B. (1995). *Embedded autonomy: States and industrial transformation*. Princeton University Press. <https://doi.org/10.1515/9781400821723>
- Evans, P. B., Rueschemeyer, D., & Skocpol, T. (Eds.). (1985). *Bringing the state back in*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511628283>
- Fountain, J. E. (2001). *Building the virtual state: Information technology and institutional change*. Brookings Institution Press.
- Fung, A. (2006). Varieties of participation in complex governance. *Public Administration Review*, 66(s1), 66-75. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6210.2006.00667.x>
- Goodnow, F. J. (1900). *Politics and administration: A study in government*. Macmillan.
- Gomide, A. A., & Pires, R. R. C. (Eds.). (2014). *Capacidades estatais e democracia: Arranjos institucionais de políticas públicas*. Ipea.
- Hood, C. (1991). A public management for all seasons? *Public Administration*, 69(1), 3-19. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9299.1991.tb00779.x>
- Howlett, M. (2019). *Designing public policies: Principles and instruments* (2nd ed.). Routledge.
- Kingdon, J. W. (1984). *Agendas, alternatives, and public policies*. Little, Brown.
- Kooiman, J. (2003). *Governing as governance*. Sage. <https://doi.org/10.4135/9781446215012>
- Lipsky, M. (1980). *Street-level bureaucracy: Dilemmas of the individual in public services*. Russell Sage Foundation.
- Lotta, G. (Ed.). (2019). *Teorias e análises sobre implementação de políticas públicas no Brasil*. ENAP.
- Mann, M. (1984). The autonomous power of the state: Its origins, mechanisms and results. *European Journal of Sociology*, 25(2), 185-213. <https://doi.org/10.1017/S0003975600004239>
- March, J. G., & Olsen, J. P. (1989). *Rediscovering institutions: The organizational basis of politics*. Free Press.
- Margetts, H., & Dunleavy, P. (2013). The second wave of digital-era governance. *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, 371(1987), 20120382. <https://doi.org/10.1098/rsta.2012.0382>
- Mazzucato, M. (2013). *The entrepreneurial state: Debunking public vs. private sector myths*. Anthem Press.
- Mazzucato, M. (2021). *Mission economy: A moonshot guide to changing capitalism*. Harper Business.
- Merton, R. K. (1940). Bureaucratic structure and personality. *Social Forces*, 18(4), 560-568. <https://doi.org/10.2307/2570634>
- Meynhardt, T. (2009). Public value inside: What is public value creation? *International Journal of Public Administration*, 32(3-4), 192-219. <https://doi.org/10.1080/01900690902732632>
- Moore, M. H. (1995). *Creating public value: Strategic management in government*. Harvard University Press.

- North, D. C. (1990). *Institutions, institutional change and economic performance*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511808678>
- Olson, M. (1965). *The logic of collective action: Public goods and the theory of groups*. Harvard University Press.
- Olson, M. (1982). *The rise and decline of nations: Economic growth, stagflation, and social rigidities*. Yale University Press.
- Osborne, D., & Gaebler, T. (1992). *Reinventing government: How the entrepreneurial spirit is transforming the public sector*. Addison-Wesley.
- Osborne, S. P. (2006). The new public governance? *Public Management Review*, 8(3), 377-387. <https://doi.org/10.1080/14719030600853022>
- Ostrom, E. (1990). *Governing the commons: The evolution of institutions for collective action*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511807763>
- Ostrom, E. (2010). Beyond markets and states: Polycentric governance of complex economic systems. *American Economic Review*, 100(3), 641-672. <https://doi.org/10.1257/aer.100.3.641>
- Paula, A. P. P. de. (2005). *Por uma nova gestão pública: Limites e potencialidades da experiência contemporânea*. Editora FGV.
- Pierre, J., & Peters, B. G. (2000). *Governance, politics and the state*. Macmillan.
- Pires, R. R. C., & Gomide, A. A. (2016). Governança e capacidades estatais: Uma análise comparativa de programas federais. *Revista de Sociologia e Política*, 24(58), 121-143. <https://doi.org/10.1590/1678-987316245806>
- Pollitt, C., & Bouckaert, G. (2011). *Public management reform: A comparative analysis — New public management, governance, and the Neo-Weberian state* (3rd ed.). Oxford University Press.
- Pressman, J. L., & Wildavsky, A. (1973). *Implementation: How great expectations in Washington are dashed in Oakland; or, why it's amazing that federal programs work at all: This being a saga of the Economic Development Administration as told by two sympathetic observers who seek to build morals on a foundation of ruined hopes*. University of California Press.
- Rhodes, R. A. W. (1996). The new governance: Governing without government. *Political Studies*, 44(4), 652-667. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9248.1996.tb01747.x>
- Rittel, H. W. J., & Webber, M. M. (1973). Dilemmas in a general theory of planning. *Policy Sciences*, 4, 155-169. <https://doi.org/10.1007/BF01405730>
- Rossi, P. H., Lipsey, M. W., & Freeman, H. E. (2004). *Evaluation: A systematic approach* (7th ed.). Sage.
- Sabatier, P. A. (1986). Top-down and bottom-up approaches to implementation research: A critical analysis and suggested synthesis. *Journal of Public Policy*, 6(1), 21-48. <https://doi.org/10.1017/S0143814X00003846>
- Sabatier, P. A. (Ed.). (2007). *Theories of the policy process* (2nd ed.). Westview Press.
- Secchi, L. (2013). *Políticas públicas: Conceitos, esquemas de análise, casos práticos* (2^a ed.). Cengage Learning.
- Sen, A. (1999). *Development as freedom*. Knopf.

- Simon, H. A. (1947). *Administrative behavior: A study of decision-making processes in administrative organization*. Macmillan.
- Sørensen, E., & Torfing, J. (2011). Enhancing collaborative innovation in the public sector. *Administration & Society*, 43(8), 842-868. <https://doi.org/10.1177/0095399711418768>
- Souza, C. (2006). Políticas públicas: Uma revisão da literatura. *Sociologias*, 8(16), 20-45. <https://doi.org/10.1590/S1517-45222006000200003>
- Tatagiba, L. (2002). Os conselhos gestores e a democratização das políticas públicas no Brasil. In E. Dagnino (Ed.), *Sociedade civil e espaços públicos no Brasil* (pp. 47-103). Paz e Terra.
- Waldo, D. (1948). *The administrative state: A study of the political theory of American public administration*. Ronald Press.
- Weber, M. (1978). *Economy and society: An outline of interpretive sociology*. (G. Roth & C. Wittich, Eds.). University of California Press.
- Weiss, C. H. (1998). *Evaluation: Methods for studying programs and policies* (2nd ed.). Prentice Hall.
- Wilson, W. (1887). The study of administration. *Political Science Quarterly*, 2(2), 197-222. <https://doi.org/10.2307/2139277>



PARTE VI

*EDUCAÇÃO,
ENSINO E
FORMAÇÃO*

Capítulo 23

A crise da sala de aula em Administração: por que ainda ensinamos como no século XIX?

Caio César Coelho Rodrigues

Professor Doutor do Departamento de Economia, Administração e Sociologia da Esalq/USP

Renato Eliseu Costa

Professor Doutor do Departamento de Economia, Administração e Sociologia da Esalq/USP

Para ingressar na graduação, um estudante brasileiro acumula aproximadamente 10.200 horas de escolarização prévia entre ensino fundamental e médio. Ao entrar no curso de Administração, adiciona-se a esse percurso no mínimo 3.000 horas adicionais, totalizando mais de 13.000 horas em ambientes formais de ensino. Ao longo desse trajeto, espera-se que cada experiência educacional contribua para o desenvolvimento de conhecimentos teóricos e práticos relevantes à sua formação.

No entanto, durante essas horas, o estudante frequentemente ocupa uma posição predominantemente passiva, centrada na recepção de conteúdos organizados em disciplinas funcionais. A sala de aula tende a reproduzir um modelo expositivo, no qual o professor transmite conhecimento a alunos enfileirados e o aprendizado é avaliado por meio de provas, com limitada conexão com problemas reais (Goldfinch, 1996).

Esse modelo torna-se progressivamente inadequado diante de um contexto em que a informação está amplamente disponível e o valor da formação reside na capacidade de interpretar, integrar e aplicar conhecimentos em situações complexas. No ensino de Administração, isso implica desenvolver pensamento crítico, capacidade analítica, compreensão das dinâmicas organizacionais e posicionamento reflexivo em relação a diferentes contextos institucionais, dimensões que dificilmente emergem de práticas pedagógicas baseadas apenas na repetição e memorização (Dimitrios *et al.*, 2013).

A pedagogia oferece alternativas consolidadas para esse desafio. Abordagens centradas no estudante propõem que o aprendizado seja construído a partir da experiência, do contexto e da participação ativa do estudante (Freire, 2015; D. A. Kolb, 2014; Rogers *et al.*, 2013). No campo da Administração, isso representa uma inflexão importante em relação ao modelo tradicional, ao enfatizar a aprendizagem experiencial, a resolução de problemas e a integração entre teoria e prática (Koris *et al.*, 2017).

Nesse cenário, o papel do docente na graduação em Administração desloca-se para o de facilitador da aprendizagem, responsável por criar condições para que os estudantes desenvolvam competências analíticas, reflexivas e relacionais. Isso requer não apenas domínio de conteúdo, mas também repertório pedagógico capaz de promover experiências de aprendizagem significativas (Kelly, 2016).

Apesar disso, as escolas de negócios têm incorporado essas abordagens de forma limitada, frequentemente restritas a iniciativas pontuais de metodologias ativas, sem uma transformação mais profunda do desenho curricular e das práticas de ensino (Bennis & O'Toole, 2005).

A partir dessa problematização, este capítulo examina em que medida a aprendizagem centrada no estudante pode responder às demandas contemporâneas da formação em Administração. Ao fazê-lo, busca contribuir para o debate ao evidenciar o descompasso entre o potencial transformador dessas abordagens e sua adoção ainda incipiente nas instituições, bem como ao propor caminhos para sua atualização e aplicação no contexto atual com exemplos operacionais e estratégicos.

1. A crise de relevância dos cursos de Administração

Historicamente, grande parte do ensino e da pesquisa em Administração esteve ancorada em um paradigma funcionalista, orientado por uma racionalidade instrumental e por uma visão da organização

como sistema a ser otimizado segundo critérios de eficiência e controle (Burrell & Morgan, 1979). A formação em Administração, especialmente na tradição dos MBAs norte-americanos, enfatizou modelos analíticos, ferramentas de decisão e uma concepção de gestor como planejador racional que aplica técnicas a contextos relativamente estáveis (Bennis & O'Toole, 2005).

A partir dos anos 1980, porém, emergem críticas intensas a esse modelo. Coloca-se que o saber gerencial não é apenas técnico, mas intrinsecamente prático, tácito e situado (Brown & Duguid, 2001; Nonaka *et al.*, 1996). O movimento dos *Critical Management Studies* (CMS) passa a denunciar o caráter ideológico de muitas teorias gerenciais, apontando a forma como reproduzem relações de poder e desigualdade sob a aparência de neutralidade técnica (Alvesson & Willmott, 1992). Por fim, são denunciadas a distância entre as teorias ensinadas nas escolas de negócios e a prática efetiva da gestão, e os efeitos éticos de teorias que legitimam comportamentos oportunistas e socialmente danosos (Ghoshal, 2005; Mintzberg & Laasch, 2020).

Nesse contexto, a Administração deixa de ser vista apenas como aplicação de técnicas sobre uma realidade dada e passa a ser compreendida também como prática social reflexiva, que constitui os próprios problemas que pretende gerir. Tal inflexão abre espaço para pensar a formação do administrador menos como transmissão de conteúdos estáveis e mais como construção de capacidades de julgamento em contextos complexos, ambíguos e conflituosos.

A “virada para a prática” no campo dos estudos organizacionais e da Administração enfatiza que saber e agir não estão separados: conhecer é sempre um fazer situado em práticas concretas, atravessadas por artefatos, rotinas, relações de poder e significados compartilhados. A formação em Administração precisa expor os estudantes a situações reais ou realisticamente simuladas de prática gerencial, de forma que o conhecimento se desenvolva no entrelaçamento entre experiência, reflexão e teoria (Nicolini, 2017; Orlikowski, 2002; Schatzki *et al.*, 2001).

É nesse ponto que as metodologias ativas ganham relevância: elas oferecem arranjos pedagógicos que procuram aproximar o espaço de sala de aula das práticas efetivas de gestão, ao mesmo tempo em que fomentam uma postura reflexiva e crítica sobre essas práticas (Freire, 2011; D. A. Kolb, 2014). Metodologias ativas, neste sentido, podem favorecer a construção de um currículo mais situado e dialógico, no qual estudantes e docentes se engajam na coprodução de conhecimento a partir dos problemas concretos de seu entorno.

Uma parte importante da literatura internacional sobre educação gerencial converge em um diagnóstico: o problema central das escolas de negócios não é apenas a defasagem temática, mas a forma como definem conhecimento válido, organizam a progressão curricular e constroem a relação entre teoria e prática. Para ganhar legitimidade, várias *business schools* passaram a privilegiar métodos e modelos inspirados nas ciências duras, convertendo o rigor em abstração e o prestígio em afastamento do mundo profissional. O resultado foi um paradoxo recorrente: cursos tecnicamente sofisticados, porém insuficientes para formar lideranças capazes de lidar com ambiguidade, poder, conflito, deliberação moral e decisão sob incerteza (Bennis & O'Toole, 2005).

Administrar não é aplicar receitas, mas combinar experiência, reflexão, imaginação e ação. Quando a formação isola o aluno de problemas efetivos de gestão e o transforma em receptor de ferramentas, o curso produz, no máximo, analistas de organizações; não, necessariamente, administradores capazes de conduzi-las (Mintzberg & Gosling, 2002). A *business school* deveria ser pensada também como instituição de mediação entre conhecimento, economia e sociedade. Em vez de apenas responder ao mercado, ela deveria ter capacidade de problematizá-lo, interpretá-lo e qualificá-lo (Starkey *et al.*, 2004).

A educação em gestão precisa recompor o equilíbrio entre conhecimento, ação e identidade profissional. Grande parte dos currículos ainda forma administradores mais preparados para descrever organizações do que para atuar nelas; mais aptos a analisar funções isoladas do que a integrar problemas complexos; mais treinados para argumentar retrospectivamente do que para decidir prospectivamente. Esse diagnóstico permanece atual, mas torna-se ainda mais agudo diante das condições contemporâneas. À medida que algoritmos e sistemas de inteligência artificial passam a assumir parte do trabalho rotineiro de sumarização, classificação, busca de informações, modelagem preliminar e apoio à decisão, o valor diferencial da formação universitária desloca-se para capacidades propriamente humanas e integradoras: interpretação, curadoria, julgamento, comunicação, responsabilidade, desenho organizacional e articulação de diferentes perspectivas (Datar *et al.*, 2011).

Em outras palavras, a crise do ensino de Administração não decorre apenas do ingresso de novas tecnologias; ela preexiste a elas. A tecnologia apenas torna visível uma insuficiência já antiga. Quando o curso permanece organizado como coleção de disciplinas funcionais sem um eixo forte de síntese, ele prepara mal para um ambiente em que os problemas são transversalmente digitais, regulatórios, humanos, financeiros e socioambientais ao mesmo tempo. Quando a avaliação se baseia na reprodução individual de conteúdo, prepara mal para contextos em que o trabalho envolve formulação de perguntas, verificação de evidências, trabalho colaborativo e uso crítico de ferramentas automatizadas. E quando trata a ética como tema lateral, prepara mal para um cenário em que decisões gerenciais estão crescentemente imbricadas com privacidade, discriminação algorítmica, transparência, sustentabilidade e responsabilização.

No Brasil, é necessário ainda revisitar a trajetória histórica do ensino superior entendendo seus dilemas frente as agendas conjunturais, sociais e políticas que construíram as escolas de negócios (Barros, 2013). Nesse sentido, as formas curriculares e as pedagogias do campo não são neutras: elas respondem a projetos profissionais, institucionais e societários (Fischer *et al.*, 2011). Esse ponto é crucial para o presente debate. O ensino de Administração não está apenas adaptando técnicas a um novo mercado; ele está definindo que tipo de administrador algumas concepções de formação consideram que o administrador deve estar preparado para atuar em uma sociedade digitalizada, desigual e ambientalmente pressionada.

O modelo dominante de ensino em Administração, sobretudo em cursos de graduação e MBAs tradicionais, ainda se apoia fortemente em aulas expositivas, centradas no professor, em currículos organizados por disciplinas funcionalistas (finanças, marketing, operações, recursos humanos, etc.)

e em avaliações predominantemente somativas, focadas em provas escritas e testes objetivos (Starkey *et al.*, 2004).

Embora esse modelo tenha produzido gerações de administradores, ele vem sendo criticado por diversas razões. Em primeiro lugar, há evidências acumuladas em diferentes áreas do conhecimento de que formas passivas de ensino produzem menores níveis de engajamento, aprendizado conceitual e desenvolvimento de competências de ordem superior, quando comparadas a metodologias ativas (Freeman *et al.*, 2014; Prince, 2004). Ainda, o currículo disciplinar fragmentado dificulta a construção de uma visão integrada dos problemas organizacionais, que frequentemente atravessam múltiplas áreas e exigem pensamento sistêmico (Ktoridou & Eteokleous, 2014).

O professor é ponto central nessa transformação. No sistema tradicional sua centralidade tende a reproduzir uma concepção bancária de educação - para usar a expressão de Freire - na qual o professor “deposita” conteúdos em alunos concebidos como recipientes vazios (Freire, 2011). Essa lógica contrasta com uma visão de aprendizagem como processo ativo de construção de sentido, no qual estudantes se engajam com problemas, situações e experiências que desafiam seus esquemas de pensamento.

Existe um “*knowing-doing gap*” entre o que é ensinado nas escolas de negócios e o que é efetivamente praticado nas organizações (Pfeffer & Fong, 2002). Essa lacuna se manifesta de diferentes formas: teorias altamente abstratas que pouco dialogam com os dilemas cotidianos da gestão; ferramentas apresentadas como universais, mas dificilmente aplicáveis a contextos específicos; e uma escassa atenção a dinâmicas políticas, emocionais e éticas da vida organizacional.

Competências consideradas críticas para a prática da gestão - como julgamento ético, liderança colaborativa, manejo de conflitos, criatividade, comunicação interpessoal e reflexão crítica - dificilmente se desenvolvem de modo satisfatório por meio de aulas expositivas e leitura de textos, isoladamente (Armstrong & Fukami, 2009; Starkey *et al.*, 2004). Ao contrário, tais competências parecem emergir com mais força em situações de aprendizagem que envolvem experiência direta, *feedback*, trabalho em grupo, resolução de problemas complexos e reflexão sistemática sobre a própria prática (Freeman *et al.*, 2014; Prince, 2004).

A estrutura dos cursos de Administração é também moldada por pressões institucionais de rankings, sistemas de acreditação (como AACSB e EQUIS) e demandas de mercado (Carraher, 2014). Muitas vezes, essas pressões reforçam uma busca por “padronização” curricular, com ênfase em determinados conteúdos considerados canônicos, o que pode limitar a experimentação pedagógica e a contextualização local (Lynch, 2015).

Nos últimos anos, organismos internacionais têm incluído em seus referenciais a necessidade de abordagens mais voltadas à aprendizagem ativa, ao desenvolvimento de competências e à responsabilidade social. A própria AACSB, por exemplo, enfatiza aspectos como “*engagement*”, “*innovation*” e “*impact*” em seus padrões de acreditação (Carraher, 2014). Contudo, na prática, muitas escolas de negócios ainda enfrentam dilemas na conciliação entre exigências formais de conteúdo, carga horária e avaliação e a adoção sistemática de metodologias ativas.

No Brasil, as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) para o curso de Administração enfatizam a formação generalista, humanista, crítica e reflexiva, bem como a articulação entre teoria e prática por meio de estágios, atividades complementares e trabalhos de conclusão de curso. Tais diretrizes abrem espaço normativo para experiências com educação ativa, mas sua efetiva implementação depende de políticas institucionais, formação pedagógica de docentes e redesenho curricular (Coelho *et al.*, 2020; Louredo *et al.*, 2023).

2. Educação ativa: fundamentos teóricos, evidências e práticas

Entendem-se por metodologias de educação ativa aquelas que colocam o estudante no centro do processo de aprendizagem, envolvendo-o em atividades que demandam engajamento cognitivo, emocional e social na construção do conhecimento, em contraste com a recepção passiva de informações (Freeman *et al.*, 2014; Prince, 2004). Nesse sentido, “ativo” não se reduz a um mero fazer manual ou a dinâmicas lúdicas, mas implica o envolvimento do estudante na formulação de perguntas, na resolução de problemas autênticos, na tomada de decisões e na reflexão sobre essas experiências.

Abordagens de aprendizagem ativa tendem a produzir melhores resultados de desempenho acadêmico, reduzir taxas de reprovação e aumentar o desenvolvimento de habilidades de ordem superior, quando comparadas ao ensino expositivo tradicional. (Freeman *et al.*, 2014; Prince, 2004). Embora a maior parte dessas evidências decorra de campos como ciências exatas, engenharias e saúde, há indicações crescentes de benefícios semelhantes em contextos de Administração, sobretudo no desenvolvimento de competências sociais e profissionais (Armstrong & Fukami, 2009). Inclusive com a adição de disciplinas da administração em cursos de ciências exatas (Ktoridou & Eteokleous, 2014).

A educação ativa em Administração se sustenta em um conjunto de tradições teóricas que dialogam entre si, e seu aprendizado é uma reconstrução contínua da experiência. Aprender é experimentar, refletir, formular hipóteses e testá-las em novas experiências, em um movimento cíclico entre ação e pensamento. A escola, portanto, deve ser organizada como um ambiente de experiências significativas, relacionadas aos problemas da vida real (Dewey, 1938).

Inspirado nesta ideia, a teoria da aprendizagem experiencial, segundo a qual o aprendizado ocorre em um ciclo que articula experiência concreta, observação reflexiva, conceitualização abstrata e experimentação ativa (D. A. Kolb, 2014). Em cursos de Administração, esse modelo tem sido amplamente utilizado para embasar atividades como estudos de caso, simulações, projetos em empresas e estágios supervisionados, concebidos como oportunidades para que estudantes percorram o ciclo experiência-reflexão-conceito-ação (A. Y. Kolb & Kolb, 2009).

Na tradição crítica latino-americana, destaca-se uma concepção dialógica e emancipatória de educação, segundo a qual aprender é, ao mesmo tempo, um ato de conhecimento e de transformação

da realidade. Nessa perspectiva, a educação não pode ser neutra: ao invés de legitimar a ordem existente, deve contribuir para problematizá-la e transformá-la. A chamada “educação bancária”, que reduz o estudante à condição de receptor passivo de conteúdos, é criticada em favor de uma “educação problematizadora”, na qual educandos e educadores investigam conjuntamente o mundo, tendo como ponto de partida as situações concretas vividas pelos sujeitos (Freire, 2015).

Aplicada à Administração, a pedagogia freireana permite ir além de metodologias ativas meramente instrumentais, orientadas apenas à eficácia, para promover uma educação gerencial crítica, que problematiza relações de poder, desigualdade, exploração e exclusão nas organizações. Assim, metodologias como aprendizagem baseada em problemas, projetos e pesquisa-ação podem ser concebidas não apenas como técnicas para “motivar” estudantes, mas como dispositivos de formação ética e política.

Diversos estudos empíricos têm demonstrado os efeitos positivos de metodologias ativas sobre o aprendizado e o desenvolvimento de competências. Em uma revisão clássica, Prince sintetiza evidências de que estratégias como aprendizado cooperativo, PBL (*Problem-Based Learning*) e ensino baseado em projetos tendem a melhorar o desempenho acadêmico, a retenção de conhecimento e a satisfação dos estudantes, especialmente quando bem estruturadas e alinhadas a objetivos claros (Prince, 2004).

Uma meta-análise de grande escala conduzida por Freeman e colegas, envolvendo mais de 200 estudos em disciplinas de ciência, tecnologia, engenharia e matemática (STEM), concluiu que estudantes submetidos a abordagens ativas obtêm desempenho significativamente melhor em exames e apresentam menores taxas de reprovação do que aqueles em turmas expositivas tradicionais (Freeman *et al.*, 2014). Embora tal meta-análise não se concentre especificamente em Administração, seus resultados reforçam o argumento de que a participação ativa e o engajamento cognitivo são, em geral, mais eficazes do que a escuta passiva.

No contexto específico da educação gerencial, estudos em revistas como “*Academy of Management Learning & Education*” e “*Journal of Management Education*” relatam efeitos positivos de experiências como simulações de negócios, jogos de empresas, projetos consultivos com organizações reais, aprendizagem-serviço (*service-learning*) e laboratórios de liderança sobre o desenvolvimento de competências interpessoais, autoconsciência, capacidade de trabalhar em equipe e julgamento ético (Armstrong & Fukami, 2009; Starkey *et al.*, 2004).

É importante notar, contudo, que metodologias ativas não são uma panaceia. A literatura também alerta que seus resultados dependem fortemente de um desenho instrucional cuidadoso, da clareza de objetivos de aprendizagem, da formação pedagógica dos docentes e de mecanismos adequados de avaliação. Ademais, certas formas de educação ativa podem aprofundar desigualdades, se não forem acompanhadas de atenção a recursos, infraestrutura e suporte aos estudantes (Leão *et al.*, 2023). Com base nisso, apresentamos alguns exemplos de metodologias ativas de ensino como forma de trazer a discussão para o objeto de discussão concreto.

3. Exemplos de práticas de educação ativa e centralizada no estudante em cursos de Administração

3.1. Os estudos de caso e os casos de ensino

Uma das práticas de educação ativa mais difundidas em Administração é o estudo de caso, popularizado especialmente pela Harvard Business School. O “método do caso” consiste em colocar estudantes diante de narrativas detalhadas de situações organizacionais complexas, nas quais precisam analisar dados, identificar problemas, avaliar alternativas e tomar decisões sob condições de incerteza (Bayona & Durán, 2024).

Do ponto de vista pedagógico, o uso de casos bem construídos permite aproximar o estudante da ambiguidade e da multidimensionalidade da prática gerencial, favorecendo o desenvolvimento de capacidades de análise, argumentação e tomada de decisão (Armstrong & Fukami, 2009). Ao mesmo tempo, críticas têm sido feitas ao enfoque de muitos casos clássicos, frequentemente centrados em grandes corporações, figuras de “heróis” gerenciais e uma visão pouco problematizada de poder, gênero, raça e *impactos* socioambientais.

No futuro da educação em Administração, uma tendência relevante consiste em diversificar a produção de casos, incorporando experiências de organizações de pequeno porte, empresas sociais, cooperativas, iniciativas de economia solidária, movimentos sociais e organizações públicas, especialmente em contextos do Sul Global. Nesse movimento, o estudo de caso deixa de ser apenas uma técnica de análise de problemas empresariais e torna-se dispositivo de reflexão crítica sobre diferentes modos de organizar e gerir.

3.2. Aprendizagem baseada em problemas (PBL) e em projetos (PjBL)

A aprendizagem baseada em problemas (*Problem-Based Learning* – PBL) organiza o processo educativo em torno de problemas complexos, muitas vezes abertos, que os estudantes devem investigar, compreender e enfrentar em grupos, com apoio de tutores (Joham & Clarke, 2012). Em vez de receberem previamente o conteúdo teórico, os alunos são desafiados a identificar o que precisam aprender para explicar ou resolver o problema em questão, mobilizando recursos diversos e articulando teoria e prática de forma dinâmica.

No contexto da Administração, a PBL pode ser aplicada, por exemplo, em disciplinas de estratégia, marketing, gestão de pessoas ou empreendedorismo, por meio de situações-problema que envolvam a análise de um mercado em transformação, um conflito organizacional, um desafio de inovação ou uma crise de reputação. Além de promover engajamento cognitivo, a PBL pode favorecer o desenvolvimento de habilidades de trabalho em equipe, pesquisa autônoma, comunicação e integração de conhecimentos multidisciplinares (Joham & Clarke, 2012).

A aprendizagem baseada em projetos (*Project-Based Learning* – PjBL) aproxima-se da PBL, mas enfatiza a produção de um artefato ou solução concreta ao longo de um período prolongado, como um plano de negócios, um projeto de intervenção organizacional, um protótipo de produto ou serviço, ou uma campanha de comunicação (Kokotsaki *et al.*, 2016). Em Administração, projetos integradores podem articular diferentes disciplinas em torno de um desafio comum, aproximando o currículo da realidade organizacional.

3.3. Simulações, jogos de empresas e laboratórios de decisão

Simulações e jogos de empresas constituem outra família importante de metodologias ativas em Administração. Nesses ambientes, estudantes assumem papéis gerenciais em organizações fictícias ou modelos computacionais, tomando decisões de produção, marketing, finanças, recursos humanos, etc., e observam as consequências de suas escolhas ao longo de ciclos de simulação (Armstrong & Fukami, 2009).

Estudos sobre treinamento de equipes e simulações gerenciais indicam que tais abordagens podem ser particularmente eficazes para desenvolver habilidades de tomada de decisão sob pressão, coordenação de equipes, comunicação e pensamento sistêmico, desde que acompanhadas de *briefings* estruturados, nos quais os participantes reflitam sobre o processo, os resultados e as alternativas de ação (Salas *et al.*, 2009).

No futuro da educação em Administração, é provável que simulações se tornem ainda mais sofisticadas, incorporando tecnologias de realidade aumentada, inteligência artificial e big data. Entretanto, permanece crucial preservar a dimensão reflexiva e crítica dessas experiências, evitando que se reduzem a “jogos” descolados de discussões sobre ética, poder e *impactos* sociais das decisões.

3.4. Aprendizagem-serviço (*service-learning*) e projetos com comunidade

A aprendizagem-serviço (*service-learning*) combina objetivos acadêmicos com atividades de prestação de serviços à comunidade, de forma planejada, reflexiva e mutuamente benéfica (Eyler, 2023). Em cursos de Administração, isso pode envolver, por exemplo, projetos de consultoria a microempreendedores, apoio à gestão de organizações da sociedade civil, desenvolvimento de planos de comunicação para iniciativas comunitárias ou apoio à formalização de negócios de economia solidária.

Essa abordagem dialoga fortemente com a perspectiva freireana, ao reconhecer que a realidade social dos estudantes e das comunidades é fonte legítima de problemas de investigação e intervenção (Freire, 2015). Ao mesmo tempo, promove a formação de administradores mais sensíveis às desigualdades sociais, aos desafios de inclusão e à necessidade de pensar a gestão para além do lucro econômico.

Para o futuro do estudo da Administração, a aprendizagem-serviço aponta para uma reconfiguração do próprio lugar da escola de negócios na sociedade, aproximando ensino, pesquisa e extensão em torno de agendas de desenvolvimento sustentável, justiça social e inovação social (Bennis & O'Toole, 2005; Starkey *et al.*, 2004).

3.5. Sala de aula invertida, aprendizagem colaborativa e ambientes digitais

A sala de aula invertida (*flipped classroom*) reorganiza o tempo e o espaço de aprendizagem ao deslocar a transmissão de conteúdos básicos para momentos de estudo individual (por meio de textos, vídeos, podcasts, etc.) e utilizar o tempo de aula presencial ou síncrona para atividades de discussão, resolução de problemas e projetos colaborativos. Em Administração, essa estratégia permite liberar tempo de encontro para análises de casos, debates éticos, exercícios de negociação, *role plays* de liderança, entre outros (Leão *et al.*, 2023).

A aprendizagem colaborativa, por sua vez, enfatiza a importância de grupos de estudantes trabalhando juntos, com interdependência positiva, responsabilidade individual e interação promotora, para alcançar metas de aprendizagem comuns. (Prince, 2004). Em ambientes digitais, ferramentas de colaboração online, fóruns, *wikis*, quadros digitais e sistemas de gestão de aprendizagem podem ser utilizados para estruturar tarefas de coautoria de relatórios, projetos interdisciplinares e comunidades de prática entre estudantes e profissionais (Garrison & Vaughan, 2008).

4. Além da prática, uma questão de estratégia e futuro

Uma das principais tarefas da universidade contemporânea é preparar estudantes para um futuro incerto, marcado por mudanças rápidas, crises sistêmicas e problemas “mal estruturados” (Barnett, 2004). Em Administração, isso se traduz na necessidade de formar profissionais capazes de lidar com volatilidade, incerteza, complexidade e ambiguidade (VUCA), ao mesmo tempo em que respondem a demandas de sustentabilidade, inclusão e responsabilidade social (Koris *et al.*, 2017).

Entre as competências frequentemente apontadas como centrais para esse futuro, destacam-se pensamento crítico, capacidade de aprender continuamente, criatividade, colaboração, inteligência emocional, literacia de dados, consciência ética e competência intercultural (Armstrong & Fukami, 2009; Starkey *et al.*, 2004). Metodologias ativas, ao colocar estudantes em situações de resolução de problemas autênticos, trabalho em equipe, tomada de decisão, conflito de valores e reflexão sistemática, oferecem um terreno fértil para o desenvolvimento dessas capacidades. No entanto, isso exige um movimento para além de atividades pontuais e isoladas, em direção a projetos curriculares integrados, nos quais a educação ativa seja elemento estruturante e não mera “atração” periférica.

Outra tendência importante para o futuro do estudo da Administração é a emergência de modelos de aprendizagem ao longo da vida (*lifelong learning*) e a desagregação dos títulos acadêmicos em microcertificações, cursos modulares, programas híbridos entre universidades e plataformas

corporativas de formação. Profissionais de gestão são cada vez mais demandados a atualizar-se continuamente em temas como análise de dados, gestão de projetos ágeis, *compliance*, ESG, inovação digital e liderança em contextos remotos (Friesen & Anderson, 2004).

Esse cenário desafia o modelo tradicional de formação “*front-loaded*” (uma graduação e, eventualmente, uma pós-graduação) e impõe às instituições de ensino superior a necessidade de oferecer trilhas formativas flexíveis, combinando momentos presenciais e online, cursos de curta duração, experiências baseadas em projetos e reconhecimento de aprendizagens prévias. Em tal contexto, metodologias ativas assumem papel estratégico, pois se ajustam bem a formatos modulares, intensivos e centrados em competências demonstráveis.

A internacionalização da educação em Administração - por meio de mobilidade estudantil, programas de dupla titulação, cursos ministrados em inglês e parcerias globais - tende a se intensificar, apesar de tensões geopolíticas e econômicas. Nesse processo, metodologias ativas podem contribuir para que o contato intercultural vá além de um simples “consumo” de experiências, promovendo aprendizado crítico sobre diversidade, desigualdade global e diferentes modelos de organização econômica.

Iniciativas como os *Principles for Responsible Management Education* (PRME) da ONU sinalizam um movimento global no sentido de alinhar o ensino de Administração aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e à promoção de uma economia mais justa e sustentável (UN Global Compact, 2007). Nesse contexto, o futuro do estudo da Administração é indissociável de uma redefinição do que se entende por “sucesso organizacional”, incorporando dimensões Ambientais, Sociais e de Governança (ESG).

Metodologias ativas desempenham papel central nesse movimento, pois permitem que estudantes enfrentem, em projetos, casos e experiências reais, dilemas ligados à responsabilidade socioambiental, à gestão de *stakeholders*, à inclusão e à ética. Em vez de apenas “ouvir falar” de sustentabilidade, podem ser levados a pensar e agir sobre problemas concretos, construindo com organizações e comunidades alternativas viáveis (Aranha & Campana, 2023).

No caso brasileiro, o Censo da Educação Superior de 2024 indica que o Brasil atingiu a marca de 10 milhões de estudantes e que a EaD passou a concentrar 50,7% das matrículas de graduação. Esse dado não é marginal. Ele altera a sociologia do estudante, a logística do ensino, o regime de concorrência entre instituições e o próprio significado de presença universitária. Além disso, o Inep informou que o país contava, em 2024, com 317 instituições públicas e 2.244 privadas, o que reforça o peso da rede privada no sistema e ajuda a compreender por que mudanças curriculares e pedagógicas, para serem efetivas, precisam ser pensadas também em termos de escala, viabilidade e governança institucional (INEP, 2025).

Essa expansão, contudo, não pode ser lida apenas como democratização automática. A modalidade a distância ampliou o acesso, especialmente para estudantes que não conseguiriam frequentar cursos presenciais, mas a ampliação quantitativa não resolve, por si, o problema da qualidade formativa. O ponto relevante para o campo da Administração é outro: se a aprendizagem superior brasileira se tornou estruturalmente híbrida, então o curso não pode continuar concebendo tecnologia como simples canal de transmissão. A transformação do meio exige transformação do método, da avaliação,

da tutoria, da interação e do desenho do currículo. Reproduzir aulas expositivas longas em plataformas digitais é a forma mais cômoda e menos eficaz de resposta.

Nesse aspecto, a revisão das Diretrizes Curriculares Nacionais de Administração é particularmente importante. O Parecer CNE/CES nº 438/2020 e a Resolução CNE/CES nº 5/2021 deslocaram o eixo do curso para um perfil de egresso definido por conteúdos, competências, habilidades e atitudes integrados, com equilíbrio entre competências humanas, analíticas e quantitativas. A própria formulação normativa afirma que o egresso deve ser capaz de integrar conhecimentos para criar ou aprimorar de forma inovadora modelos de negócios, operacionais e organizacionais sustentáveis nas dimensões social, ambiental, econômica e cultural. Também explicita a possibilidade de organização do curso por disciplinas, módulos, blocos, temas ou eixos de conteúdo, além de atividades práticas, projetos, extensão e pesquisa (Ministério da Educação, 2020).

Há, portanto, uma abertura regulatória relevante. O problema está menos na ausência de autorização normativa e mais na capacidade institucional de converter essa abertura em desenho curricular consistente. Em muitos casos, o currículo continua formalmente alinhado às DCNs, mas pedagogicamente preso ao modelo aditivo: acrescentam-se tópicos sobre inovação, empreendedorismo, *analytics* ou ESG ao final de estruturas antigas, sem reordenar o núcleo da experiência de aprendizagem. O desafio brasileiro não é apenas “atualizar a ementa”; é passar de um currículo por acumulação para um currículo por integração.

Essa transição precisa considerar a heterogeneidade do sistema. Há cursos em universidades públicas com maior densidade científica e infraestrutura laboratorial; há centros universitários e faculdades privadas fortemente orientados por escala; há ofertas presenciais, híbridas e totalmente a distância; há perfis discentes muito distintos em idade, renda, capital cultural, inserção laboral e disponibilidade temporal. Por isso, não existe uma única fórmula de adequação. Existe, porém, um conjunto de princípios estruturantes sem os quais o curso tende a se tornar irrelevante: densidade analítica, conexão com problemas reais, capacidade de leitura de dados, domínio crítico de IA, flexibilidade com qualidade, e formação ética para decisão em ambientes complexos.

Além disso, a heterogeneidade do campo organizacional brasileiro torna inadequada qualquer leitura unidimensional do perfil profissional do administrador. O egresso pode atuar em grandes corporações, startups, organizações da sociedade civil, governos, autarquias, hospitais, escolas, cooperativas, plataformas digitais, negócios familiares ou arranjos territoriais híbridos. Em todos esses espaços, porém, cresce a necessidade de articular capacidades técnicas com mediação institucional. O administrador contemporâneo não gerencia apenas recursos; ele opera em ecossistemas regulatórios, comunicacionais e tecnológicos densos. Isso reforça a importância de uma formação menos centrada em rotinas internas da firma e mais sensível à análise de contexto, à governança e às interfaces público-privadas.

No contexto brasileiro, esses cenários são valiosos por evidenciar a heterogeneidade do público discente, a tendência à modularização e ao reconhecimento de percursos, e o potencial de uso da tecnologia como elemento de redesenho - e não mera adição - da experiência educacional. Essa leitura sugere que o futuro da Administração não será monolítico: coexistirão formações integrais e percursos

flexíveis, com crescente demanda por certificações intermediárias e articulação com a educação continuada. A questão central é se as universidades brasileiras serão capazes de liderar essa transformação ou se cederão espaço a arranjos fragmentados e orientados por demandas de curto prazo.

O argumento pela mudança curricular é reforçado por evidências sobre a transformação do trabalho. O “*Future of Jobs Report 2025*” do *World Economic Forum* indica que 39% das competências centrais serão transformadas até 2030, com destaque para IA, big data, cibersegurança e competências socioemocionais (World Economic Forum, 2025). Essas tendências não implicam a conversão da Administração em formação técnica, mas apontam para a necessidade de desenvolver competências como literacia de dados e IA, síntese interdisciplinar, comunicação, ética e aprendizagem contínua. A formação deve articular conhecimento, habilidades, valores e agência, preparando estudantes para contextos de incerteza e complexidade.

Por fim, a recomposição de competências exige superar a fragmentação funcional dos currículos, privilegiando abordagens integradas e relacionais. Ao mesmo tempo, a formação não deve se limitar à empregabilidade imediata, mas incorporar a capacidade de enfrentar problemas públicos e sociais. Nesse sentido, o administrador do futuro atuará não apenas na empresa digital, mas também em contextos mais amplos de governança, sustentabilidade e coordenação intersetorial.

5. Uma agenda de adequação para os cursos de Administração no Brasil

A partir do conjunto de argumentos examinados, é possível propor uma agenda substantiva de adequação para o curso de Administração no Brasil. A primeira diretriz é redefinir o projeto pedagógico em torno de resultados de aprendizagem robustos e verificáveis, e não apenas de listagens temáticas. Isso significa explicitar o que o estudante deve ser capaz de diagnosticar, decidir, comunicar, modelar, coordenar e justificar ao fim de cada etapa do curso. A segunda diretriz é reorganizar a matriz curricular por eixos integradores e problemas transversais, preservando fundamentos disciplinares, mas enfraquecendo o isolamento entre áreas.

A terceira diretriz é instituir um núcleo obrigatório de literacia de dados, métodos quantitativos aplicados e inteligência artificial, não como adereço, mas como linguagem contemporânea da gestão. A quarta é incorporar, de modo transversal, ética, governança, diversidade, sustentabilidade e responsabilidade pública, reconhecendo que a decisão gerencial produz efeitos distributivos e institucionais que extrapolam a firma. A quinta é substituir a pedagogia predominantemente expositiva por combinações entre teoria rigorosa e aprendizagem ativa orientada a problemas. A sexta é reformular a avaliação, privilegiando processos demonstráveis de raciocínio, validação e decisão. A sétima é construir política institucional de uso de IA com orientação clara para docentes e discentes.

A oitava diretriz é desenhar percursos flexíveis com garantia de qualidade, incorporando eletivas estruturadas, certificações intermediárias e possibilidades de reconhecimento de aprendizagem

prévia, especialmente para estudantes, trabalhadores e adultos. A nona é fortalecer a formação docente para ensino híbrido, desenho de avaliação, uso crítico de IA e acompanhamento de estudantes em diferentes modalidades. A décima é recompor a conexão do curso com organizações reais, não por meio de estágios desarticulados apenas, mas por parcerias curriculares, laboratórios, projetos e extensão que exponham o estudante a problemas públicos, privados e sociais concretos.

Essas diretrizes não devem ser lidas como roteiro tecnocrático uniforme. Sua implementação dependerá da natureza da instituição, do perfil discente, das condições de infraestrutura, da atuação dos docentes e do projeto acadêmico local. Ainda assim, elas oferecem critério para distinguir mudança substantiva de mera adaptação cosmética. Cursos que apenas acrescentam conteúdos de metodologias ativas sem rever arquitetura, método, avaliação e ética provavelmente continuarão presos à lógica que a literatura vem denunciando há décadas. Cursos que conseguirem combinar fundamentos sólidos, integração curricular, tecnologia crítica, flexibilidade responsável e centralidade da formação humana terão melhores condições de permanecer intelectualmente relevantes e profissionalmente legítimos.

Uma agenda robusta de adequação requer coragem docente e institucional para diferenciar o que é tendência duradoura do que é modismo. Nem toda inovação tecnológica deve ser incorporada ao currículo; nem todo instrumento de mercado merece estatuto formativo. A responsabilidade universitária é selecionar, hierarquizar e traduzir criticamente. Nesse sentido, o curso de Administração precisa resistir a dois riscos. O primeiro é o da obsolescência lenta, em que se preserva o currículo tradicional e se perde relevância. O segundo é o da adesão apressada, em que se substitui profundidade por repertório de novidades. O caminho mais rigoroso situa-se entre esses polos: atualização seletiva, sustentada por fundamentos e orientada por problemas.

Uma agenda robusta de adequação requer coragem docente e institucional para diferenciar o que é tendência duradoura do que é modismo.

Há também um tema de economia política da mudança. Reestruturar currículos, formar docentes, criar laboratórios, desenvolver materiais, revisar avaliações e construir governança de IA demanda investimento e liderança. Em sistemas fortemente pressionados por escala e contenção de custos, a tentação de respostas superficiais é elevada. Por isso, a discussão sobre o futuro do ensino de Administração não pode ficar restrita ao plano didático; ela deve alcançar modelos de financiamento, incentivos organizacionais, avaliação institucional e estratégias de desenvolvimento docente. Sem essas mediações, a retórica da inovação corre o risco de mascarar precarização.

Por fim, a adequação dos cursos de Administração no Brasil exige um princípio de prudência institucional. Mudar rápido é necessário; mudar sem critérios é perigoso. A prudência aqui não significa lentidão, mas desenho reflexivo. Significa experimentar formatos híbridos, certificações

intermediárias, novos tipos de avaliação e integração de IA com monitoramento constante de evidências de aprendizagem, satisfação qualificada, permanência e desempenho profissional do egresso. Em vez de reformas totalizantes e abruptas, muitas instituições talvez avancem mais por ciclos de pilotagem, avaliação e ajuste. O essencial é que tais ciclos não sejam usados como justificativa para adiar indefinidamente a mudança.

Quadro 1. Síntese executiva dos eixos de adequação

Eixo	Mudança requerida	Risco se não houver mudança
Perfil do egresso	Passar de uma formação enciclopédica para competências integradoras, com equilíbrio entre capacidades humanas, analíticas e quantitativas.	Diploma com baixa aderência a ambientes decisórios complexos e digitais.
Currículo	Reorganizar conteúdos por problemas e eixos transversais, sem perder fundamentos.	Fragmentação funcional e incapacidade de síntese.
IA e dados	Incluir literacia de dados, IA, governança algorítmica e validação crítica de evidências.	Uso acrítico de ferramentas e obsolescência profissional.
Metodologias	Ampliar projetos, casos, simulações, laboratórios e extensão orientada a problemas reais.	Aprendizagem passiva e baixa transferência para a prática.
Avaliação	Avaliar processo, raciocínio, defesa de decisão, rastreabilidade e uso ético de IA.	Colapso da validade avaliativa em contexto de automação textual.
Flexibilidade	Criar trilhas, eletivas estruturadas e certificações intermediárias com coerência curricular.	Perda de estudantes adultos e avanço de ofertas externas fragmentadas.
Docência	Investir em desenvolvimento docente para híbrido, IA e desenho de avaliação.	Inovação apenas retórica e assimétrica entre disciplinas.
Ética e interesse público	Tornar transversal a discussão sobre privacidade, vieses, sustentabilidade ética e responsabilidade social.	Formação tecnicamente eficiente, mas institucionalmente míope.

6. Concluindo com desafios e riscos

Um dos principais riscos na difusão das metodologias ativas é sua adoção superficial, como um conjunto de técnicas descoladas de fundamentos teóricos, objetivos claros e critérios de qualidade.

Em alguns casos, observa-se a “gamificação vazia”, em que atividades lúdicas, dinâmicas de grupo e recursos digitais são utilizados para “animar” aulas, sem que haja efetiva construção de conhecimento profundo ou desenvolvimento de competências relevantes.

Tal fenômeno pode ser agravado quando instituições e docentes adotam o discurso da inovação pedagógica como estratégia de marketing, sem investir em formação docente e reflexão crítica. Nesses casos, a educação ativa corre o risco de se tornar uma espécie de “verniz pedagógico” sobre práticas tradicionais, mantendo, no fundo, lógicas de transmissão de conteúdo e de avaliação meramente reprodutiva.

A implementação consistente de metodologias ativas em cursos de Administração exige um conjunto de condições que nem sempre estão presentes: tempo para planejamento de atividades complexas, turmas com tamanhos adequados, espaços físicos flexíveis, infraestrutura tecnológica, apoio institucional e, sobretudo, formação pedagógica específica para docentes (Leão *et al.*, 2023; Prince, 2004).

Muitos professores de Administração são formados predominantemente em conteúdos técnicos, com pouca ou nenhuma preparação formal em didática do ensino superior. Esperar que transitem, de forma espontânea, de aulas expositivas para arranjos pedagógicos sofisticados de PBL, projetos integradores, simulações e aprendizagem-serviço é irrealista e pode levar a frustrações. O futuro da educação ativa em Administração depende, portanto, de políticas institucionais que valorizem o desenvolvimento pedagógico docente, criem comunidades de prática entre professores e promovam avaliação formativa da inovação pedagógica.

Outro desafio recorrente refere-se à avaliação da aprendizagem. Em muitos cursos, persistem práticas avaliativas centradas em provas escritas que privilegiam memorização e reprodução de conceitos, mesmo quando as atividades de aula são ativas. Tal desalinhamento reduz o potencial transformador das metodologias ativas, pois os estudantes tendem a direcionar seus esforços para aquilo que “conta” na nota final.

Conceitos como “alinhamento construtivo” sugerem que objetivos de aprendizagem, atividades e avaliação precisam estar articulados (Biggs & Tang, 2015). Para que metodologias ativas desenvolvam competências complexas, é necessário adotar instrumentos de avaliação coerentes, como portfólios, relatórios reflexivos, avaliações de desempenho em projetos, rubricas para competências socioemocionais, autoavaliação e avaliação por pares.

Metodologias ativas frequentemente demandam maior tempo de dedicação extraclasse, trabalho em grupo, acesso a recursos digitais e engajamento em atividades presenciais e comunitárias. Em contextos marcados por desigualdades socioeconômicas, isso pode representar um ônus adicional para estudantes que trabalham, têm responsabilidades familiares ou acesso limitado à internet e equipamentos.

Além disso, práticas intensivas de trabalho em grupo e exposição pública (apresentações, debates, simulações) podem gerar ansiedade e sobrecarga emocional, especialmente em estudantes com diferentes perfis de personalidade, históricos de exclusão ou dificuldades específicas. O futuro da educação ativa em Administração precisa, portanto, dialogar com agendas de inclusão, acessibilidade

e cuidado com a saúde mental, de forma a não reproduzir exclusões nem naturalizar ritmos extenuantes de trabalho.

Se o futuro do estudo da Administração caminha na direção de um campo mais atento à prática, à complexidade e à responsabilidade social, então a educação em Administração precisa deixar de ser vista apenas como aplicação de teorias consolidadas a casos exemplificativos. Em vez disso, pode ser concebida como espaço de coprodução de conhecimento prático-crítico, no qual docentes, estudantes e atores externos (organizações, comunidades, movimentos sociais) atuam como copesquisadores de problemas reais.

Metodologias ativas, especialmente quando articuladas a projetos com organizações e comunidades, podem operar como “laboratórios” de pesquisa aplicada, nos quais os estudantes investigam problemas, testam hipóteses, implementam intervenções e avaliam resultados, sob supervisão acadêmica. Essa dinâmica aproxima ensino e pesquisa, reduz o “*knowing-doing gap*” e fortalece a relevância social do conhecimento produzido em Administração (Armstrong & Fukami, 2009; Eyler, 2023).

O futuro da Administração como campo de conhecimento, prática e projeto educativo depende de uma dupla transformação: avanço teórico que incorpore complexidade, contingência e dimensão ética, e renovação pedagógica que reposicione o estudante como agente ativo da aprendizagem.

Metodologias ativas são centrais nesse processo, mas requerem fundamentos teóricos sólidos, suporte institucional e compromisso com a inclusão. Isso implica, para pesquisadores, aprofundar evidências sobre seus efeitos; para gestores, criar condições para inovação; e para docentes, adotar práticas reflexivas e experimentais.

No contexto brasileiro, a transformação do ensino de Administração é urgente diante da expansão da educação superior, da difusão da IA e da mudança nas competências profissionais. A persistência de currículos fragmentados e avaliações reprodutivas tende a comprometer a relevância do curso. Em resposta, a literatura e estudos prospectivos indicam a necessidade de uma formação mais integrada, flexível e centrada no estudante, combinando competências analíticas, digitais e éticas.

O desafio não é abandonar a universidade de Administração, mas reconstruí-la: menos ênfase em acúmulo de conteúdo e mais em integração, experiência e aprendizagem contínua.

Assim, o desafio não é abandonar a universidade de Administração, mas reconstruí-la: menos ênfase em acúmulo de conteúdo e mais em integração, experiência e aprendizagem contínua. Trata-se de reordenar o curso para cumprir, com maior densidade, sua dupla função de formar profissionais competentes e produzir inteligência crítica sobre organizações e sociedade.

Referências

- Alvesson, M., & Willmott, H. (1992). On the Idea of Emancipation in Management and Organization Studies. *The Academy of Management Review*, 17(3), 432–464. <https://doi.org/10.5465/amr.1992.4281977>
- Aranha, F., & Campana, C. (2023). *Aprendizagem experiencial em grupo: Um guia teórico e prático para o ensino superior* (1st ed.). Editora FGV.
- Armstrong, S. J., & Fukami, C. V. (2009). Past, present and future perspectives of management learning, education and development. In S. J. Armstrong & C. V. Fukami (Eds.), *The SAGE handbook of management learning, education and development* (pp. 1–22). SAGE
- Barnett, R. (2004). The Purposes of Higher Education and the Changing Face of Academia. *London Review of Education*, 2(1), 61–74. <https://doi.org/10.1080/1474846042000177483>
- Barros, A. N. de (2013). *Uma narrativa sobre a história dos cursos de administração da FACE-UFMG: às margens do mundo e à sombra da FGV?* [Tese de doutorado, Universidade Federal de Minas Gerais].
- Bayona, J. A., & Durán, W. F. (2024). A meta-analysis of the influence of case method and lecture teaching on cognitive and affective learning outcomes. *The International Journal of Management Education*, 22(1), 100935. <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2024.100935>
- Belias, D., Sdrolas, L., Kakkos, N., Koutiva, M., & Koustelios, A. (2013). Traditional teaching methods vs. teaching through the application of information and communication technologies in the accounting field: Quo vadis? *European Scientific Journal*, 9(28), 73–101.
- Bennis, W. G., & O'Toole, J. (2005). How *business schools* lost their way. *Harvard Business Review*, 83(5), 96–104, 154.
- Biggs, J., & Tang, C. (2015). Constructive Alignment: An Outcomes-Based Approach to Teaching Anatomy. In L. K. Chan & W. Pawlina (Eds.), *Teaching Anatomy* (pp. 31–38). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-08930-0_4
- Brown, J. S., & Duguid, P. (2001). Knowledge and Organization: A Social-Practice Perspective. *Organization Science*, 12(2), 198–213. <https://doi.org/10.1287/orsc.12.2.198.10116>
- Burrell, G., & Morgan, G. (1979). *Sociological paradigms and organizational analysis. Elements of the sociology of corporate life*. Heinemann. Routledge.
- Brasil. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Superior. (2020). *Parecer CNE/CES nº 438/2020: Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Administração*.
- Carraher, S. M. (2014). AACSB standards, Academy of Management and 3000 Citations. *Journal of Management History*, 20(4). <https://doi.org/10.1108/JMH-06-2014-0125>
- Coelho, F. de S., Almeida, L. de S. B., Midlej, S., Schommer, P. C., & Teixeira, M. A. C. (2020). O “campo de públicas” após a instituição das Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) de Administração Pública: trajetória e desafios correntes (2015–2020). *Administração: Ensino e Pesquisa*, 21(3), 488–529. <https://doi.org/10.13058/raep.2020.v21n3.1897>

- Datar, S. M., Garvin, D. A., & Cullen, P. G. (2011). Rethinking the MBA: Business education at a crossroads. *Journal of Management Development*, 30(5), 451–462. <https://doi.org/10.1108/02621711111132966>
- Dewey, J. (1938). *Experience and Education*. Macmillan
- Eyler, J. (2011). What international service learning research can learn from research on service learning. In R. G. Bringle, J. A. Hatcher, & S. G. Jones (Eds.), *International service learning: Conceptual frameworks and research* (pp. 225–242). Stylus.
- Fischer, T., Waiandt, C., & Fonseca, R. L. (2011). A história do ensino em administração: Contribuições teórico-metodológicas e uma proposta de agenda de pesquisa. *Revista de Administração Pública*, 45(4), 911–939. <https://doi.org/10.1590/S0034-76122011000400002>
- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23), 8410–8415. <https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111>
- Freire, P. (2011). *Pedagogia da Autonomia: Saberes Necessários à prática educativa*. Paz e Terra.
- Freire, Paulo. (2015). *Educação Como Prática Da Liberdade*. Editora Paz e Terra.
- Friesen, N., & Anderson, T. (2004). Interaction for lifelong learning. *British Journal of Educational Technology*, 35(6), 679–687. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2004.00426.x>
- Garrison, D. R., & Vaughan, N. D. (2008). *Blended learning in higher education: Framework, principles, and guidelines*. Jossey-Bass.
- Ghoshal, S. (2005). Bad Management Theories Are Destroying Good Management Practices. *Academy of Management Learning & Education*, 4(1), 75–91. <https://doi.org/10.5465/amle.2005.16132558>
- Goldfinch, J. (1996). The Effectiveness of School-type Classes Compared to the Traditional Lecture/Tutorial Method for Teaching Quantitative Methods to Business Students. *Studies in Higher Education*, 21(2), 207–220. <https://doi.org/10.1080/03075079612331381368>
- Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. (2025). *Apresentação do Censo da Educação Superior 2024*.
- Joham, C., & Clarke, M. (2012). *Teaching critical management skills: The role of problem-based learning*. *Teaching in Higher Education*, 17(1), 75–88. <https://doi.org/10.1080/13562517.2011.590975>
- Kelly, C. (2016). Teacher as facilitator of learning. In P. Mårtensson & M. Bild (Eds.), *Teaching and learning at business schools: Transforming business education* (p. 3-16). CRC Press.
- Kokotsaki, D., Menzies, V., & Wiggins, A. (2016). Project-based learning: A review of the literature. *Improving Schools*, 19(3), 267–277. <https://doi.org/10.1177/1365480216659733>
- Kolb, A. Y., & Kolb, D. A. (2009). Experiential learning theory: A dynamic, holistic approach to management learning, education and development. In S. J. Armstrong & C. V. Fukami (Eds.), *The SAGE handbook of management learning, education and development* (pp. 42–68). SAGE.
- Kolb, D. A. (2014). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development* (2nd ed.). FT Press.

- Koris, R., Örténblad, A., & Ojala, T. (2017). From maintaining the status quo to promoting free thinking and inquiry: Business students' perspective on the purpose of *business school* teaching. *Management Learning*, 48(2), 174–186. <https://doi.org/10.1177/1350507616668480>
- Ktoridou, D., & Eteokleous, N. (2014). Engineering education: Time to reform the fragmented, content-overloaded curricula context? 2014 *IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, 377–380. <https://doi.org/10.1109/EDUCON.2014.6826121>
- Leão, P., Coelho, C., Campana, C., & Viotto, M. H. (2023). Flipped classroom goes sideways: Reflections on active learning methodologies. *Revista de Gestão*, 30(2), 207–220. <https://doi.org/10.1108/REGE-04-2021-0066>
- Louredo, F., Oliveira, T. C. de, & Louredo, F. de S. G. (2023). Ensino em Administração e diretrizes curriculares: representações discentes sobre formação e futuro na profissão. *Caderno de Administração*, 31(1), 136–157. <https://doi.org/10.4025/cadadm.v31i1.65083>
- Lynch, K. (2015). Control by numbers: New managerialism and ranking in higher education. *Critical Studies in Education*, 56(2), 190–207. <https://doi.org/10.1080/17508487.2014.949811>
- Mintzberg, H., & Gosling, J. (2002). Educating Managers Beyond Borders. *Academy of Management Learning & Education*, 1(1), 64–76. <https://doi.org/10.5465/amle.2002.7373654>
- Mintzberg, H., & Laasch, O. (2020). Mintzberg on (ir)responsible management. In O. Laasch, R. Suddaby, R. E. Freeman, & D. Jamali (Eds.), *Research Handbook of Responsible Management* (pp 73-83). Edward Elgar Publishing. <https://doi.org/10.4337/9781788971966.00010>
- Nicolini, D. (2017). Practice Theory as a Package of Theory, Method and Vocabulary: Affordances and Limitations. In M. Jonas, B. Littig, & A. Wroblewski (Eds.), *Methodological Reflections on Practice Oriented Theories* (pp. 19–34). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-52897-7_2
- Nonaka, I., Takeuchi, H., & Umemoto, K. (1996). A theory of organizational knowledge creation. *International Journal of Technology Management*, 11(7–8), 833–845. <https://doi.org/10.1504/IJTM.1996.025472>
- Orlikowski, W. J. (2002). Knowing in Practice: Enacting a Collective Capability in Distributed Organizing. *Organization Science*, 13(3), 249–273. <https://doi.org/10.1287/orsc.13.3.249.2776>
- Pfeffer, J., & Fong, C. T. (2002). The End of *Business Schools*? Less Success Than Meets the Eye. *Academy of Management Learning & Education*, 1(1), 78–95. <https://doi.org/10.5465/amle.2002.7373679>
- Prince, M. (2004). Does Active Learning Work? A Review of the Research. *Journal of Engineering Education*, 93(3), 223–231. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2004.tb00809.x>
- Rogers, C. R., Lyon, H. C., Jr., & Tausch, R. (2013). *On becoming an effective teacher: Person-centered teaching, psychology, philosophy, and dialogues with Carl R. Rogers and Harold Lyon*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203725672>
- Salas, E., Wildman, J. L., & Piccolo, R. F. (2009). Using Simulation-Based Training to Enhance Management Education. *Academy of Management Learning & Education*, 8(4), 559–573. <https://doi.org/10.5465/amle.8.4.zqr559>

- Schatzki, T. R., Knorr Cetina, K., & von Savigny, E. (Eds.). (2001). *The practice turn in contemporary theory*. Routledge.
- Starkey, K., Hatchuel, A., & Tempest, S. (2004). Rethinking the *Business School*. *Journal of Management Studies*, 41(8), 1521–1531. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6486.2004.00485.x>
- United Nations Global Compact. (2007). *The principles for responsible management education*.
- World Economic Forum. (2025). *The Future of Jobs Report 2025*.

Capítulo 24

Políticas de formação inicial docente no Brasil: continuidades, disputas e reconfigurações

Andrea Coelho Lastória

Professora Associada no Departamento de Economia, Administração e Sociologia da Esalq/USP

Thais Angela Cavalheiro de Azevedo

Pesquisadora Colaboradora em Docência na Esalq/USP

A formação inicial docente tem ocupado lugar central nos debates educacionais contemporâneos, especialmente diante das transformações curriculares, normativas e políticas que vêm reconfigurando os cursos de licenciatura no Brasil nas últimas décadas. As diretrizes que orientam a formação de professores expressam concepções de docência, profissionalização, currículo e prática pedagógica, incidindo diretamente sobre a organização das licenciaturas e sobre os modos de compreender o trabalho docente no contexto da Educação Básica.

Documentos como a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB nº 9.394/1996), o Plano Nacional de Educação (Lei nº 13.005/2014), as Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação de professores e, mais recentemente, a Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica (BNC-Formação), instituída pela Resolução CNE/CP nº 2/2019, evidenciam movimentos de permanência, reorganização e tensionamento no campo da formação docente. Esse cenário normativo passou por novas reconfigurações com a publicação da Resolução CNE/CP nº 4/2024, que revoga a Resolução nº 2/2019 e institui novas Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial em Nível Superior de Profissionais do Magistério para a Educação Básica, reafirmando o caráter dinâmico e disputado das políticas de formação docente no Brasil.

Ao mesmo tempo em que parte dessas políticas busca fortalecer a articulação entre teoria e prática e promover referenciais comuns para os cursos de licenciatura, também emergem debates acerca dos limites de modelos formativos pautados pela lógica das competências, pela padronização curricular e pela crescente centralidade de parâmetros nacionais comuns. Nesse contexto, autores como Saviani (2019), Frigotto (2021), Libâneo (2013) e Kuenzer (2002) problematizam concepções formativas orientadas, predominantemente, por critérios técnicos e instrumentais, defendendo a necessidade de uma formação crítica, socialmente referenciada e comprometida com a compreensão histórica e política da prática educativa.

As discussões em torno da formação inicial docente tornam-se ainda mais relevantes quando consideramos os impactos dessas diretrizes na organização curricular das licenciaturas e na autonomia das instituições formadoras. Os Projetos Pedagógicos de Curso (PPCs), nesse sentido, constituem espaços nos quais se materializam interpretações das políticas educacionais, disputas curriculares e concepções de docência, influenciando diretamente os percursos formativos desenvolvidos nas instituições de Ensino Superior.

As discussões em torno da formação inicial docente tornam-se ainda mais relevantes quando consideramos os impactos dessas diretrizes na organização curricular das licenciaturas e na autonomia das instituições formadoras.

Diante desse cenário, o presente capítulo propõe uma reflexão acerca das continuidades, disputas e reconfigurações presentes nas políticas de formação inicial docente no Brasil, considerando os principais marcos normativos que vêm orientando os cursos de licenciatura nas últimas décadas. Para isso, discutimos documentos legais e diretrizes curriculares que incidem sobre a formação de professores, com especial atenção aos tensionamentos entre perspectivas de formação crítica e modelos pautados pela pedagogia das competências, buscando compreender seus impactos na organização curricular e nas concepções contemporâneas de docência.

1. Formação docente e marcos legais

A trajetória das políticas de formação docente no Brasil é marcada por movimentos de permanência e reconfiguração que expressam diferentes concepções de docência, currículo e profissionalização. Ao longo das últimas décadas, os marcos legais voltados à formação inicial de professores passaram a ocupar lugar central nas reformas educacionais, incidindo diretamente sobre a organização dos cursos de licenciatura e sobre os modos de compreender a atuação docente na Educação Básica. Nesse contexto, documentos normativos como a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB nº 9.394/1996), o Plano Nacional de Educação (Lei nº 13.005/2014) e as Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação de professores constituem referenciais importantes para compreender as disputas e os direcionamentos que atravessam o campo da formação docente no país.

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB nº 9.394/1996) representa um marco estruturante na organização da Educação brasileira e estabelece parâmetros fundamentais para a formação de professores. Em seu artigo 62, a legislação define que a formação de docentes para atuar na Educação Básica deve ocorrer em nível superior, em cursos de licenciatura, ao mesmo tempo em que admite, como formação mínima para a Educação Infantil e os Anos Iniciais do Ensino Fundamental, a formação em nível médio, na modalidade normal:

A formação de docentes para atuar na educação básica far-se-á em nível superior, em curso de licenciatura, de graduação plena, em universidades e institutos superiores de educação, admitida, como formação mínima para o exercício do magistério na educação infantil e nos anos iniciais do ensino fundamental, a oferecida em nível médio na modalidade normal. (BRASIL, 1996)

A permanência dessa previsão legal evidencia tensões históricas presentes no processo de profissionalização docente no Brasil. Se, por um lado, a legislação reafirma a necessidade de formação em nível superior, por outro, mantém a possibilidade de ingresso no magistério a partir da formação em nível médio. Tal coexistência pode ser compreendida à luz das desigualdades históricas que marcam a Educação brasileira e dos desafios relacionados à universalização da formação superior docente em diferentes regiões do país. Entretanto, diante das demandas contemporâneas

colocadas à Educação Básica, essa dualidade também suscita debates acerca da valorização da profissão docente e da complexidade dos conhecimentos necessários ao exercício da docência.

Conforme Flores (2014), em virtude da profissionalização, determinada ocupação é reconhecida por deter determinados conhecimentos para o exercício profissional, profissionalização esta que se estabelece associada a projetos ou processos políticos ou sociais. A profissionalização é um processo pelo qual se passa a poder atuar em uma profissão, por meio de dispositivos legais e formativos. Trata-se, assim, de questões de estatuto e reconhecimento público. Assim, as políticas de formação brasileira refletem contornos que situam a profissão na sociedade, no que se refere ao seu estatuto legal e reconhecimento público.

As discussões em torno da profissionalização tornam-se ainda mais significativas quando consideramos a ampliação das atribuições dos professores no contexto escolar contemporâneo. Como apontam Garcia (1999) e Perrenoud (2000), a docência envolve a articulação de múltiplos saberes, exigindo capacidade de reflexão sobre a prática, domínio de conhecimentos específicos e compreensão das dimensões sociais, culturais e políticas que atravessam o trabalho educativo. Nesse sentido, a formação inicial passa a ser compreendida como um percurso voltado à constituição da identidade profissional docente. Para Garcia (1999), existem diferentes percursos e modelos formativos para a construção desta identidade.

O movimento de fortalecimento da formação superior ganha novos contornos com a promulgação da Lei nº 12.796/2013, que altera dispositivos da LDB e reafirma a centralidade dos cursos de licenciatura na formação de professores para a Educação Básica. Embora mantenha a admissão da formação em nível médio para determinadas etapas de ensino, a legislação reforça a necessidade de formação específica e introduz elementos que aproximam os cursos de licenciatura das diretrizes curriculares nacionais e das demandas educacionais contemporâneas.

Entre as alterações promovidas pela Lei nº 12.796/2013, destaca-se a previsão de articulação entre a formação docente e a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), expressa no §2º do artigo 62 da LDB: “A formação dos docentes para atuar na educação básica observará o disposto na BNCC” (BRASIL, 2013). Ainda que a BNCC tenha sido homologada apenas a partir de 2017, sua inserção na legislação evidencia um movimento de aproximação entre os currículos da Educação Básica e os processos de formação inicial docente.

Na sequência desse percurso normativo, o Plano Nacional de Educação (PNE), instituído pela Lei nº 13.005/2014, estabelece metas relacionadas à valorização e à qualificação da formação de professores. Entre elas, destaca-se a Meta 15, que propõe garantir que todos os docentes da Educação Básica possuam formação específica em nível superior, obtida em cursos de licenciatura na área em que atuam:

Meta 15. Garantir, em regime de colaboração entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios, que todos os professores da Educação Básica possuam formação específica de nível superior, obtida em curso de licenciatura na área de conhecimento em que atuam. (BRASIL, 2014)

A formulação dessa meta evidencia um esforço de consolidação da formação superior como referência para o exercício da docência, articulando-se ao debate sobre valorização profissional e qualidade da Educação Básica. Contudo, embora o PNE estabeleça metas e diretrizes gerais para a formação docente, o documento não detalha mecanismos específicos para sua implementação, o que pode limitar sua efetiva materialização nos currículos das licenciaturas e nas políticas institucionais das universidades.

Nesse contexto, a Resolução CNE/CP nº 2, de 1º de julho de 2015, que institui as Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial em nível superior, representa um marco importante no debate sobre formação docente no Brasil. O documento propõe uma concepção formativa que enfatiza a articulação entre teoria e prática, a pesquisa como princípio educativo e a compreensão ética, política e social da docência. Entre os princípios apresentados pela resolução, destaca-se a defesa de uma formação comprometida com os direitos humanos, a justiça social e a sustentabilidade socioambiental:

A formação dos profissionais da Pedagogia deverá contemplar o domínio de conhecimentos científicos, técnicos, estéticos, éticos e políticos, articulando teoria e prática, de forma a garantir o exercício profissional comprometido com os direitos humanos, a sustentabilidade socioambiental, a justiça social e a democracia. (BRASIL, 2015)

Ao valorizar dimensões éticas, políticas e pedagógicas da docência, as Diretrizes do ano de 2015 propõem uma compreensão ampliada da formação inicial, reconhecendo a complexidade do trabalho docente e a necessidade de articular conhecimentos científicos, práticas educativas e reflexão crítica sobre a realidade social. Ainda que posteriormente revogada, a Resolução CNE/CP nº 2/2015 permanece como referência importante no debate acerca das finalidades da formação docente e das disputas em torno das concepções de currículo e profissionalização, presentes nas políticas educacionais brasileiras.

Na atualidade, Imbernón (2024) situa a finalidade da formação de professores em um debate amplo direcionado ao que se pode almejar de políticas educativas tidas como progressistas. O autor se refere a uma formação estabelecida por práticas mais libertadoras, democráticas e voltadas a autonomia e ao desenvolvimento do pensamento crítico. Esta formação direciona o estatuto profissional e, por conseguinte, social, da formação docente. Assim, espera-se que estejam articuladas às políticas educativas direcionadas às escolas nas quais se priorizam o desenvolvimento dos professores, a confiança neles enquanto profissionais e a menor intervenção no currículo. A falta de confiança depositada nos professores é relatada em estudo sobre currículo quando se privilegia a implementação curricular e não a criatividade e proposição advinda dos professores em sua própria prática (Massabni, 2015). Imbernón (1994 e 2024) advoga por uma formação que possibilite, aos professores, a análise e reflexão crítica, individual e coletiva, sobre o seu contexto.

2. BNCC, BNC-Formação e reconfigurações curriculares na formação docente

A promulgação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), entre os anos de 2017 e 2018, introduziu um novo marco na trajetória normativa da Educação Básica brasileira. Estruturada por etapas de escolarização, a BNCC define direitos de aprendizagem e desenvolvimento e estabelece parâmetros nacionais para a organização dos currículos escolares. Embora seu foco recaia diretamente sobre a Educação Básica, sua implementação passou a produzir efeitos também nos cursos de formação inicial docente, sobretudo a partir do momento em que documentos legais posteriores passaram a prever maior articulação entre os currículos das licenciaturas e os referenciais da Base Nacional Comum.

Essa aproximação entre a BNCC e a formação de professores já havia sido sinalizada pela Lei nº 12.796/2013, ao estabelecer que a formação dos docentes para atuar na Educação Básica deveria observar o disposto na BNCC. Ainda que a homologação da Base tenha ocorrido apenas posteriormente, tal previsão legal indicava um movimento de alinhamento entre a formação inicial e os conteúdos, as competências e as habilidades esperados para a escolarização básica. Desse modo, a BNCC passou a constituir uma referência para a reorganização das licenciaturas, influenciando debates sobre os conhecimentos necessários ao exercício da docência.

Nesse contexto, a publicação da Resolução CNE/CP nº 2, de 20 de dezembro de 2019, que instituiu a Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica (BNC-Formação), formalizou essa aproximação. A resolução estabeleceu que os cursos de licenciatura deveriam organizar seus currículos com base em competências gerais docentes, estruturadas em três dimensões, a saber: conhecimento profissional, prática profissional e engajamento profissional. A partir dessa orientação, a formação inicial passou a ser concebida de maneira mais diretamente vinculada à lógica das competências e à necessidade de articulação entre os saberes pedagógicos, específicos e práticos.

De acordo com a Resolução CNE/CP nº 2/2019, a formação de professores deveria articular conhecimentos profissionais, conhecimentos específicos da área ou componente curricular e conhecimentos da prática, desenvolvendo competências que integrassem teoria e prática em diferentes situações formativas, como estágios supervisionados, projetos de extensão, iniciação científica e outras experiências vinculadas ao contexto educacional. Essa formulação evidencia a intenção de aproximar o percurso formativo das demandas concretas da atuação docente, buscando superar a fragmentação entre os fundamentos teóricos e as práticas escolares.

A integração entre teoria e prática, amplamente reconhecida como princípio formativo basilar para a docência no Brasil, constitui um elemento relevante no debate sobre a formação inicial docente. Como indicam autores como Saviani (2019), Libâneo (2013) e Garcia (1999), a formação de professores demanda a articulação entre conhecimento teórico, prática pedagógica, compreensão dos contextos sociais e construção da identidade profissional. Nessa perspectiva, a prática não pode ser compreendida apenas como aplicação de técnicas, e sim como espaço de reflexão, análise e produção de saberes sobre a docência.

Entretanto, embora a BNC-Formação tenha sido apresentada como uma proposta de organização comum para os cursos de licenciatura, sua ênfase nas competências suscitou debates importantes no campo educacional. A centralidade conferida a competências previamente definidas passou a ser problematizada por autores que identificam, nesse modelo, riscos de padronização curricular e de redução da formação docente a parâmetros operacionais.

As dimensões propostas pela BNC-Formação organizam-se em torno de competências relacionadas ao conhecimento profissional, à prática profissional e ao engajamento profissional, evidenciando uma lógica formativa pautada pelo desenvolvimento de atribuições e desempenhos docentes.

Essa racionalidade formativa aproxima-se da chamada Pedagogia das Competências, presente em documentos como a BNCC, a BNC-Formação e a BNC-Formação Continuada. Tal concepção enfatiza o desenvolvimento de habilidades voltadas à resolução de problemas, ao

desempenho prático e à adaptação a contextos variados. Embora esses aspectos possam contribuir para aproximar a formação docente das situações reais de trabalho, também podem limitar a compreensão da docência quando desvinculados de uma reflexão crítica sobre as finalidades sociais, políticas e culturais da Educação.

Nesse sentido, a crítica formulada por Kuenzer (2002) torna-se pertinente ao discutir a Pedagogia das Competências como uma concepção associada à eficiência, à produtividade e à mobilização de conhecimentos para responder rapidamente a demandas práticas. Essa perspectiva, quando transposta para a formação de professores, pode favorecer uma leitura técnico-instrumental da docência, aproximando-a de lógicas de desempenho e de controle curricular. Em diálogo com essa crítica, Saviani (2019) e Frigotto (2021) problematizam modelos formativos que privilegiam habilidades operacionais em detrimento da apropriação crítica dos conhecimentos sistematizados e da compreensão ampliada da realidade educacional.

Rufino, Gonçalves e Souza Neto (2025), ao analisarem o desenvolvimento profissional em face da BNC-Formação e a BNC-Formação Continuada, avaliam que os referenciais das legislações de 2022, 2019 e 2020 são pautados pela competência, enquanto que na legislação de 2015 estes referenciais pautados na competência são periféricos, evidenciando oscilações legislativas. Se dirige aos professores que devem desenvolver, como competência, a responsabilidade de conduzir seus processos formativo, ou seja, ela recai sobre o próprio docente em uma perspectiva de individualização e, aparentemente, competitividade.

As dimensões propostas pela BNC-Formação organizam-se em torno de competências relacionadas ao conhecimento profissional, à prática profissional e ao engajamento profissional.

A BNC-Formação, portanto, insere-se em um campo de disputas. De um lado, propõe a articulação entre conhecimento profissional, prática profissional e engajamento profissional, buscando estabelecer parâmetros comuns para a formação docente no Brasil. De outro, sua estrutura baseada em competências pode contribuir para certa homogeneização dos percursos formativos, tensionando a autonomia das Instituições de Ensino Superior e a diversidade dos Projetos Pedagógicos dos Cursos de Licenciatura. Essa tensão torna-se especialmente relevante quando consideramos que os PPCs constituem espaços institucionais nos quais se materializam concepções de docência, escolhas curriculares e interpretações das políticas educacionais.

A Resolução CNE/CP nº 2/2019 consolidou, assim, uma etapa importante das políticas recentes de formação docente, marcada pela tentativa de estabelecer referenciais nacionais comuns e pela intensificação da articulação entre o processo de formação inicial e a BNCC. Contudo, as críticas dirigidas ao seu caráter prescritivo e à centralidade da lógica das competências contribuíram para a continuidade do debate sobre os rumos da formação de professores no Brasil.

Esse cenário foi reconfigurado com a publicação da Resolução CNE/CP nº 4/2024, que fixou novas Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial em Nível Superior de Profissionais do Magistério para a Educação Básica e revogou a Resolução CNE/CP nº 2/2019. A nova resolução mantém a articulação com a BNCC, mas sinaliza um deslocamento em relação ao caráter mais prescritivo da BNC-Formação, ao reafirmar a importância dos fundamentos éticos, sociais, políticos e epistemológicos da docência, bem como o reconhecimento da autonomia das instituições formadoras na organização curricular.

As instituições de ensino superior (IES) são instâncias formadoras com o compromisso, de atuarem em favor da educação básica, visando sua universalização e aprimoramento por meio de pesquisas pedagógicas, conforme estabelecido na LDB (1996). Esta lei também institui como finalidade do ensino superior estimular o espírito científico e o pensamento reflexivo. Os autores elencados neste texto sinalizam uma lógica de formação que destoa da padronização curricular e de uma lógica prescritiva e instrumental da formação docente. É nesse âmbito que as universidades, no exercício de sua autonomia, ressignificam os currículos de formação de professores, considerando resultados de pesquisa, incluindo reflexões, análises críticas, conhecimentos teórico-práticos e proposições pedagógicas que podem ser vanguarda na sociedade e que tensionam as regulações prescritivas e externas voltadas à formação.

A publicação da Resolução CNE/CP nº 4/2024 evidencia, portanto, o caráter dinâmico e disputado das políticas de formação docente no Brasil. Mais do que simples substituição normativa, esse movimento expressa tensionamentos em torno de diferentes projetos de formação: de um lado, propostas mais orientadas por competências, padronização e alinhamento curricular; de outro, perspectivas que defendem a formação crítica, a autonomia institucional e a valorização da docência como prática social, histórica e politicamente situada. Assim, a trajetória recente que envolve BNCC, BNC-Formação e novas diretrizes curriculares revela que a formação inicial docente permanece como campo de disputas em torno dos sentidos da profissionalização, do currículo e do papel social dos professores na Educação Básica.

3. Pedagogia das competências e racionalidade formativa

Entre os referenciais que passaram a orientar as políticas educacionais, a chamada Pedagogia das Competências aviva, ainda mais, a discussão acerca da formação docente e da organização curricular. Presente em documentos como a BNCC, a BNC-Formação e a BNC-Formação Continuada, essa perspectiva propõe a centralidade no desenvolvimento de competências e habilidades voltadas ao desempenho profissional, à resolução de problemas e à adaptação a diferentes contextos de atuação.

A incorporação dessa lógica às políticas de formação docente relaciona-se a transformações mais amplas ocorridas nas últimas décadas no campo educacional e nas formas de organização do trabalho contemporâneo. Nesse contexto, a formação inicial passa a ser orientada por referenciais que privilegiam a mobilização de conhecimentos em situações práticas, enfatizando a eficiência, a flexibilidade e a capacidade de responder às demandas institucionais e sociais. Conforme observa Kuenzer (2002, p. 11), a Pedagogia das Competências fundamenta-se na ideia de “agir com rapidez e eficiência, articulando conhecimentos tácitos e científicos, e mobilizando-os para solucionar problemas de forma transdisciplinar”.

Embora essa concepção seja frequentemente apresentada como possibilidade de aproximação entre teoria e prática, diferentes autores problematizam seus limites quando aplicada à formação docente. Saviani (2019) destaca que a centralidade atribuída às competências pode contribuir para uma compreensão pragmática da Educação, reduzindo a formação a aspectos operacionais e enfraquecendo sua dimensão intelectual, crítica e socialmente referenciada. Nessa perspectiva, docência tende a ser compreendida prioritariamente como desempenho técnico, deslocando o foco das finalidades educativas mais amplas e da reflexão crítica sobre a realidade escolar e social.

Em diálogo com essa crítica, Frigotto (2021) argumenta que a ênfase em habilidades e competências aproxima a formação docente de uma racionalidade instrumental vinculada às demandas do mercado e da produtividade. Segundo o autor, esse movimento pode favorecer processos de padronização curricular e de controle sobre o trabalho docente, subordinando a formação a parâmetros de desempenho previamente definidos e reduzindo os espaços de autonomia intelectual e pedagógica.

Christopher Day (2004) identifica amplas consequências para o profissionalismo dos professores na tendência para o desenvolvimento de competências na educação escolar, quando o principal objetivo dos professores é a implementação de currículos pré-determinados. Estes currículos se voltam a oferecer uma base que permita, prioritariamente, mensurar o aproveitamento escolar do aluno. Day (2004) refere-se a agenda dos *standards* de resultados desta mensuração em avaliações de larga escala como uma agenda internacional. Esta agenda de padronização é alheia ao contexto social dos alunos, aos propósitos morais mais amplos do ensino e à complexidade do saber ensinar, é limitada a um conjunto de destrezas a serem desenvolvidas na identidade docente. Por outro lado, o ensino relacionado a valores e ideais da sociedade integram a identidade docente ativista apaixonado e ultrapassam reformas educativas demasiadamente instrumentais.

As implicações dessa racionalidade tornam-se particularmente visíveis na organização curricular dos cursos de licenciatura. A partir da BNC-Formação, do ano de 2019, os currículos passaram a ser estruturados em torno de competências organizadas nas três dimensões interdependentes, já explicitadas, conhecimento profissional, prática profissional e engajamento profissional. Conforme discutem Costa, Mattos e Caetano (2021), essas dimensões são operacionalizadas por meio de verbos que orientam a ação docente, como dominar, planejar, fortalecer, contribuir e investir, indicando uma lógica formativa pautada pela execução de atribuições e pelo alcance de determinados desempenhos profissionais.

Ainda que a proposta busque integrar conhecimentos teóricos e práticos, autores mobilizados neste debate observam que a ênfase excessiva nas competências pode contribuir para a fragmentação dos processos formativos e para a redução da docência a um conjunto de procedimentos técnicos. Nesse sentido, Freire (1987, p. 73) adverte para o risco de constituição de “um educador com muito pouco de formador, com muito mais de treinador, de transferidor de saberes, de exercitador de destrezas”, evidenciando tensionamentos entre modelos formativos voltados à instrumentalização da prática e perspectivas comprometidas com a autonomia e a formação crítica.

Essas discussões também remetem às reflexões de Libâneo (2013), para quem a formação docente precisa possibilitar a compreensão das dimensões históricas, sociais e políticas que permeiam o trabalho educativo. O autor destaca que a docência envolve análise crítica dos contextos escolares e das finalidades da Educação. Em perspectiva semelhante, Garcia (1999) compreende a formação inicial como um processo de construção de saberes profissionais articulados à experiência, à reflexão e à constituição da identidade docente.

Nesse cenário, a racionalidade formativa baseada em competências é colocada em discussão. De um lado, encontram-se perspectivas que defendem maior alinhamento entre formação docente e demandas concretas da prática escolar, enfatizando a necessidade de desenvolvimento de competências profissionais comuns. De outro, situam-se concepções que compreendem a formação inicial como processo mais amplo de apropriação crítica dos conhecimentos, de compreensão das relações sociais e de constituição ética, política e intelectual da docência.

A Pedagogia Histórico-Crítica, conforme explicitada por Saviani (2019), insere-se nesse segundo movimento ao defender uma formação ancorada na apropriação dos conhecimentos sistematizados e na compreensão crítica da realidade social. Sob essa perspectiva, a formação docente não se restringe ao desenvolvimento de habilidades operacionais, vai além e envolve a construção de condições para que os professores compreendam historicamente os processos educativos e atuem, de maneira crítica, nas situações presentes no contexto escolar e social. Tal compreensão permite problematizar modelos formativos excessivamente pautados por competências técnicas e operacionais. Como destaca Sacristán (2000), a Educação não pode ser reduzida a processos de treinamento voltados, exclusivamente, ao desempenho eficiente, sendo necessário considerar a formação humana, a participação social e a autonomia intelectual como dimensões constitutivas da prática educativa. Assim, a defesa de uma formação crítica implica reconhecer a docência como prática complexa, permeada por diversas dimensões que não podem ser plenamente contempladas por modelos curriculares excessivamente prescritivos.

As disputas em torno da Pedagogia das Competências evidenciam, portanto, diferentes projetos de formação docente em circulação nas políticas educacionais contemporâneas. Mais do que divergências metodológicas, tais tensionamentos expressam concepções distintas acerca do papel da escola, da função social da docência e das finalidades da Educação. Nesse contexto, refletir sobre a racionalidade formativa presente nas políticas curriculares recentes torna-se fundamental para compreender os rumos da formação inicial docente no Brasil e os desafios colocados à construção de propostas formativas comprometidas com a autonomia, a reflexão crítica e a transformação social.

4. Considerações finais

As políticas de formação inicial docente no Brasil têm sido historicamente atravessadas por movimentos de permanência, reformulação e disputa que expressam diferentes concepções de docência, currículo e profissionalização. O percurso normativo discutido neste capítulo, da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB nº 9.394/1996) às recentes Diretrizes Curriculares Nacionais, instituídas pela Resolução CNE/CP nº 4/2024, evidencia que a formação de professores permanece como um campo em constante reconfiguração, marcado por tensionamentos entre projetos formativos distintos e, por vezes, antagônicos.

Ao longo das últimas décadas, observamos a ampliação da centralidade atribuída às políticas curriculares e aos referenciais nacionais comuns na organização das licenciaturas. Nesse contexto, documentos como a BNCC e a BNC-Formação (2019) passaram a influenciar diretamente os currículos da formação inicial docente, fortalecendo processos de alinhamento entre a Educação Básica e os cursos de licenciatura. Embora tais políticas tenham buscado promover maior articulação entre teoria e prática e estabelecer parâmetros comuns para a formação de professores, também suscitaram debates acerca dos limites da padronização curricular e da centralidade atribuída à lógica das competências.

As discussões apresentadas ao longo deste capítulo permitem observar que a chamada Pedagogia das Competências constitui uma orientação metodológica vinculada a determinadas concepções de Educação, trabalho e profissionalização docente. A ênfase em competências e habilidades operacionais, quando dissociada de processos mais amplos de reflexão crítica, pode contribuir para a redução da docência a dimensões técnico-instrumentais, limitando a compreensão da complexidade que envolve o trabalho educativo e as finalidades sociais da escola.

Em contraposição a perspectivas mais prescritivas e padronizadoras, assumimos a posição de autores como Saviani (2019), Libâneo (2013), Pimenta e Lima (2012), Frigotto (2021) e Kuenzer (2002) defendem a necessidade de uma formação docente comprometida com a apropriação crítica dos conhecimentos, com a compreensão histórica da realidade educacional e com a constituição de profissionais capazes de atuar de maneira ética, reflexiva e socialmente referenciada. Sob essa perspectiva, a formação inicial ultrapassa a ideia de treinamento técnico e passa a ser compreendida como processo de constituição intelectual, política e humana da docência.

A publicação da Resolução CNE/CP nº 4/2024 pode ser compreendida, nesse cenário, como expressão das disputas contemporâneas em torno da formação de professores no Brasil. Ao revogar a BNC-Formação (2019) e reafirmar a importância da autonomia institucional, da diversidade regional e da articulação entre fundamentos éticos, sociais e pedagógicos, o documento sinaliza movimentos de revisão das políticas recentes de formação docente e reabre debates acerca dos sentidos atribuídos às licenciaturas e ao trabalho docente. Entretanto, as reconfigurações normativas, por si só, não garantem transformações efetivas nos processos formativos. A consolidação de propostas de formação crítica depende também das condições concretas de funcionamento das Instituições de Ensino Superior, das políticas de valorização docente, da articulação entre universidade e escola e das possibilidades de construção de currículos que dialoguem com as múltiplas realidades educacionais brasileiras. Nesse sentido, a formação inicial docente permanece como um desafio coletivo e permanentemente tensionado pelas disputas políticas, sociais e epistemológicas que atravessam o campo educacional.

Diante disso, compreendemos que refletir sobre as políticas de formação docente implica reconhecer a complexidade da docência e a necessidade de construir percursos formativos que articulem conhecimento científico, compromisso social, reflexão crítica e autonomia pedagógica. Mais do que responder a exigências normativas ou operacionais, a formação inicial deve ser compreendida como espaço de produção de sentidos sobre a Educação, sobre a escola e sobre o papel social dos professores em contextos históricos marcados por desigualdades, transformações e permanentes disputas em torno dos projetos educacionais em circulação na sociedade brasileira.

Referências

- Brasil. (1996, 20 de dezembro). *Lei nº 9.394*. Diário Oficial da União.
- Brasil. (2013, 4 de abril). *Lei nº 12.796*. Diário Oficial da União.
- Brasil. (2014, 25 de junho). *Lei nº 13.005*. Diário Oficial da União.
- Brasil. Conselho Nacional de Educação. Conselho Pleno. (2015, 1 de julho). *Resolução CNE/CP nº 2*. Diário Oficial da União.
- Brasil. Conselho Nacional de Educação. Conselho Pleno. (2019, 20 de dezembro). *Resolução CNE/CP nº 2*. Diário Oficial da União.
- Brasil. Conselho Nacional de Educação. Conselho Pleno. (2024, 17 de dezembro). *Resolução CNE/CP nº 4*. Diário Oficial da União.
- Brasil. Ministério da Educação. (2017). *Base Nacional Comum Curricular*. MEC.
- Day, C. (2004). *A paixão pelo Ensino*. Porto Editora.
- Flores, M. A. (2014). Discursos do profissionalismo docente: paradoxos e alternativas conceptuais. *Revista Brasileira de Educação*, 19(59), 851-869.
- Freire, P. (1987). *Pedagogia do oprimido* (17ª ed.). Paz e Terra.
- Frigotto, G. (2021). *A produtividade da escola improdutiva* (6ª ed.). Cortez.

- Garcia, C. M. (1999). *Formação de professores: para uma mudança educativa*. Porto Editora.
- Gatti, B. A., & Barretto, E. S. de S. (2009). *Professores do Brasil: impasses e desafios*. UNESCO.
- Imbérnon, F. (1994). *La formación y el desarrollo profesional del profesorado: hacia una nueva cultura profesional*. Editorial Graó.
- Imbérnon, F. (2024). Formação de professores e políticas educativas. *Revista E-Curriculum*, (22), e65534.
- Kuenzer, A. Z. (2002). Conhecimento e competências no trabalho e na escola. *Boletim Técnico do Senac*, 28(2), 2-11.
- Libâneo, J. C. (2013). *Didática*. Cortez.
- Massabni, V. G. (2015). Reforma curricular de São Paulo e as regulações do trabalho docente. *Dialogia*, (22), 161-172.
- Perrenoud, P. (2000). *Dez novas competências para ensinar*. Artmed.
- Pimenta, S. G., & Lima, M. S. L. (2012). *Estágio e docência: a relação necessária*. Cortez.
- Rufino, L. G. B., Gonçalves, L. L., & Souza Neto, S. de. (2025). A BNC-Formação no Cenário de Reabertura do Debate Político no Brasil: em questão, o Desenvolvimento Profissional Docente. *Revista e-Curriculum*, 23, e65680.
- Sacristán, J. G. (2000). *O currículo: uma reflexão sobre a prática* (3ª ed.). Artmed.
- Saviani, D. (2019). Base Nacional Comum Curricular e a organização do conhecimento escolar. In G. Frigotto & M. Ciavatta (Orgs.), *BNCC: contradições de uma política para a educação básica brasileira* (pp. 35–50). Cortez.

Capítulo 25

Formação docente em Ciências Agrárias: prática, inovação pedagógica e articulação normativa

Rosebelly Nunes Marques

Professora Doutora do Departamento de Economia, Administração e Sociologia da Esalq/USP

Vânia Galindo Massabni

Professora Doutora do Departamento de Economia, Administração e Sociologia da Esalq/USP

Marcos Cesar Rodrigues de Miranda

Doutorando do Programa Interunidades de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada da Esalq/USP

A formação de professores é, mais do que um compromisso das universidades, um atendimento à sociedade para projetar o futuro das novas gerações. Atua-se hoje com vistas à sociedade de amanhã, que se situa como tempo e espaço de trabalho do professor já formado.

Na atualidade e, desde algum tempo, se compreende que a formação docente não se esgota na universidade, em cursos de Licenciatura ou Pedagogia. Ser professor é estar em permanente desenvolvimento porque é preparar-se para ensinar em uma sociedade em mudança, com avanços tecnológicos e do conhecimento (Imbernón, 2006). Este desenvolvimento tem que ser pensado desde a formação, durante o curso de Licenciatura, aproximando o futuro professor das formas de compreensão e também de superação de dilemas da realidade escolar (Massabni, 2011)

Marques (2012) define que formar professores não é apenas ensinar processos pedagógicos, mas proporcionar o envolvimento dos futuros professores de forma que sejam instigados a pensar criticamente sobre o novo cenário educacional, em três etapas: socialização do conhecimento, integração com a prática e transformação/fortalecimento da prática.

A interatividade é um objeto de trabalho do professor, porque é no estabelecimento de interações cotidianas com os alunos nas várias atividades envolvidas na prática docente, em especial em sala de aula, que este objeto se delineia (Tardif & Lessard, 2007). A relação com alunos, pais, demais professores, gestores e comunidade externa está no cotidiano da docência. Portanto, conhecimentos, habilidades e atitudes, bem como valores que orientam a prática estão no cerne da formação de professores. Envolve um preparo profissional que articule teoria e prática em diversos âmbitos (Pimenta & Lima, 2005): no conhecimento do conteúdo a ensinar, na interpretação das diferentes situações didáticas, no planejamento curricular e do processo educativo dos alunos, na análise e interpretação dos impactos das políticas educacionais, no embasamento as escolhas pedagógicas, na investigação e pesquisa para compreensão e superação dos desafios, entre outros. São também relevantes os contextos sociais, as políticas e suas determinações no sistema educativo.

Pesquisas indicam que a reflexão é um princípio de formação de professores. Valorizam-se ações formativas que promovem processos de reflexão das práticas habitualmente desenvolvidas nas escolas e sobre a própria prática, colaborando com o propósito de aprimorar a docência. Pela reflexão embasada, as razões que fundamentam as atitudes e escolhas pedagógicas, os futuros professores podem encontrar alternativas para práticas (Marcelo Garcia, 1999). Pensar em alternativas é encontrar meios de realizar a inovação pedagógica, desde a Licenciatura, cabendo a crítica a condições que comprometem a aprendizagem dos alunos, ampliam as desigualdades e a escola como espaço transformador.

Portanto, as teorias estudadas e a relação teoria e prática conferem uma formação de intelectual na Licenciatura, que extrapola o “saber-fazer”. Contreras (2002) entende que a perspectiva com que se entende o professor pode ser a de intelectual crítico: aquele cuja autonomia é emancipação e processo coletivo, dirigindo à transformação das condições institucionais e sociais do ensino. Ele discute três perfis de autonomia docente - técnico, prático e intelectual crítico.

Estes diversos aspectos da prática e os desafios da inovação pedagógica encontram, na formação de professores, ancoragem em orientações legais que configuram uma articulação normativa. É nessa confluência que será discutida a LES 0342 — Instrumentação para o Ensino em Ciências Agrárias —, disciplina específica da Licenciatura em Ciências Agrárias da Esalq/USP, com apontamentos complementares sobre a LES 1315 — Metodologia do Ensino em Ciências Agrárias.

São estas duas disciplinas que atendem especificamente à Licenciatura em Ciências Agrárias, pois as demais são oferecidas concomitantemente para a Licenciatura em Ciências Biológicas, também existente na Esalq. Nesse sentido, têm como foco a área de Ensino de Ciências Agrárias, atendendo com maior especificidade os estudantes desta área do conhecimento.

As áreas de conhecimento das Ciências Agrárias são diversificadas e de acordo com o portal do Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq, 2026). As principais áreas são: Agronomia, Recursos Florestais e Engenharia Florestal, Engenharia Agrícola, Zootecnia, Medicina Veterinária, Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca, Ciência e Tecnologia de Alimentos.

A Licenciatura em Ciências Agrárias da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” foi criada em 1995 e é integrada aos cursos de Engenharia Agrônômica e Engenharia Florestal (licenciatura dependente), sem ingresso próprio. A formação pedagógica inicia-se com a disciplina LES0114 - Introdução aos Estudos da Educação, que pode ser cursada a partir do segundo semestre do curso de origem e concluída em até quatro semestres após sua integralização, desde que tenham cursado 50% da licenciatura (ESALQ, 2021).

O objetivo da Licenciatura em Ciências Agrárias da Esalq/USP é formar professores para atuar no ensino formal e nas escolas técnicas. Neste sentido, a base do curso é muito sólida e contempla os conteúdos de formação específica e formação pedagógica, assim como questões que são indicadas e atualizadas pela legislação vigente, visando à formação integral do licenciando. Deste modo, a Licenciatura em Ciências Agrárias integra a política institucional de formação docente, comprometida com a construção de uma sociedade justa e democrática.

Além do conteúdo trabalhado nas salas de aulas, boa parte da carga horária da Licenciatura em Ciências Agrárias é voltada aos seus estágios em escolas, conforme requer a legislação. O Estágio Supervisionado é realizado em escolas,

tanto da rede regular de ensino como da educação profissional médio de nível técnico, considerando ainda que pode ser realizado em cursos técnicos oferecidos na atualidade na rede regular pública estadual paulista.

Licenciatura em Ciências Agrárias integra a política institucional de formação docente, comprometida com a construção de uma sociedade justa e democrática.

Nesse sentido, o presente texto apresenta e discute duas disciplinas, a LES 0342 (Instrumentação para o Ensino de Ciências Agrárias) e a LES 1315 (Metodologia do Ensino em Ciências Agrárias), com o objetivo de identificar seu significado na formação de professores aptos a desenvolver seu trabalho com intencionalidade pedagógica em salas de aula e nas escolas, promovendo a formação de estudantes mais críticos e participativos. Analisa, ainda, como a LES 0342 articula essa construção formativa às inovações previstas nas Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial de Professores.

1. A relação teoria e prática no planejamento das disciplinas específicas das Ciências Agrárias na Esalq

Um relato sobre a disciplina LES 0342 foi apresentado e discutido por Silva *et al.* (2021). O artigo contextualiza a referida disciplina a partir de um diagnóstico preciso, embora os conteúdos de Ciências Agrárias (Química, Física, Bioquímica, Geologia, Ciência do Solo) exijam abordagem interdisciplinar, ainda se aplicam pouco as metodologias inovadoras a esses conteúdos, devido à escassez de material didático que possibilite o desenvolvimento de atividades ativas (Silva *et al.*, 2021, p. 3). A LES 0342 foi criada e está interligada a esta lacuna real e documentada no ensino de Ciências Agrárias no Brasil. Os autores fundamentam a proposta em Morán (2015), para quem a escola padronizada, que ensina e avalia a todos de forma igual e exige resultados previsíveis, ignora que a sociedade do conhecimento é baseada em competências cognitivas, pessoais e sociais que não se adquirem da forma convencional. O argumento é que a formação de professores precisa, ela mesma, ser repensada com metodologias ativas.

Um aspecto importante quando se discute a instrumentação do professor para ensinar é o uso de kits didáticos, que podem ser adquiridos prontos ou elaborados pelos licenciandos e professores. Kits são materiais de apoio ao ensino, sendo recursos didáticos com os quais é preciso aprender a trabalhar em aula para aprimorar a prática docente, em especial no ensino de Ciências na escola. A disciplina de Instrumentação valoriza a formação do intelectual crítico (Contreras, 2002) porque a disciplina não forma apenas um professor como um técnico que sabe usar kits, mas um educador capaz de repensar criticamente sua prática, em que inclui kits educacionais.

A articulação entre as disciplinas Instrumentação para o Ensino em Ciências Agrárias e Metodologia de Ensino em Ciências Agrárias pode oferecer espaços educativos no currículo, que se voltam para questões ambientais e agrárias. Loconte et al (2017) realizaram um estudo sobre a relação de estudantes de Educação Infantil com as abelhas sem ferrão. Eles preparam atividades para o ensino sobre abelhas nativas (Jataís) e polinização na Educação Infantil, mais especificamente na creche da Esalq, como forma de estimular a curiosidade das crianças e promover a educação ambiental. A iniciativa envolveu licenciandos em Ciências Agrárias da Esalq, que planejaram e aplicaram um estágio integrado entre disciplinas, com metodologia que valorizou a prática, confeccionando uma caixa-ninho e

envolvendo a participação de pais e professores. O trabalho contribuiu para a formação docente dos licenciandos, para a integração entre disciplinas e para a reflexão sobre a aprendizagem das crianças a partir do tema das abelhas Jataís. O destaque para a disciplina LES 0342 foi na elaboração do recurso didático e discussão do ensino sobre as abelhas para aquela faixa etária. Na disciplina LES 1315, os licenciandos trabalharam com exemplares de abelhas, desenhos representativos com as crianças e explicaram as funções ecológicas.

Ambas as disciplinas articulam-se à extensão universitária. Recentemente, a USP incentivou e organizou a extensão universitária como parte do currículo dos cursos e, na Licenciatura, houve um movimento para o atendimento da demanda por meio da curricularização da extensão, incluindo- a na carga horária das disciplinas do projeto pedagógico das Licenciaturas em Ciências Agrárias e Biológicas.

Conforme o “*Guia de Curricularização da Extensão Universitária dos Cursos de Graduação da USP*”¹, a interlocução dos estudantes com a sociedade é o cerne da inserção, nos currículos dos cursos, da atividade extensionista. Para dar conta da legislação vigente e, mais do isto, para fomentar a formação cidadã dos estudantes universitários, a universidade requer o planejamento e realização de práticas extensionistas, com apoio na pesquisa e no ensino, e sua previsão como compromisso formativo no projeto pedagógico do curso. Conforme o documento, são embasadas em trocas dialógicas tendo como horizonte a oposição à educação bancária elucidada por Freire (2019).

2. Caracterização da disciplina LES0342 - Instrumentação para o Ensino de Ciências Agrárias

A disciplina LES 0342 - Instrumentação para o Ensino de Ciências Agrárias² é oferecida pelo Departamento de Economia, Administração e Sociologia da Esalq/USP, com carga horária total de 210 horas, distribuídas entre créditos aula (4), créditos trabalho (5), 80 horas de Prática como Componente Curricular (PCC), 40 horas de Estágio Supervisionado e 30 horas de Atividades de Extensão e declara alinhamento aos ODS nº 3 (Saúde e Bem-Estar) e nº 4 (Educação de Qualidade). As atividades de Estágio Supervisionado promovem a articulação entre a teoria e a prática, valorizando a prática como componente curricular e atividades de extensão integradas na disciplina.

A LES 0342 propõe a formação instrumental do licenciando no sentido da reflexão, adaptação e elaboração de programas, kits e recursos didáticos para aprimorar e auxiliar o ensino de conteúdos específicos das Ciências Agrárias, considerando a perspectiva Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), a alfabetização científica, a formação técnico-pedagógica, STEAM: *Science, Technology, Engineering, Arts e Mathematics*, a História e Epistemologia da Ciência, as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) e os ambientes formal e não formal, incluindo a educação ambiental.

¹https://uspdigital.usp.br/apolo/doc/aex/Guia_Curricularizacao_v3.pdf

²<https://uspdigital.usp.br/jupiterweb/obterDisciplina?nomdis=&sgldis=les0342>

O objetivo da disciplina é apoiar e incentivar o futuro educador a desenvolver materiais didáticos que facilitem o ensino de conteúdos e que respeitem o ambiente e o meio sociocultural onde se inserem. (Ementa LES0342, Júpiter/USP, 2026; Silva et al., 2021, p. 3)

Inicialmente são apresentadas a importância da discussão de aspectos fundamentais ao licenciando para o ensino dos conteúdos curriculares tradicionais agrotécnico e dos novos cursos das carreiras técnico-científicas de nível médio. Assim, o licenciando tem a clareza dos conteúdos específicos a serem estudados e servirão de base para a discussão sobre os recursos didáticos de apoio ao professor. Neste processo, são valorizadas as razões de escolhas pedagógicas, como escolha de kits, jogos, cruzadinhas, entre outros.

Marques (2017) destaca a importância de escolher o recurso de forma adequada e alinhada aos conteúdos, objetivos da aula e ainda, articular com a avaliação da aprendizagem. Essa abordagem é fundamental para a conexão da relação teoria e prática. Como os futuros professores refletem sobre as alternativas que tornam as práticas atrativas para os estudantes, busca-se atender ao princípio da reflexão conforme indicado por Marcelo Garcia (1999).

O conteúdo programático da base na Ementa da disciplina envolve também a História e a Epistemologia da Ciência e este tema constitui o eixo orientador das discussões de conteúdos específicos, articulando-se: ao ensino de agroecologia e de técnicas sustentáveis; à produção de trabalhos científicos; à adaptação de experimentos para o ensino básico e técnico de nível médio; à análise da escassez de materiais didáticos em Ciências Agrárias; à abordagem CTSA; à alfabetização científica na formação docente; ao desenvolvimento de recursos didáticos na perspectiva da Educação Inclusiva, voltados a estudantes com necessidades educacionais especiais; à utilização pedagógica de hortas, viveiros e culturas não escolares; à concepção, elaboração e aplicação de kits educacionais; ao uso de jogos didáticos no ensino de Ciências; à abordagem STEAM; à organização e ao uso de laboratórios didáticos, considerando montagem, manutenção e segurança; ao emprego do computador e das tecnologias da informação no ensino de Ciências Agrárias, em seus limites e possibilidades; e às concepções e aos recursos didáticos da educação ambiental para sua implementação. Exemplo de atividades com o modelo STEAM foi discutido por Oliveira *et al.* 2025, com diversas sequências didáticas sobre a temática água que dialoga com as ciências agrárias e propõe atividades articuladas, independentes e inovadoras.

No que se refere ao Estágio Supervisionado, a disciplina contempla 30 horas destinadas a vivências, observação e participação em aulas, possibilitando aos licenciandos analisarem o uso de recursos didáticos utilizados pelos professores nas escolas, bem como compreender os motivos de sua adoção ou não para as aulas. Esse processo favorece uma reflexão consistente sobre a prática docente em situações reais dentro das escolas.

Os métodos de ensino incluem aulas expositivas dialogadas, gamificação, aprendizagem por projetos, sala de aula invertida, estudo de caso, leituras orientadas e Atividades Curriculares Extensionistas (ACE). Exposição de recursos pedagógicos com materiais didáticos produzidos pelos alunos da licenciatura, trabalhos em grupo, discussão em pequenos grupos e socialização

A avaliação centra-se no kit didático elaborado pelos alunos ao longo do semestre e na sua apresentação na Exposição de Recursos Pedagógicos, além de relatórios, resenhas, estágio, seminários, trabalho em grupo e prova escrita.

A avaliação da aprendizagem é realizada de forma processual e contínua, considerando a elaboração do kit didático desenvolvido pelos estudantes ao longo do semestre e sua apresentação na Exposição de Recursos Pedagógicos. São também considerados, como instrumentos avaliativos, relatórios, resenhas, atividades de estágio, seminários, trabalhos em grupo e prova escrita.

3. Caracterização da disciplina LES 1315 - Metodologia de Ensino em Ciências Agrárias

Também oferecida pelo Departamento de Economia, Administração e Sociologia (LES) da Esalq/USP, a disciplina Metodologia do Ensino em Ciências Agrárias (LES 1315) possui carga horária total de 180 horas e específica para a Licenciatura em Ciências Agrárias³. É uma disciplina que terá continuidade com a Metodologia do Ensino em Ciências (LES 1415), em que o oferecimento é conjunto para alunos de Agrárias e Biológicas, tratando de modo mais abrangente as questões referentes à prática pedagógica nas escolas e o ensino das Ciências.

Está organizada em créditos aula (4) e créditos trabalho (4), nos quais os alunos se dedicam aos estágios em escolas, além de 30 horas de extensão integradas à disciplina. Os estágios são viabilizados e discutidos na aula da universidade, articulando teoria e prática, assim como em diferentes aulas se realizam simulações de aulas, planejamentos e aproximações diversas à realidade profissional do futuro professor. Por exemplo, recebe estágio o curso técnico em Agronegócio de uma escola da rede estadual próxima à Esalq em que atuam dois ex-alunos, um da Licenciatura em Ciências Biológicas e outro da Licenciatura em Ciências Agrárias.

A disciplina de Metodologia do Ensino em Ciências Agrárias atende a mesma carga horária da disciplina correlata na Licenciatura em Ciências Biológicas - Metodologia de Ensino em Ciências Biológicas, visando o alinhamento curricular e carga horária compatível entre as duas Licenciaturas do campus Luiz de Queiroz. Ajusta-se ao ODS nº 4 (Educação de Qualidade).

A metodologia de ensino é vivenciada em aula pelos estudantes com vistas à aprendizagem significativa (Zabala, 2008), pois várias aulas aliam a vivência da própria metodologia à teoria, com aprofundamentos quando necessário. Ao longo da disciplina, vai sendo evidenciado como o futuro professor pode situar o foco das aulas na aprendizagem dos estudantes, de modo que o conteúdo de Ciências Agrárias se torne um meio e não um fim em si mesmo. A metodologia de ensino, tema da disciplina, é desenvolvida por cada aluno, embasando que cada professor desenvolve a metodologia pela reflexão e ação em sua prática, considerando os contextos e determinantes da prática (Pimenta & Lima, 2004),

³<https://uspdigital.usp.br/jupiterweb/obterDisciplina?nomdis=&sgldis=LES1315>

como orientações externas do sistema educativo e demandas da sociedade. Ela pode ser embasada a partir de métodos de ensino já existentes e apresentados em aula, ou métodos novos, elaborados por cada futuro professor em planejamentos didáticos e regências de aulas em escolas, conforme identidade de cada um. A metodologia de ensino é entendida como articuladora da composição de aulas e de planejamentos de ensino, em especial em sequências didáticas construtivistas. Assim entendida, a metodologia é parte integrante do desenvolvimento de uma identidade docente e profissional do futuro docente, como tratado por Imbernón (2006) e se valoriza a autonomia do licenciando como parte intrínseca do ser professor como intelectual crítico (Contreras, 2002).

A disciplina vai sendo conduzida de modo que, ao final, desmistifique a Ciência como área de estudo e a aproxime dos alunos, valorizando a participação ativa do estudante. Estabelecem-se dinâmicas de aula interativas e trabalhos em grupo de forma que o futuro professor vivencie a interatividade como objeto da prática docente (Tardif & Lessard, 2007).

O objetivo da disciplina é o seguinte:

De forma intrínseca a atividade de estágio em escola prevista na disciplina, esta tem como objetivo que o aluno relacione os aspectos teóricos do ensino e aprendizagem das Ciências Agrárias aos conhecimentos práticos da docência, a fim de que o licenciando se torne um professor capaz de optar, de forma autônoma, pelas metodologias adequadas ao contexto sociocultural e às necessidades dos alunos (Ementa LES 1315, Júpiter/USP, 2026)

Emerge como orientação para o ensino, conforme preconizam as pesquisas no Ensino de Ciências prezam pela construção do conhecimento científico pelo aluno e que entende a aprendizagem como processo construtivo (Pozo & Crespo, 2009). Estas perspectivas são vistas em metodologias ativas diversas estudadas na disciplina, como a Aprendizagem Baseada em Tarefas.

A abordagem construtivista é tanto um meio de ensinar na disciplina LES 1315 quanto um conteúdo do ensino da própria disciplina. Nos conteúdos, são trabalhadas concepções do ensino de Ciências, as ideias prévias e sua modificação com vistas ao alcance de concepções cientificamente corretas pelo aluno, em concepções educativas que colocam o aluno no centro do processo educativo, priorizando a compreensão de conceitos ao invés da memorização, o desenvolvimento das habilidades cognitivas e sociorrelacionais pelos alunos, a autonomia do professor nas escolhas metodológicas e a interdisciplinaridade.

A interdisciplinaridade é uma das expectativas da Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2018) para a área das Ciências e seus componentes curriculares. Ela é trabalhada em diversas aulas, como nas que trazem atividades práticas. Por exemplo, na confecção de terrário e minhocário escolar se articulam conteúdos sobre solo, zoologia - anelídeos, produção agroecológica, manutenção de pequenos ecossistemas, ciclos da água e elementos como carbono e cuidados com a vida no solo. Os licenciandos refletem sobre os desafios de sua confecção nas escolas, reflexão que deve orientar a formação docente (Marcelo Garcia, 1999).

Outro objetivo da ementa é que os estudantes relacionem as metodologias de ensino em Ciências Agrárias às sociedades sustentáveis e a aprendizagem de conteúdos da área em uma abordagem construtivista. Por exemplo, há trabalhos com temas geradores em Ciências Agrárias (por exemplo, sobre a produção de alimentos e a alimentação; e aquecimento global), com discussões do papel do ser humano e seu modo de vida na degradação ambiental e no fortalecimento da sustentabilidade.

Os conteúdos e justificativas da ementa são: a compreensão da abordagem tradicional no ensino de Ciências e limitações para aprender Ciências; integração de recursos didáticos, materiais da natureza para elaborar e atividades práticas em propostas metodológicas que desenvolvam habilidades sociocientíficas e trabalham conceitos científicos de forma simples; metodologias de ensino, as ciências agrárias e sustentabilidade; relações entre a concepção de ensino, o contexto e as escolhas metodológicas na educação formal; a construção de conceitos científicos pelos alunos, o conhecimento conceitual e demais tipos de conhecimentos; abordagem de Ensino de Ciências interdisciplinar e contextualizada; as aulas com metodologias expositivas, atividades práticas, lúdicas, entre outras, em uma visão analítica das metodologias e trabalho docente na educação; o planejamento de aulas e regências; a abordagem construtivista, com o aluno no centro do processo e seu desenvolvimento integral, com metodologias ativas; o currículo para a escola rural e a democratização de conhecimentos, entre outros.

O Laboratório Didático de Licenciatura da Esalq é um espaço formativo presente no Pavilhão de Ciências Humanas do Departamento de Economia, Administração e Sociologia da Esalq. Nele, o licenciando vivencia o uso de atividades práticas e o saber-fazer em aulas (Massabni, 2016), inseridas como forma de valorizar e aproximar a Ciência dos alunos.

Ponto importante da ementa está relacionar a metodologia à democratização dos conhecimentos e à justiça social, exemplificado com a elaboração do teatro “*Mesa para quatro*” pelos estudantes da disciplina LES 1315 em 2025, que visou conscientizar estudantes sobre o problema da fome e desigualdade na sociedade, apresentado no Congresso de Graduação da USP.

Os métodos de ensino na universidade incluem: aulas expositivo-dialogadas; leitura e análise de textos, incluindo textos didáticos, elaborado para a disciplina pela docente; excursão didática; apresentação de planos de aula e trabalhos em aula; debates; atividades práticas no Laboratório Didático e metodologias ativas. Esta ampla gama de métodos busca preparar o aluno não somente para a docência, mas para *soft-skills* e formação integral.

Por fim, a avaliação é formativa, sendo processual com nota de: 1. Atividades entregues periodicamente e Atividades Curriculares Extensionistas (ACE), para avaliar a aprendizagem em processo na participação; 2. Prova escrita sobre o conteúdo teórico-prático trabalhado na disciplina e 3. Relatório do estágio realizado na escola, na forma de Relato de Experiência, com obrigatoriedade de observação, participação e regência, com planejamento prévio pelo aluno. Este relato deve refletir as aprendizagens, identificando a colaboração com o professor(a) supervisor de estágio da escola.

A seguir, trata-se de abordar como uma das duas disciplinas das Ciências Agrárias busca atender a um novo marco regulatório para a Licenciatura, as Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial de professores da Educação Básica de 2024.

4. Marco Regulatório: análise da disciplina de Instrumentação como exemplo de atendimento às normativas de formação de professores

A Resolução CNE/CP nº 4, de 29 de maio de 2024, institui as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) para a formação inicial de professores da Educação Básica, estabelecendo parâmetros normativos para a organização dos cursos em âmbito nacional. Entre seus principais dispositivos, destacam-se a exigência de carga horária mínima de 3.200 horas e a ênfase na articulação formativa com a Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2018). No caso do Curso de Licenciatura em Ciências Agrárias da Esalq, o primeiro passo foi a revisão das ementas das disciplinas pedagógicas obrigatórias pelos docentes e a Comissão Coordenadora do Curso. Depois dessa etapa, foi discutida no âmbito do Departamento, Comissão de Graduação e Diretoria da Instituição, pensando em uma descrição robusta nas ementas, porém clara e objetiva para que o currículo do curso reflita o trabalho já realizado alinhado às orientações das DCNs. A tabela 1 traz uma análise dos fundamentos da CNE/CP nº 4/2024 e a articulação da disciplina LES 0342.

Tabela 1. Fundamentos da CNE/CP nº 4/2024 e correspondência da LES 0342

Fundamento (Art. 4º, CNE/CP nº 4/2024)	Correspondência na LES 0342
I — Domínio dos conhecimentos específicos a serem ensinados	Conteúdo de Ciências Agrárias (Química, Física, Bioquímica, Geologia, Ciência do Solo) trabalhado interdisciplinarmente. Silva <i>et al.</i> (2021) e Loconte <i>et al.</i> (2017) documentam que os conteúdos são contextualizados via Kits e experimentação.
II — Formação epistemológica e reflexão crítica	História e Epistemologia da Ciência como eixo. Há uma postura mais crítica e atitude mais ativa dos licenciandos após as atividades (Silva <i>et al.</i> , 2021).
III — Articulação teoria-prática via estágio e PCC	80h de PCC + 40h de estágio documentados, aproximam os estudantes da abordagem teórica e prática nas atividades previstas nas escolas e durante as aulas.
IV — Formação para a diversidade e inclusão	Leituras recomendadas revelam que a maioria dos licenciandos demonstra muito interesse nos temas de Educação Inclusiva/Diversidade e participam das atividades de simulação e vivências sobre essa temática, estruturadas durante a disciplina.

Fonte: Dados analisados da disciplina LES0342 (2012-2026)

A Deliberação CEE 232/2025, aprovada pelo CEE/SP em 10/09/2025 e homologada em 15/09/2025, estabelece as Diretrizes Complementares para a Formação Inicial no Sistema de Ensino do Estado de São Paulo em conformidade com a CNE/CP nº 4/2024. Publicada no DOESP em 22/09/2025, torna-se obrigatória para turmas ingressantes a partir do 2º semestre de 2026 - o mesmo semestre de ativação da versão atualizada da LES0342. A normativa organiza os cursos em quatro núcleos articulados e integrados: Prática como Componente Curricular, Conteúdos Específicos, Estágio Supervisionado e Formação Geral. A Tabela 2 sintetiza a articulação entre os núcleos e a LES0342.

Tabela 2. Correspondência da LES0342 e a Deliberação CEE 23/2025

Núcleo formativo (CEE 232/2025, Art. 6º)	Correspondência na LES0342
Núcleo I — Formação Geral (mín. 880h) Fundamentos epistemológicos, temáticas de sustentabilidade, cidadania e diversidade.	História e Epistemologia da Ciência como eixo da disciplina. Cartazes CTSA com os ODS da ONU. Simulação e vivências sobre inclusão para alunos com necessidades especiais.
Núcleo II — Conteúdos Específicos (1.600h) Conteúdo Pedagógico de Conteúdo (CPC) (Shulman); vivências de articulação conteúdo-prática; criação e uso de materiais didáticos (Art. 6º §2º h).	Kits didáticos como exercício central de CPC — 310 alunos, 20 turmas e 6 municípios. Há quatro oficinas temáticas que estruturam o desenvolvimento dos Kits.
Núcleo III — Extensão (320h) AAE presenciais; protagonismo estudantil; integração com comunidade escolar (Art. 6º §3º).	30h de extensão: Exposição de Recursos Pedagógicos para escolas de Educação Básica e Ensino Técnico.
Núcleo IV — Estágio (400h) Progressivo (observação → regência); presencial; supervisão IES-escola.	40h de estágio em 3 fases documentadas: observação, participação e regência (Silva <i>et al.</i> , 2021). Inserido a partir de 2016.

Fonte: Dados analisados da disciplina LES0342 (2012-2026)

A CEE 232/2025 fundamenta a Prática como Componente Curricular em Shulman (1986; 1987), definindo-a como o encontro entre o domínio de um objeto de ensino e o conhecimento pedagógico sobre como ele é aprendido e ensinado. A disciplina articula suas atividades exatamente como a legislação indica, demonstra empiricamente esse processo: ao desenvolver kits, os licenciandos transformam o conhecimento agrônomo em representações pedagógicas acessíveis a alunos de diferentes séries e realidades escolares.

Com relação aos espaços não formais, Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) e inclusão, a Deliberação CEE 232/2025 exige o uso de diferentes espaços formativos além da sala de aula (Art. 2º, §2º, II), o aprendizado das TDIC (Art. 2º, §2º, III) e conteúdos de Educa-

ção Especial (Art. 2º, §3º, IV). A LES0342 tem viagens didáticas estruturantes (Museus de Ciências, Espaços interativos, Exposições, entre outros) e experimentos no Laboratório de Licenciatura como espaços não formais; o uso do software EclipseCrossword para criação de palavras cruzadas e Pixton para construção de Histórias em Quadrinho, como TDIC pedagógica; e a simulação de inclusão com vendas e protetores auriculares como vivência formativa sobre necessidades especiais.

É importante destacar que o Plano Nacional de Educação (PNE) para o decênio 2026–2036, foi instituído pela Lei nº 15.388, de 14 de abril de 2026 (Brasil, 2026), tem como objetivo ampliar o acesso à educação, elevar sua qualidade e promover a equidade, reafirmando a educação como um direito de todos. O plano contempla 19 objetivos, distribuídos entre temas como educação infantil, alfabetização, ensino fundamental e médio, educação integral em tempo integral, diversidade e inclusão, educação profissional e tecnológica, educação superior, educação de jovens, adultos e idosos, além da estrutura e do funcionamento da educação básica, da participação social e da gestão democrática.

O PNE traz inovações como a ênfase em qualidade, a aprendizagem com equidade, a Educação escolar indígena, educação do campo e educação escolar quilombola, a Educação integral, Programa Nacional de Infraestrutura Escolar, Fortalecimento das estruturas de governança e monitoramento dos planos decenais. Aqui o destaque para a aprendizagem com equidade, como eixo central da disciplina LES 0342, quando aborda gestão de sala de aula equitativas, amparada em atividades que valorizam a inclusão e o ensino pautado na equidade.

Articulando com as metas do PNE, no que diz respeito ao Curso de Licenciatura em Ciências Agrárias, arrisca-se dizer que há colaboração direta com a metas que envolvem:

- Atingir 100% dos professores da educação básica com formação específica na área até 2032. Exemplo: aumentar o número de matrículas no Curso de Licenciatura;
- Expandir educação profissional técnica de nível médio. Exemplo: Intensificar as atividades de estágio curricular supervisionado para atração de licenciandos às escolas técnicas;
- Promover a sustentabilidade socioambiental em todos os estabelecimentos de ensino. Exemplo: elaboração de cartazes CTSA com os 17 ODS da ONU;
- Impulsionar a educação digital. Exemplo: Uso de softwares para simulações documentadas como atividades regulares da disciplina.

LES 0342, conecta as metodologias ativas com o perfil de professor que as novas diretrizes exigem: o professor reflexivo, crítico e inovador descrito tanto na CEE 232/2025 quanto na CNE/CP nº 4/2024.

O marco regulatório apoia a reflexão da atualização da disciplina pensando em formar professores para a atualidade, envolver metodologias ativas, valorizar o protagonismo do licenciando e um comprometimento mútuo, proporcionando fortalecer o professor inovador e pronto para os desafios.

É notável verificar que a estruturação da disciplina LES 0342, conecta as metodologias ativas com o perfil de professor que as novas diretrizes exigem: o professor reflexivo, crítico e inovador descrito tanto na CEE 232/2025 quanto na CNE/CP nº 4/2024.

5. Considerações finais

Ao longo de seus anos de oferecimento, a LES 0342 e a LES 1315 têm produzido evidências consistentes de sua relevância formativa na área da docência. As duas disciplinas articulam-se ao propor a Ciência e suas relações com a sociedade como eixo formador com valorização dos recursos e metodologias diversificadas, criativas e inovadoras para as ciências agrárias.

Na LES 0342, os relatos dos licenciandos sobre a receptividade encontrada nas salas de aula durante os estágios, especialmente quando desenvolvem atividades diversificadas, reforçam o potencial da disciplina para promover práticas pedagógicas mais significativas, participativas e alinhadas às demandas contemporâneas da educação. Tais experiências demonstram a importância de metodologias que deslocam os estudantes da condição de espectadores para a de protagonistas e corresponsáveis por sua própria aprendizagem.

Na LES 1315, a relação teoria e prática tem resultado em maior autoconfiança dos licenciandos, que tendem a superar a dicotomia teoria e prática que compromete a formação na Licenciatura, conforme apontado por estudiosos da área (Pimenta & Lima, 2005). Também tem dado oportunidade de desenvolverem seus planejamentos de modo a integrar a aprendizagem como parte determinante da aula, em que ser professor na área de Ciências Agrárias supera a visão técnica de passar procedimentos e “passar conteúdos”. Estes aspectos são nítidos nas aulas que realizam nas escolas e nos planejamentos que consideram a visão construtivista, incluindo a apresentação, por exemplo, por eles no Congresso de Graduação da USP em 2025.

Na disciplina LES 1315, entendem que desenvolver sua metodologia requer estabelecer a mediação entre estudantes e conteúdos. Nesta, a visão construtivista é primeiramente vista como ‘continuidade’ e depois, para muitos, como a ‘virada de chave’ para aproximarem-se das ideias e vivências dos alunos da escola e encontrarem formas de ensino ancoradas nas transformações que a escola ainda precisa realizar para a democratização dos conhecimentos.

Mais do que atender às novas diretrizes, a LES 0342 se destaca por ter incorporado, desde sua criação, princípios e práticas que a legislação mais recente passou a consolidar. Trata-se, portanto, de uma disciplina que não apenas responde às exigências normativas, mas também se antecipa a elas, construindo, ao longo de suas diferentes ofertas, um percurso formativo sólido, reflexivo e sistematicamente documentado.

À luz da CEE 232/2025, da CNE/CP nº 4/2024 e das perspectivas impulsionadas pelo PNE 2026–2036, a trajetória da LES 0342 reafirma seu papel estratégico na formação docente. Seu histórico de implementação a posiciona como uma experiência de referência e como modelo replicável de formação docente contextualizada, inovadora e fundamentada em evidências, com potencial para inspirar o aprimoramento de propostas curriculares comprometidas com a qualidade e a transformação da educação básica.

Referências

- Brasil. Conselho Nacional de Educação. (2024). *Resolução CNE/CP nº 4, de 29 de maio de 2024: Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial em Nível Superior de Profissionais do Magistério da Educação Escolar Básica*. Diário Oficial da União, seção 1.
- Brasil. (2026). *Lei nº 15.388, de 14 de abril de 2026: Plano Nacional de Educação*. Presidência da República. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2026/lei/l15388.htm
- Brasil. Ministério da Educação. (2018). *Base Nacional Comum Curricular*. MEC. <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>
- Conselho Estadual de Educação de São Paulo. (2025). *Deliberação CEE nº 232/2025: Diretrizes complementares para a formação inicial em nível superior de profissional do magistério para a Educação Escolar Básica no Sistema de Ensino do Estado de São Paulo*. Diário Oficial do Estado de São Paulo.
- Contreras, J. (2002). *A autonomia de professores* (S. T. Valenzuela, Trad.). Cortez.
- Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. (2026). *Áreas do conhecimento: Ciências Agrárias*. <https://lattes.cnpq.br/web/dgp/ciencias-agrarias>
- Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. (2021). *Projeto Político-pedagógico da Licenciatura em Ciências Agrárias*. ESALQ/USP. <http://www4.esalq.usp.br/graduacao/cursos/licenciatura>
- Freire, P. (2019). *Pedagogia do oprimido*. Paz & Terra.
- Imbernón, F. (2006). *Formação docente e profissional: formar-se para a mudança e a incerteza* (6ª ed.). Cortez.
- Loconte, C. de O., Paiva, J. B. de, Massabni, V. G., & Marques, R. N. (2017). Abelhas jataís e educação ambiental: uma experiência interdisciplinar na formação de professores em ciências agrárias. *Revista de Graduação USP*, 2(3), 35–45. <https://doi.org/10.11606/issn.2525-376X.v2i3p35-45>
- Marcelo Garcia, C. (1999). *Formação de professores: para uma mudança educativa*. Porto Editora.
- Marques, R. M. (2012). *Formação continuada de professores em uma perspectiva da interação formador-formando* [Tese de doutorado, Universidade Estadual Paulista]. Repositório institucional UNESP.
- Marques, R. N. (2017). Considerações sobre metodologia e recursos didáticos de ensino: limites e possibilidades. Em V. G. Massabni (Org.), *Ensaio pedagógicos e a docência no ensino superior* (pp. 61–72). Funpec Editora.

- Massabni, V. G. (2011). Os conflitos de licenciandos e o desenvolvimento profissional docente. *Educação e Pesquisa*, 37(4), 793–808. <https://doi.org/10.1590/S1517-97022011000400008>
- Massabni, V. G. (2016). Das mudanças no mundo do trabalho à atividade prática como opção pedagógica: experiências do PIBID em uma escola técnica. Em V. G. Massabni & M. A. P. Pipitone (Orgs.), *Formação de professores para a educação profissional* (pp. 99–119). CRV.
- Morán, J. (2015). Mudando a educação com metodologias ativas. Em C. A. Souza & O. E. T. Morales (Orgs.), *Convergências midiáticas, educação e cidadania: aproximações jovens* (Vol. 2, pp. 15–33). PROEX/UEPG.
- Oliveira, T. M. de, Santos, M. B. dos, & Marques, R. N. (2025). *Inundando saberes: sequências didáticas STEAM sobre água para o ensino médio* (Série STEAM na Prática, n. 1). ESALQ/USP. <https://doi.org/10.11606/9786587391939>
- Pimenta, S. G., & Lima, M. S. L. (2004). *Estágio e docência*. Cortez.
- Pozo, J. I., & Crespo, M. A. G. (2009). *A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico* (5ª ed.). Artmed.
- Silva, A. C., Balcão, L. F., Castilha, B. R., & Marques, R. N. (2021). Metodologias ativas de ensino e a formação de professores inovadores. *Latin American Journal of Science Education*, 8, Artigo 12007. <http://www.lajse.org>
- Shulman, L. S. (1987). Conhecimento e ensino: fundamentos para a nova reforma (L. Beck, Trad.; P. Louzano, Rev. técnica). *Harvard Educational Review*, 57(1), 1–22.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4–14.
- Tardif, M., & Lessard, C. (2007). *O trabalho docente: elementos para uma teoria da docência como profissão de interações humanas* (3ª ed.). Vozes.
- Zabala, A. (2008). *A prática educativa: como ensinar*. Artmed.

Capítulo 26

Formação de professores: desafios pedagógicos e o Plano Nacional de Educação (2026-2036)

Formar professores é trabalhar numa situação muito particular, na qual o conhecimento que se domina tem de ser constantemente redimensionado, reelaborado, devido às mudanças que ocorrem na sociedade em que se vive, consequência, em grande parte, dos avanços da ciência e da tecnologia, tendo em vista que o processo de formação não cessa, envolvendo sempre novos contingentes de professores (CARVALHO, *et al.*, 1999, p.47).

Taitiâny Kárita Bonzanini

Professora Doutora do Departamento de Administração, Economia e Sociologia da Esalq/USP

A formação docente é atravessada por reflexões sobre as habilidades, conhecimentos e propósitos de um profissional que deve se envolver permanentemente com movimentos de formar e formar-se. A própria natureza da profissão, somada a velocidade com que as informações são disseminadas atualmente, e a produção de novos conhecimentos, exigem do professor atualização constante, adaptação às inovações científicas e tecnológicas e compromisso com uma formação que se estende por toda sua atuação profissional.

O tema formação de professores é alvo de inúmeras pesquisas e estudos no Brasil e no mundo (Menezes, 1996; Alves, 2011; Tardif, 2012; Pimenta, 2016; Nóvoa, 2019; e outros), pois é consenso que trata de uma ação estratégica em prol da melhoria educacional em todos os níveis de ensino. Discussões sobre a formação pedagógica, formação em áreas específicas, carreira, condições de trabalho, estão sempre em foco. Além dessas questões, os profissionais ainda são divididos, e formados, de acordo com dois principais níveis de atuação profissional: Educação Básica e Ensino Superior.

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB - Lei nº 9.394/96) rege a formação de professores no Brasil, definindo como formação mínima o nível superior, em curso de graduação plena (Licenciatura), para atuar na Educação Básica, etapa inicial da formação escolar, obrigatória dos 4 aos 17 anos. Para os cursos de Licenciatura no Brasil, as Diretrizes Curriculares Nacionais, sendo a mais recente a Resolução CNE/CP nº 4/2024, definem as regras e competências para os cursos. Com relação à formação para atuação no Ensino Superior, a formação deve ocorrer, prioritariamente, em programas de mestrado e doutorado, e a legislação ainda reconhece a possibilidade de validação do “notório saber” para áreas específicas. Sobre essas questões, vale trazer os artigos 65 e 66 da LDB (9394/96):

Art. 65. A formação docente, exceto para a educação superior, incluirá prática de ensino de, no mínimo, trezentas horas.

Art. 66. A preparação para o exercício do magistério superior far-se-á em nível de pós-graduação, prioritariamente em programas de mestrado e doutorado.

Parágrafo único. O notório saber, reconhecido por universidade com curso de doutorado em área afim, poderá suprir a exigência de título acadêmico (Brasil, 1996)

Esses artigos da legislação foram aqui citados para provocar uma reflexão sobre o papel da prática de ensino, e dos conhecimentos pedagógicos para atuação do docente, reconhecendo que, diariamente, ao exercer a função de um professor, tanto na Educação Básica como no Ensino Superior, o profissional se depara com inúmeros desafios pedagógicos como, por exemplo, selecionar e utilizar metodologias de ensino e recursos didáticos; engajar e motivar os estudantes; adequar o trabalho diante de mudanças curriculares, adaptar e incluir; atualizar-se, dentre outros. Assim, a preparação pedagógica é considerada o ponto de partida para a atuação docente, inclusive não se aceitando o chamado “notório saber”. Nesse sentido, Santos *et. al* (2024) discutem que a formação docente voltada à transformação curricular e à inovação pedagógica digital, requer políticas educacionais que assegurem espaços de formação continuada e de reflexão coletiva sobre as práticas pedagógicas.

Os desafios pedagógicos também são balizados pelas políticas públicas, e aqui focalizaremos o PNE – Plano Nacional de Educação, instituído pela Lei nº 15.388/2026 para o decênio (2026-2036), publicado pelo Ministério da Educação. Considerada uma das principais políticas de planejamento Educacional do Brasil, uma vez que orienta as diretrizes, metas e estratégias para a melhoria do ensino em todas as etapas e modalidades do país, o PNE deve orientar as políticas de valorização, capacitação e formação (inicial e continuada) dos profissionais da educação no país.

A preparação pedagógica é considerada o ponto de partida para a atuação docente, inclusive não se aceitando o chamado “notório saber”.

Acrescenta-se a discussão, dados de pesquisas sobre o crescimento do déficit docente, com indicativos de um “Apagão Docente”, termo utilizado para indicar a possível falta de professores para a Educação Formal brasileira. Pesquisa apresentada no ano de 2024 pelo Instituto Semesp, ligado a entidade que representa mantenedoras de ensino superior no Brasil, constatou que até o ano de 2040 o Brasil poderá ter déficit de até 235 mil docentes na educação básica, tema também abordado em reportagem de capa da Revista FAPESP em 2023, com o título: “Crise nos programas de licenciatura”, que apresentou dados de pesquisa realizada pelo Inep, o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, sobre a ausência de professores em muitas escolas brasileiras de educação básica. Questões como o abandono precoce da profissão, o envelhecimento da categoria e a falta de interesse dos jovens pelos cursos de licenciatura, são apontadas como causas desse apagão, e o Ensino Superior também deverá sofrer com a escassez de profissionais da educação.

Na contramão desses dados, temos o crescente aumento de matrículas nos cursos de Pedagogia na modalidade EaD – Educação à Distância. O Censo da Educação Superior (Inep, 2023) descreve que das 24.687.130 vagas oferecidas, 4.405.343 são para cursos de licenciatura (13% presencial; 87% EaD), números significativos que indicam que, em quantidade o Brasil forma muitos professores. Reforçando essa questão, em pesquisa de Pinto (2014), a partir de dados de concluintes de cursos de licenciatura no período de 20 anos, levantados pelo Inep, constatou-se que, com exceção da disciplina de física, havia professores habilitados em número mais do que suficiente para assumir as turmas existentes, e concluiu na pesquisa que a falta de atratividade da carreira docente afasta o profissional da escola. A pesquisa apontou ainda que somente a oferta pública seria plenamente suficiente para atender a demanda em todos os componentes curriculares, com necessidade de políticas que estimulassem o preenchimento das vagas e a conclusão com êxito dos ingressantes.

Dados publicados pelo MEC no dia 20 de maio de 2026 indicaram que:

Uma estimativa geral da demanda anual por docentes no país, considerando a necessidade de 5% do número atual de docentes, revela uma necessidade anual de cerca de 118 mil professores, de acordo com o Censo escolar 2024. Em uma prova nacional para professores, realizada em 2025, 492 mil participantes alcançaram o padrão proficiente, o que supriria a demanda por docentes, sem considerar localização e área do conhecimento (Brasil, 2026).

Nesse cenário, desde 2023 o MEC vem elencando ações para a busca de melhorias na formação de professores: a Lei nº 15.344/2026 - Mais Professores, as Novas DCN para formação de professores (Resolução 04/2024); Programa Mais Professores para o Brasil; Enade Licenciaturas e Prova Nacional Docente (PND); Decreto nº 12.456, de 2025 – EaD, sendo esse relacionado a extinção de cursos de licenciatura na modalidade a distância.

O programa “Mais Professores pelo Brasil”, por exemplo, lançado em janeiro de 2025 pelo Ministério da Educação (MEC), com o objetivo de enfrentar a falta de interesse na profissão docente, considerado um incentivo à licenciatura e à valorização dos docentes da educação básica, está estruturado nos seguintes eixos: 1. Seleção para o ingresso na docência; 2. Atratividade para as licenciaturas; 3. Alocação de professores; 4. Formação docente; 5. Valorização dos professores; sendo uma iniciativa governamental focada exclusivamente na Educação Básica.

Considerando que o papel do educador, dentre tantos, envolve a orientação na construção e reconstrução de conhecimentos, a facilitação de experiências, a articulação de modelos inspiradores, o incentivo ao pensamento crítico e a autonomia, a sua ausência pode resultar impactos incalculáveis para o desenvolvimento cognitivo e social de gerações inteiras. Daí a importância de promover uma formação desses profissionais que, além de capacitá-los tecnicamente para o exercício da docência, também os instrumentalize a enfrentar os desafios pedagógicos, políticos e sociais relacionados a sua profissão.

A formação e atuação docente é um pilar fundamental na área da Educação, inclusive, um dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU é o ODS 4 – Educação de qualidade, reconhecendo que a excelência é atingida à medida que há um aumento do número de professores qualificados, principalmente nos países em desenvolvimento (ONU, 2015), sendo um pilar fundamental para a formação de sujeitos críticos e capazes de compreender a importância de ações e valores que impactam a vida no Planeta Terra.

Diante desse contexto, o presente capítulo aborda discussões sobre a formação de professores relacionando os desafios pedagógicos para a prática em sala de aula diante das novas exigências do PNE do atual decênio, e reflexões sobre a superação desses desafios.

1. O PNE e os desafios para formação e atuação docente

O atual PNE, 2026-2036, estruturado em 19 objetivos, 73 metas e 372 estratégias, com monitoramento das metas a cada dois anos, foi organizado em frentes que visam garantir o direito à educação tendo como base: 1. Alcance: Políticas voltadas desde a educação infantil até a pós-graduação; 2. Metas Abrangentes: que descrevem objetivos e estratégias de execução e monitoramento a serem cumpridos ao longo de 10 anos; 3. Colaboração: exige o alinhamento e a ação conjunta entre o Governo Federal, os Estados, o Distrito Federal e os municípios. Dos 19 objetivos, três deles estão relacionados diretamente à formação de professores:

15. Garantir a qualidade de cursos de graduação e instituições de ensino superior;
16. Ampliar a formação de mestres e doutores, de forma equitativa e inclusiva, com foco na solução dos problemas da sociedade;
17. Garantir formação e condições de trabalho adequadas aos profissionais da educação básica (Brasil, 2026)

O documento expressa claramente as diretrizes que articulam a formação, a valorização e as condições do trabalho que, voltadas especificamente para a qualificação contínua de profissionais da educação básica e superior, envolvem ações como: formação inicial e continuada, formação específica para a área de atuação, capacitação de gestores, e ampliação do número de mestres e doutores, pois almeja a formação de 60 mestres e 20 doutores por 100 mil habitantes, com foco na redução das assimetrias regionais e no desenvolvimento inclusivo (Brasil, 2026). Como apontou Freitas (2022), já analisando planos anteriores, a estrutura normativa do documento constitui um marco fundamental para o fortalecimento das políticas de qualificação docente ao reconhecer a centralidade do professor no alcance das metas educacionais e na promoção da qualidade do ensino.

Conforme descrição presente no site do Ministério da Educação (Brasil, 2026): “*as metas e estratégias do PNE estão organizadas em eixos que devem orientar as políticas públicas educacionais do país e fortalecer o direito à aprendizagem com qualidade, equidade e inclusão*”. Nesse capítulo, o foco será no eixo: *Valorização dos Profissionais da Educação – Fortalecer políticas de formação, reconhecimento e condições de trabalho para os profissionais da educação*”. Esse eixo afirma a importância da formação de professores em nível superior de licenciatura na área de conhecimento em que atuam, uma meta relacionada à profissionalização docente, evidenciando a relação entre a qualidade da educação e a preparação dos educadores.

Nesse contexto, cabem discussões sobre a efetividade dos cursos de formação na construção da profissionalização docente. Se dados de pesquisas, conforme apresentados anteriormente, demonstram que o país forma quantidade suficiente de profissionais em cursos de Licenciatura, cabe identificar a qualidade dessa formação que deverá ser somada aos demais fatores como as condições de trabalho, por exemplo.

Com relação a avaliação sobre a formação dos candidatos ao magistério na Educação Básica, discutiremos duas importantes ações federais, criadas pelo MEC: o ENADE Licenciaturas e a Prova Nacional Docente (PND). De acordo com o MEC, “*a PND e o Enade das Licenciaturas são iniciativas centrais para todas as frentes de melhoria da qualidade da formação de professores no Brasil*” (Brasil, 2026).

O Enade (Exame Nacional de Desempenho de Estudantes)¹ é uma prova aplicada pelo Governo Federal, em ciclos trienais aos concluintes dos cursos de graduação, para avaliar o rendimento dos estudantes. Utilizado para medir a qualidade dos cursos e das instituições de ensino superior no Brasil, configura um componente curricular obrigatório. A presença é obrigatória, mas o desempenho individual não reprova na matéria, a nota dos estudantes é somada a demais índices para compor o CPC – Conceito Preliminar do Curso.

¹Informações disponíveis em: <https://www.gov.br/pt-br/servicos/fazer-o-exame-nacional-de-desempenho-dos-estudantes>

Para os cursos de Licenciatura, em 2024 houve uma reformulação com relação aos demais cursos, e o exame passou a ser chamado de Enade das Licenciaturas, a ser realizado todos os anos, compreendendo duas etapas: a teórica (AT – Avaliação Teórica), que foi associada a Prova Nacional Docente (PND); e a prática (AP – Avaliação Prática), que consiste na avaliação de uma regência realizada durante o estágio supervisionado nas escolas de educação básica. A AT deve avaliar o domínio dos conteúdos programáticos e da área de educação, e a AP deve medir as competências pedagógicas desenvolvidas ao longo da formação². De acordo com o MEC, o Enade das Licenciaturas tem como principal objetivo

avaliar a qualidade da formação inicial de professores oferecida pelos cursos de licenciatura no país e produzir uma visão sistêmica da qualidade da formação inicial de professores no País, criando condições de direcionamento das políticas de melhoria e regulação da formação docente (Brasil, 2026).

A Prova Nacional Docente (PND), uma iniciativa criada no âmbito do Programa Mais Professores para o Brasil, (Decreto nº 12.358/2025 e Lei nº 15.344/2026), que segundo o MEC deve fortalecer o ingresso na docência e está alinhada a tendências internacionais da OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico), configurando uma iniciativa inédita na história do Brasil, deve ser organizada pelo Inep, como um exame anual (Brasil, 2026). Atualmente é a AT do Enade, e pode, também, ser realizada por demais profissionais com formação em cursos de licenciatura pois seus resultados poderão ser utilizados em concursos ou processos seletivos promovidos pela União, pelos estados, pelo Distrito Federal e pelos municípios que adotem o resultado da avaliação como etapa de admissão.

Se, por um lado, exames desse tipo podem produzir dados importantes sobre o conhecimento teórico e as competências práticas adquiridas pelos licenciados, indicar questões estruturais e curriculares dos cursos e, possivelmente, impactar em mudanças em processos formativos, também é preciso considerar as limitações de avaliação padronizadas, e em larga escala, para mensurar processos complexos como o ensino e a aprendizagem e que, apesar disso e de demais críticas, entende-se que o Enade das Licenciaturas é um instrumento que produz dados importantes para o PNE com relação às políticas públicas para a formação de professores. De acordo com o MEC:

O estabelecimento de padrões permite comparar os participantes de diferentes áreas em função do seu desempenho e será fundamental para o monitoramento do PNE (Lei nº 15.388, de 14 de abril de 2026, que prevê meta de formação e valorização docente associada ao alcance de padrões de desempenho docente) (Brasil, 2026).

A própria Lei que criou o PNE apresenta que o monitoramento das metas do plano seria contínuo, com publicações de resultados a cada dois anos, mas, como afirma Freitas (2022), o PNE necessita de um sistema de acompanhamento efetivo, capaz de gerar dados confiáveis sobre a execução das metas e sobre os impactos das políticas implementadas.

²Informações disponíveis em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/centrais-de-conteudo/noticias/enade/enadedas-licenciaturas-entenda-aplicacao-teorica-e-pratica>

Ainda considerando o Enade, ao integrar uma avaliação maior que resulte em um conceito para os cursos, os professores universitários, que são os professores formadores, em todos os cursos, tanto licenciaturas como bacharelados e ainda na Educação Tecnológica, são avaliados de forma indireta, através de dois instrumentos que compõem o exame: o questionário do estudante e os Indicadores de Qualidade da Educação Superior³. Assim, a formação e atuação do professor de Ensino Superior não possui, atualmente, uma avaliação nacional ou articulada pelo MEC, ficando restrita às ações realizadas pelas instituições de ensino onde atuam.

Também cabe questionar como as avaliações, sejam em larga escala ou institucionais, levantam informações sobre os desafios pedagógicos enfrentados pelos professores de todos os níveis de ensino pois, se o PNE apresenta como meta a valorização profissional, essa valorização considera, dentre vários aspectos, oferecer condições formativas, aqui citada em detrimento do tema deste capítulo.

Nesse sentido, pesquisadores como Jacomini (2023) defendem que as licenciaturas precisam se renovar para oferecer formações sólidas tanto no conteúdo da área do conhecimento como em questões de caráter prático e didático, preparando os alunos para saber como ensinar: *“Em todas as áreas do conhecimento, alunos de licenciaturas devem ter formação nas disciplinas específicas da educação, como políticas educacionais, teorias curriculares, planejamento e avaliação, gestão escolar e organização do trabalho pedagógico”*. A pesquisadora discute também a importância de os cursos de licenciatura trabalharem não apenas o ensino da disciplina em si, mas principalmente os aspectos práticos e metodológicos fundamentais para o sucesso do processo de aprendizagem (Agência FAPESP, 2023). Discussões desse tipo ainda são escassas quando o foco é a docência no Ensino Superior.

Santos *et. al* (2024) discutem a formação docente voltada à transformação curricular e à inovação pedagógica digital e apontam a necessidade de políticas educacionais que assegurem espaços de formação continuada e de reflexão coletiva sobre as práticas pedagógicas. Complementando essa discussão, Vieira, *et. al*, (2025) apontam que quando a formação de professores é orientada por princípios críticos e democráticos, pode contribuir de forma significativa para o fortalecimento de uma educação inclusiva, criativa e socialmente comprometida.

Já Bof *et. al* (2023), realizaram um diagnóstico no território nacional sobre a carência de professores adequadamente habilitados para atuar nas áreas curriculares da Educação Básica, com análises quantitativas dos dados do Censo da Educação Básica relativos aos docentes e do Censo da Educação Superior referentes aos ingressantes e concluintes nas licenciaturas de formação específica entre 2010 e 2021, cruzando com os dados dos docentes no Censo da Educação Básica de 2022, concluíram que:

... há licenciados em quantidade suficiente para atender a demanda imediata de professores habilitados em 2022 na maioria dos estados, em várias áreas curriculares. Evidenciam também desigualdades marcantes entre as UFs em relação à carência de professores potenciais para atuar nos anos finais do EF e no EM. Assim, não é exagero dizer que já estamos vivenciando no País um “apagão” de professores em vários componentes curriculares da educação básica. Tal carência de professores não se deve à falta de vagas nos cursos de licenciatura, mas sim à baixa atratividade da carreira do magistério (Bof *et. al*, 2023, p. 6).

³Informações disponíveis em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/pesquisas-estatisticas-e-indicadores/indicadores-de-qualidade-da-educacao-superior>

Quando o assunto é formação continuada, observa-se que processos contínuos de formação, que não sejam limitados a cursos de curta duração ou palestras pontuais, são ações escassas, problema que somado ao pouco tempo disponível para dedicação diante da sobrecarga de trabalho, e uma iniciativa individual de participação, sem apoio institucional, acabam por distanciar o profissional de ações fundamentais para elaboração de práticas pedagógicas atuais e dinâmicas. Como aponta Nóvoa (2009), é preciso pensar em políticas que promovam a formação como parte integrante da carreira docente, e não como uma sobrecarga.

Defende-se nessa escrita que a formação continuada para professores deve ser uma ação inerente à profissão, pois a construção e reconstrução de conhecimentos favorece a implementação de práticas pedagógicas diversificadas (Moura e Bonzanini, 2024). Corroborando, Vieira *et. al* (2025, p. 19) afirmam que a *“formação deve ser compreendida como um processo permanente, que articula saberes teóricos, metodológicos e tecnológicos, permitindo ao professor desenvolver competências adequadas ao cenário educacional contemporâneo”*.

Nesse contexto, apesar de o PNE prever o investimento em cursos de especialização, mestrado e doutorado para professores em exercício, dentre outras ações como planos de carreira, questiona-se como, na prática, essa qualificação se efetivará e quais os impactos para atuação docente nos diversos níveis de ensino. Em análise do PNE do decênio anterior, Bof *et. al* (2023) apontou que as limitações financeiras e a descontinuidade administrativa contribuíram para a execução parcial das metas relacionadas à formação docente, questão a ser avaliada nos próximos dez anos.

Há que se considerar ainda que, as metas que focalizam a formação docente, apesar de fundamentais, precisam integrar ações que considerem os contextos de atuação docente, diversidades e particularidades regionais, e as instituições de ensino como *locus* fundamentais para a formação continuada, ao pensar sobre suas próprias questões e formas de resolvê-las. Libâneo (2018) aponta que *“quando a formação é vivenciada dentro da escola, durante a jornada de trabalho, e está articulada aos projetos pedagógicos da instituição, os resultados costumam ser mais significativos e duradouros”*. Para o autor, é fundamental que as propostas formativas estejam vinculadas à prática pedagógica e que estimulem a reflexão coletiva sobre o fazer docente.

A formação precisa ser contínua, crítica e situada, reconhecendo as especificidades de cada território, de cada escola e de cada educador. Cursos e propostas formativas iniciais ou continuadas, mesmo que muito bem estruturadas, não são capazes de responder a todos os desafios pedagógicos que o professor se depara na atuação em sala de aula. Obstáculos, problemas e transformações diárias decorrem de determinados contextos, e exigem adaptações constantes para que os objetivos educacionais sejam alcançados. Se, como afirma Perrenoud (2001), ensinar envolve agir na urgência e decidir na incerteza, a profissão requer um exercício constante de aprender com a própria prática e a ela adaptar-se constantemente, elaborando e aplicando novas propostas de ensino, que tenham o estudante e suas questões e possíveis dificuldades como oportunidades para o envolvimento com temas de trabalho e a produção de novos conhecimentos. Dessa forma, unindo formação em serviço, associada ao contexto de atuação, os desafios pedagógicos podem ser minimizados.

2. Superando os desafios pedagógicos na formação e prática docente

O aprender e o ensinar são processos permanentes no exercício da docência. É preciso aprender para ensinar, mas também ensinando se aprende ou, ao ensinar muito se aprende. Como sintetiza Freire (2006, p.23) “*quem forma se forma e reforma ao formar e quem é formado forma-se e forma ao ser formado*”. O planejamento de uma aula, o preparo de materiais a serem utilizados, a seleção de conteúdos, atividades, recursos, a organização do tempo, do espaço, são atividades favorecedoras de aprendizagens, inicialmente nas relações teóricas e práticas das disciplinas dos cursos de formação para a docência, e que se estende para os momentos de aplicação, ou seja, regência de aulas. O que se defende aqui é que tão importante quanto a formação científica em uma área específica do saber, também é a formação científica pedagógica e que ambas aparelham o profissional para a prática, sendo essa também uma fonte de aprendizagem. Dessa forma, conhecimentos

teóricos que constituem o aprender para ensinar, se somam aos conhecimentos elaborados na prática, o aprender ao ensinar, e ambos fazem parte do aprender docente.

A partir dessa principal consideração, uma ação importante é a revisão do formato dos cursos de formação, com extensa carga horária teórica ou teórico-prática, aulas com duração de uma hora por períodos contínuos de mais de quatro horas, essencialmente presenciais, com pouca relação teoria e prática. Essas questões se aplicam tanto aos cursos de bacharelado como cursos de licenciatura pois, no caso do Ensino Superior, graduandos podem, via carreira acadêmica, exercer a função de professores nesse nível de ensino, sem nunca ter recebido, em sua formação inicial, qualquer preparo pedagógico. No caso da Educação Básica, nas diversas modalidades, apesar da carga horária obrigatória destinada a formação pedagógica, e os estágios supervisionados, ainda existem desafios pedagógicos que merecem atenção, como a forma disciplinar como as discussões são conduzidas na maioria dos cursos, os modelos e as práticas ancorados no ensino conteudista e meramente expositivo, a baixa ação e protagonismo dos estudantes, a ausência de trabalhos interdisciplinares, dentre outras questões.

O que se defende aqui é que tão importante quanto a formação científica em uma área específica do saber, também é a formação científica pedagógica e que ambas aparelham o profissional para a prática, sendo essa também uma fonte de aprendizagem.

Como uma alternativa formativa para a superação de desafios pedagógicos na formação inicial de professores, com possibilidade de impacto na futura prática profissional, no período de 2017 a 2019 foi desenvolvido o projeto *“Instrumentação para o Ensino de Ciências e Biologia na Escola Básica”* (Bonzanini, 2019). Organizado a partir de atividades para se aprender com e na prática, o projeto ampliou espaços vivenciais para que licenciandos conhecessem intimamente o contexto sociocultural dos ambientes escolares, contemplando práticas reflexivas, críticas e integradas.

O projeto desenvolveu uma metodologia inovadora para a formação de professores, sendo um dos premiados na 9a Edição do Prêmio Professor Rubens Murillo Marques, conferido pela Fundação Carlos Chagas (<https://www.fcc.org.br/premios/premio-professor-rubens-murillo-marques/edicoes-anteriores>). A metodologia criada, Opid – Oficinas Pedagógicas para a Instrumentação Docente - propunha ação-participação ativa, englobando estudos e discussões de bibliografia específica, reuniões, produção de material didático, orientações e supervisões de atividades de ensino, coleta de dados para avaliação das atividades e produção de conhecimentos sobre o fazer docente. Concebeu-se, portanto, que o professor forma e se forma, ensina e aprende, aprende e ensina; assim, os licenciandos participavam das oficinas formativas, ao mesmo tempo que planejavam e conduziam oficinas para os estudantes da educação básica, em um movimento de estudar, pensar, fazer, refletir, discutir, analisar, ocorrendo ciclicamente e não em uma única sequência, no qual todos os envolvidos (professor formador, licenciando, alunos e professores da educação básica) estavam em constante processo de ensinar e aprender (Bonzanini, 2019).

Com ações realizadas em dois momentos, um chamado de Tempo Universidade que considerou atividades realizadas em disciplinas curriculares e reuniões extracurriculares, e o outro chamado de Tempo Escola, com ações diretas em unidades de ensino de Educação Básica, os resultados apontaram que o projeto enriqueceu práticas educativas realizadas na formação inicial de professores, e também em ações praticadas pelos licenciandos; à medida que ampliou possibilidades de estudos, pesquisas e vivências, produção de conhecimentos e ações para que os envolvidos não apenas utilizassem teorias com propriedade, mas também construíssem um olhar crítico sobre a prática, e produzem novos saberes sobre a prática, favorecendo uma efetiva instrumentação docente.

Considera-se que modelos formativos desse tipo podem ser replicados em diferentes contextos, ao considerar formação teórica e prática em íntima relação e diálogo. A união entre a estrutura curricular e atividades extracurriculares, em especial envolvendo parcerias com futuros locais de atuação, podem contribuir para a concretização das relações teoria e prática e da interdisciplinaridade. Sobre essa questão, a curricularização da extensão, regida pelo Plano Nacional de Educação (Lei nº 13.005/2014) e regulamentada pelo Ministério da Educação por meio da Resolução CNE/CES nº 7/2018, pode contribuir para a união entre as atividades curriculares e extracurriculares. Aqui, o que se propõe é a revisão dos modelos formativos, ancorados em estruturas curriculares centradas em disciplinas e uma efetiva indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão.

De acordo com Nóvoa (1997, p. 28) é preciso trabalhar no sentido da diversificação dos modelos e práticas de formação, instituindo novas relações dos professores com o saber pedagógico e científico. A formação passa pela experimentação, pela inovação, pelo ensaio de novos modos de trabalho

pedagógico, e por uma reflexão crítica sobre a sua utilização. A formação passa por processos de investigação, diretamente articulados com as práticas educativas.

Para Vieira *et. al* (2025) o contexto educacional atual demanda uma reconfiguração curricular que ultrapasse modelos tradicionais e promova práticas reflexivas, críticas e integradas às realidades dos alunos e aqui acrescentamos os nascidos na era digital que impactou hábitos, valores e comportamentos, resultando em uma cultura digital. Assim, as escolas e universidades, conforme apontam Santos *et. al* (2024) precisam integrar currículo e inovação tecnológica, movimento que requer uma revisão das práticas pedagógicas, considerando o uso intencional e crítico das ferramentas digitais. Os autores afirmam que o currículo deve dialogar com a cultura digital, uma vez que os estudantes já interagem cotidianamente com múltiplas linguagens e plataformas de comunicação. Nesse contexto, o professor precisa estar *“preparado para planejar experiências de aprendizagem que valorizem a colaboração, a autoria e o pensamento crítico, utilizando os recursos tecnológicos como mediadores e não apenas como instrumentos de apoio”* (Vieira, *et. al*, p. 10).

Inegavelmente as tecnologias precisam ser aliadas dos processos formativos e da prática docente, em especial, o uso pedagógico de recursos tecnológicos. Nesse cenário, é preciso considerar a presença da Inteligência Artificial (IA) na Educação como uma potente ferramenta para ampliar processos interativos entre professores e estudantes, diversificar possibilidades de ensino, aumentar a acessibilidade e a apreensão de conteúdos. Neste momento, não se desconsidera os desafios impostos pela presença, a cada dia maior, da IA nos processos educativos, reconhecendo a necessidade de intensificar a orientação e tutoria dos estudantes para minimizar riscos de mecanização do pensamento crítico, plágio, questões éticas, dentre outras. Mas, concordando com Penin (2026, s.d.), *“as instituições de educação devem se esforçar para que seus professores ou estudantes não percam as oportunidades oferecidas no avanço tecnológico, educacional e cultural que se processa e que está apenas no seu início”*.

A IA pode ser importante aliada na superação de desafios pedagógicos na formação e prática docente ao apresentar possibilidades de utilizar algoritmos para adaptar ou personalizar um conteúdo a necessidades individuais dos estudantes; construir *feedbacks* rápidos e em tempo real; apresentar ferramentas de acessibilidade ou recursos personalizados para pessoas com deficiência; suporte ao professor para elaboração de materiais de aula, correção de provas; analisar dados que favorecem ações preventivas como possibilidade de reprovação em disciplina.

Como aponta Penin (2026, s. d.):

A inteligência artificial não é uma ameaça. Ela é a maior oportunidade que já tivemos para democratizar, acelerar e humanizar o ato de ensinar. A IA não substitui o professor; ela amplia sua capacidade de ensinar, de personalizar, de inspirar. Ele não perde o seu papel; o professor continua sendo aquele que identifica problemas e busca caminhos de superação. Com a IA, o professor ganha um poderoso aliado.

Como já registrado, o uso da IA no ensino também apresenta desafios. Erduran (2026) explora como a IA desafia a “singularidade humana”, questionando se delegamos nossas competências cognitivas a algoritmos ou se valorizamos a experiência vivida e a inteligência consciente. Já o estudo de Da

Silva Nunes e Mercado (2025) analisa os impactos da IA na Educação Básica, destacando que, embora a personalização seja um benefício, a tecnologia pode reforçar desigualdades estruturais se não houver políticas de equidade e formação docente crítica, os autores advertem que a IA pode ampliar o abismo educacional entre alunos com diferentes acessos tecnológicos.

Essas questões alimentam o debate sobre a presença da IA nos processos educativos, implicando a elaboração de documentos que orientem professores e profissionais, desde a Educação Básica até o Ensino Superior. A exemplo podemos citar o “*Marco referencial de competências em IA para professores*”, lançado pela Unesco (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura); o Documento orientador sobre caminhos curriculares e práticas éticas de uso de IA nas escolas, com o título: “*Inteligência Artificial na Educação Básica*” (Brasil, 2026), e a Portaria CNPq nº 2.664, de 6 de março de 2026 (Brasil, 2026), que institui a nova Política de Integridade na Atividade Científica, estabelecendo normas de ética, diretrizes inéditas para o uso de Inteligência Artificial Generativa (IAG) em pesquisas, condutas proibidas e sanções para bolsistas e pesquisadores.

O Documento orientador sobre caminhos curriculares e práticas éticas de uso de IA nas escolas (Brasil, 2026, p. 3) apresenta que:

...o ensino sobre IA e o ensino com IA são duas dimensões a serem articuladas na educação básica brasileira, fortalecendo a educação digital e midiática crítica para a cidadania digital. O ensino e aprendizagem sobre IA refere-se à inteligência artificial como objeto de conhecimento, implicando a formação de currículos para seu entendimento e sua relação com o mundo. O ensino e aprendizagem com IA refere-se, por sua vez, ao uso da inteligência artificial como recurso educativo, implicando a decisão sobre se, quando e como usar estes recursos no ensino sobre IA ou para apoio escolar.

Essa reflexão pode se estender também para o Ensino Superior, pois os cursos de graduação podem trabalhar a IA como objeto de conhecimento, assim ela se configura como um conteúdo a ser abordado e, nesse sentido, os currículos precisam prever disciplinas ou formas interdisciplinares que favoreçam aprendizagens sobre IA. Nesse sentido, a USP tem avançado em propostas, por exemplo, recentemente participamos da criação de uma disciplina que será oferecida, a partir do segundo semestre de 2026, institucionalmente para estudantes de diversos cursos dos diferentes campus da Universidade de São Paulo com o objetivo de capacitar o aluno a utilizar ferramentas de IA como suporte ao estudo, pesquisa e produtividade, enfatizando a curadoria humana e a responsabilidade intelectual.

Como apontam Farias e Wagner (2024, p. 12), a formação continuada também requer atenção e a elaboração de propostas inovadoras que

incluem a implementação de plataformas de aprendizagem contínua online, acessíveis a professores de todas as regiões, com cursos atualizados regularmente que abordem as novas demandas educacionais e tecnológicas. Ademais, deve-se considerar a criação de centros regionais de excelência em formação contínua, que ofereçam programas presenciais intensivos, workshops e seminários com especialistas reconhecidos.

Uma iniciativa importante nesse sentido é o Marco referencial de competências em IA para professores, que apresenta como proposta a criação de cursos específicos sobre IA para professores. Em consonância com esse documento, o MEC, no Portal AVAMEC (<https://avamec.mec.gov.br/v2/#/>) disponibiliza vários cursos gratuitos aos professores como, por exemplo: Educação Digital e Midiática, Inteligência Artificial na Educação, Ensino e Aprendizagem com tecnologias digitais, consideradas importantes iniciativas para a formação continuada de professores.

Também, no Ensino Superior, o ensino e aprendizagem se processa com IA como recurso educativo, evidenciado em documentos de disciplinas e na prática de sala de aula. De acordo com Razia *et. al* (2022), a incorporação da IA na educação superior é uma realidade cada vez mais presente e tem sido vista como uma oportunidade para aprimorar a qualidade do ensino. Enfatiza-se, no entanto, que a presença da IA não deve ser reduzida ao uso de um recurso tecnológico atual, mas sim estar em consonância com os objetivos didáticos da disciplina, as teorias educacionais e de aprendizagem e as formas de avaliação, questões que obrigatoriamente perpassam pela formação do professor, que precisa de preparo para realizar essa relação na disciplina ao incorporar o uso da IA.

Portanto, os desafios para a formação docente são inúmeros e, nessa parte do capítulo, realizou-se uma escolha: apontar duas questões para reflexões sobre possibilidades para superação desses desafios: (i) uma reconfiguração curricular e (ii) o uso de recursos atuais e dinâmicos, que dialoguem com as atuais gerações, além de favorecer processos de ensino diversificados e inclusivos, como é o exemplo das tecnologias e, em especial da IA. Evidentemente, a discussão sobre o enfrentamento de desafios pedagógicos na formação e na prática docente não pode ser reduzida a essas duas propostas, principalmente pelo fato do processo de ensino e de aprendizagem ser altamente complexo, no entanto, é preciso partir de propostas que podem se concretizar na prática. Também é preciso registrar que, concordando com Vieira, *et. al* (2025) a formação docente, articulada à transformação curricular e à inovação digital, exige políticas públicas que garantam tempo e espaço institucional para o aprendizado contínuo. Igualmente, as políticas de valorização da carreira docente, e a adoção de reformulações curriculares são fundamentais para a construção de caminhos para a superação dos desafios pedagógicos na formação e na prática docente.

Os cursos de graduação podem trabalhar a IA como objeto de conhecimento, assim ela se configura como um conteúdo a ser abordado e, nesse sentido, os currículos precisam prever disciplinas ou formas interdisciplinares que favoreçam aprendizagens sobre IA.

3. PNE e impactos na formação docente: o que esperar para os próximos 10 anos

“É preciso ter esperança, mas ter esperança do verbo esperar; porque tem gente que tem esperança do verbo esperar. E esperança do verbo esperar não é esperança, é espera. Esperançar é se levantar, esperançar é ir atrás, esperançar é construir, esperançar é não desistir! Esperançar é levar adiante, esperançar é juntar-se com outros para fazer de outro modo...” (Freire, 1992, p. 28).

Finalizo esse capítulo propondo um *esperançar*, parafraseando Paulo Freire, como um caminho para a busca e a realização de mudanças concretas. Com suas propostas de educação libertadora e dialógica, para o combate da opressão e promoção da autonomia, o autor nos apresentou, no final da década de 1960, e que ainda não se efetivaram na prática, a necessidade de promover as mudanças e as transformações necessárias para que a sala de aula se configure em um espaço de troca e reflexão sobre a realidade, defendendo que essa transformação envolve a organização de processos educativos que coloquem o aprendente no centro das ações, e o considere com aprendente e ensinante. Para tanto, a reorganização curricular, a adoção de novos modelos formativos, e, mais recentemente, a promoção efetiva da Educação Digital e Midiática podem ser considerados como pontos de partida para propostas formativas que considerem os desafios atuais para a formação e prática docente.

Tais propostas se alicerçam no PNE, o objetivo 7, por exemplo, descreve: “*Promover a educação digital para o uso crítico, reflexivo e ético das tecnologias da informação e da comunicação para o exercício da cidadania.*” (Brasil, 2026, s. d.), e esse objetivo somente é alcançado se existir uma formação de professores para o uso de tecnologias digitais na educação. Nesse sentido, o MEC, por meio da Secretaria de Educação Básica, publicou o Referencial de Saberes Digitais Docentes para o uso de tecnologias digitais nos processos de ensino e aprendizagem do Ensino Fundamental e Ensino Médio, a fim de contribuir para a realização dos objetivos da Política de Inovação Educação Conectada (Lei nº 14.180/2021) e da Política Nacional de Educação Digital (Lei nº 14.533/2023). Novamente, verifica-se uma preocupação voltada para a Educação Básica, mas é possível inferir que o modelo pode ser adaptável ao Ensino Superior, instância que carece de especial atenção com relação ao uso de tecnologias digitais por docentes e estudantes.

Assim como se admite a importância dos saberes digitais docentes, a reorganização curricular, e a adoção de novos modelos formativos requerem os saberes curriculares, os saberes pedagógicos e os saberes experienciais que são (re)construídos na formação inicial e durante a prática docente. Nesse sentido, concordando com Vieira *et. al* (2025), é preciso repensar as estratégias de formação docente, valorizando o papel do professor como protagonista no processo de ensino e aprendizagem e como agente de transformação das práticas pedagógicas. As estratégias formativas precisam levar em conta os contextos socioeconômicos dos docentes e dos locais onde atuam, e se somarem a políticas de formação e remuneração (Inep, 2024).

Nesse contexto, documentos normativos como PNE, diretrizes, resoluções e referenciais citados ao longo deste capítulo, precisam efetivamente ser utilizados, tanto pelos formadores como pelos professores, em conformidade com seus propósitos. Não trata apenas de cumprir burocracias,

ou utilizá-los como roteiros rígidos a serem seguidos, mas compreendê-los como instrumentos que orientam e balizam ações, contribuem para o acompanhamento e a avaliação das políticas educacionais, e são passíveis de adaptações, questionamentos e mudanças em detrimento de contextos e diversidades e, para propor mudanças e alterações é preciso que os professores conheçam, apliquem e produzam evidências e dados que comprovem a necessidade de modificar leis, programas e recomendações oficiais.

Dessa forma, se propõe que o esperar tenha como ponto de partida a articulação efetiva entre formação inicial e continuada de professores e essas instâncias possam ser, durante o próximo decênio de vigência do PNE, avaliadas e monitoradas para que as metas propostas sejam alcançadas. A avaliação e o monitoramento precisam ocorrer em tempo real, para que os ajustes necessários sejam feitos no decorrer do percurso, e não apenas ao final de ciclos. Tal acompanhamento precisa ser democrático, o que requer a participação efetiva dos envolvidos, os professores e as comunidades escolares, e ser aliado a políticas públicas que valorizem as condições materiais do trabalho docente, remuneração, plano de carreira, jornada de trabalho, condições para formação em serviço. Como aponta Freitas (2022) o desafio consiste em transformar as diretrizes legais em práticas formativas efetivas e sustentáveis, baseadas em processos contínuos de avaliação e monitoramento.

Concordando com Farias e Wagner (2024, p. 10):

Simultaneamente, é crucial que as políticas educacionais para o próximo decênio sejam desenhadas para promover a emancipação dos professores e das comunidades escolares. Isso inclui a implementação de políticas que não apenas melhorem as condições de trabalho e remuneração dos docentes, mas que também promovam a participação ativa dos professores na formulação e implementação dessas políticas. A valorização dos docentes deve ser entendida como parte de um processo mais amplo de transformação social, que busca promover a justiça social e a igualdade de oportunidades para todos.

Espera-se que nos próximos dez anos a formação inicial e continuada de professores ocupe verdadeiramente o centro das ações em prol do fortalecimento de processos educativos transformadores. A formação e a qualificação docente, a valorização salarial, o plano de carreira, precisam ser metas alcançadas em plenitude, e isso precisa ser um compromisso político e ético que alicerça a construção de uma educação inclusiva, inovadora e capaz de mudanças sociais. Enquanto professores, que esse possa ser nosso compromisso também, que ele nos mova na luta, que se processa nas ações diárias de ensino, pesquisa e extensão que desenvolvemos, e não se limite a reagir ao presente, mas também dê condições para sonhar e para construir futuros possíveis.

“Não sou esperançoso por pura teimosia, mas por imperativo existencial e histórico.

Não quero dizer, porém, que, porque esperançoso, atribuo à minha esperança o poder de transformar a realidade e, assim, convencido, parto para o embate sem levar em consideração os dados concretos, materiais, afirmando que minha esperança basta. Minha esperança é necessária, mas não é suficiente. Ela, só, não ganha a luta, mas sem ela a luta fraqueja e titubeia. Precisamos da esperança crítica, como o peixe necessita de água despoluída.

Movo-me na esperança enquanto luto e se luto com esperança, espero”

(Freire, 1992, p. 28)

Referências

- Agência FAPESP. (2025). *O apagão de professores no ensino básico é destaque em Pesquisa FAPESP*. <https://agencia.fapesp.br/o-apagao-de-professores-no-ensino-basico-e-destaque-em-pesquisa-fapesp/49926>
- Alves, N. F. (Org.). (2011). *Formação de professores: pensar e fazer* (11ª ed.). Cortez.
- Bof, A. M., Caseiro, L. Z.; Mundim, F. C. (2023). Carência de professores na educação básica: Risco de apagão? *Cadernos de Estudos e Pesquisas em Políticas Educacionais*, Vol. 9. Inep. https://congressosiberoamericanosanpae.com/Numero8-04-2025/EIXO%204/E4_Alvana_Maria_Bof.pdf
- Bonzanini, T. K. (2019). A formação docente e os diferentes momentos de instrumentação para o exercício da profissão. *Textos FCC*, 57, 53–86. <https://publicacoes.fcc.org.br/textosfcc/article/view/6980>
- Brasil. (1996, 20 de dezembro). *Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional* https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm.
- Brasil. (2024, 3 de junho). *Resolução CNE/CP nº 4, de 24 de maio de 2024*. Dispõe sobre as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial em Nível Superior de Profissionais do Magistério da Educação Escolar Básica. https://www.gov.br/mec/pt-br/cne/pdf/resolucoes-do-cne/cp/2024/rcp004_24.pdf
- Brasil. (2026, 14 de abril). *Lei nº 15.388, de 14 de abril de 2026. Aprova o Plano Nacional de Educação (PNE) e dá outras providências*. Diário Oficial da União, Brasília, DF.
- Brasil. (2026, 11 de março). *Portaria CNPq nº 2.664, de 6 de março de 2026*. Institui a Política de Integridade na Atividade Científica do CNPq. Diário Oficial da União, Brasília, DF.
- Brasil. Ministério da Educação, & UNESCO. (2026). *Inteligência artificial na educação básica: Documento orientador sobre caminhos curriculares e práticas éticas de uso de IA nas escolas*. MEC. <https://www.gov.br/mec/pt-br/escolas-conectadas/documentos/ia-educacao-basica.pdf>
- Da Silva Nunes, M. do A.; Mercado, L. P. L. (2026). Impacto da inteligência artificial na educação básica: equidade e desafios. *Revista Docência e Ciberultura*, [S. l.], v. 9, n. 1, p. 1–19, 2025. DOI: 10.12957/redoc.2025.83188. <https://www.e-publicacoes.uerj.br/re-doc/article/view/83188>.
- Erduran, S. (2026). A IA reduzirá a ciência e a educação a um algoritmo ou nos fará assumir nossa humanidade? *Ciência & Educação*, Bauru, v. 32. <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/jJRG5nJVpKLRzX5hRxFM9ns/?lang=pt#>
- Farias, B. H. da Silva, & Wagner, F. (2024). ANÁLISE DAS METAS DE VALORIZAÇÃO DOCENTE DO PLANO NACIONAL DE EDUCAÇÃO (2014-2024) E PERSPECTIVAS PARA O NOVO DECÊNIO (2024-2034). *Revista Teias*, 25(79). <https://doi.org/10.12957/teias.2024.86532>
- Freire, P. (1992). *Pedagogia da esperança: um reencontro com a pedagogia do oprimido*. Paz e Terra.
- Freitas, V. A. F. (2022) PNE 2014-2024: monitoramento das metas e estratégias relacionadas à educação especial. In: SANTOS, S. M. A. V.; FREITAS, V. A. F. (orgs.). *As políticas de educação superior: influências do neoliberalismo, formação de professores, educação especial e inclusão*. [S.l.]: Navegando Publicações. <https://doi.org/10.29388/978-65-81417-43-7-0-f.217-240>.
- Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. (2023). *Censo da educação superior: Resultados 2023*. Ministério da Educação. <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/pesquisas-estatisticas-e-indicadores/censo-da-educacao-superior>

- Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. (2024). *Relatório do 5º ciclo de monitoramento das metas do Plano Nacional de Educação*. Inep. https://download.inep.gov.br/publicacoes/institucionais/plano_nacional_de_educacao/relatorio_do_quinto_ciclo_de_monitoramento_das_metas_do_plano_nacional_de_educacao.pdf
- Instituto Semesp. (2024). *Risco de “apagão” de professores no Brasil*. São Paulo. <https://www.semesp.org.br/pesquisas/risco-de-apagao-de-professores-no-brasi/>
- Libâneo, J. C. (2018). *Didática*. 30. ed. Cortez.
- Menezes, L.C. (Org) (1996). *Professores: Formação e Profissão*. Campinas. Autores Associados.
- Ministério da Educação. (2024). *Referencial de saberes digitais docentes. Secretaria de Educação Básica*. <https://www.gov.br/mec/pt-br/escolas-conectadas/20240822MatrizSaberesDigitais.pdf>
- Moura, W. A. L. de; Bonzanini, T. K. (2024). Desafios socioambientais e o papel da formação continuada de professores em Educação Ambiental. *Revbea*, São Paulo, V.19, No1: 426-436. <https://periodicos.unifesp.br/index.php/revbea/article/view/15980/11480>.
- Nóvoa, A. (2019) Entre a formação e a profissão: ensaio sobre o modo como nos tornamos professores. *Currículo sem Fronteiras*, v. 19, n. 1, p. 198-208, jan./abr. 2019. www.curriculosemfronteiras.org/vol19iss1articles/novoa.pdf.
- Nóvoa, A. (2009). *Os professores e a sua formação*. Lisboa: Publicações Dom Quixote.
- Organização das Nações Unidas. (2015). *Transformando nosso mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável*. ONU Brasil. <https://brasil.un.org/sites/default/files/2020-09/agenda2030-pt-br.pdf>
- Penin, S. (2026, 21 de maio). Inteligência artificial na educação: impactos, desafios e perspectivas para a formação de professores. *Jornal da USP*. <https://jornal.usp.br/artigos/inteligencia-artificial-na-educacao-impactos-desafios-e-perspectivas-para-a-formacao-de-professores/>
- Perrenoud, P. (2001). *Ensinar: agir na urgência, decidir na incerteza*. 2. ed. Artmed.
- Pimenta, S. G. (2016) *Saberes Pedagógicos e atividade docente*. 8. ed. Cortez Editora.
- Pinto, J. M. de R. (2014). O que explica a falta de professores nas escolas brasileiras? *Jornal de Políticas Educacionais*, (15), 3–12. <https://revistas.ufpr.br/jpe/article/view/39189/24026>
- Razia, B., Awwad, B., & Taqi, N. (2022). The relationship between artificial intelligence (AI) and its aspects in higher education. *Development and Learning in Organizations*, 37(3), 21-23. <https://doi.org/10.1108/DLO-04-2022-0074>
- Santos, S. M. A. V., Franqueira, A. S., & Gomes, M. D. T. (2024). A formação de professores frente ao PNE e à transformação digital. In S. M. A. V. Santos, A. S. Franqueira, & M. D. T. Gomes (Orgs.), *Inovação na educação* (pp. 269–290). Arché. <https://www.scilit.com/publications/e45017822802a986d6ad49d947378a1f>
- UNESCO. (2025). *Marco referencial de competências em IA para professores*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000394280>
- Vieira, I. J. F.; Júnior Pessoa, G. E.; Vieira, A. G.; Moura, C. C de; Oliveira, L. R.; Souza, J. B. De; Oliveira, W. N. de; Romão, U. G.; Ferreira, H. G. (2025). A formação de professores frente às metas do Plano Nacional de Educação (PNE) na era digital. *Revista Cadernos Cajuína*, V. 10 N. 6 ANO. <https://v3.cadernoscajuina.pro.br/index.php/revista/article/view/1523/1210>



Ao longo de mais de um século, o LES ampliou suas fronteiras de atuação, contribuindo para a formação de gerações de profissionais, para a criação de grupos de pesquisa, instituições, programas de extensão e cursos de graduação (Economia, Administração e Licenciaturas) e pós-graduação (Programas de Pós-Graduação em Economia Aplicada, Administração e colaboração no Programa de Ecologia Aplicada) inovadores. Essa trajetória é marcada pelo compromisso com a produção de conhecimento capaz de responder aos desafios econômicos, sociais, educacionais, institucionais e tecnológicos que transformam a nossa sociedade atual.

Esta obra reúne reflexões de pesquisadores e docentes sobre temas contemporâneos que dialogam com as Ciências Sociais Aplicadas: fundamentos teóricos, direito, economia, desenvolvimento, sustentabilidade, cadeias agroindustriais, gestão, inovação, inteligência artificial, políticas públicas, educação e formação docente. A diversidade de abordagens evidencia a natureza interdisciplinar que caracteriza o LES e sua permanente capacidade de renovação.