

Cálculo das dimensões dos canais vegetados

JOÃO ABRAMIDES NETO

MÁRIO BORGONOVÍ

Engenheiros Agrônomos

Uma das mais importantes, senão a mais importante questão a ser resolvida, quando se projeta um sistema de terraceamento, consiste na orientação e distribuição das águas nos limites, ou através dos campos terraceados. Esse problema, de capital importância na eficiência de um trabalho, parece, não tem sido considerado devidamente pelos técnicos que se têm proposto a executar os projetos dessa natureza. Isso constitui um grave erro, que sem dúvida repercute posteriormente na segurança dos trabalhos, ocasionando não poucos desastres, muitas vezes de caráter gravíssimo.

A distribuição dos canais de escoamento, conquanto seja uma tarefa fácil para aqueles que estão habituados a lidar com as suas subtilezas, apresenta certas dificuldades que somente o senso prático poderia resolver. Para ela não se poderia estabelecer regras sinão aquelas mais elementares; isso porque a distribuição dos canais varia enormemente de lugar para lugar, de acôrdo com as situações particulares de cada propriedade e, dentro da propriedade com as condições de cada glêba.

Tão importante quanto ao número e distribuição dos canais pode-se considerar o cálculo de suas dimensões. Os canais têm por função coletar a água conduzida pelos terraços e si possuem dimensões exageradas, muito maiores do que as exi-

gidas, resultará um trabalho supérfluo, oneroso, e por isso mesmo, anti-econômico. Além disso eles constituem estruturas permanentes, e a sua localização e instalação significa uma área incultivável e que por conseguinte deve se restringir exclusivamente às suas verdadeiras necessidades. Inversamente, quando as dimensões são insuficientes o volume de água ultrapassará a sua capacidade, produzindo estragos de grande monta e de difícil reparo. (Figura n.º 1). Por conseguinte



Fig. 1 — Esta grande vala foi ocasionada em virtude das exiguas dimensões do canal de escoamento. Fatos como este são comuns quando os canais não são projetados e construídos com o perfeito senso de suas necessidades.

resta-nos procurar uma maneira acertada de calcular as dimensões dos canais, afim de que os fatores “eficiência” e “economia” se congreguem e passem a constituir o alicerce para os futuros trabalhos de combate à erosão. O traçado e desenho dos canais de escoamento devem se enveredar por caminhos racionais e seguros, contendo a melhor capacidade para cada diferente condição. Com o objetivo de colaborar na divulgação da melhor maneira de se proceder nos cálculos dos canais, aliando o máximo possível aqueles fatores já mencionados e principalmente, para orientar aqueles que se dedicam a este importante ramo agrônômico, passaremos a ex-

pôr a maneira mais racional de proceder na obtenção dos números que estabelecem a base e a altura de um canal.

Como não se ignora, o terraceamento, assim como a erosão, está ligado e se subordina aos seguintes fatores principais: precipitação pluvial, características de solo e declive do terreno. Para os dois últimos, podemos contar com dados mais ou menos seguros, graças à eficiência da Secção de Solos do Instituto Agrônômico e graças à precisão dos modernos aparelhos de engenharia. Infelizmente, na parte referente às precipitações pluviais já não podemos jogar com números precisos, em virtude da escassês de aparelhos registradores instalados no Estado e também pela data relativamente recente em que foram postos a funcionar. Para o cálculo das dimensões do canal em uma determinada zona torna-se necessário o conhecimento de sua "chuva crítica" afim de que essas dimensões se subordinem à quantidade de chuva provável num determinado período de tempo, baseado no fator "tempo de concentração". Assim se fez nos Estados Unidos onde a rêde pluviográfica é extensa e cobre toda a área daquele país e onde se pode obter os resultados desde muitos anos passados. O mapa representado na figura 2 mostra as precipitações prováveis nos diversos estados daquele país. Os números que interceptam as curvas representam a queda crítica provável em milímetros, num período de 10 anos, com uma intensidade que varia desde 50 milímetros na região do oeste até 150 milímetros em alguns estados do sul, com 5 minutos de duração. Isso significa que nesse período a maior precipitação provável naquele país será uma chuva de 150 milímetros com uma duração de 5 minutos.

Na realidade em São Paulo ainda não possuímos êsses dados tão precisos e preciosos. Nada nos impede, porém, de utilizar aqueles conseguidos pelos americanos do norte, desde que seja escolhida uma região cujas condições meteorológicas sejam aproximadamente semelhantes às nossas. Baseados nas informações fornecidas por colegas conhecedores daquele país e na pequena bagagem de dados pluviométricos existentes no Instituto Geográfico e Geológico do nosso Estado, julgamos muito racional a utilização dos números pluviográficos esta-

belecidos para os estados de Tennessee, Carolina do Norte e do Sul, Mississipi e Missouri. Ora, a curva de frequência que serve êsses Estados é 13,75 milímetros como se vê no mapa (esta curva está representada com traço mais grosso) e dela nos serviremos para dar desempenho ao nosso trabalho. Assim, fica estabelecida como queda crítica no Estado de São Paulo, 13,75 milímetros em 5 minutos ou 165 milímetros por hora.

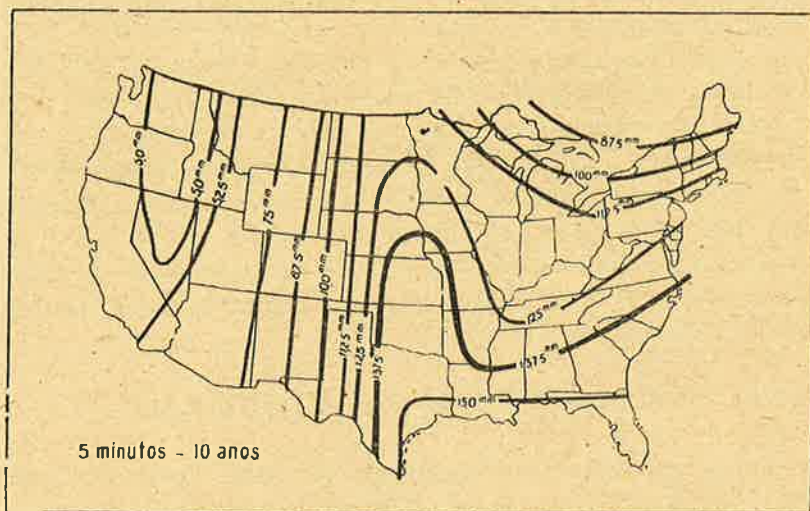


Fig. 2 — A curva representada nesse mapa com linha mais grossa, representa a precipitação que nos interessa, por atravessar uma região cujas condições muito se assemelham às do nosso Estado, se quisermos comparar atendendo ao ponto de vista da meteorologia.

Cumpre-nos salientar que tais números nada representam, encarados do ponto de vista da exatidão matemática. Todavia, tudo o que se relaciona com dados e fatores meteorológicos peca pela exatidão e por conseguinte, estamos certos de que a utilização desses dados é, no momento, tudo o que podemos fazer, no sentido de nos conduzir a uma solução aproximada e aceitável. Uma vez determinada ou considerada a intensidade das chuvas abordemos alguns pontos interessantes e que devem ser considerados preliminarmente.

ÁREAS SERVIDAS PELO CANAL

Um canal de escoamento tendo por função coletar e escoar a água proveniente dos terraços as suas dimensões ficam na dependência da área terraceada. Quando se projeta um sistema de terraceamento deve-se ter em mente este fato e procurar, da melhor maneira possível conciliar a seção reta do canal e o seu comprimento com a extensão da área. Quando esta superfície é muito grande convem aumentar o número de canais, preferivelmente a submeter um único canal a um trabalho extraordinário. Praticamente uma área de 2 alqueires aproximadamente é a ideal para ser servida por um canal. Essa superfície proporciona boas dimensões ao canal sem que seja necessário exagerá-la em prejuízo da área cultivada. Salvo condições especiais, as áreas excedentes de 2 alqueires devem convergir o seu volume de água para mais de um canal, bem orientados e melhor construídos. Quando essa situação ideal não puder ser conseguida na prática, preconisa-se a construção de amplos prados escoadouros que além de proporcionar o necessário escoamento podem ser aproveitados para a produção de forragens.

FORMA DA SEÇÃO RETA DO CANAL

Para que satisfaça plenamente as suas finalidades um canal de escoamento deverá apresentar uma seção reta tal que proporcione uma descarga máxima, atendendo à menor velocidade. Como a velocidade é proporcional ao "ráio hidráulico", conseqüentemente ela será diretamente proporcional à seção reta e inversamente proporcional ao "perímetro molhado", como veremos mais adiante. Nessas condições o mais interessante será conferir à seção do canal uma forma tal que contenha a maior área por unidade de perímetro. Entre as figuras planas o círculo é a que apresenta maior área por unidade de perímetro e como estamos trabalhando com canais abertos conclue-se que o menor atrito será proporcionado por uma seção reta com forma de segmento circular. Não obstante, levando-se o problema para a parte prática,

verifica-se que esta forma de seção apresenta dificuldades na construção, em virtude dos poucos recursos oferecidos pelos maquinários. Mesmo na construção manual as dificuldades persistem e diante disso preconisa-se a seção de forma trapezoidal que, além da facilidade em sua construção é a que mais se aproxima da forma teórica. Nos nossos cálculos consideraremos sempre as seções trapezoidais de declive lateral com inclinação de 4 : 1.

VELOCIDADE DA ÁGUA NO CANAL

Após muitos anos de experiencias, os norte-americanos chegaram à conclusão que a velocidade no canal não deverá ultrapassar o limite de 7 pés ou 2,10 metros por segundo. Nos livros sobre conservação dos solos, os mais abalisados, encontram-se sempre os limites de 1,50 a 2,20 metros por segundo para as velocidades da água nos canais, variando com a natureza do revestimento, e os nossos trabalhos têm confirmado a inconveniencia em ultrapassá-los. Deve-se preferir, na medida do possível, as menores velocidades e a velocidade de 1,50 metros por segundo pode ser generalizada às condições normais de canais vegetados. E' preciso não esquecer que a vegetação de um canal constitue um capítulo de importância vital na sua segurança e todos os nossos cálculos se referem exclusivamente aos canais devidamente revestidos e sem vegetação. O limite máximo da velocidade poderá deixar de ser considerado quando se tratar de solos excepcionalmente desortivos.

INCLINAÇÃO OU DECLIVIDADE DOS CANAIS

Outro ponto digno de consideração reside nos limites de inclinações a se condicionar aos canais. É claro que os declives mais brandos são os mais indicados porque a água escôa mais mansamente, afastando o perigo de corroer o leito do canal. Evidentemente, os canais quanto mais inclinados devem ser mais largos, afim de aumentar o ráio hidráulico e portanto, distribuir melhor o volume de água, evitando assim perigosas

com estruturas artificiais quando a sua declividade foge aos limites da perfeita segurança. Em seu trabalho, "Conservation of the Soil", Gustafson acha que quando o declive do canal ultrapassar 8 % deverá receber proteção especial, com anteparos colocados a distâncias tanto menores quanto mais

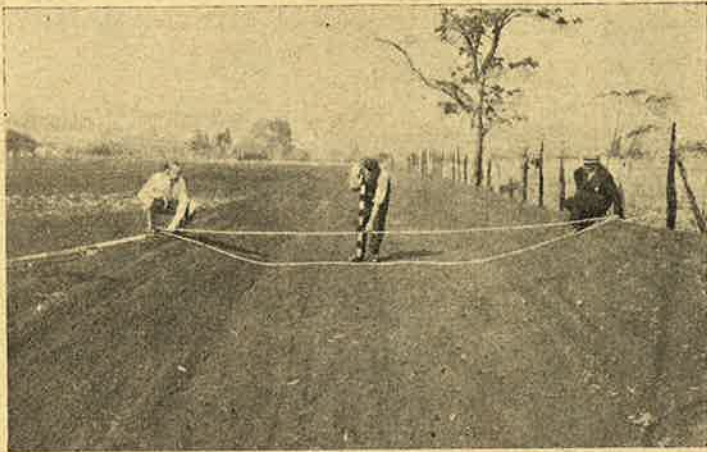


Fig. 4 — Um canal de seção trapezoidal construído a tração mecânica (trator e plaina). Este canal, de razoáveis dimensões, serve uma área aproximada de 2 alqueires terraceados e encontra-se pronto para receber uma vegetação protetora.

erosível for o solo. Em determinadas condições eles devem ser colocados nas extremidades de cada terraço. Os anteparos ou diques interceptadores variam desde os mais rústicos, de caráter transitório, até os mais resistentes, efetivos, construídos de alvenaria. Esta questão, que implica numa extensa série de considerações, será ventilada futuramente em outro trabalho no qual nos ocuparemos de todos os sistemas atualmente postos em prática na proteção dos canais, além de sua indispensável vegetação.

CÁLCULO DAS DIMENSÕES DO CANAL

O primeiro trabalho para quem vai se dedicar ao cálculo das dimensões de um canal, consiste em determinar o volume

de água que deverá escoar num determinado tempo, isto é, a vazão; se a área que serve o dito canal tivesse uma superfície polida e impermeável, e si não se considerasse a evaporação, a vazão seria facilmente calculada pela fórmula

$$Q = IA$$

onde .

Q = vazão

I = precipitação

A = área da superfície considerada

A vazão representaria então a quantidade de água que o canal deveria escoar em determinado tempo.

No nosso caso, porém, os fatos se processam de maneira diferente porque a água que se precipita sobre uma determinada área não escoar totalmente para o canal; uma parte se evapora, outra se infiltra e apenas o restante constituirá a carga ativa para o canal. Nessa situação um novo fator foi acrescentado, denominado “coeficiente de Ramser” ou “coeficiente de enxurrada”. Esse coeficiente C recebeu algumas modificações impostas pela diferença de unidade métrica e foi determinado experimentalmente na Estação Experimental de Agricultura de Alabama, representando uma média de todos os fatores variáveis que afetam o escoamento. Em São Paulo ainda não possuímos experiências nesse sentido e para os nossos cálculos utilizaremos os valores de C recomendados pelos norte-americanos, cuja tabela damos abaixo com as modificações que introduzimos.

Natureza do terreno	Declividade %	Valores de C
Cultivado	2 — 5	0,000135
Cultivado	5 — 10	0,000162
Cultivado	10 — 30	0,000194
Pasto	2 — 5	0,000081
Pasto	5 — 10	0,000097
Pasto	10 — 30	0,000113
Mato	2 — 5	0,000040
Mato	5 — 10	0,000048
Mato	10 — 30	0,000056

A vazão agora terá o seguinte valor:

$$Q = CIA$$

Calculada a vazão por meio da fórmula acima, cumpre-nos determinar a área da seção reta do canal, cujo valor pode ser obtido dividindo a vazão pela velocidade do curso de água:

$$S = \frac{Q}{V} \text{ ou } Q = SV$$

Chegados nesta situação temos dois caminhos a seguir: solução algébrica e solução gráfica. Como veremos, a segunda maneira é a mais fácil, mais rápida e mais exata e constitue quasi que a razão de ser do presente trabalho. A solução algébrica é mais complicada e morosa, exigindo um grande dispêndio de tempo para se atingir um resultado satisfatório.

SOLUÇÃO ALGÉBRICA

Para esta solução lança-se mão da fórmula de Manning, já modificada para as unidades do sistema métrico e que nos dá a velocidade da água no canal vegetado:

$$\dot{V} = 2,55 \times R^{2/3} \times D^{1/2}$$

ou ainda:

$$V = 2,55 \sqrt[3]{R^2} \sqrt{D}$$

sendo

V = Velocidade da água em metros por segundo

R = Ráio hidráulico, expresso pela relação entre a área da seção reta e o perímetro molhado em metros

D = Declividade média do cal em por cento.

Por outro lado, como já vimos, a fórmula da vasão nos dá

$$Q = SV$$

Substituindo nesta fórmula o valor da velocidade V , teremos

$$Q = 2,55 \times \sqrt[3]{R^2} \sqrt{D \times S}$$

sendo

Q = Vasão em metros cúbicos por segundo

S = Área da seção reta do canal em metros quadrados.

Pelo exame desta última equação verifica-se que os valores de Q , S e D são conhecidos restando apenas como incognita o valor do raio hidráulico. Para se chegar à solução final faz-se mistér admitir valores hipotéticos para o raio hidráulico e resolver a equação até que a igualdade seja satisfeita. O raio hidráulico, como dissemos, é a relação entre a área da seção reta, cujo valor é conhecido, e o perímetro molhado:

$$R = \frac{S}{P_m}$$

Para facilidade dos cálculos e considerando a pequena extensão do erro, pode-se admitir uma forma retangular para a área da seção reta. Mais adiante exemplificaremos numericamente esta questão para sua elucidação mais completa. Em todo caso, como se vê, este processo, além de requerer muito cálculo exige diversas tentativas para se conseguir satisfazer as condições do problema.

SOLUÇÃO GRÁFICA

O processo gráfico para a solução das dimensões dos canais permite resolver imediatamente o problema, depois de

conhecidos os dados referentes à velocidade V , área da seção reta S e declividade D . Todavia, o gráfico de Thalman por nós modificado que apresentamos neste trabalho, foi calculado para os canais de forma trapezoidal cuja relação do declive lateral seja 4 : 1.

Conforme se pode observar o gráfico se divide em duas seções (gráfico n.º 1) que chamaremos anterior e posterior. De posse dos valores citados (V , S e D) e considerados indispensáveis, começando-se pela seção posterior. Na linha de base, onde se lê velocidade em metros por segundo procura-se o ponto correspondente à velocidade do problema (no nosso gráfico a velocidade atinge até 4,5 metros por segundo). Do ponto que nos interessa levanta-se uma perpendicular até encontrar a linha oblíqua referente à declividade que conhecemos (no gráfico pode-se lêr declives de até 100 %). Da intercessão dessas duas linhas conduz-se uma paralela à abcissa da velocidade, para a esquerda; essa linha é conduzida através do gráfico anterior até cruzar com a curva representativa da seção reta conhecida; o ponto de cruzamento é o interessante e nos dará a base e a altura do canal. Baixando-se uma ordenada até a linha de base, onde se lê base em metros, ter-se-á o número que estabelece o seu valor e esta será a base do canal; daquele mesmo ponto que chamamos interessante dirige-se uma paralela às linhas pontilhadas e na ordenada limite, onde se lê altura em metros, encontra-se o valor da altura que vem a ser a procurada altura do curso. E assim ter-se-á resolvido o problema de maneira prática, rápida e satisfatória.

Em seguida apresentaremos dois problemas práticos que poderão esclarecer melhor a aplicação das fórmulas ou o manuseio do gráfico.

PRIMEIRO EXEMPLO

Determinar as dimensões de um canal de escoamento vegetado, situado num declive de 6 % capaz de resistir a uma velocidade máxima de 1,5 metros por segundo. Calcular a largura da base do canal e a altura do curso, sendo a sua seção trapezoidal e sabendo que o terreno contem uma área

de 2,0 alqueires e havia sido cultivado anteriormente com algodão.

Calculemos a vazão Q por meio da fórmula conhecida

$$Q = CIA$$

$C = 0,000162$ (coeficiente de enxurrada cujo valor é dado pela tabela)

$I = 0,165$ (chuva em metros por hora, valor máximo estimado para o estado de São Paulo)

$A = 48.400$ (área do terreno em metros quadrados)

Substituindo estes valores na fórmula, teremos

$$Q = 0,000162 \times 0,165 \times 48.400$$

Esse cálculo nos dá

$$Q = 1,293 \text{ metros cúbicos por segundo.}$$

Temos assim a vazão do canal. Determinemos, agora, a sua seção reta.

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

onde

$S =$ Área da seção reta do canal em metros quadrados

$Q = 1,293$ metros cúbicos

$V = 1,5$ metros por segundo

então

$$S = \frac{1,293}{1,5}$$

donde

$$S = 0,862 \text{ metros quadrados}$$

Até aqui efetuamos todos os cálculos preliminares às soluções algébricas e gráfica. Doravante porém as operações são diferentes e começaremos pela

SOLUÇÃO ALGÉBRICA

Consiste na aplicação da fórmula de Maning, que nos dá a velocidade do curso de água no canal

$$V = 2,55 \times R^{2/3} \times D^{1/2}$$

Sendo a vazão Q expressa pela fórmula

$$Q = SV, \text{ temos}$$

$$Q = 2,55 \times R^{2/3} \times D^{1/2} \times S$$

cujos valores conhecidos são:

$$Q = 1,293 \text{ metros cúbicos por segundo}$$

$$S = 0,862 \text{ metros quadrados}$$

$$D = 6\text{‰}$$

O único valor desconhecido é R (ráio hidráulico) que é expresso pela relação entre a área da seção reta e o perímetro molhado.

Substituindo na fórmula, as letras pelos seus valores numéricos:

$$1,293 = 0,862 \times 2,55 \times R^{2/3} \times 6^{1/2}$$

ou

$$1,293 = 5,365 \sqrt[3]{\left(\frac{0,862}{P_m}\right)^2}$$

Agora a solução exige uma série de tentativas, com valores estimativos para o perímetro molhado, até se conseguir um resultado satisfatório que se aproxime o tanto quanto possível da igualdade estabelecida pela equação. Para se obter

um resultado mais rápido, pode-se considerar o trapézio como um retângulo e, estabelecendo-se 7,10 metros para base e 0,12 metros para altura, teremos os valores aproximados das dimensões do curso.

Substituindo-se esses valores na equação, teremos:

$$1,293 = 5,365 \sqrt[3]{\left(\frac{0,862}{7,34}\right)^2}$$

ou

$$1,293 = 5,365 \times 0,2387$$

Calculando-se o segundo membro encontramos o número 1,281 e portanto, é satisfatório para o caso em apreço.

As dimensões encontradas, 7,10 metros de base e 0,12 metros de altura se referem ao curso de água e o canal deve ser construído baseado nesses números.

SOLUÇÃO GRÁFICA

Conforme dissemos, os valores necessários para se conseguir uma solução gráfica são velocidade, área da seção reta e declividade. Neste problema estes valores são conhecidos, pois temos:

$$V = 1,5 \text{ metros por segundo}$$

$$S = 0,862 \text{ metros quadrados}$$

$$D = 6\%$$

Recorre-se pois ao gráfico, iniciando-se pela seção posterior. Na linha de base, onde se lê velocidade em metros por segundo marca-se o valor da velocidade conhecida: 1,5 metros por segundo. Desse ponto eleva-se uma perpendicular, cuja linha traçamos pontilhada para melhor orientação. Essa perpendicular intercepta-se com a linha oblíqua referente ao valor da declividade que no caso em apreço é 6%. Desta

intercessão dirige-se uma paralela à linha de base, para a esquerda até cruzar com a curva representativa da seção reta conhecida (0,862 metros quadrados). Esta paralela também está pontilhada no gráfico. O ponto de intercessão é o ponto interessante e nos dará as dimensões procuradas; baixando-se uma perpendicular (ainda pontilhada) até a linha de base, onde se lê base em metros, o ponto de cruzamento nos dá a base desejada: aproximadamente 7,10 metros; do mesmo ponto interessante conduz-se à esquerda, uma paralela às linhas curvas pontilhadas e, na ordenada limite, onde se lê altura em metros, encontra-se o número correspondente ao valor da altura: 0,12 metros aproximadamente.

SEGUNDO EXEMPLO

Calcular as dimensões do curso de um canal de escoamento vegetado de seção trapezoidal, capaz de servir uma área de 1,5 alqueires, cultivada com mamona, num declive de 8%. A velocidade estabelecida para o curso de água é 1,5 metros por segundo e a chuva crítica considerada é 0,165 metros por hora.

Começemos calculando a vazão:

$$Q = CIA$$

$$Q = 0,000162 \times 0,165 \times 36,300$$

ou

$$Q = 0,969 \text{ metros cúbicos por segundo}$$

Calculemos a área da seção reta do canal:

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

substituindo pelos seus valores:

$$S = \frac{0,969}{1,5}$$

$$S = 0,646 \text{ metros quadrados}$$

SOLUÇÃO ALGÉBRICA

Aplicação da fórmula da vasão derivada da fórmula de Maning:

$$Q = 2,55 \times R^{2/3} \times D^{1/2} \times S$$

sendo

$$Q = 0,969 \text{ metros cúbicos por segundo}$$

$$S = 0,646 \text{ metros quadrados}$$

$$D = 8\%$$

Substituindo na fórmula os valores conhecidos:

$$0,969 = 2,55 \times \sqrt[3]{R^2} \times \sqrt{8} \times 0,646$$

ou ainda

$$0,969 = 4,35 \times \sqrt[3]{\frac{0,646^2}{Pm}}$$

Após algumas tentativas verifica-se que os valores de 6,40 metros para base e 0,10 metros para altura satisfazem praticamente essa equação. Substituindo o perímetro molhado pelo seu valor numérico:

$$0,969 = 4,35 \times \sqrt[3]{\frac{0,646^2}{6,60}}$$

Calculando o segundo membro desta equação vamos encontrar 0,923 e que praticamente satisfaz a igualdade. Conclue-se que o canal com as dimensões de 6,40 metros de base e 0,10 metros de altura satisfaz as condições do problema.

SOLUÇÃO GRÁFICA

Já se conhece os valores da velocidade (1,5 metros por segundo), declividade (8%) e área da seção reta (0,646 me-

tros quadrados). Dirige-se pois á seção posterior do gráfico e na linha da base (velocidade em metros por segundo) marca-se o ponto correspondente à velocidade do problema que é 1,5 metros por segundo (o mesmo ponto do problema anterior). Desse ponto levanta-se a perpendicular que deverá cruzar com uma linha oblíqua que corresponde à declividade do problema, isto é, 8 %. Do cruzamento dessas duas linhas conduz-se uma abcissa à esquerda, paralela à linha de base, a qual, penetrando pela seção anterior vai coincidir com a curva da seção reta conhecida, que neste caso é 0,646 metros quadrados. Esta intercessão estabelece o ponto interessante, por meio do qual conheceremos os valores desejados. Basta decer uma ordenada até a linha de base, onde se lê base em metros, e o ponto de intercessão nos dá o valor da base: aproximadamente 6,50 metros. Daquele mesmo ponto interessante dirige-se à esquerda uma paralela às linhas curvas pontilhadas e na perpendicular extrema, (altura em metros), lê-se o valor da altura procurada, isto é, 0,10 metros.

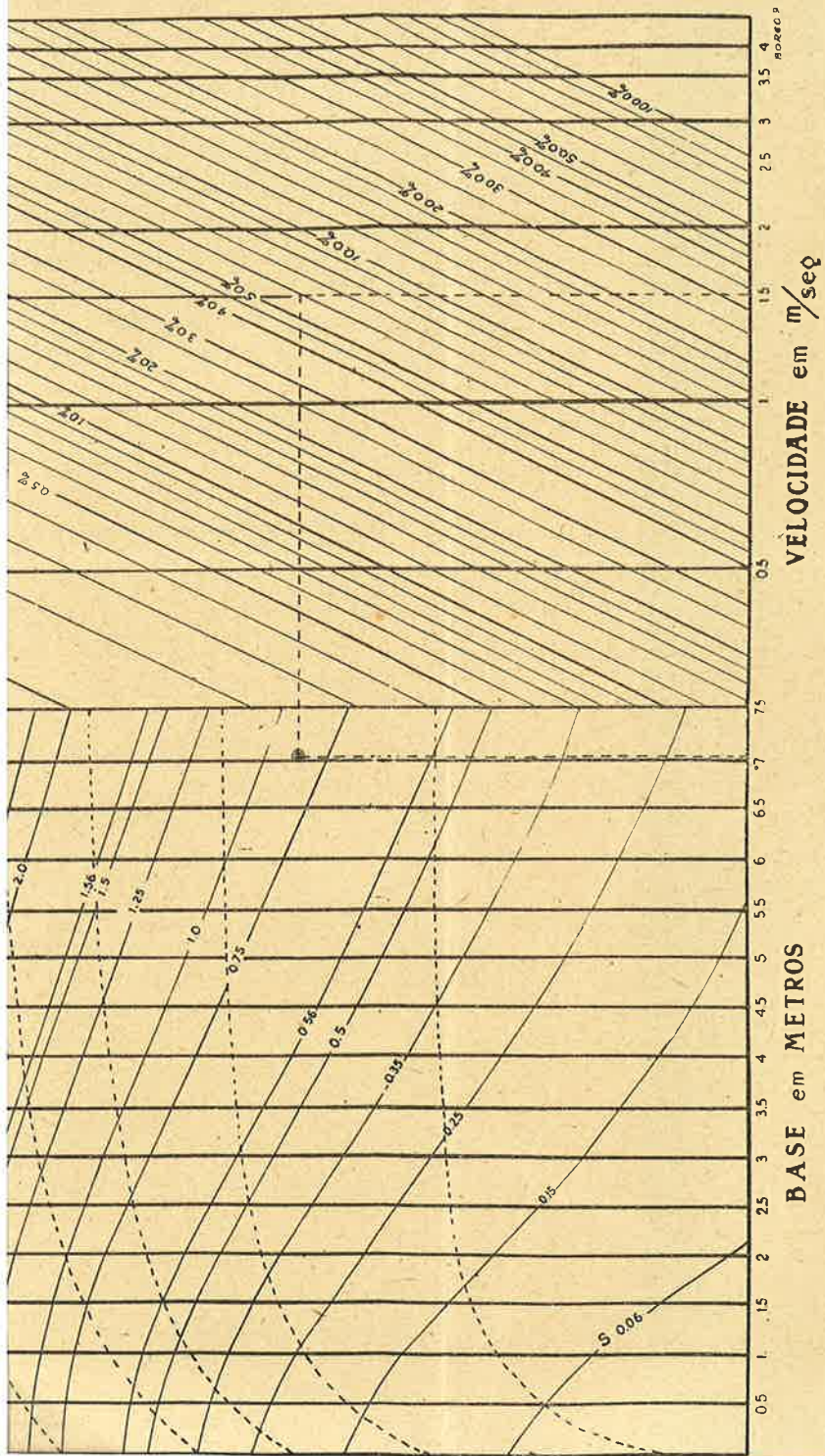
Obtem-se assim os números básicos para a construção do canal trapezoidal, vegetado e com o declive lateral na relação 4 : 1.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Antes de finalizarmos o presente trabalho vamos encastrar dois pontos que consideramos importantes no estudo e traçado de canais:

1.º) *Forma da projeção horizontal do canal:*

De preferencia e, racionalmente, a forma da projeção horizontal do canal deve se aproximar da de um trapézio (fig. 5). A dimensão da base, encontrada no gráfico, está representada nessa figura pela linha AB. O comprimento CD deve ter o tamanho dado à base da seção do canal, calculado no ponto correspondente à saída do terraço mais longo. Para se chegar a êsse resultado determina-se a vasão da área su-





perior a êsse terraço, pelo mesmo processo adotado no cálculo da distância AB. Os 4 pontos ABCD determinam as direções dos lados AC e BD. O cálculo da área superior ao maior terraço considerado poderá ser efetuado facilmente, multiplicando-se o comprimento de cada terraço dessa área pela média das distâncias horizontais correspondentes. Os canais com forma de "funil" como são chamados, embora de grande pre-

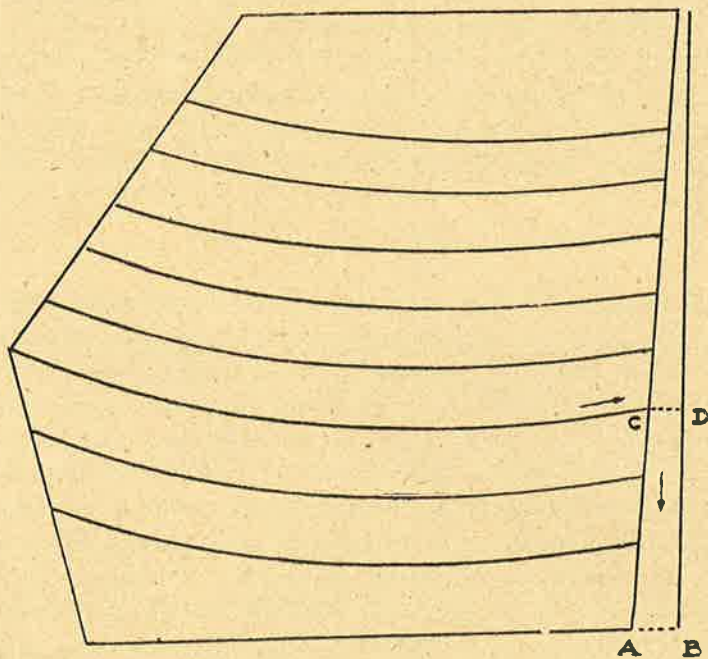


Fig. 5 — Nesta figura representamos a forma mais indicada da projeção horizontal de um canal de escoamento. A seta horizontal indica a orientação da queda dos terraços e a seta vertical indica a orientação do declive do canal. A distância CD, como se vê na gravura, foi calculada no ponto de escoamento do maior terraço.

cisão teórica, nem sempre podem ser construídos economicamente na prática. Quando eles são edificados manualmente, à enxadão, são de fácil construção e apresentam um apreciável rendimento de trabalho. Não obstante, muitas vezes os canais são construídos a tração mecânica, com plainas utilizadas para

a construção de terraços e nesses casos o assunto toma um aspéto mais complicado. Nesta hipótese, si o lado CD for menor do que a largura da plaina disponível (geralmente 2,40 metros) é preferível considerar essa medida para a extremidade superior do canal. Os canais afunilados e calculados da maneira descrita ainda não representam a forma mais exata se quizermos levar o problema para o ponto de vista da teoria do cálculo das seções em todos os pontos do canal para os quais convergem os terraços. Para isso deveríamos calcular a seção em cada saída de terraço e ligarmos esses diversos pontos, afim de se obter a projeção exata. A simples imaginação do resultado, nos conduz ao abandono desses traçados, que se tornaria praticamente inviável e anti econômico.

2.º) *Processo de construção de canal.*

Esta parte, embora possa parecer de pequena importância, na prática constitue problema digno de atenção, principalmente para os que estão se iniciando nesse trabalho. Na construção mecânica, principalmente, o operador deve ter noção perfeita do movimento da terra para que as medidas calculadas possam ser perfeitamente observadas. O trabalho da lâmina na terra deve ser efetuado da periferia para o centro, de maneira tal que, ao se terminar o trabalho de escavação, o canal apresente as dimensões mínimas desejadas. Portanto, torna-se necessário iniciar a escavação segundo linhas exteriores paralelas aos lados AC e BD e a uma distância que permita acumular nos bordos, toda a terra escavada do canal. A perfeição desse serviço está na razão direta dos conhecimentos e habilidade dos operadores.

A exclusiva finalidade deste trabalho consiste em levar aos que se dedicam a execuções de programas de combate à erosão, algo que possa auxiliar a solver um dos grandes e importantes entraves com que podem se defrontar ao executar um projeto de terraceamento.

Devemos salientar que o gráfico apresentado constitue uma adaptação naquele idealizado e desenhado por Thalman. As transformações foram feitas com o intuito de torná-lo aplicável ao sistema métrico decimal e utilizavel unicamente para canais vegetados.

Com referência à intensidade da chuva considerada, temos a dizer que a despeito de Ayres ser de opinião que se deva adotar uma queda crítica de uma hora em 12 anos, achamos mais viável basearmos na intensidade de 5 minutos no período de 10 anos, porque trata-se de um dado registrado pluviograficamente e não baseado em cálculo de probabilidade. Por conseguinte, se êrro ha nessa forma de consideração, ele terá um efeito benéfico, voltado no sentido de proporcionar maior garantia ao trabalho, maior segurança e maior possibilidade de êxito.

NOTA: — Na confeção do presente trabalho contámos com algumas preciosas sugestões formuladas pelo presado colega Mário Meneghini.

Campinas, Março de 1942.

O PRECEITO DO DIA

Os adultos que já tiveram difteria ou tenham estado em contato com doentes diftéricos podem ficar durante certo tempo como “portadores de germes”, eliminando bacilos e espalhando a doença. Evite principalmente o contato das crianças com esses “portadores”. — S. N. E. S.