

## USO DE RADIAÇÃO GAMA DO COBALTO-60 PARA AUMENTAR A VIDA ÚTIL DE PÃES-DE-FORMA FATIADOS E EMBALADOS COM PLÁSTICO DE POLIETILENO DE BAIXA DENSIDADE COM 4,5 A 5,0 × 10<sup>-5</sup> m DE ESPESSURA

Rosana Elisa Sperandio Nazato<sup>1</sup>  
Frederico Maximiliano Wiendl<sup>2</sup>

### RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a conservação de pães-de-forma fatiados, produzidos por cinco panificadoras da cidade de Piracicaba, Estado de São Paulo. Foram embalados individualmente com plástico de polietileno de baixa densidade com 4,5 a 5,0 × 10<sup>-5</sup> m de espessura e termo selados manualmente. Posteriormente foram submetidos à radiação gama do cobalto-60, à taxa de dose de 2,68 kGy/h, à temperatura ambiente (28°C) em condições aeróbicas. Com doses aplicadas de: 0 (controle); 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 kGy, os lotes de amostras foram, posteriormente, armazenados em prateleiras, em condições ambientais de temperatura (26 a 34°C) e umidade relativa, semelhantes àquelas encontradas nos pontos de venda dos supermercados, padarias e estabelecimentos onde são comercializados. As amostras foram avaliadas visualmente, todos os dias, e consideradas inadequadas ao consumo ao apresentarem quaisquer sinais de contaminação. Foi observado que os pães tiveram aumentos variados na vida útil nas doses de irradiação de 2,0 e 4,0 kGy, e a partir de 6,0 kGy foi possível obter dez dias de conservação para todos os pães-de-forma fatiados embalados, enquanto os controle tiveram o máximo de 6 dias.

**Palavras-chave:** pão-de-forma, saco plástico, radiação gama, vida útil

### ABSTRACT

## USE OF GAMMA RADIATION OF COBALT-60 TO INCREASE THE SHELF LIFE OF SLICED LOAVES PACKED WITH POLYETHYLENE 4.5 TO 5.0 × 10<sup>-5</sup> m THICK BAGS

The work was carried out to evaluate the conservation of sliced loaves (bread cut into slices) baked by five bakeries of Piracicaba, State of São Paulo, Brazil. The loaves were packed individually into low density polyethylene 4.5 to 5.0 × 10<sup>-5</sup> m thick bags and thermo-sealed. After that they were submitted to gamma radiations of Cobalt-60, at a dose rate of 2.68 kGy per hour, at environmental temperature (ca. 28°C) and aerobic conditions. After applying doses of: 0 (control); 2.0; 4.0; 6.0; 8.0 and 10.0 kGy, the samples were stored at environmental conditions on shelves of supermarkets, bakeries and other sales points. The samples were daily evaluated, and considered not edible, when showing any contamination. It was observed that the sliced loaves had different increases in shelf life by irradiation doses of 2.0 and 4.0 kGy, and from 6.0 kGy on we observed 10 days of conservation for all the bagged sliced loaves, while the control samples presented the maximum of 6 days of shelf life.

**Keywords:** sliced loaves, polyethylene bags, gamma radiation, shelf life

O presente trabalho é parte da Dissertação de Mestrado do primeiro autor.

<sup>1</sup> Farmacêutico-bioquímico, mestre, CENA, USP, Piracicaba, SP, Brasil.

<sup>2</sup> Pesquisador Científico aposentado do CENA / USP, Piracicaba, SP, Brasil.

## INTRODUÇÃO

Os produtos de panificação têm presença constante na vida da maioria das pessoas, participando da dieta alimentar como fonte de energia de custo relativamente baixo. Os pães-de-forma são produtos facilmente percebíveis, devido sua composição química e sensibilidade às práticas de distribuição e estocagem, que afetam suas características mais atrativas, como sabor, aroma e aparência externa, responsáveis por sua aceitação junto aos consumidores. Dentre os métodos de conservação na área de panificação, os mais usados são a adição de conservantes químicos à massa e a preservação dos produtos a baixas temperaturas. Visto que os inibidores possuem efeitos colaterais eventualmente tóxicos, e a refrigeração onera o custo final do produto, as panificadoras optam por diminuir a produção de pães, tomando-a diária, procurando contornar tais problemas. Um método eficiente de conservação é a aplicação de radiações ionizantes, na qual não são incorporados agentes químicos, nem há gasto extra com a manufatura, proporcionando reorganizar os programas de panificação durante a semana, melhorando a qualidade e aumentando a dimensão dos lotes, podendo aumentar o período de exposição em prateleiras sem o risco das recontaminações, mesmo quando somente embalados em filmes de plásticos convenientemente selados.

O objetivo do presente trabalho foi determinar a dose de radiação gama do cobalto-60, que quando aplicada, proporcionasse aumento da vida útil dos pães-de-forma fatiados e embalados em filmes plásticos de polietileno de baixa densidade, com  $4,5$  a  $5,0 \times 10^{-5}$  m, de espessura, de uso comum no comércio local.

## REVISÃO DA LITERATURA:

Bons processos de conservação aplicados a matérias-primas de boa qualidade geram bons produtos. Assim o constante controle do processo e dos ingredientes é essencial para o sucesso na indústria panaderil (Emulzint, 1985).

Pence (1968), Martinelli Filho (1987), El Dash *et al.* (1982) e Pomeranz (1987) concordam que as características internas e externas dos produtos de panificação dependem da qualidade, quantidade e tipo dos ingredientes da fórmula, tipo de fermentação, tempo e temperatura de cozimento e práticas complementares do processamento.

Dentre os ingredientes básicos, a farinha de trigo é fonte de proteínas, aminoácidos, vitaminas e carboidratos, sendo o amido, o polissacarídeo responsável pelo "corpo" dos produtos de panificação, e conforme Martinelli Filho (1987) a farinha é pouco susceptível a deterioração microbiana devido ao seu baixo conteúdo de umidade.

Nas formulações, a água, além de solubilizar os ingredientes e uni-los à farinha, é essencial para a fermentação da massa, pois permite o crescimento do fermento, controla a temperatura, facilita etapas do processamento e regula a durabilidade dos produtos prontos. Para Emulzint (1985) e Garcia (1989), os excessos de água durante a produção e devido a retrogradação podem ocasionar o crescimento de microorganismos em produtos embalados sem o correto esfriamento, pois a umidade que evapora do interior do produto pode condensar dentro da embalagem e umedecer a crosta dos pães, mantendo alta a umidade relativa no interior da embalagem.

A levedura *Saccharomyces cerevisiae* propicia através da fermentação e crescimento da massa, elasticidade, textura e consistência típica dos produtos. O cloreto de sódio realça o sabor, aroma e regula períodos de fermentação, estabiliza o glúten, melhorando a massa, a digestibilidade e facilitando o corte. Óleos e gorduras

enriquecem em valor energético, retêm ar, e facilitam a conservação e o manuseio, melhorando a maciez e o paladar.

O cozimento inativa as enzimas e a fermentação, sendo o tratamento térmico do amido e da proteína, o responsável pela formação da crosta e do desenvolvimento de sabor e aroma.

Os pães assados devem ser esfriados adequadamente antes de serem submetidos ao corte em fatias e embalagem. Segundo El Dash (1982), Ubrac e Garcia (1984) e Garcia *et al.* (1989) os sacos plásticos de polietileno são os mais usados devido ao custo relativamente baixo e serem considerados excelentes materiais de embalagem, pois apresentam boa resistência a tração, flexibilidade, inércia química, excelente transparência e baixa permeabilidade ao vapor d'água. Farkas & Andrassy (1981), Emulzint (1985), Pomeranz (1987) e Martinelli Filho (1987) afirmaram que os principais tipos de deterioração em pães são o emboloramento e a viscosidade, que aparecem dentro de três dias após o cozimento. Este último, comum em pães de fabricação caseira, causado por bactérias do gênero *Bacillus*. Os contaminantes podem acompanhar a farinha, equipamentos, lâminas cortadoras e o ar, e podem se desenvolver devido às práticas inadequadas como aquecimento insuficiente do forno, esfriamento prolongado, armazenamento em locais quentes e úmidos. O emboloramento causado por *Bacillus mesentericus* causa destexturização do pão, deixa o miolo mole e pegajoso, e é destruído pela temperatura do forno (100 – 101°C), porém pode formar esporos. Segundo Farkas & Andrassy (1981) o tratamento térmico produz ativação dos esporos termorresistentes presentes no pão, e se a atividade de água e o pH do miolo forem maiores que o nível crítico para germinação de esporos e crescimento dessas bactérias, e a temperatura de estocagem for relativamente alta como se observa em alguns estabelecimentos, particularmente no verão, esta deterioração é freqüente e rápida.

Como métodos de conservação foram estudados: estocagem a baixas temperaturas (resfriamento e congelamento), exposição a radiações ionizantes, desidratação, tratamento térmico ou embalagem hermeticamente fechadas (latas metálicas ou cartuchos de filmes) e inibição química (Matz, 1972-b e Pomeranz, 1987). Segundo Matz (1972-a) e Pence (1968) as alterações de qualidade dos produtos durante a estocagem por congelamento são atribuídas à perda de umidade. O ressecamento tem efeito adverso na cor, textura, sabor e aroma. Conforme Farkas & Andrassy (1981) e Emulzint (1985) a indústria de panificação tenta prevenir o "ropiness" (destexturização) do pão, pela adição de conservantes como propionato e acetato, ou pelo decréscimo do valor do pH da massa, porém estes alteram a qualidade organoléptica do produto.

A indústria de alimentos faz uso de lâmpadas ultravioleta germicidas para tratar o ar nas salas de armazenamento e processamento, prevenindo o crescimento de fungos em paredes, armários e nas lâminas de cortar pães contudo seu efeito é superficial. Das radiações ionizantes, os raios gama têm alto poder de penetração, permitindo tratamentos homogêneos e ausência de resíduos tóxicos, além de evitar a elevação da temperatura dos produtos durante o tratamento (Martinelli Filho, 1987). Ritacco (1977) afirma que o tratamento com radiação ionizante é considerado "a frio", pois necessita de 50 kGy para elevar em 5°C a temperatura de 1 litro de água, e normalmente, as doses usadas para conservação de alimentos são bem inferiores a essa.

Com o uso da radiação gama para controlar a contaminação, obtém-se aumentos na durabilidade, maior rendimento, menor perda e melhor qualidade, proporcionando organização e padronização dos produtos, tornando viável a mecanização na indústria, reduzindo o tempo de processamento, com maior eficiência e economia. Dias Filho (1988) cita que a ação das radiações ionizantes é consequência dos efeitos primários e secundários, sobre as moléculas de água, dos alimentos e organismos

contaminantes, ionizando-as, os ions formados se recombinando ou interagindo com outros componentes.

A irradiação de alimentos é uma técnica de preservação que tem sido intensamente pesquisada (Du Plessis & Niemand, 1985), com a qual é freqüentemente possível duplicar, no mínimo, a vida útil de vários alimentos (Ingram & Roberts, 1966), porém, segundo Ritacco (1977), Baracat & Wiendl (1984), Nadkarni (1987) e Dias Filho (1988), o tratamento com radiações ionizantes combinado a outros processos convencionais, têm a vantagem de alterar em menor grau os caracteres organolépticos e a estabilidade, visto que são usadas doses menores em conjunto com tratamentos menos intensos.

Grecz *et al.* (1985) avaliaram que o pão arábico, preparado com farinha Saudi, mesmo depois de processado apresentou esporos de bactérias (104 org/g) e pequeno número de leveduras e bolores (10 – 40 células/g); contaminação inofensiva à saúde de indivíduos íntegros, porém perigosa para pacientes com o sistema imune comprometido com câncer e transplantados de medula óssea. Contudo, após tratamento com 0,6 mrad de radiação gama reduziu-se a contaminação por um fator de 10.000, ou  $< 1/g$ , sendo que, na avaliação sensorial, de escala hedônica de 9 pontos, não foi detectada perda de qualidade organoléptica no pão. Snapian *et al.* (1996) irradiaram pães e frutas (damasco e pêssegos descascados) contendo 20 (controle), 30, 40 e 50% de umidade, com 0,5 a 1,0 e 0,5 a 2,0 kGy, respectivamente. Os produtos irradiados foram armazenados sob atmosfera e temperatura ambiente, não controlada. As doses otimizadas não afetaram a composição de aminoácidos do pão, exceto o crescimento de fungos, estudados no pão irradiado e embalado em folha de polietileno (30 – 35  $\mu$ m). A perda de umidade nos produtos não embalados foi de 5,8% em 48 horas e 12,0% em 120 horas, comparados com 0,1% dos produtos irradiados e embalados. O crescimento fúngico apareceu após cinco dias nos produtos não irradiados embalados, após nove dias nos produtos irradiados a 0,5 kGy e em 11 dias após irradiação a 1 kGy. As frutas empacotadas continham 30 – 40% umidade irradiadas a 1,5 a 3,5 kGy e foram estáveis por até 6 meses. Killoran (1983) considera que os materiais de embalagem devem comportar-se adequadamente não interferindo na qualidade do produto ou no resultado do processamento, nem ser afetado por estes.

Dentre os materiais de embalagem aprovados pela Administração de Drogas e Alimentos ou Food and Drug Administration – FDA, consta o polietileno, passível de receber uma dose de até 60 kGy de radiação gama, sem perda de suas propriedades físicas ou químicas (IAEA, 1985). Moore (1985) e Urbain (1986) consideram permissível a aplicação de uma dose de 60 kGy a polímeros sintéticos, como os filmes de polietileno. Esta dose causaria mudanças negligenciáveis na permeabilidade, flexibilidade e resistência ao rasgo; e como a dose máxima, comumente usada no tratamento de alimentos, para extensão da vida útil têm sido de 10 kGy, os autores concluíram que, apesar de mensuráveis, as mudanças nas propriedades das embalagens são insuficientes para impedir seu uso.

## MATERIAL E MÉTODO:

O presente trabalho foi desenvolvido nos laboratórios da Seção de Entomologia e Irradiação de Alimentos do Centro de Energia Nuclear na Agricultura – CENA/USP, Campus de Piracicaba, São Paulo, Brasil.

A amostragem constou das fatias dos pães-de-forma com aproximadamente 40g cada, adquiridos fatiados e embalados, de cinco panificadoras da cidade de Piracicaba, São Paulo, com produção diária ou feita em dias alternados. As

fatias das extremidades dos pães, cujo peso/volume eram diferentes das demais foram desprezadas. As demais fatias foram reembaladas individualmente em filmes plásticos de polietileno de baixa densidade com espessura de  $4,5$  a  $5,0 \times 10^{-5}$  m, similares àqueles usados no comércio, perfazendo um lote amostral com seis repetições por dose de radiação, além do controle. O tratamento por irradiação foi realizado numa fonte de Cobalto-60, tipo Gammabeam-650, com atividade de  $1,35 \times 10^{14}$  Bq, taxa de dose de  $2,68$  kGy/h e doses de: 0 (controle), 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 kGy. Após a irradiação, as amostras permaneceram em prateleiras em condições ambientais de umidade e temperatura ( $26$  a  $34^{\circ}\text{C}$ ), semelhantes às que ficam à disposição nos estabelecimentos que as comercializam; e a vida útil foi avaliada diariamente, observando-as quanto ao aparecimento de contaminantes, simulando a escolha de compradores. Em testes preliminares, constataram-se alterações na textura ao tato, após duas semanas, assim foi estipulado que a vida útil para fins de análise seria de dez dias, após tratamento, pois apesar da irradiação ter sido realizada no mesmo dia em que foram adquiridas, em algumas panificadoras a produção foi feita pela manhã ou madrugada, e noutras na noite ou tarde anteriores. A escolha do filme plástico para embalagem foi feita com base na espessura, rapidez e facilidade para a termosselagem.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As tabelas 1 a 5 apresentam a vida útil, em dias, das fatias dos pães de forma de cada panificadora: A, B, D, E e F, embalados em filmes plásticos de polietileno de baixa densidade – PEBD, com espessura de  $4,5$  a  $5,0 \times 10^{-5}$  m, tratadas com doses de radiação gama de: 0 (controle); 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 kGy. A tabela 6 apresenta a porcentagem de amostras aceitáveis com dez dias de vida útil das fatias dos pães-de-forma das cinco panificadoras (A, B, D, E e F) na embalagem PEBD com espessura de  $4,5$  a  $5,0 \times 10^{-5}$  m, em relação as doses de radiação gama de: 0 (controle); 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 kGy. A tabela 7 apresenta a porcentagem de amostras desprezadas devido ao desenvolvimento visível de contaminações, do total remanescente de fatias de pães-de-forma das cinco panificadoras (A, B, D, E e F) na embalagem PEBD com espessura de  $4,5$  a  $5,0 \times 10^{-5}$  m, após dez dias de irradiação. Comparando os dados, para as amostras controle, observa-se nas tabelas 1 a 5 que a vida útil variou entre três a seis dias e pelas tabelas 6 e 7 que nenhuma das amostras controle chegou aos dez dias. Assim foram desprezadas 100% das amostras não irradiadas de todas as panificadoras devido às contaminações, no décimo dia pós-irradiação. Pelos dados relativos a dose 2,0 kGy (Tabelas 1 a 5), observam-se aumentos significativos para a maioria das panificadoras. Sendo que 50 a 67% das amostras das panificadoras D e E, respectivamente, alcançaram 10 dias de vida útil (tabela 6), e as outras amostras foram 100% rejeitadas até o décimo dia pós irradiação. Para a dose de 4,0 kGy (Tabelas 1 a 5), houve aumentos variados no período entre irradiação e constatação do desenvolvimento visível de microorganismos, em todas as amostras das diferentes panificadoras. Observa-se 50 a 83% das amostras com vida útil de dez dias (Tabela 6) e que apenas as fatias dos pães da panificadora A estavam 100% perdidas aos dez dias (Tabela 7). A variação nos aumentos da vida de prateleira das amostras nos tratamentos com doses inferiores a 6,0 kGy para as diferentes panificadoras, pode ter sido decorrente da qualidade das matérias primas, da formulação, da manipulação, das condições ambientais, além do uso de doses sub-letais de radiação. Verifica-se que 100% das amostras irradiadas com doses a partir de 6,0 kGy tiveram vida útil de dez dias, no mínimo, sendo nenhuma desprezada (Tabelas 1 a 5 e 6 e 7). Houve perda de 5% do total amostral, dentro das doses de 6,0; 8,0 e 10,0



**Tabela 4:** Vida útil, em dias, das fatias dos pães-de-forma da panificadora D em embalagens plásticas de PEBD, após irradiação gama do Cobalto-60 nas doses: 0 (controle); 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 1,00 kGy.

| Dose<br>kGy | REPETIÇÕES |    |    |    |    |    | Média<br>Aritmética |
|-------------|------------|----|----|----|----|----|---------------------|
|             | a          | b  | c  | d  | e  | f  |                     |
| 0           | 6          | 6  | 6  | 6  | 6  | 6  | 6,0                 |
| 2,0         | 10         | 10 | 6  | 6  | 10 | 10 | 8,6                 |
| 4,0         | 10         | 8  | 10 | 10 | 10 | 10 | 9,8                 |
| 6,0         | 10         | 7* | 10 | 10 | 7* | 7* | 10,0                |
| 8,0         | 10         | 10 | 10 | 10 | 8* | 10 | 10,0                |
| 10,0        | 10         | 10 | 10 | 10 | 7* | 10 | 10,0                |

\* Amostra perdida por contaminação posterior.

**Tabela 5:** Vida útil, em dias, das fatias dos pães-de-forma da panificadora E em embalagens plásticas de PEBD, após irradiação gama do Cobalto-60 nas doses: 0 (controle); 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 1,00 kGy.

| Dose<br>kGy | REPETIÇÕES |    |    |    |    |    | Média<br>Aritmética |
|-------------|------------|----|----|----|----|----|---------------------|
|             | a          | b  | c  | d  | e  | f  |                     |
| 0           | 4          | 3  | 4  | 4  | 4  | 4  | 3,8                 |
| 2,0         | 6          | 5  | 6  | 6  | 7  | 6  | 6,0                 |
| 4,0         | 5          | 10 | 10 | 8  | 10 | 6  | 8,2                 |
| 6,0         | 10         | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10,0                |
| 8,0         | 10         | 10 | 10 | 10 | 7* | 6* | 10,0                |
| 10,0        | 10         | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10,0                |

**Tabela 6:** Porcentagem de amostras aceitáveis com dez dias de vida útil, das fatias dos pães-de-forma das cinco panificadoras, nas embalagens plásticas de PEBD com espessura de  $4,5$  a  $5,0 \times 10^{-5}$  m, em relação às diferentes doses de irradiação.

| Dose<br>kGy | Panificadoras |     |     |     |     |
|-------------|---------------|-----|-----|-----|-----|
|             | A             | B   | C   | D   | E   |
| 0           | 0             | 0   | 0   | 0   | 0   |
| 2,0         | 0             | 0   | 50  | 67  | 0   |
| 4,0         | 0             | 83  | 83  | 83  | 50  |
| 6,0         | 100           | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 8,0         | 100           | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 10,0        | 100           | 100 | 100 | 100 | 100 |

**Tabela 7:** Porcentagem de amostras desprezadas devido ao desenvolvimento visível de contaminações do total remanescente das fatias dos pães-de-forma das cinco panificadoras (A, B, D, E, F), nas embalagens de plástico PEBD com espessura de 4,5 a  $5,0 \times 10^{-5}$  m, nas diferentes doses, dez dias após irradiação:

| Dose<br>kGy | Panificadoras |     |     |     |     |
|-------------|---------------|-----|-----|-----|-----|
|             | A             | B   | C   | D   | E   |
| 0           | 100           | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 2,0         | 100           | 100 | 50  | 33  | 100 |
| 4,0         | 100           | 17  | 17  | 17  | 50  |
| 6,0         | 0             | 0   | 0   | 0   | 0   |
| 8,0         | 0             | 0   | 0   | 0   | 0   |
| 10,0        | 0             | 0   | 0   | 0   | 0   |

### CONCLUSÕES:

1. O uso da irradiação gama do cobalto-60 aumentou o tempo de vida útil dos pães-de-forma fatiados e embalados, adquiridos em cinco panificadoras de Piracicaba, São Paulo, Brasil;
2. O polietileno de baixa densidade – PEDB, com 4,5 a  $5,0 \times 10^{-5}$  m de espessura, plásticos convencionalmente usados para embalar pães-de-forma fatiados, proporcionou melhor conservação sendo mais rápido e fácil para termosselagem;
3. A menor dose de radiação gama capaz de fornecer dez dias de vida útil aos pães de forma fatiados e embalados foi de 6,0 kGy a uma taxa de dose de 2,68 kGy/hora;
4. A ocorrência de contaminações por microrganismos nos pães submetidos ao tratamento com 2,0 e 4,0 kGy, foi visivelmente menor e tardia em relação aos pães controle observados.
5. Presume-se que a variação na vida útil encontrada nas amostras controle e nas tratadas com doses inferiores a 6,0 kGy pode ser decorrente de diferenças na qualidade dos ingredientes, das formulações, do uso de diferentes conservantes químicos e da manipulação, além do uso de doses sub-letais de radiação gama.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARACAT, M.L.A.; WIENDL, F.M., 1984. Utilização da Radiação Gama para Conservar Macarrão Fresco Hidratado. In: SEMINÁRIO REGIONAL SOBRE TÉCNICAS NUCLEARES NA PRODUÇÃO DE PLANTAS AGRÍCOLAS, Piracicaba, 1984. **Resumo**. Piracicaba, CENA, p.50.
- DIAS FILHO, M.; BERNARDES, B., 1988. Novo Processo de Conservar os Produtos Alimentares. *Latino Americana*, 9(4):1-7.
- DU PLESSIS, T.A.; NIEMAND, J.G., 1985. Radurized Foods; a Challenge to Marketing. In: INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. **Food Irradiation Processing**. Vienna, p.314-322.



- EL-DASH, A.A.; CAMARGO, C.O.; DIAZ, N.M., 1982. **Fundamentos da Tecnologia de Panificação**. São Paulo, Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia, 349p. (Série Tecnologia Agroindustrial).
- EMULZINT ADITIVOS ALIMENTARES INDÚSTRIA E COMÉRCIO, 1985. **Apostila de Panificação**. Campinas, 89p.
- FARKAS, J.; ANDRASSY, E., 1981. Decrease of Bacteria Spoilage of Bread by Low-Dose Irradiation of its Flour. In: INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. **Comb. Proc. in Food Irradiat.**, p.81-94.
- GARCIA, E.E.C.; PÁDULA, M.; SARANTOPOULOS, C.I.G.L., 1989. **Embalagens Plásticas: Propriedades de Barreira**. Campinas, ITAL/ CETEA, 44p.
- GRECZ, N.; BRANNON, R.; JAW, R.; AL-HARITHY, R.; HAHN, E.W., 1985. Gamma Processing of Arabic Bread for Immune System-Compromised Cancer Patients. **Appl. and Environm. Microbiol.**; 50(6):1531-1534.
- INGRAM, M.; ROBERTS, T.A., 1966. Microbiological Principles in Food Irradiation. In: INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. **Food Irradiation**, p.267-283.
- INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, 1985. **Food Irradiation: Some Regulatory and Technical Aspects**. Vienna, 120p.
- KILLORAN, J.J., 1983. Packaging Irradiated Foods. In: JOSEPHSON, E.S. & PETERSON, M.S. **Preservation of Food by Ionizing Radiation**. Boca Raton, CRC Press, p-317-326.
- MARTINELLI FILHO, A., 1987. **Microbiologia de Alimentos I**. Piracicaba, ESALQ/USP. 248p.
- MATZ, S.A., 1972-1. Freezing and Other Special Preservation Methods. In MATZ, S.A. **Bakery Technology and Engineering**. Westport, AVI, n.25, p.498-536.
- MATZ, SA., 1972-2. Packaging Equipment and Materials. In: MATZ, S.A. **Bakery Technology and Engineering**. Westport, AVI, n.23, p.460-482.
- MOORE, P.W., 1985. Consideration of Radiation Effects in the Choice of Food Packaging Materials. In: REGIONAL WORKSHOP ON COMMERCIALIZATION OF IONIZIG ENERGY TREATMENT OF FOOD. Lucas Heights. **Proceedings**. Vienna, IAEA, n.31, 1985.
- NADKARNI, G.B., 1987 Food Irradiation Methodology; Prospect and Retrospect. **J. Nuclear Agricult. Biol.**, 16:1-4.
- PENCE, J.W., 1968. Bread and Rools. In: TRESSLER, D.K.; VAN ARSDEL, W.B.; COPLEY, M.J. **The Freezing Preservation of Foods**. Westport, AVI, p.386-406.
- POMERANZ, Y., 1987. The Art and Science of Bread Making. In: POMERANZ, Y. **Modern Cereal Sc. Technol.**, 11:220-256.
- RITACCO, M., 1977. As Radiações Ionizantes como Método para Conservar os Alimentos. **Indústria Alimentar**, p.55-66.

- SNAPIAN, G.G.; SAGRADIAN, S.I.; SARKISTIAN, N.A.; OGANESIAN, P.L., 1966. Use of Radiation for Preservation of Bread and Fruits with a Medium Moisture Content. *Khranenie-I-Pererabotka-Sel'Khozsy'r'ya*, (1):11-12.
- URBAIN, W.M., 1986. Government Regulation of Irradiated Foods. In: URBAIN, W.M. *Food Irradiation*. New York, Academic Press, n.14, p.276-286.
- UBRAC, A.C.D.; GARCIA E.E.C., 1984. Principais Materiais Flexíveis Utilizados como Embalagem para Alimentos. In: GARCIA, E.E.C. *Aspectos Técnicos sobre Conservação de Alimentos Acondicionados em Embalagens Flexíveis*. Campinas, ITAL, p.32-70.