

# Revista de Agricultura

## DIRETORES

Prof. N. Athanassot

Prof. Octavio Domingues

Prof. S. T. Piza Junior

Prof. Carlos T. Mendes

Prof. Ph. W. C. Vasconcellos

Publicação bi - mensal de ensinamento teorico e pratico

Vol. 17

Maio - Junho - Julho de 1942

N. 5-6-7

## A disposição para o escoamento do exceso de água proveniente das estruturas de controle da erosão

Pelo Agrônomo

**RINO NATAL TOSELLO**

do Instituto Agronômico do Estado

O controle à erosão, pela instalação de sistemas de terraços, método esse conhecido pelo termo genérico terraceamento (1), parece ter sido introduzido aqui no Estado de São Paulo, há bem poucos anos, pelo colega Hélio Bittencourt, que o aplicou pela primeira vez em terras de propriedade do adiantado agricultor da Araraquarense, Sr. Ricardo Lunardelli.

---

(1) Terraceamento, traduzido do termo «terracing», inglês, que hoje é empregado pelos norte-americanos para designar a instalação de sistemas de terraços do tipo «Mangum» e «Nicholls».

Do êxito preliminar dessa iniciativa temos o testemunho da difusão rápida do método, em grande parte do Estado. A novidade experimentada em Catanduva ganhou muitos adeptos entre os lavradores, e surgiram novos projetistas e executores do sistema. Todavia, as áreas assim defendidas contra a erosão, anualmente acrescidas, são ainda pequeníssimas em relação às áreas novas, que anualmente são conquistadas à natureza.

Semelhante método de controle à erosão, originariamente aplicado nos Estados Unidos da América do Norte, com grande sucesso, foi transportado para cá, como dissemos, por uma iniciativa particular. Evidentemente, a ela não caberia o escopo experimental, porém o arrojo de semelhante empresa constituiu uma temerária experimentação, e isso porque a falta de dados, entre nós, que são básicos para a execução fiel do método, é quasi absoluta. Todavia, em vista dos resultados em geral alcançados, é de se supôr que as condições de diversas zonas do Estado são favoráveis à instalação dos diferentes sistemas de terraços.

E' preciso, pois, que os órgãos oficiais da experimentação agrônômica cuidem carinhosamente do problema. Os projetos de combate à erosão devem ser traçados à luz dos resultados experimentais.

---

De parte das considerações supra acenadas, a instalação de apropriados sistemas de terraços encerra certos problemas de carater prático cujo conhecimento prévio é indispensavel — tal é por exemplo a disposição satisfatória do excesso de água proveniente das estruturas de controle à erosão. E' este assunto que vou abordar em seguida, despretenciosamente, tendo por objetivo unicamente contribuir para uma solução tão satisfatória quanto possível do problema, assás complexo. A maioria dos dados utilizados por mim foi extraída do método oficial adotado pelo Serviço de Conservação do Solo, norte-americano. Esses dados, pela sua margem um tanto favoravel, permitem uma aplicação talvez relativamente segura.

Um estudo do regime das precipitações e características físicas do solo (2), para os propósitos de controle à erosão, pelo método indicado, nos conduz a considerar da necessidade ou não de escoamento do excesso de água proveniente das estruturas. Esta necessidade está ligada, de um lado, à escolha de sistemas de terraços com declividade e em nível, com escoamento, e, de outro lado, a sistema de terraços em nível, sem escoamento, isto é, de extremidades fechadas.

No caso dos regimes das precipitações e características físicas do solo exigirem a aplicação de sistemas de terraços com escoamento, será condição primária para o êxito deste, estudar detalhadamente a melhor disposição para conduzir o excesso de água proveniente das estruturas do sistema. Diversas soluções podem ser possíveis: far-se-á o escoamento através de uma área protegida naturalmente, ou através de canais escoadouros, artificialmente construídos, ou através de faixas de terra vegetadas com capim ou grama.

**ESCOADOUROS NATURAIS** — Lotes de terra, em declives moderados, cobertos de mata densa, ou revestidos de firme pastagem, ou ainda protegidos por espessa capineira, constituem os melhores escoadouros para receber o excesso de água proveniente das estruturas. Apresentam duas vantagens incontestes: não há concentração de água, porque o escoamento de cada terraço é feito independentemente, e não há despesas com a construção e conservação de canais escoadouros, nem com o estabelecimento de faixas vegetadas.

As extremidades dos terraços que vertem suas águas para o escoadouro natural, não devem ser delimitadas por uma única linha divisória, mas penetrar para além do limite, diminuindo progressivamente o avanço dos terraços, a-fim-de distribuir o escoamento, logo de início, numa superfície maior.

Sobre declives íngremes, em capoeiras ralas, pastagens e capineiras pobres, a cautela deve ser grande para não haver

---

(2) O estudo das características físicas do solo pode ser feito por uma análise sumária, porem o estudo do regime das precipitações com base em dados pluviográficos, é possível apenas nos locais onde os pluviógrafos foram instalados, no mínimo, com antecedência de 5 anos.



transposição do local da erosão. Havendo possibilidade de encontrar condições favoráveis, optar pelo escoamento na floresta, porque o seu coeficiente de enxurrada é menor, como adiante se poderá verificar, com os dados que apresentamos. Se, porém, a mata é rala ou o declive é íngreme, optar pelo escoamento na pastagem ou capineira, conservadas em boas condições.

Como regra geral, não se poderá derivar a enxurrada proveniente das bacias drenadas pelas estruturas de controle à erosão, para terrenos de propriedade alheia, e nem para estradas de utilidade pública. O projetista do sistema e o fazendeiro seriam futuramente responsabilizados pelos danos eventualmente provocados pela enxurrada adicional. Além disso, torna-se difícil calcular o montante proporcional dos danos, porque ela subsiste conjuntamente com a enxurrada que é normal.

Não havendo outra solução mais viável, para a disposição do escoamento, seria conveniente entrar em entendimentos com as pessoas interessadas, procurando estabelecer um acordo amigável.

O escoamento dos terraços para as estradas deve ser evitado de qualquer forma se se depara com barrancos cuja altura possa aumentar perigosamente a velocidade da água, na desembocadura do terraço. A erosão subsistiria na extremidade deste, progredindo continuamente para dentro do terraço.

ESCOADOUROS ARTIFICIAIS — E' de se supor que a maioria dos sistemas, devido em geral à falta de bons escoadouros naturais, exigirá a construção de escoadouros artificiais. O problema da locação e construção acertadas dos escoadouros deve constituir uma séria preocupação do projetista, pois a *negligência* quanto à disposição do excesso de água das estruturas poderá comprometer a *segurança* do sistema.

A-pezar-de os norte-americanos estudarem o problema do combate à erosão, oficialmente, desde 1903, somente em 1935 é que principiaram a dar a devida importância ao problema surgido com a concentração da água, durante o escoamento. Isso, aliás, deve-se tomar como um fato resultante da própria

evolução do estudo. E hoje, pode-se afirmar acertadamente, que todo sistema de terraços, a exigir escoamento, deverá ser instalado, para ser bem sucedido, *em relação ao escoadouro*.

O escoadouro artificial pode ser uma faixa de terra vegetada, de largura suficiente para permitir o escoamento em boas condições, ou um canal escoadouro, construído ou adaptado, protegido unicamente pela vegetação, ou pelo revestimento de material especial, ou ainda pela disposição de interceptadores espaçados regularmente.



Fig. 1 -- Às vezes um sistema de terraços bem construídos, como este, fica comprometido e prejudicado por defeitos no traçado e construção de apropriados canais escoadouros.

Se os lotes destinados ao escoamento suportam pastagens ou capineiras ralas, pode-se reservar uma faixa cercada, cujo solo seria tratado com adubação suficiente para revigorar o tipo de capim ou grama. A largura da faixa dependerá da área que contribue para o escoamento e da inclinação dos lados da faixa. Donald Christy estipula que a largura mínima da faixa deve ser de 15 m., para o primeiro terraço, (naturalmente se compreende o máximo comprimento permissível), e de mais 6 m. para cada novo terraço. Os outeiros, tocos, arbustos, etc., devem ser eliminados do percurso da água, porque provocam sua divergência, concentração e turbulência, fa-

vorecendo a formação de corredeiras que frequentemente são o estágio inicial da erosão profunda. Se o chão for plano, a largura deverá ser duplicada. Essa faixa de capim, cercada e adubada convenientemente, constituirá uma ótima capineira para a fazenda. Se, porém, a faixa não tem serventia como capineira, o custo do estabelecimento da vegetação e a área ocupada pela faixa viriam sobretaxar o custo da instalação das estruturas de controle da erosão. Nesse caso poder-se-ia estudar a conveniência da construção de um canal escoadouro.

A boa localização do canal escoadouro depende de considerações várias. E' comum o projetista vacilar na escolha de local, entre uma *sinclinal* e uma *anticlinal*, quando os terraços são de grande extensão. O interesse prático da escolha está condicionado a diversos fatores; todavia, pode-se estabelecer que um escoadouro traçado na *sinclinal* tem menor extensão, porém, afeta maior queda altimétrica. Pelo acréscimo de queda, a velocidade da água poderá aumentar perigosamente, exigindo que a proteção do canal seja executada por processos mecânicos. E canais protegidos por esse meio, com o emprego de interceptadores permanentes ou revestimento de material especial, quasi nunca se justificam sob o aspecto econômico da questão. A base para a determinação de sua conveniência econômica seria um *custo* que, somado ao da instalação do sistema, não ultrapassasse o aumento do valor da terra, favorecida pela defeza contra a erosão.

Para facilidade de conservação do canal, será preferível traça-lo contíguo à linha perimetral da bacia, salvaguardando-o da passagem de animais e máquinas agrícolas. Às vezes porém a forma da bacia exige o traçado de terraços extremamente longos que não admitem um único escoamento lateral. Nesse caso, ao envê de se traçar dois canais, um para cada extremidade, seria preferível construir um único, na parte mediana da bacia, e de capacidade equivalente aos dois outros. Naturalmente, a construção de um canal é mais econômica que a de dois e as despesas de conservação se reduzem quasi à metade.

Como regra geral, a construção dos escoadouros é feita com o mesmo maquinário que é empregado para a construção



das estruturas de controle à erosão. O seu acabamento, porém, não dispensa o emprego da enxada. O canal, sendo vegetado posteriormente, deverá ter o fundo cerca de 15 cm. mais baixo do que o fundo do canal do terraço, na desembocadura. Essa queda deverá ser distribuída com a enxada, nos últimos 5 m. do terraço; e para prevenir erosão, principalmente em terrenos soltos, a vegetação destinada a proteger o escoadouro deverá estender-se uns 3 metros para dentro de cada estrutura.



Fig. 2 — Um canal, paralelo a um carreador. A inclinação dos lados aqui não está conforme e apenas metade do canal foi plantado e muito raramente. Essa vegetação possivelmente não cobrirá toda a extensão do canal, em tempo oportuno.

Para escoadouros protegidos unicamente pela vegetação, é difícil e dispendioso tentar estabilizá-la ao mesmo tempo que o escoadouro é utilizado para conduzir o excesso de água das estruturas. Um bom sistema seria locar e construir os escoadouros *um ano antes de construir os terraços*, a-fim-de permitir a completa estabilização da vegetação. No ano seguinte, na ocasião de se instalar o sistema de terraços, ter-se-ia cuidado em não estragá-la com as manobras da máquina. A parte incompleta das extremidades seriam terminadas a enxada, com plaina Martin, ou outro utensílio adequado. To-

vorecendo a formação de corredeiras que frequentemente são o estágio inicial da erosão profunda. Se o chão for plano, a largura deverá ser duplicada. Essa faixa de capim, cercada e adubada convenientemente, constituirá uma ótima capineira para a fazenda. Se, porém, a faixa não tem serventia como capineira, o custo do estabelecimento da vegetação e a área ocupada pela faixa viriam sobretaxar o custo da instalação das estruturas de controle da erosão. Nesse caso poder-se-ia estudar a conveniência da construção de um canal escoadouro.

A boa localização do canal escoadouro depende de considerações várias. É comum o projetista vacilar na escolha de local, entre uma *sinclinal* e uma *anticlinal*, quando os terraços são de grande extensão. O interesse prático da escolha está condicionado a diversos fatores; todavia, pode-se estabelecer que um escoadouro traçado na *sinclinal* tem menor extensão, porém, afeta maior queda altimétrica. Pelo acréscimo de queda, a velocidade da água poderá aumentar perigosamente, exigindo que a proteção do canal seja executada por processos mecânicos. E canais protegidos por esse meio, com o emprego de interceptadores permanentes ou revestimento de material especial, quasi nunca se justificam sob o aspecto econômico da questão. A base para a determinação de sua conveniência econômica seria um *custo* que, somado ao da instalação do sistema, não ultrapassasse o aumento do valor da terra, favorecida pela defeza contra a erosão.

Para facilidade de conservação do canal, será preferível traça-lo contíguo à linha perimetral da bacia, salvaguardando-o da passagem de animais e máquinas agrícolas. Às vezes porém a forma da bacia exige o traçado de terraços extremamente longos que não admitem um único escoamento lateral. Nesse caso, ao envê de se traçar dois canais, um para cada extremidade, seria preferível construir um único, na parte mediana da bacia, e de capacidade equivalente aos dois outros. Naturalmente, a construção de um canal é mais econômica que a de dois e as despezas de conservação se reduzem quasi à metade.

Como regra geral, a construção dos escoadouros é feita com o mesmo maquinário que é empregado para a construção



das estruturas de controle à erosão. O seu acabamento, porém, não dispensa o emprego da enxada. O canal, sendo vegetado posteriormente, deverá ter o fundo cerca de 15 cm. mais baixo do que o fundo do canal do terraço, na desembocadura. Essa queda deverá ser distribuída com a enxada, nos últimos 5 m. do terraço; e para prevenir erosão, principalmente em terrenos soltos, a vegetação destinada a proteger o escoadouro deverá estender-se uns 3 metros para dentro de cada estrutura.



Fig. 2 — Um canal, paralelo a um carreador. A inclinação dos lados aqui não está conforme e apenas metade do canal foi plantado e muito raramente. Essa vegetação possivelmente não cobrirá toda a extensão do canal, em tempo oportuno.

Para escoadouros protegidos unicamente pela vegetação, é difícil e dispendioso tentar estabilizá-la ao mesmo tempo que o escoadouro é utilizado para conduzir o excesso de água das estruturas. Um bom sistema seria local e construir os escoadouros *um ano antes de construir os terraços*, a-fim-de permitir a completa estabilização da vegetação. No ano seguinte, na ocasião de se instalar o sistema de terraços, ter-se-ia cuidado em não estragá-la com as manobras da máquina. A parte incompleta das extremidades seriam terminadas a enxada, com plaina Martin, ou outro utensílio adequado. To-

davia, é uma solução possível quasi somente nas fazendas onde o serviço deve ser executado em dois ou mais períodos. Uma outra solução que poderá ser viável, de acôrdo com as circunstâncias, seria divergir o escoamento para canais escoadouros provisórios, de mesma capacidade, enquanto a vegetação se estabiliza no escoadouro permanente. A realização prática desta possibilidade não é tão simples como poderá parecer e além disso a vegetação, no escoadouro permanente, não pode formar uma faixa contínua, em virtude dos diques dos terraços que serão posteriormente removidos.

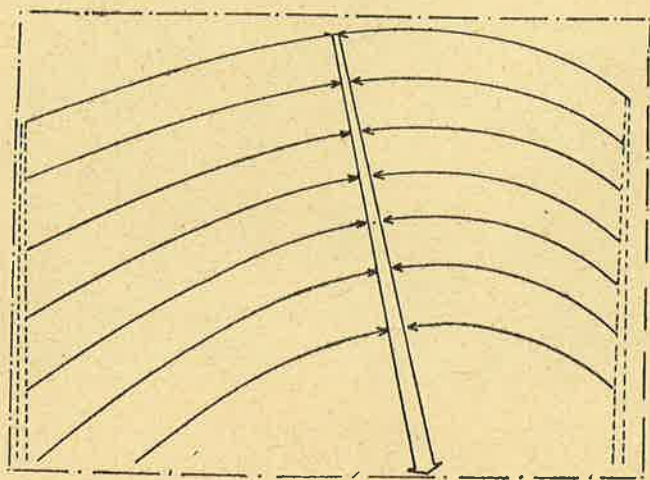


Fig. 3 — Quando pela extensão dos terraços for exigido o escoamento por ambas as extremidades, pode-se estudar a conveniência de traçar um unico canal, na parte mediana da bacia. A area que contribue para o escoamento determinará o gráo de medidas a serem adotadas para a proteção do canal. Quando os terraços não tem extensão consideravel de modo que apenas um canal pode satisfazer ao escoamento, será preferivel traça-lo contiguo á linha perimental. do lado onde houver menor inclinação.

O procedimento mais comum, entre nós, dada a complexidade do assunto, seria iniciar os trabalhos o mais cedo possível e primeiramente construir os escoadouros que deverão

ser protegidos unicamente pela vegetação. Vegeta-los então e, a-fim-de proteger a sementeira, estender uma camada de palha (capim sêco, ou adubo verde). Esse manto teria por função conservar a umidade, fomentar a germinação e o crescimento do capim e protegê-lo da erosão, que a enxurrada de chuvas moderadamente intensas poderia provocar. A remoção daquela cobertura seria para o futuro desnecessária, porque ela se deteriora oportunamente. Se o escoadouro é construído tardiamente, as chuvas pesadas que então poderiam sobrevir carregam com facilidade o manto de palha, mesmo de declives moderadamente acentuados. Um expediente empregado pelos norteamericanos para evitar esse inconveniente é prender o manto de palha com tela de arame. Para nós o emprego da tela elevaria demais o custo do escoadouro. Outro processo para o rápido estabelecimento da vegetação tem sido a aplicação de *blocos* de terra vegetados, preferivelmente com capim. Esses *blocos* ou *tabletes* são retirados de uma área previamente adaptada para a produção de touceiras vigorosas, com o auxílio de um instrumento bastante simples. Obtidos os blocos, são eles transportados sobre uma táboa e adaptados ao fundo do canal escoadouro, em faixas contínuas, ao longo do canal, cobrindo cerca de um terço de largura, ou em faixas cruzadas, espaçadas de cerca de um metro e da largura de uns 30 cm. O chão sobre o qual devem repousar os blocos precisa ser tratado antecipadamente com uma boa adubação, conveniente para favorecer o desenvolvimento rápido do capim. O nível superior dos blocos deve estar conforme com o do fundo do canal. Os meandros entre os blocos devem ser cheios com solo fértil e toda a superfície pisada convenientemente para dar mais resistência a uma possível lavagem. Com o mesmo fim pode-se interpor, de acordo com os espaçamentos dados na tabela abaixo, pranchas colocadas transversalmente e niveladas com o chão.



TABELA I

PARA ESPAÇAMENTO DOS INTERCEPTADORES APLICADOS  
EM ESCOADOUROS DE TERRAÇOS

Declive da terra m/100 m.	Intervalo vertical em cm.	Intervalo horizontal em m.
1	60	60,0
2	51	25,5
3	45	15,0
4	42	10,5
6	39	6,6
8	36	4,5
10	33	3,3

As pranchas não só escoram os blocos como também uniformizam a distribuição do lençol d'água. Além disso tudo, convem dizer que os norte-americanos ainda revestem o canal com tela de arame, para tornar remoto o perigo de possível lavagem. Ao envez daquelas pranchas, poder-se-ia empregar estacas fincadas umas após outras, formando linhas contínuas cruzando o canal, com os intervalos da tabela citada.

Um método viável para canais grandes, para o estabelecimento da vegetação, no caso de capins rizomatosos, seria lançar os rizomas, uns próximos dos outros, e enterrá-los com o disco.

Para as nossas condições, em que a execução dos serviços deve ser feita no período de entressafra, período esse em geral seco, o estabelecimento da vegetação, principalmente nas terras brancas, de sub-solo impermeável, torna-se um difícil problema. Não resta dúvida que a solução mais feliz seria construir o canal com antecedência de um ano, e, possivelmente, até de dois anos. Procedendo dessa forma, evitar-se-ia que,

para a proteção ao escoadouro, se precisasse empregar processos mecânicos, mais difíceis e dispendiosos.

Antes de desenvolvermos a parte referente ao cálculo das dimensões do canal escoadouro, vejamos sumariamente algumas generalidades que consideramos indispensáveis para a boa compreensão do problema.

Para o estudo de um canal, do ponto de vista hidráulico, torna-se necessário considerar os seguintes elementos: a) velocidade média da água; b) inclinação do eixo do canal; e c) forma e dimensões da secção reta do canal.

A vasão de um canal, em um determinado ponto, é representada pela quantidade de água que passa na unidade de tempo, através da secção reta, considerada nesse ponto.

Como a velocidade da água não é constante ao longo das diversas verticais da secção reta considerada, adota-se uma velocidade média que, suposta a constância da velocidade dos filetes líquidos, através daquela secção, é capaz de produzir uma vasão igual à efetiva.

A velocidade média da água não deve ultrapassar certos limites, a-fim-de que se não produza erosão ao longo das paredes e do fundo. Para esse fim há tabelas que especificam os limites para a velocidade, de acôrdo com as condições do canal. Para prognósticos práticos deste artigo destacamos, dos manuais de engenharia, os limites relativos aos canais em terras ordinárias:

- |                          |                           |
|--------------------------|---------------------------|
| a) terras sôltas         | $V = 0,20 - 0,30$ m/ seg. |
| b) terras meio compactas | $= 0,45 - 0,60$ m/ seg.   |
| c) terras compactas      | $= 0,80 - 0,90$ m/ seg.   |

Consultando-se os diferentes valores do fatôr RE (3) (resistência à erosão), dados por J. Setzer em seu trabalho sobre "As propriedades físicas dos solos do Estado de São

---

(3) O fator RE é dado em função da higroscopicidade do solo (força de coesão) e da porosidade natural (fator de dispersão). Vageler deu-lhe a expressão :

$$RE = \frac{200 \cdot Hy}{Phat.}$$

Paulo em face ao combate contra a erosão”, podemos considerar três grupos convencionais distintos de solos, com os seguintes limites para o fator RE:

- a) solos cujo fator RE é menor do que 20;
- b) solos cujo fator RE está entre 20 e 35;
- c) solos cujo fator RE é maior do que 35.

Ora, para os propósitos práticos que temos em mira, qual seja o da determinação dos elementos de canais escoadouros de terraços, não haverá inconveniência em estabelecer a seguinte correspondência:

Tipo de terra	fator RE	limites para V
Solta	Menor do que 20	0,20 — 0,30 m/seg.
Meio compacta	Entre 20 e 35	0,45 — 0,60 m/seg.
Compacta	Maior do que 35	0,80 — 0,90 m/seg.

Em muitos casos, porém, na prática, será necessário, sem aumentar a secção, elevar a vazão efetiva do canal. Neste caso, desde que se tome precauções convenientes, de modo a elevar artificialmente a resistência do solo à erosão, conseguem-se maiores limites para as velocidades não erosivas. Um dos meios mais práticos e económicos para aumentar a estabilização das paredes e do fundo do canal, e por isso mesmo o mais empregado para canais escoadouros de terraços, é a manutenção de uma cobertura de vegetação, uniforme e espessamente distribuída sobre toda a superfície do canal escoadouro. Evidentemente, esta espécie de vegetação deverá ter requisitos que a recomendem ao uso indicado, como tais sejam: 1) pouco exigente, porque a terra do fundo do canal em grande parte não está meteorizada; 2) de crescimento rápido; 3) de sistema radicular abundante, de maneira a prender eficazmente os torrões que entrelaça; 4) não deverá formar touceiras bastas, porque estas fazem diminuir a capacidade de des-



carga do canal, o que ameaçaria todo o sistema; e 5) não poderá apresentar o caráter de praga, porque o seu alastramento cria um outro problema ao lavrador.

Ainda não se têm dados oficiais sobre o comportamento das diferentes espécies e variedades de plantas empregadas com sucesso na cobertura de canais escoadouros de terraços. Observações preliminares no entanto têm sido feitas, mais pelos próprios lavradores que, aconselhados pelos agrônomos da necessidade de se proteger o canal escoadouro, experimentaram aquilo que supunham dar melhor resultado. Como se poderia supor, em tais casos, os resultados conseguidos sem as normas de uma experimentação sistemática, deixam dúvida quanto a seu valor. Todavia, parece que a tendência geral tem sido mais pelo emprego dos seguintes capins: grama de Batatais, conhecida também por grama forquilha, macaê e capim Pernambuco.

Quanto à secção transversal, em relação ao fator velocidade, vamos comparar o comportamento de dois tipos de formas extremas: larga e rasa, uma, e outra, estreita e funda. Ora, para igualdade de área, a forma larga e rasa apresenta a maior superfície de contacto com o líquido, isto é, atrito maior, portanto é a mais indicada para reduzir a velocidade da água. Além disso, declives laterais suaves são menos prejudicados pela passagem de animais e máquinas e também a ceifa do capim é facilitada. Tais declives podem ser no mínimo de 1:1.

Como regra geral, os canais escoadouros de terraços deverão ser locados de modo a servir, desde o primeiro terraço, até ao curso naturalmente estabilizado.

Além disso, em toda a extensão, será recomendável não afastar muito a direção do eixo do canal, da linha reta; se a curva é inevitável, seja para contornar um obstáculo, seja para manter a declividade dentro dos limites permitidos, traçá-la com a maior abertura possível. Em cursos naturalmente estabilizados o raio de curvatura é de cerca do triplo da largura do canal.

## CÁLCULO DAS DIMENSÕES DOS CANAIS ESCOADOUROS

Para o cálculo das dimensões dos canais, escoadouros de terraços, como obra hidráulica, dois são os métodos empregados:

1. — analítico — caracterizado pelo emprego de fórmulas algébricas;
2. — gráfico — incluindo-se os monogramas e ábacos.

Há diversas fórmulas que se podem empregar para a determinação dos elementos do canal. Porém, para os propósitos práticos de controle à erosão, e em virtude das condições variáveis do regime das velocidades da água, no canal escoadouro, a fórmula mais indicada é a de Manning. Além disso, ela é de exatidão sensível até para pequenos cursos.

A fórmula de Manning, como é empregada pelo Serviço de Conservação do Solo norteamericano, é a seguinte:

$$V = \frac{1,486}{n} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2} \quad (\text{pé/seg.})$$

Sendo R (raio hidráulico) a relação entre a secção reta A, expressa em pés quadrados, e o perímetro molhado P, expresso em pés; S a declividade do eixo do canal, expressa em pé/pé; e n um fator que depende das condições das paredes e do fundo do canal.

Como para as condições do canal, após a vegetação ter-se estabelecida, n pode ser avaliado em 0,04, a fórmula de Manning, simplificada, passa a ter a seguinte expressão:

$$V = 37,15 \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2}$$

E a vazão, expressa em pés cúbicos por segundo, será:

$$Q = A \cdot V \quad (\text{pé quadrado} \times \text{pé/seg.})$$

Mais nos interessa porém, pelas facilidades que pode pro-

porcionar, expressar a mesma fórmula nas unidades do sistema métrico, e teremos, após as conversões necessárias:

$$V = 24,89. R^{2/3} . S^{1/2} \quad (\text{m/seg.})$$

Sendo a secção reta expressa em m<sup>2</sup>, o perímetro molhado em m, e a declividade em m/m (esta relação é a mesma em pé/pé).

E a vazão, expressa em m<sup>3</sup> seg., será :

$$Q = A. V \quad (\text{m}^3 \text{ x m/ seg.})$$

A análise da fórmula de Manning mostra que a velocidade diminúe quando o perímetro molhado aumenta. Isso prova o que dissemos atrás com relação às formas largas e razas da secção reta.

Para os canais escoadouros protegidos unicamente pela vegetação, segundo Bennett, a velocidade não erosiva pode chegar a 2,40 m/seg. Isso aliás deve-se admitir para escoadouros vegetados em condições ideais. Os limites dados por Ayers apresentam maior segurança. Estipula em 1,50 m/seg. o limite para a velocidade não erosiva, em escoadouros contendo mais do que 50 % de solo agrícola; adota para os escoadouros gradativamente mais pobres os limites de 1,20 a 0,90 m/seg. (4).

Os limites referidos foram calculados para uma vazão crítica de 12 anos, produzida por uma precipitação equivalente a 150 mm. de chuva por hora. Segundo Ayers e Bennett, tais limites permitem seguro controle, pela vegetação apenas,

---

(4) Observações conduzidas por Donald Christy, nos Estados Unidos, mostraram que dos canais escoadouros inspeccionados por ele, «80 o/o funcionavam regularmente; aqueles cuja velocidade deveria ser de 3 pés/ seg. estavam prejudicados pela forte sedimentação e aqueles cuja velocidade deveria ser de 8 pés/ seg. também estavam prejudicados, pela erosão. Escoadouros para a velocidade de 10 pés/ seg. tem funcionado bem enquanto outros para velocidades de 5 a 6 pés tem falhado. Aparentemente. o material transportado para aqueles canais afetou a capacidade».



até cerca de 12 % (0,12) de queda, mas, bem entendido, em qualquer caso a vegetação já *deverá estar estabilizada antes do canal ter a função de escoadouro.*

Como porém o caso mais frequente é tentar estabilizá-la ao mesmo tempo que o escoadouro funciona, torna-se evidente que, para a própria segurança do canal, será necessário reduzir a queda, mudando a disposição altimétrica do eixo do canal.

Para que a secção do canal fique determinada, será preciso conhecer a vasão Q, cujo cálculo pode ser feito por intermédio da fórmula racional de Ramser que, para fins práticos, parece satisfazer plenamente, em vista do grande número de dados coletados experimentalmente. A fórmula racional é:

$$Q = C. I. A.$$

Sendo A a área que contribue para a vasão do canal, em hectares; I a intensidade da precipitação em m<sup>3</sup>/seg. e por hectare; e C o coeficiente de enxurrada ou de Ramser (é obtido pela relação entre a quantidade de água transformada em enxurrada e o total de água precipitada, na área que se considera. Ramser determinou experimentalmente, operando em pequenas áreas agrícolas).

Segundo a definição dada para o coeficiente C a lógica nos indica que o seu valor máximo é 1, o que sucede quando toda a água precipitada sob a forma de chuva transforma-se em enxurrada. E' no entanto curioso saber que Donald Christy, A. S. A. E., nas suas determinações chegou a encontrar para C o valor de 1,2. Isso vem demonstrar a grande dificuldade para determinar satisfatoriamente o valor de C. Contudo, os dados de Ramser podem satisfazer praticamente.

Os valores de C, utilizados oficialmente pelo Serviço de Conservação do Solo, norteamericano, para as áreas protegidas por sistemas de terraços, e baseados nos de Ramser, são os seguintes:

<u>Valores de C</u>	<u>Decl. do terreno</u>
0,50	2 — 5 %
0,60	5 — 10 %
0,72	10 — 15 %

A esses valores poder-se-ia acrescentar mais os seguintes, dados por Ramser:

<u>Estado do terreno</u>	<u>Valores de C</u>	<u>Declividade</u>
pastagem	0,36	5 — 10 ‰
idem	0,42	10 — 30 ‰
floresta	0,18	5 — 10 ‰
idem	8,21	10 — 15 ‰

Devemos observar que esses dados são aplicáveis a terras arenosas. Para terras argilosas, conforme a recomendação de D. Christy, dever-se-á somar 10 ao coeficiente dado.

Estimando-se o valor da precipitação crítica (ainda de acordo com aquele método), em 150 mm./hora, calcula-se que o valor de I é de cerca de 0,417 m<sup>3</sup>/seg. e por hectare. Atribuindo-se a C os diversos valores utilizados pelo S. C. S., as equações ficam sendo:

$$\begin{aligned}
 Q &= 0,21 \cdot A \text{ (m}^3\text{/seg.) para declives de 2 -- 5 ‰} \\
 &= 0,25 \cdot A \text{ ( , , ) idem 5 -- 10 ‰} \\
 &= 0,30 \cdot A \text{ ( , , ) , , 10 -- 15 ‰}
 \end{aligned}$$

Como a vazão Q é representada pelo produto da secção reta *a*, do canal, pela velocidade da água, V, tiramos:

$$a = \frac{Q}{V}$$

*Equação geral de b* — Para que o problema fique completamente solucionado, será necessário determinar o valor de *b*, simbolo representativo da largura média do canal, em função dos elementos dados. Ora, substituindo-se R, na fórmula de Manning, pela relação entre a secção reta *a*, e o perímetro molhado *p*, teremos:

$$\frac{a}{p} = \frac{V^{2/3}}{24,89^{3/2} \cdot S^{3/4}}$$

Como o perímetro molhado, para canais largos em proporção à altura da água na vasão pode ser tomado pela largura média da secção trapezoidal, teremos:

$$b = 24,89 S^{3/2} \cdot C.I.A.V. \cdot V^{5/2}$$

nessa formula  $\underline{a}$  está dado em função de  $Q = C \cdot I \cdot A \cdot V$ .

Como  $b$ , nessa mesma formula, está expresso em função de todas as variaveis que podem alterar o seu valor, é justo que a ela podemos chamar equação geral de  $b$ .

Dessa equação o valor de  $b$  facilmente se determina com o auxilio da táboa de logarítmos, segundo a expressão:

$$b = \text{antilog} (2,093 + 3/4 \cdot \log S + \log C + \log I + \log A + 5/2 \cdot \log V)$$

Para que este modesto trabalho não fique no dominio das conjecturas meramente teóricas, vamos dar alguns exemplos ilustrativos, de cujos resultados faremos algumas apreciações:

— Seja construir um canal de escoamento para terraços, num declive de 12 %, sabendo que a velocidade máxima à qual a vegetação pode resistir é de 1,50 m/seg. A intensidade da precipitação crítica, num período de 10 anos, é de 150 mm./hora. O coeficiente de Ramser pode ser avaliado em 0,7.

Substituindo os valores  $C=0,7$ ,  $I=0,417$ ,  $S=0,12$  e  $V=1,50$ , na equação de  $b$ , teremos :

$$b = \text{antilog} (0,374 + \log A)$$

Como  $b$  é diretamente proporcional a  $A$  organizei em escala logarítmica os gráficos I, II, III e IV, respectivamente para  $V=1,50$ , 1,80, 2,00 e 2,40 m/seg., somente para um estudo comparativo. Os valores de  $b$  estão dados em função da area  $A$ .

No gráfico I lê-se que para servir ao escoamento de 5 hectares é necessario um canal de largura de 11,8 m. Ora, é evidente que esse canal, com tal dimensão, não é viavel, economicamente. Não é o caso de discutir a porção de terreno que o mesmo deve ocupar, mas é a despeza relativamente



grande com a sua construção e conservação que o torna impraticável.

Fica, pois, o projetista, em dúvida, sem saber qual decisão deve tomar. No livro de Bennett, "Soil Conservation", encontramos auxilio para desvanecer essa dúvida. Partindo do principio de que um escoadouro bem vegetado resiste mais à erosão do que em geral era suposto, conforme os resultados alcançados nas Estações Experimentais norteamericanas, tem-se preferido reduzir a largura dos escoadouros e admitir maior altura para a água, na vasão. Em outras palavras, isso quer dizer que podemos admitir uma velocidade *maior*, para a água, durante o escoamento.

Se adotarmos para o problema anterior, 1,80 m/seg. para a velocidade, ao envez de 1,50, verifica-se, pelo gráfico II, que para servir aos 5 hectares é preciso um canal de 8,5 m. de largura. Há, pois redução consideravel nas despezas de construção e conservação deste canal, em confronto com o primeiro. Mesmo com essa redução, nem sempre é viavel, sob o ponto de vista economico, construir e conservar um canal com aquela dimensão, para a area considerada. E' ainda em Bennett que encontramos apoio às nossas pretensões, pois como já referimos ele admite para a água, em escoadouros bem vegetados, uma velocidade máxima de 2,40 m/seg. Verificamos, dos gráficos III e IV que ha notavel redução na largura do canal. E' bom frizar que os valores de *b*, do gráfico IV, são para o máximo de declive e velocidade permissiveis para canais protegidos unicamente pela vegetação. Sua aplicação seria permissivel para terras cujo fatôr RE é maior do que 35 e isso mesmo quando os escoadouros forem construidos com antecedencia suficiente para que a vegetação se desenvolva satisfatoriamente e se estabilize de modo a proporcionar seguro controle da erosão. Tais condições, porém, são restrictas. As terras mais sujeitas à erosão são as arenosas, comparativamente às outras, quando consideramos a identidade dos demais fatores. Essas terras não podem admitir um limite de 2,40 m/seg. para a velocidade, mesmo quando bem vegetados, os escoadouros. O melhor caminho, para prevenir contra possiveis insucessos, seria procurar dispor o eixo do canal de

forma a ter uma queda razoavel, por exemplo, 8 %. Acontece, porém, não raro, que a forma topográfica da bacia, ou o máo estado dos carregadores nela existentes, não permitem uma disposição altimétrica satisfatoria para o eixo do canal. Se, por exemplo, a declividade da bacia está em torno de 15 %, não for possível dispor o escoadouro com declividade inferior a 12 %. Nesse caso não restará outra alternativa senão optar por uma proteção mecânica do canal escoadouro, cujo principio é a redução do poder erosivo da enxurrada por intermedio de interceptadores.

Depois de se ter estabelecido pelo cálculo a largura da base do canal escoadouro, poder-se-ia conhecer a altura da água, na vasão critica. Praticamente se pode estabelecer que essa altura é representada pelo ráio hidráulico, para os canais razos, isto é, largos em relação à altura; no entanto, por razões de ordem construtiva do canal, ela passa a ser um dado de interesse secundário. Ora, o fundo do canal escoadouro devendo estar cêrca de 15 cms. abaixo do fundo do canal do terraço, na desembocadura, e já sendo este em geral escavado em cêrca de 30 cms. da superficie original do solo, conclue-se que obrigatoriamente e independente de qualquer calculo, todos os canais escoadouros terão uma profundidade de, no mínimo, 45 cms.

E' evidente que as dimensões do canal são calculadas para servir a uma determinada area, comportando um determinado número de terraços. A vasão do canal será acrescida pela enxurrada que flue dos terraços; portanto a secção reta do canal escoadouro deverá aumentar gradativamente, ao longo de seu comprimento. Para o traçado do canal o mais pratico seria dividir a area em 3 ou 4 parcelas sucessivamente, calculando-se os respectivos aumentos para a secção reta do canal. De posse desses dados, iniciar-se-ia o estaqueamento, assinalando os bordos com estacas de bambú, espaçadas de 5 em 5, em 5 ou 10 em 10 ms., desde o primeiro terraço, até o lugar onde a concentração da água não causa dano. Procedido o estaqueamento, então se inicia a construção, com o mesmo material destinado à construção dos terraços (o auxilio da

enxada, para o remate; é indispensavel). A prática nos ensina que, sendo o transporte de terra feito por encostamento, quando se emprega "terracer", plaina Martin, "drag", etc., para se chegar a ter o canal com as dimensões desejadas, será necessario inciar a remoção de terra a uma distancia de  $1/2$  de  $b$ , para além dos bordos, porque assim a terra que é posteriormente retirada do canal, irá ocupar o lugar daquela.

APENDICE

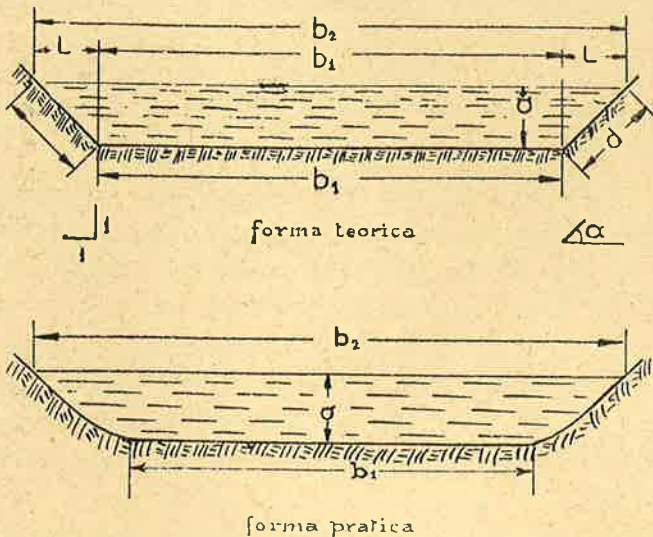


Fig. 4

$$b = \frac{b_1 + b_2}{2} \quad A = a \times b$$

$$P = b_1 + \frac{2 a}{\text{sen } \alpha} \quad b_1 = b - a \cdot \text{cotg } \alpha$$

$$R = b - a \cdot \text{cotg } \alpha \div \frac{2 a}{\text{sen } \alpha}$$

Para o cálculo da arca das parcelas acima referidas não será preciso dispor de um aparelho de engenharia. Bastaria ter o contorno perimetrico e o croqui da posição relativa dos



terraços e do canal, para que a divisão proporcional das parcelas não implique em maiores dificuldades. Todavia, damos em seguida os metodos mais comumente empregados para o calculo das parcelas:

1) Multiplicando o comprimento total dos terraços de cada parcela pela distância horizontal média entre os terraços. (Esta distância pode ser computada em diversos pontos de variação visível, para se obter uma média apreciável).

2) Multiplicando o comprimento das linhas estaqueadas pela distância horizontal media entre as linhas. Esta distância pode ser obtida diretamente, como no caso anterior, como também pela média das relações entre o intervalo vertical e a declividade.

3) Também pode ser determinada pelo emprego de um planimetro, uma vez que já se tenha o mapa da gleba, cuja area deve ser drenada pelas estruturas de controle e pelo canal escoadouro.

Outro fatôr que nos obriga a fazer determinações parceladas para a largura do canal, vem a ser a variação de queda ao longo do eixo longitudinal. As parcelas acima referidas poderiam corresponder, pois, às variações mais acentuadas de queda.

*Formas da secção reta* — Para canais industriais a forma teoricamente mais apropriada é aquela que, em igualdade de area, tem mínimo o perimetro molhado. Com o menor atrito da água sobre as paredes e o fundo, obtem-se o máximo de velocidade e de vasão. As formas que produzem esses máximos são as circulares ou as poligonais de 4 ou 5 lados. Para os canais em terras ordinarias, em virtude da maior facilidade de construção, adota-se as formas trapezoidas, com os taludes laterais igualmente inclinados, de um ângulo que depende do poder de coesão das particulas do solo. Os manuais de engenharia dão as seguintes inclinações (para canais revestidos de vegetação : 2 ou mais; 1 em terras arenosas e 1 ou mais; 1 em terras argilosas).

Para canais escoadouros de terraços, em que o principal fator de atrito é a vegetação, a forma específica não tem importância considerável. Basta que os taludes tenham a inclinação dada de conformidade com a terra. A forma específica da secção pode variar entre a trapezoidal e a parabólica.

Conquanto a forma do canal tenha importância sobre a velocidade e, portanto, sobre a vasão, não se deve estranhar a falta de precisão com que se procede, uma vez que as diferenças estão em favor da segurança do canal. O método que indicamos vale pelo seu aspecto prático. Seu grão de exatidão (desde que se tenha admitido para  $Q$  um valor suposto exato) pode ser avaliado pelo seguinte exemplo:

— Determinar as dimensões apropriadas para um canal que deverá drenar a enxurrada proveniente de uma area de 5 hectares, sabendo-se que  $C$  pode ser avaliado em 0,7; a velocidade admitida é de 2,00 m/seg.;  $I$  pode ser tomado como 0,417 m<sup>3</sup>/seg/hectare; a declividade é de 12 % (0,12). A secção escolhida é a trapezoidal, de talude de 1:1.

Pela tabela III, já citada, encontramos para  $b$ , 6,5 ms. Esse é exatamente o valor de  $p$  (perimetro molhado); que já admitimos ser também o de  $b$ . Da secção trapezoidal (vide fig. 4), tiramos a relação:

$$p = b - a \cdot \cotg a + \frac{\text{sen } a}{2a}$$

sendo  $a = 45^\circ$ ,  $\cotg a = 1$  e  $\text{sen } a = 0,707$ , para o talude de 1:1, tiramos :

$$p = b + 1,83.a \quad (1)$$

de outro lado temos:

$$A = b.a \quad (2)$$

ou  $0,73 = b.a$

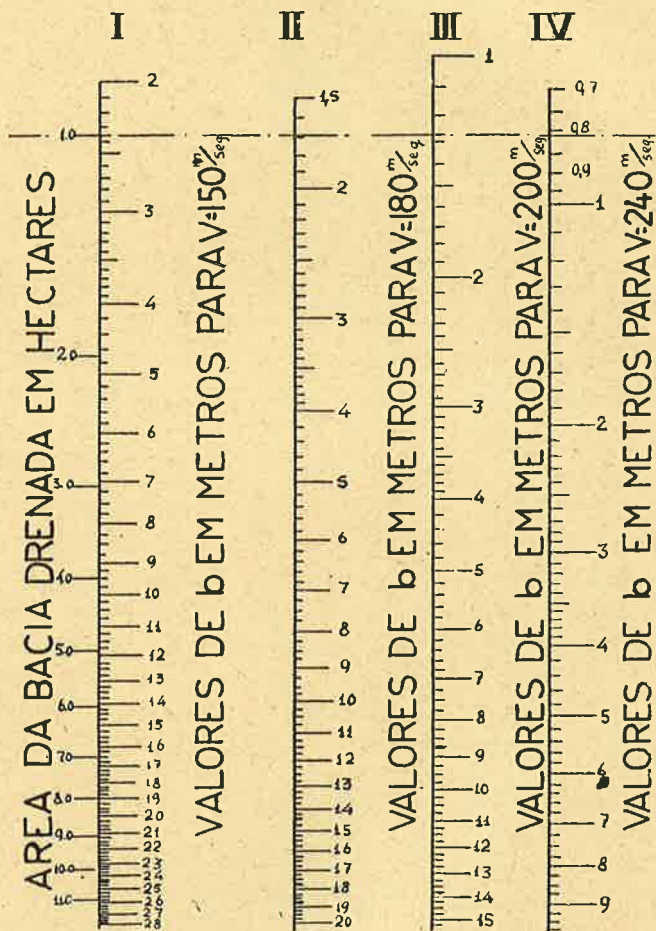
e resolvendo as equações (1) e (2), encontramos:

$$b = 6,3 \text{ ms.}$$

$$a = 0,16 \text{ ms.}$$

Ora, comparando-se os valores de  $b$ , determinado pela tabela e o encontrado pelo calculo, verificamos uma diferença de 0,20 ms. a nosso favor. Estão pois as tabelas justificadas, para aquelas velocidades e aquela declividade.

### TABELA



Para secções trapezoidais cuja area é menor do que  $0,50 \text{ m}^2$  a relação entre a largura média da secção reta e a



profundidade da água, na vasão, é expressa, para canais abertos em geral, pela seguinte relação:

$$\frac{b}{a} = 4 + 0,075.a$$

— A necessidade de estabelecer uma relação prática, como diz C. Levi, em seu livro Obras Civiles, Tomo II, entre a largura media e a profundidade da água, vem do fato de que a largura não deve ser excessiva nem demasiado estreita. No primeiro caso teriamos terreno ocupado inutilmente e, no segundo, dificuldade de construção. Todavia, aquela relação não é satisfatória para o caso de canais escoadouros de terraços. Seria interessante que se determinasse uma equação de proporção adequada para o nosso caso. Poderia, evidentemente ser da forma da equação acima. Tal equação, associada com a sua companheira  $A = b. a$ , permitiria calcular a largura média da secção e a profundidade da água em função da secção reta. Note-se porém que na operação não entrou o raio hidráulico, que condiciona a resolução final do problema. Por isso a equação referida deveria ser determinada de dados comparativos. Na falta de uma equação de proporção que satisfaça plenamente, e para evitar os calculos complicados que uma exatidão desnecessaria traria, é que se pode recomendar o mesmo processo pratico que muitos projetistas de sistemas de terraços preferem, isto é, o emprego da equação geral de  $b$ .

Resumindo as recomendações feitas, para o emprego da equação geral, afim de proporcionar maiores facilidades para o cálculo de  $b$ , vamos considerar a divisão dos solos em tres grupos, segundo o fatôr RE, com as seguintes características:

### I GRUPO

- A) solos cujo fatôr RE é maior do 35;
- B) declive máximo terraceavel, 16 %;
- C) declive máximo para o canal escoadouro, 12 %;
- D) area máxima a que pode servir, 4 alqueires;
- E) velocidade máxima admissivel para a água, 2,40 m/seg.

## II GRUPO

- A) solos cujo fatôr RE está compreendido entre 35 e 20;
- B) declive máximo terraceavel, 16 %;
- C) declive máximo para o canal escoadouro, 10 %;
- D) area máxima a que pode servir, 3 alqueires;
- E) velocidade máxima admissivel para a água, 2,10 m/seg.

## III GRUPO

- A) solos cujo fatôr RE é menor do que 20;
- B) declive máximo terraceavel, 14 %;
- C) declive máximo para o canal escoadouro, 8 %;
- D) area máxima a que pode servir, 2,5 alqueires. (4);
- E) velocidade máxima admissivel para a água, 1,80 m/seg.

Para os tres grupos adotar para C os valores dados por Ramser e, para I, 150 mm./hora (a não ser que se tenha outro valor mais proximo da realidade) ou seja 0,417 m<sup>3</sup>/seg./ hectare, conforme recomendação do S. C. S., norteamericano. Substituindo-se tais valores na equação geral, pode-se ter as diversas equações referentes a cada grupo. E pelo número de equações que se obtem, e da variedade dos valores atribuidos às variaveis, verifica-se a grande vantagem que um bom gráfico pode proporcionar. Da solução gráfica do problema trataremos proximamente.

*Conservação do canal escoadouro* — Além do que já foi dito deve-se acrescentar que após cada chuva pesada, suficiente para provocar enxurrada, é preciso fazer uma inspecção afim de determinar as medidas que visam a manutenção do esco-

---

(5) R. E. Umland, conservador regional do S. C. S. estipula que a maxima area a que o canal, com declive de 10-12 % pode servir, é de cerca de 5-6 acres ou seja proximamente um alqueire. Isso, no entanto, deve-se admitir para condições bastante desfavoraveis.

douro em bom estado. Limpezas com enxada em geral são necessárias para desobstruir o canal; a colocação de interceptadores torna-se às vezes medida complementar de grande eficiência para uniformizar a distribuição do lençol d'água, quando esta tem tendencia a se concentrar em corredeiras. O corte sistemático do capim ou grama que reveste o escoadouro é indicado para evitar a sedimentação excessiva da terra transportada pela enxurrada. A sedimentação excessiva torna a limpeza dispendiosa e se esta não é feita a tempo, periga a segurança do sistema todo. E' bem mais facil, pois, ceifar o capim regularmente, não permitindo que suas touceiras prejudique a capacidade de descarga do canal.

## APRECIACÕES

Embora o método que acabamos de descrever sirva para os propósitos práticos, principalmente por ser ele o mais facil e geralmente empregado, é indispensavel fazer uma ligeira apreciação sobre os pontos que reputamos frageis:

1 — Quanto ao fatôr I: — O valor da intensidade da precipitação (como dado pluviográfico e não pluviométrico) varia com a *localidade, frequência considerada e tempo de concentração*. Sobre I atua severamente a influência do local, daí a necessidade de se obter dados de postos bem proximos da zona de trabalho. O valor da frequência não pode ser substimado, uma vez que a ele se prendem as dimensões economicas das estruturas de controle. O tempo de concentração, segundo a definição dada por Ramser, vem a ser o tempo que a água pluvial que cai na porção mais remota da bacia (deve-se entender apenas a extensão drenada pelas estruturas de controle) leva para chegar ao ponto de vasão mais extremo. derando que a chuva caiu constantemente durante esse tempo. Ora, esse momento assinala o tempo da vasão critica, consi-



A maior chuva assinalada durante o tempo de concentração, digamos numa frequência de 10 anos, é chamada de chuva crítica. É sabido que não temos dados pluviométricos fieis referentes à precipitação por unidade de tempo. Basta mencionar que apenas algumas cidades do interior possuem pluviografos, a maioria dos quais foi instalada pelo Instituto Geográfico e Geológico do Estado, ha pouco mais de tres anos; acrescente-se ainda que boa parte dos mesmos foi instalada em localidades cujos dados pluviográficos não apresentam tanto interesse ao controle da erosão.

A título de ilustração, damos abaixo a tabela de Ramser, para o tempo de concentração, baseada numa multiplicidade de dados experimentais:

<i>Area da bacia</i> (hectares)	<i>Tempo de concentração</i> (minutos)
0,4	1,4
1,2	3,0
2,0	3,5
4,0	4,0
8,0	7,0
12,0	10,5
20,0	12,0
40,0	17,0

NOTA — Esses tempos de concentração são os mínimos calculados para bacias de 5 % de queda altimétrica. Quaisquer variações serão sempre *a mais*, correspondendo a maiores tempos de concentração. Isso, evidentemente, favorecerá a infiltração da água no solo, ao que corresponderá menor intensidade de precipitação por hora, pois é sabido que *as chuvas mais intensas ocorrem nos menores tempos*.

2 — Quanto ao valor C: — Evidentemente este fatôr absorve uma boa percentagem de êrro, porque os valores que lhe são atribuidos dependem, não somente das precipitações, como das condições do próprio solo. Além disso, calculando-se seus

valores para pequenas areas agrícolas, o êrro cresce com a area.

3 — Os limites dados para a velocidade nos canais controlados pela vegetação devem ser tomados com a devida cautela, pois, ainda são pouco consistentes, estando sujeitos a modificações pelos futuros resultados que as Estações Experimentais norteamericanas obterão das experimentações em curso.

4 — Tambem os limites dados para a declividade máxima do canal são, para nós, empíricos, pois não representam o resultado de nossas experimentações, mas unicamente o que é recomendado pelos norteamericanos.

5 — Quanto ao fatôr RE, para a divisão dos solos em grupos, os limites são meramente convencionais. Ele pode ser dispensado quando temos conhecimento pratico suficiente para avaliar a resistencia do solo à erosão.

6 — Quanto ao estabelecimento da vegetação, no canal escoadouro: — Se o canal for construido com antecedencia de *um ano*, não será dificil estabelece-la e conseguir uma boa cobertura protetora. Se o canal funciona como escoadouro, o estabelecimento da vegetação será *dificil, dispendioso e problematico*. Os processos mecânicos consistem em geral de estruturas permanentes, caras e dificeis de serem instaladas. Devem, pois, ser evitadas tanto quanto possivel.

---

Desta modesta exposição conclue-se que a recomendação do presente método é feita apenas com a esperança de que ele possa servir de guia para a determinação satisfatória das dimensões do canal escoadouro. Não pretendo estabelecer normas rigidas de trabalho, uma vez que apenas coligi o que re-

putei de mais útil sobre o assunto, na literatura norteamericana. Se expendi alguma opinião, no transcurso deste trabalho, ela foi estribada na pequena prática que dois anos de atividade, nesse ramo, poderia proporcionar, e atividades que não foram, devo confessar, desenvolvidas no campo das experimentações.

Seria pois de grande utilidade que os órgãos oficiais da experimentação agronomica, no Estado, superintendessem objetivamente a orientação das pesquisas necessarias, para que dentro de breve tempo se pudesse ditar normas de aplicação mais técnica e segura.

#### BIBLIOGRAFIA

- 1 — *Soil Conservation*, de H. H. Bennett, 1.<sup>a</sup> Edição, 1939. Editor: MacGraw Hill Book Company, Inc. New York e Londres.
- 2 — *Soil Erosion and its Control*, de Q. C. Ayers, 1.<sup>a</sup> Edição, 1936. Editor: idem, idem.
- 3 — *Tratado de Construciones Civiles*, Tomo II, 2.<sup>a</sup> Edição, 1926, de C. Levi, traduzido do italiano pelo dr. Ruiz Ponseti. Editor: Gustavo Gili, Barcelona.
- 4 — *Manual del Ingeniero*, de Hutte, traduzido do alemão pelo sr. Rafael Hernandez. Editor: idem, idem.
- 5 — *Memoriale Tecnico*, del Ing. L. Mazzocchi, 11.<sup>a</sup> Edição. Editor: C. F. Manini, Milão.
- 6 — *As propriedades físicas dos solos do Estado de São Paulo emface ao Combate contra a Erosão*, art. de J. Setzer. Rev. da Agric., Piracicaba, vol. XV, n.º 3-4.
- 7 — *Theory of Terrace gradient*, art. de John C. Stephens. Rev. Agricultural Engineering, da America Society of Agriculture Engineers, vol. 20, n.º de Abril, 1939.



- 8 — *Important factors in design of outlets for terraced lands*, art. de Donald Christy, idem, vol. 23, n.º de Janeiro, 1942.
- 9 — *Terracing in Alabama*, Circular 148 do The Alabama Polytechnic Institute, Extension Service, 1934.
- 10 — *Soil Erosion Control by Engineering Methods*, Special Bulletin 171 da University of Minnesota, Agricultural Extension Division, 1935.
- 11 — *The use of bluegrass sod in the control of Soil Erosion*, Farmers's Bulletin n.º 1760, do U. S. Department of Agriculture, 1937.

---

## O PRECEITO DO DIA

Aos primeiros sinais da difteria, leve seu filho ao médico. O tratamento específico pelo soro só produz bons resultados quando aplicado precocemente.

Quanto mais cedo e mais intensamente for aplicado o soro antidiftérico, tanto maiores serão as possibilidades de cura do paciente. — S. N. E. S.

## **Demarcação e Divisão de Terras**

### **O Metodo de Latitudes e Longitudes**

(Coordenadas retangulares)

— Aplicado á medição e divisão de terras —

**Bento Ferraz de A. Pinto**

Engenheiro-Agronomo

Preço 9\$000, inclusive o porte. Pedidos ao autor. Caixa Postal, 101. Lins — E. F. Noroeste.