

# BRAGANTIA

*Boletim Técnico da Divisão de Experimentação e Pesquisas*  
**INSTITUTO AGRONÔMICO**

Vol. 4

Campinas, Novembro de 1944

N.º 11

## A SISTEMATIZAÇÃO DOS TERRENOS DE ENCOSTA PARA A EXPLORAÇÃO HORTÍCOLA

Rino Natal Tosello

Já é bastante conhecido o fato de que a exploração intensiva do solo impõe, como condição primeira, a sistematização hidráulico-agrária. E a exploração intensiva, por sua vez, é uma consequência do aumento da densidade demográfica. Assim se explicam as grandes sistematizações procedidas na Europa, principalmente na Itália, que é, depois da Bélgica, o país de maior densidade demográfica (1).

Sujeitas a êsse fator dominante, as obras de sistematizações são realizadas de acôrdo com a limitação imposta pelos fatores de ordem agrônômica, dos quais destacamos :

- a) impossibilidade de suprimento de água suficiente para o ótimo desenvolvimento das plantas ;
- b) escassez da camada arável ;
- c) anomalias físico-químicas ;
- d) altitudes excessivas ;
- e) pendência excessiva, exposição desfavorável do terreno, localização inadequada, etc.

De um modo geral, o fator principalmente limitativo é a água. Também a inviabilidade do transporte de solo artificial não se discute. Todavia, em certos casos, especialíssimos, no campo experimental, é praticado. As anomalias físico-químicas são em geral suscetíveis de correção, menos, é claro, a profundidade do solo. A altitude excessiva é uma questão puramente convencional que está ligada à possibilidade da exploração agrícola das espécies vegetais consideradas. A pendência máxima sistematizável, além da qual o trânsito se torna fastidioso, é de cerca de 30% (2).

No planejamento da sistematização dos terrenos de encosta, é de suma importância considerar a viabilidade da execução das seguintes obras :

- a) divisão do terreno em lotes unitários ;
- b) traçado de um sistema de canais de irrigação, que possibilite o acesso fácil e rápido da água aos lotes unitários ;
- c) traçado de um sistema de canais de escoamento que permita a eliminação, em tempo oportuno, e sem dano, do excesso de água meteórica ;
- d) traçado de um sistema de estradas carroçáveis e caminhos, que facilite o trânsito das máquinas e dos animais de trabalho.

A melhor forma a dar aos lotes unitários é a retangular, cujas proporções sejam de 1:3 e 1:4, pois são as que mais facilitam as operações culturais (3). As dimensões dos lotes unitários variam com o sistema de irrigação, forma e topografia do terreno, tipo do solo, etc. Nas várzeas de certas regiões da Itália ainda permanece o sistema de loteamento em "centuria", conforme era praticado pelos romanos do antigo império (4).

Para a sistematização intensiva dos terrenos de encosta, o método mais indicado, para o cultivo de hortaliças, quando a irrigação é feita por gravidade, é o de duplas alas — que consiste em traçar, transversalmente ao canal adutor, condutos distribuidores abertos ou fechados, dos quais, como se fôsem espinhas dorsais, partem as costelas, que são os condutos distribuidores laterais. Dêstes partem os sulcos alimentadores ou de irrigação. Últimamente, na Itália, propagou-se um sistema verdadeiramente interessante, que consta da distribuição de água às plantas pela filtração subterrânea, sendo os condutos subterrâneos construídos por um arado denominado "topero", que se poderia traduzir por tubulador. M. Conti (5), que experimentou o sistema no campo experimental da Faculdade de Agronomia de Buenos Aires, afirma que os tubos podem ser construídos a 40 cm do solo, separados entre si cada 2 metros, e que um tal sistema permitirá o emprêgo de água às vezes **dura, turva e incrustante**. De acôrdo com as experiências realizadas pelo citado autor, comparando a eficiência dos sistemas de distribuição da mesma quantidade de água, foram conseguidos os seguintes resultados na irrigação do milho, os quais, sem dúvida, assinalam uma margem bastante favorável para o emprêgo da irrigação por condutos subterrâneos.

Testemunha (sem irrigação) . . . . .	45.000 Kg/Ha
Irrigação superficial . . . . .	54.000 "
Irrigação subterrânea . . . . .	78.000 "

Todavia, num ensaio de competição de métodos de irrigação em horta, realizado em Manhattan, Ka., Estados Unidos, obtiveram-se os seguintes resultados como média de 2 anos, para aplicação de igual quantidade de água (6) :

MÉTODOS	PRODUÇÕES
Aspersão lateral . . . . .	59,2% maior do que a testemunha
Aspersão giratória . . . . .	54,8% idem
Sulcos . . . . .	45,2% idem
Canos perfurados . . . . .	37,2% idem
<b>Subterrânea</b> . . . . .	<b>34,2% idem</b>

A testemunha não recebeu irrigação.

Segundo dados da mesma fonte, em ensaio sobre eficiência média da aplicação da água, até à profundidade de 3 pés (90 cm), durante 3 anos de observação, o resultado foi o seguinte :

Aspersão lateral . . . . .	50,5%
Sulcos . . . . .	47,1%
Aspersão giratória . . . . .	44,3%
Canos perfurados . . . . .	41,5%
<b>Subterrânea</b> . . . . .	<b>29,6%</b>

A eficiência média de aplicação de água, aqui referida, significa a relação entre a quantidade de água retida pelo solo e a aplicada, obtidas pelas dosagens dos teores de umidade antes e depois da irrigação.

Conforme se vê pelos dados acima, o método de irrigação subterrânea perdeu para os demais, por larga margem, em ambas as competições. Os resultados parecem-nos contraditórios quando comparamos com aquêles obtidos por M. Conti. Qual a razão para tamanha discordância? Sem procurar explicá-la, já que os dados disponíveis são insuficientes, mas observando que os condutos, no ensaio norte-americano, eram de barro vidrado, e, a irrigação, de hortaliças, enquanto que no ensaio argentino o conduto foi em terra e a irrigação, de milho, fica patente que **sòmente ensaios bem conduzidos poderão revelar que métodos se comportarão satisfatoriamente em nosso meio.**

Voltando ao tipo de sistematização atrás referido, acrescentamos que cada ala é constituída de uma série de patamares, constituindo cada patamar, por sua vez, o lote unitário ou simplesmente patamar.

As dimensões dos patamares variam, principalmente, com o tipo e topografia do solo. Em largura, varia com a declividade do terreno e, em comprimento, com a permeabilidade do solo. A largura deve ser calculada de modo que a altura não ultrapasse cêrca de 0,80 m, a fim de permitir, em boas condições para o hortelão, o contrôle da irrigação transversal nos patamares, a partir do bôrdo do patamar superior. Isso, aliás, não tem muita importância porque, conforme competição feita na horta irrigada da Escola Prática de Agricultura de Ribeirão Preto, o método de irrigação por sulcos transversais, **método êsse generalizado nas hortas particulares**, nem sempre é o mais indicado, como adiante explicaremos.

O comprimento dos patamares, nas terras bastante permeáveis, não deve ir além de 60 m, enquanto que nas terras menos permeáveis pode ir a 90 m. Êsses dados práticos são fornecidos por M. Conti, que os deduziu de ensaios feitos sôbre a infiltração ao longo dos sulcos. Apresentamos alguns dados ilustrativos :

Água à entrada do sulco	—	14	lt./seg				
Idem aos 50 m		9,5	lt./seg	—	água consumida	m	0,09 lt./seg
„ „ 100m	6	„	„	„	„	0,07	„
„ „ 150m	3,5	„	„	„	„	0,05	„

Resulta, dos dados acima, que a irregularidade da distribuição de água caracteriza-se pelo abaixamento progressivo do teor de umidade do solo, ao longo do comprimento do sulco, aumentando a inconveniência com o aumento do comprimento.

Para o sistema de canais de distribuição, se a água é obtida a montante, pelo represamento de algum curso d'água, evidentemente se disporá de um canal adutor, para o transporte à horta e respectivas derivações, para o fornecimento de água aos patamares. Estas derivações podem ser em condutos distribuidores fechados, de manilhas de barro vidrado, ou abertos, em canaletas de tijolo, sôbre um modesto piso de concreto. Se a água é fornecida por recalque, então dever-se-á dispor de reservatórios para o armazenamento da água. Vamos cuidar, por ora, sômente do primeiro caso, em virtude de já têmos executado serviços dêsse tipo e podermos apresentar dados práticos interessantes, obtidos durante a construção das hortas irrigadas das Escolas Práticas de Agricultura de Ribeirão Preto e Pirassununga, cuja orientação esteve a cargo das Chefias das Secções de Olericultura e Floricultura, e Irrigação, Drenagem e Defesa Contra Inundações, dêste Instituto.

Sequência dos trabalhos para a instalação de uma horta irrigada, de encosta:

1. Escolha do terreno
2. Nivelamento de exploração e traçado do canal adutor
3. Traçado dos patamares e caminhos
4. Traçado dos condutos distribuidores
5. Instalações complementares

**A escolha do terreno para horta de encosta** — No folheto "Instruções para a cultura de hortaliças", editado pela Diretoria de Publicidade Agrícola, e de autoria do Eng.º Agrônomo Olímpio de Toledo Prado, Chefe da Secção de Olericultura e Floricultura, dêste Instituto, acham-se bem explanados os fatores que devem presidir à boa escolha do local para a horta. Todavia, dada à importância do fator topografia, no aspecto econômico da construção, vamos fazer algumas referências a fim de que a escolha se processe o mais tècnicamente possível.

Trabalhamos em duas topografias bem distintas: a do local da horta de Ribeirão Preto, que era bem conformada, assemelhando-se a uma superfície de mesa inclinada para um lado, permitiu a locação direta dos patamares sem necessidade de um levantamento topográfico prévio; e a do local da horta de Pirassununga, regular apenas na aparência, tornou a locação direta dos patamares bastante difícil, motivo por que recomendamos o levantamento topográfico prévio, da área escolhida para a localização da horta, principalmente para as pessoas que irão executar a instalação pela primeira vez.

A irregularidade topográfica do terreno obriga, por exemplo, a locação de patamares de largura variável; obriga também a dispor os condutos distribuidores em direções diferentes, resultando daí diferentes extensões para os patamares. **Em extremo, a topografia desfavorável pode exigir que o mesmo patamar seja construído em planos diferentes**, ao longo de seu comprimento. Naturalmente, a irrigação de patamares irregulares em forma e descontínuos em plano, é mais demorada e difícil. Variando as dimensões dos mesmos, varia também a quantidade total de água a lhes ser fornecida, o que torna difícil o contróle de suprimento de água pela duração das regas. Os patamares descontínuos em plano, para efeito de irrigação e de tratos culturais, equivalem a dois, devendo essas operações ser executadas separadamente, em ambos os planos.

As dificuldades apontadas são suficientes para que se faça incluir, dentre os critérios preferidos para a escolha da horta, o da uniformidade

do terreno. **E o melhor meio para apreciá-lo é dispor de levantamento topográfico da área em questão, com curvas de nível afastadas, no máximo, de 0,5 m.**

**O nivelamento de exploração** — A fim de ser estudada a possibilidade da irrigação barata e abundante da horta, sem o recurso da construção de reservatórios, deve-se proceder ao nivelamento de exploração, **que consiste em seguir, com uma linha de nível, contra a direção das águas que correm no vale a jusante do local da horta em estudo, até cruzar o córrego.** Levando-se em conta a declividade a dar ao canal adutor, à qual chamaremos  $d$ , expressa em  $m/m$ , e sendo  $L$  o comprimento total da linha de nível que se toma para comprimento aproximado do canal, a queda total será:  $L \cdot d$  metros. Por exemplo, se o comprimento da linha de nível é de 1000 m e a declividade do canal 0,001 (1‰) o desnível total será  $1000 \cdot 0,001 = 1m$ . Quer isso dizer que, se o canal adutor fôsse locado a partir daquela referência de nível, se perderia 1m de carga, até o local da horta, pois o canal passaria a 1 m abaixo do ponto de partida, nesse local. Para evitar essa perda de carga, desloca-se a referência de nível a montante, também de 1m. Acontece, porém, que nem sempre o novo local de referência de nível se prestaria satisfatoriamente para a captação das águas. Um exame "in loco" nos indicará qual o local mais adequado, sem que nos afastemos demasiadamente da nova referência de nível.

**Traçado do canal adutor** — Para o traçado do canal adutor, vamos considerar a quantidade de água que deve transportar por segundo, isto é, a vazão, a declividade, as dimensões da secção reta, a locação e construção do canal.

A vazão é calculada em função da área a ser irrigada. O sr. Olímpio Prado, no citado trabalho de sua autoria, estabelece de um modo geral o consumo em área, por pessoa, de cêrca de 50 metros quadrados. De maneira que **a extensão da horta fica condicionada à população a que deve servir.** O consumo de água, de acôrdo com o mesmo autor, é equivalente a uma chuva diária de 10mm. O volume de água diariamente consumido na horta que serve à população de  $P$  pessoas, será, então:  $50 \cdot P \cdot 0,010 m^3$ . Acrescentando-se um franco de 20%, para compensar as perdas nos canais, provenientes principalmente da infiltração, obtêm-se:  **$0,60 \cdot P m^3$** . Dividindo-se êsse total por 24.3600 segundos, obter-se-á a vazão procurada.

O franco de 20%, conforme verificação feita em pleno funcionamento da horta irrigada de Ribeirão Preto, é satisfatório. Convém lembrar que

a horta referida está situada em terreno de formação conhecida tècnica-mente por "roxa legítima", sendo um dos seus principais característicos a grande permeabilidade do solo.

Em Pirassununga, durante o planejamento da horta irrigada da Escola Prática de Agricultura, medimos a infiltração num trecho de canal lá existente há cêrca de 2 anos, verificando ser a mesma de 15 a 20%, numa extensão de 1100m, aproximadamente. O canal atravessa uma formação de terra roxa misturada com arenito, tem a secção aproximada de um U irregular, sendo que a vazão, no vertedouro de montante, quando fizemos as medições, foi de cêrca de 31 lt/seg, indicando que também o franco de 20%, para tal terra, seria satisfatório.

**Declividade** — Para a escolha da declividade mais conveniente, defrontamo-nos com o seguinte dilema: quanto menor é a declividade menor é a perda de carga, isto é, ganha-se área irrigável; de outro lado, maior é a infiltração, por ser menor a velocidade de escoamento, devido ao que, para obter a mesma vazão, há aumento de secção reta, importando, portanto, em aumento de despesas construtivas. A escolha será feita, pois, de acôrdo com as condições peculiares a cada caso. Para a construção das hortas de Pirassununga e Ribeirão Preto, optou-se pela **menor declividade**, isto é, de 0,5‰.

À medida que se diminue a declividade, reduz-se conseqüentemente a velocidade; por isso convém reproduzir a tabela de Risler e Wery (7), onde encontramos os limites de velocidades que não convêm ser ultrapassados, quando se quer evitar a deposição de sedimentos trazidos pela água do canal:

Velocidades menores que 0,25 m/seg — sedimenta limo

Velocidades menores que 0,30 m/seg — sedimenta até areia fina

Velocidades menores que 0,50 m/seg — sedimenta até areia grossa

Todavia, por que se desejasse ganhar área irrigável, tolerou-se, para o canal adutor da horta irrigada de Ribeirão Preto, velocidade inferior a 0,25 m/seg. Em virtude disso, seria presumível haver uma despesa adicional para a limpeza mais frequente do canal.

**Secção reta** — Uma vez obtida a vazão e escolhida a velocidade média conveniente, calcula-se a secção reta pela equação:  $S=Q/V$ ; sendo Q a vazão expressa em m<sup>3</sup>/seg e V a velocidade em m/seg, obtém-se S em m<sup>2</sup>.

Se a velocidade é desconhecida, pelo fato de têrmos de antemão escolhido a declividade, ela pode ser calculada a partir da equação:

$V = C \cdot \sqrt{RI}$ , ou desta outra :  $b \cdot V^2 = R \cdot I$ , nas quais  $I$  representa a declividade em  $m/m$ ,  $R$  é o chamado raio hidráulico em  $m$  (relação entre secção reta em  $m^2$  e perímetro molhado em  $m$ ),  $C$  um coeficiente igual a  $1/b$ , obtido a partir da seguinte equação, de M. Bazin :

$$C = \frac{87}{1 + \frac{g}{R}}$$

Nesta última,  $g$  é um coeficiente que depende da natureza das paredes do canal. Seus valores mais comuns, para paredes em terra, em condições ordinárias e com resistência excepcional, são, respectivamente, 1,30 e 1,75.

Para facilitar a resolução de problemas sôbre canais, Risler e Wery dão duas tabelas, a primeira com os valores de  $C$  para  $g = 1,30$  e  $1,75$  e para  $R$  compreendido de 0,05 a 6  $m$ , e a segunda com os valores de  $b$  em função dos valores de  $C$  compreendidos de 15 a 150.

Para os problemas da natureza dos que estamos tratando, as duas tabelas citadas são de grande utilidade. Nos trabalhos que requerem mais precisão, opera-se também com a equação de Ganguillet-Kutter, adotando-se então a média dos valores obtidos pelas duas equações (8).

Quanto à forma da secção reta mais conveniente, teòricamente se demonstra que é a semicircular, por ser esta a forma de mínima resistência ao atrito. Todavia, para propósitos práticos, em canais de terra, adota-se a trapezoidal regular, que mais se aproxima daquela, e é de construção mais fácil. Demonstra-se também que a secção trapezoidal mais econômica, isto é, de resistência mínima, se obtém quando  $R = h/2$ .

Sendo as paredes do canal em terra ordinária, convém estabelecer os limites de inclinação das paredes laterais, de acôrdo com o tipo de solo. Tais limites são, praticamente, os seguintes :

$$\begin{array}{ll} \text{Terra argilosa} & m = 2/1 \text{ a } 1/1 \\ \text{,, arenosa} & m = 1/1 \text{ a } 1/2 ; \end{array}$$

$m$  tem por valor a tangente do ângulo que o plano da parede forma com o horizontal, sendo também chamado talude.

Vamos ilustrar com um exemplo prático nosso, isto é, com o cálculo das dimensões do canal adutor da horta irrigada da Escola Prática de Agricultura de Ribeirão Preto, e dispondo inicialmente dos seguintes dados :

Vazão do canal, incl. perdas	$Q = 24$ lt/seg
Declividade .....	$I = 0,0005$ m/m
Talude .....	$m = 1/1 = 1$
Coefficiente .....	$g = 1,30$

Problemas dêsse tipo são resolvidos por tentativas, seguindo-se em linhas gerais o seguinte procedimento: Estipula-se um valor arbitrário para R. Procura-se nas tabelas o valor correspondente a b. Com êste valor entra-se na equação:

$$I. \quad R.I = b. \frac{Q^2}{S^2} \quad (Q/S = V),$$

e substitue-se m por 1 na equação:

$$II. \quad 4.R^2 = \frac{m.S}{2. \sqrt{1 + m^2} - 1}$$

O valor de R obtido pelas fórmulas I e II sòmente será satisfatório quando se aproximar convenientemente do valor arbitrariamente escolhido. Se, ao contrário, não se aproxima daquele, deve-se fazer nova tentativa, utilizando o valor de R encontrado, e assim sucessivamente.

Com relação ao problema proposto, para a primeira tentativa, tomamos  $R = 0,20$  m. Pelas tabelas encontramos  $C = 22,3$  e  $b = 0,00204$ . Substituindo-se em I o valor de b encontrado e, em II, o valor de m por 1, obtém-se:

$$R.S^2 = 0,00235$$

$$4.R^2 = 0,547.S$$

Resolvendo-se as equações, encontra-se  $R = 0,134$ . Faz-se uma segunda tentativa, entrando com êsse valor de R nas tabelas. Para economizar espaço, adiantamos que sòmente a 4.<sup>a</sup> tentativa nos deu um valor que consideramos satisfatório. Êsse valor foi para  $R = 0,1427$ . A partir dêste valor, obtivemos os seguintes dados:

$$S = \frac{4.R^2}{0,547} = 0,1489 \text{ m}^2$$

$$V = \frac{Q}{S} = 0,16 \text{ m/seg}$$

$$h = 2.R = 0,29 \text{ m}$$

$$b = \frac{2.m.h}{1 + \sqrt{1 + m^2}} = 0,235 \text{ m}$$

$$B = \frac{2.S - b.h}{h} = 0,805 \text{ m}$$

Fazendo uma verificação sumária dos resultados obtidos, temos :

$$S = \frac{B + b}{2} . h = 0,1487 \text{ m}^2$$

$$V = 0,16 \text{ m/seg}$$

$$Q = S.V = 0,02379 \text{ m}^3/\text{seg}$$

valores satisfatórios.

### LOCAÇÃO DO CANAL

Esta operação consiste em marcar sôbre o terreno pontos cotados seguindo a direção aproximada do eixo longitudinal do canal. Os pontos cotados são representados por piquetes nivelados, de 20 em 20 m. A cota inicial é calculada acrescentando-se à cota da horta, do local onde desejamos ter a água, o desnível total verificado em tôda a extensão do canal. Isso no caso de se iniciar a locação de montante para jusante, isto é, do local de captação de água, para a horta. Em caso contrário, deduz-se da cota do local de captação de água o desnível total do canal.

Vamos supor que a cota arbitrária, conveniente, no local da horta, é de 100,000 m e que o comprimento aproximado do canal é 1000 m. Então, para locar o canal com o gradiente de 0,5‰, ou seja, com um desnível de 1 cm em cada 20 m, parte-se do local de captação com a cota de 100,000 + 0,500, ou seja 100,500 m, estaqueando-se a linha que dá a direção aproximada do eixo do canal a intervalos de 20 m, com o desnível apontado acima. A linha assim obtida é, por vêzes, sinuosa demais, convindo retificar alguns trechos, mesmo que isso acarrete maior escavação, porque as curvas reduzem a velocidade da água e também as paredes ficam mais sujeitas à erosão.

**O nivelamento também pode ser executado com o nível de borracha, aparelho fácil de ser construído e manejado, conforme descrição que já fizemos em trabalho anterior (9).**

### CONSTRUÇÃO DO CANAL

Para se levar a efeito a construção do canal, torna-se necessária a construção de pequenos moldes de madeira, com as dimensões proporcionais às do canal. Para o nosso exemplo, demos, aos moldes, as seguintes dimensões : B = 1,00 m, b = 0,25 e h = 0,40 m.

A altura assinalada pelo molde, de 0,40 m, representando um franco de 0,11 m, sôbre a altura teórica necessária, indica a mínima profundidade com que foi construído o canal, sem contar o ganho em altura que a terra, escavada, e posta margeando o canal também pode proporcionar, no caso eventual de ser necessário aumentar a vazão do mesmo. Além disso, a maior capacidade resultante permitirá, através de sua longa extensão, o armazenamento de uma quantidade adicional de água que tornará a irrigação mais rápida, proporcionando com isso maior aproveitamento da mesma.

Tôda a construção do canal, na Escola Prática de Agricultura de Ribeirão Preto, foi realizada manualmente, começando-se por marcar superficialmente a largura da base do fundo do canal, após o que seguia uma turma de enxadões, cavando até à profundidade mais ou menos desejada. Seguia, então, uma turma de enxadas e pás que, servindo-se dos moldes de madeira, procurava dar o talude aproximado de 1 : 1. Finalmente, operários mais cuidadosos faziam a correção dos taludes e do nível do fundo do canal, acertando-o com um nível de pedreiro, apoiado sôbre uma régua.

Quando necessário, para dar vazão às enxurradas provenientes dos terrenos situados a montante da horta, delimitada superiormente pelo canal adutor, é preciso deixar certo número de vãos nos locais mais apropriados (como, por exemplo, aquêles já estragados pela erosão), locais em que a concentração e passagem das enxurradas não ocasionam danc algum. A continuidade do canal, nesses locais, é garantida pela colocação de calhas construídas de tábuas de madeira, com a secção própria do canal, e assentadas pelas extremidades em obras de alvenaria. Se o comprimento da calha é de mais de 1,20 — 1,50 m, convém colocar um suporte central que pode ser um esteio de madeira. Convém também reforçar a calha com travessões de madeira com alças de ferro nos cantos, a fim de evitar que a mesma se deforme. As tábuas de madeira destinadas à construção das calhas devem ser tratadas prèviamente com um bom preservativo, como o "carbolineum".

## TRAÇADO DOS PATAMARES E CAMINHOS

Para se proceder ao traçado dos patamares e caminhos, é necessário fazer prèviamente a adaptação preliminar do terreno que, em geral, não se apresenta em condição apropriada para a execução do serviço. Essa adaptação consta em geral dos seguintes serviços: arrancação de árvores e destocamento, desempedramento, aração e aplainamento do

chão. Esta última operação deve consistir num ligeiro acertamento do chão, procurando-se manter a conformação geral do terreno, a fim de evitar grandes movimentos de terra.

Feita a adaptação preliminar do terreno, procede-se à demarcação dos patamares e caminhos, dentro do sistema de irrigação de duplas alas, sistema êsse que, para a sistematização dos terrenos de encosta, apresenta as seguintes vantagens: a) proporciona o máximo aproveitamento dos condutos distribuidores transversais; b) permite localizar os caminhos transversais e longitudinais de maneira a facilitar grandemente o transporte dentro da horta; e c) permite controlar a erosão, adotando-se medidas que exporemos adiante.

A demarcação, sendo o terreno bem conformado, pode ser feita diretamente, adotando-se o seguinte procedimento: inicia-se a demarcação com estacas de bambú, e transversalmente ao canal adutor, dos condutos distribuidores (\*) e caminhos transversais. A largura dos caminhos pode ser de 4 m e a dos condutos distribuidores, 2,5 m. Como cada conduto distribuidor irá servir a duas alas de patamares, deduz-se que entre as estradas carroçáveis transversais deve haver um espaço equivalente ao dôbro do comprimento de um patamar, acrescido da largura do conduto distribuidor. Por exemplo, se o patamar tiver 45 m de comprimento, o espaço compreendido entre dois caminhos será  $2.45 + 2,5 = 92,5$  m.

**Naturalmente, o número de condutos distribuidores deverá estar relacionado com o comprimento dos mesmos, em função da área a ser irrigada.**

Traçados os condutos distribuidores e caminhos, tiram-se os perfís dos eixos dos mesmos, com o instrumento que se tem à mão. Obtidos os perfís, assinalam-se as cotas do fundo do canal em cada perfil de conduto distribuidor. As cotas assim obtidas servirão de ponto de partida para a locação dos patamares. Sendo o comprimento dos mesmos de 45 m, e a declividade longitudinal considerada, de 0,5%, a diferença de nível, entre os extremos do patamar, deve ser:

$$45 \times 0,005 = 0,225 \text{ m.}$$

Com essa diferença de nível assinala-se, nos perfís dos caminhos, o outro extremo do patamar. Sôbre a linha reta determinada por êsses pontos, marcam-se novos pontos de 5 em 5 m, a partir do extremo supe-

---

(\*) Os condutos distribuidores aquí referidos são os caminhos transversais não carroçáveis, onde serão instalados os verdadeiros condutos distribuidores de manilha. A razão de empregarmos de início essa denominação é para chamar a atenção quanto à verdadeira função do caminho transversal não carroçável.

rior, situado no conduto distribuidor, assinalando-os por estacas de bambú. Após isso, para ter a profundidade do corte a ser feito para a construção do patamar, faz-se o seguinte cálculo :

$$\begin{aligned} & \text{Largura do patamar} \times \text{Declividade do terreno} = \\ & \quad (\text{em m}) \qquad \qquad \qquad (\text{em m/m}) \\ & = \text{Diferença de nível entre os patamares} \\ & \qquad \qquad \qquad (\text{em m}) \end{aligned}$$

A declividade do terreno, atrás referida, é a média das declividades nos trechos correspondentes dos perfís do conduto distribuidor e caminhos.

**A largura do patamar é um valor que se estipula de acôrdo com a declividade do terreno e um desnível convencional entre os patamares.** Na horta irrigada de Ribeirão Preto tomamos a largura fixa de 8 m, isso porque a boa topografia do terreno, com queda para um só lado, assim o permitiu. Entretanto, na horta irrigada de Pirassununga, demos valores bastante variados à largura, procurando evitar grandes movimento de terra ; assim é que, em alguns patamares, **partíamos com 10 m de largura, na extremidade sôbre o conduto distribuidor, para chegar, na outra extremidade, sôbre a estrada, com 14 e 15 m.**

Compondo-se a diferença de nível, entre os patamares, de **corte e atêrro**, em porções mais ou menos equivalentes, a profundidade do corte, para a primeira série longitudinal de patamares, seria a **metade** daquela diferença de nível, ficando a outra metade para ser aproximadamente completada pela terra de excavação do canal.

Feito o cálculo para a determinação da profundidade do corte, cota-se o **fundo** do patamar, abrindo buracos e piquetando-os, nos pontos separados de 5 em 5 m, prèviamente assinalados pelas estacas de bambú.

Após isso, com a largura inicial do patamar, no conduto distribuidor, assenta-se uma estaca de bambú, na qual se faz um risco com lapis, faca ou serrote, assinalando o nível da piquêta correspondente da linha de fundo, ou então pode-se dar um pequeno desnível, digamos, de 1/40%. Procura-se então o outro extremo no perfil da estrada, com o desnível requerido para o patamar. A linha reta determinada por êsses dois pontos é também **estaqueada** de 5 em 5m. Posteriormente, as demais estacas serão riscadas da mesma forma que a primeira.

Para ilustrar melhor, damos a seguir um modelo de escrituração de campo que usamos para a locação da horta de Ribeirão Preto. Para identificar os patamares, adotamos uma notação que consiste em combinar

uma letra que indica a série transversal e um número, que indica a série longitudinal dos patamares. Assim, por exemplo, o patamar A-1, é o primeiro patamar da 1.<sup>a</sup> série longitudinal ou transversal e o patamar C-5 é o 5.<sup>o</sup> da 3.<sup>a</sup> série transversal.

### PATAMAR A-1

Média das declividades — 8,2 %

Largura inicial do patamar 8 m.

Diferença de nível entre os patamares —  $8 \times 8,2 = 65,6$  cm.

Corte —  $65,6/2 = 32,8$  ou seja 33 cm.

Leitura inicial 0640 (igual à do fundo do canal adutor)

Leitura do extremo superior da linha de fundo  $0640 + 330 = 970$

Leitura do extremo inferior da linha de fundo —  $0970 + 225 = 1195$

### Estaqueamento da Linha de Fundo

Estacas	Ré	Vante	Desnível parcelado
0	0640	—	—
1	—	0665	0025
2	—	0690	"
3	—	0715	"
—	—	—	—
9	—	0865	0025
		Total	225

### Estaqueamento da Linha de Bôrdo

Estacas	Leitura		Altura do risco
	Feita	Calculada	
0	0802	$0640 + 0006 = 0646$	$0802 - 0646 = 0156$
1	0798	$0665 + 0006 = 0671$	$0798 - 0671 = 0127$
2	0815	$0690 + 0006 = 0696$	$0815 - 0696 = 0119$
—	—	—	—
—	—	—	—

A leitura apontada acima como "Feita" corresponde àquela sôbre o terreno junto ao pé da estaca.

Obtida a altura do risco das estacas, manda-se repor a mira ao pé das mesmas, no mesmo local que serviu para as leituras anteriores, fazendo-se então a riscação, sem perigo de êrro.

Observa-se que a locação dos patamares, dependendo da declividade média, cujo valor é determinado para cada patamar, deve ser conduzida independentemente, motivo por que os níveis do fundo dos patamares, situados na mesma série longitudinal, nem sempre se corresponderão exatamente. E quanto a isso não haverá inconveniente algum, porquanto, nos condutos distribuidores, irão as caixas que regularizarão a distribuição de água aos patamares.

Dispensamo-nos de dar detalhes referentes à locação dos patamares por intermédio do nível de borracha, porque, sabendo manejá-lo, o operador não encontrará dificuldade em se adaptar às novas condições do serviço.

Procedida à locação, inicia-se a construção com o **enleiramento do solo**, no centro do patamar. Essa medida é indispensável a fim de evitar a perigosa mistura de solo e subsolo, de efeitos tão prejudiciais para o hortelão. O enleiramento pode ser feito manual ou mecânicamente, sendo que o serviço mecânico, por grosseiro, requer o acabamento à enxada. Algumas estacas situadas no centro do patamar poderão servir de guia para que a operação seja efetuada uniformemente. A leira deve ser seccionada em tantas partes quantas forem as piquêtas situadas entre os extremos da linha de fundo do patamar.

Após a operação de enleiramento do solo, inicia-se o serviço de **corte e atêrro**. O subsolo, acima da leira, é agora cavado até o nível assinalado pelas piquêtas da linha de fundo do patamar. Com o auxílio de pás, a terra é atirada **por sôbre** a leira, aterrando-se a parte abaixo desta, até o nível assinalado pelos riscos das estacas. Após a raspagem do solo para o enleiramento, convém mandar arar a superfície do subsolo exposto, uma ou duas vêzes, favorecendo dessa maneira o trabalho dos enxadões e pás. Os calombos e depressões, porventura existentes ao longo do mesmo patamar, são igualados, transportando-se a terra com auxílio de **pás de cavalo**. Entre patamares, quando necessário, o movimento de terra é feito com caçambas (pequenas carroças, tiradas por um único animal, especialmente empregadas para o transporte de terra). À medida que a terra é atirada para formar o atêrro, convém já trazer o nível mais ou menos acertado, a fim de evitar a passagem de terra mais do que a necessária. Para consolidar o atêrro, faz-se socar a terra posta, com soquetes de madeira, sem muito exagêro, a fim de manter a permeabilidade em boas condições.

**A locação dos patamares, de uma mesma série longitudinal, deve ser feita sempre em paralelo com a construção dos pata-**

**mares da série imediatamente superior, justamente para que a compensação dos movimentos de terra seja mais facilmente calculada.**

Concomitantemente com a construção dos patamares, deve seguir a construção das estradas transversais, tendo em mira evitar grande falta ou sobra de terra.

Os taludes de um patamar a outro devem ser dados de acôrdo com aquêlo do canal. Com a terra proveniente do acertamento dêsses taludes, constrói-se uma banquetta de cêrca de 20 cm de altura x 50 cm de largura, no bôrdo de cada patamar. As banquettas servirão de caminhos longitudinais e evitarão que a água, acumulada por excesso de irrigação ou chuva, transborde talude abaixo, prejudicando-o. Pode ser que a terra da superfície seja demasiadamente arenosa para a construção das banquettas; então, caso seja viável, poder-se-á construí-las com a terra escavada do fundo do canal, que em geral é mais argilosa.

Para proceder ao nivelamento do chão dos patamares, unem-se com fio de barbante as cabeças das piquêtas da linha do fundo, fazendo-se o mesmo com os riscos das estacas da linha de bôrdo. Posteriormente, une-se cada piquêta da linha de fundo com a estaca correspondente da outra linha. Dividido o patamar nessas secções, o operário não encontrará dificuldade em fazer o aplainamento do chão.

Terminada a operação de atêrro, consolidação dêste, adaptação do talude, construção da banquetta e acertamento do nível do patamar, desfaz-se a leira e repõe-se o solo sôbre o subsolo. **Se esta operação fôr feita mecanicamente, convém operar com cuidado, a fim de que o acertamento posterior do nível não seja grandemente dificultado.** O serviço, feito à enxada, uma vez que o acertamento da superfície do subsolo já tenha sido realizado, não será difícil, pois em cada secção enleirou-se praticamente igual quantidade de terra. **A terra endurecida da base da leira deverá ser arada uma ou duas vêzes, e o nível do patamar finalmente ajustado.**

Após cada 4, 5 ou 6 séries longitudinais de patamares, convém deixar uma faixa de 4, 4,5 m de largura, que será sistematizada de conformidade com os patamares, a fim de servir de caminho carroçável, longitudinal. A sistematização dos caminhos transversais, carroçáveis, consistirá em dar-lhes uma secção parabólica conveniente. Posteriormente, os taludes, banquettas e caminhos, serão vegetados com uma grama adequada, a fim de preservá-los contra a erosão das águas e dos ventos. Com as medidas preconizadas, dispor-se-á de um sistema de drenagem a céu

aberto, cujo esquema de funcionamento é o seguinte: o excesso de água acumulado nos patamares tende a escoar-se no sentido longitudinal, encaminhando-se para os caminhos carroçáveis transversais, que funcionarão como verdadeiros canais escoadouros, cuja conservação é garantida pela vegetação previamente formada.

### INSTALAÇÃO DOS CONDUTOS DISTRIBUIDORES

Os condutos distribuidores, para facilitar o trânsito dentro da horta, devem ser subterrâneos. Empregamos, nas hortas de Ribeirão e Pirasununga, manilhas de barro vidrado de segunda que são as indicadas para êsse fim. Para regular a passagem da água do canal para os condutos de manilha, constrói-se uma pequena obra de alvenaria e cimento, provida de comporta de madeira ou ferro, justamente no local onde vem ter a luz do conduto subterrâneo. As manilhas devem ser assentadas de modo a ficar sôbre elas um espaço livre de uns 30 cm da superfície do chão. No cruzamento do conduto subterrâneo com o caminho longitudinal, convém guarnecer lateralmente as manilhas com pranchas de madeira ou pedaços de rocha, a fim de evitar que o trânsito de carroças possa prejudicá-las. O fundo sôbre o qual assentarão as manilhas deve ser bem apiloado. As junções das manilhas devem ser cheias com argamassa de cimento e areia fina na proporção de 2:1.

Para garantir a distribuição de água aos patamares, os condutos são interceptados, de patamar a patamar, por caixas de alvenaria e cimento, com paredes de meio tijolo, cuja finalidade é também interceptar a velocidade e permitir uma distribuição uniforme da água, para ambos os lados. O revestimento das paredes e o assentamento dos tijolos pode ser feito com argamassa de 3:1. A secção da caixa pode ser de 0,50 x x 0,50 m, enquanto que a profundidade depende dos níveis do fundo dos patamares a que vai servir. Em geral pode ser da ordem de 0,60m.

**A luz de entrada do conduto subterrâneo, na caixa, deve situar-se em nível superior ao de saída.** Lateralmente, de ambos os lados da caixa e situados também em nível superior ao da saída, saem dois curtos condutos de manilha de barro vidrado, de menor diâmetro, para conduzir a água diretamente aos patamares. O diâmetro das manilhas do conduto subterrâneo principal pode ser de 6" e, o dos condutos secundários, 4", conforme empregamos com resultados satisfatórios, nas duas hortas já referidas.

A distribuição de água aos patamares, para a irrigação das hortaliças, é feita de acôrdo com o seguinte esquema: Para irrigar o primeiro

par de patamares, fecha-se, na caixa correspondente, a luz do conduto inferior com uma roda de madeira que se adapta no rebaixo da manilha ; abrindo-se então a comporta superiormente, a água vem ter através do conduto principal à caixa, enchendo-a até o nível em que se escoa para os patamares, através dos condutos laterais. O desnível, entre os condutos laterais e o patamar, deve ser de apenas alguns centímetros e a água que verte daqueles, deve encontrar uma pequena calha de madeira, para evitar a formação de cascata, tão propícia à erosão. Se o desnível é maior, a própria calha deverá ser construída de maneira a atenuar o turbilhonamento.

**É possível realizar a irrigação de diversos pares de patamares simultaneamente, bastando dispor a roda de madeira convenientemente, a fim de que seja retido, na primeira caixa, apenas 1/3 ou 1/4, etc, da água, procedendo-se da mesma forma com a 2.<sup>a</sup> caixa, e assim por diante.** É justamente sob êste aspecto que a irrigação por sulcos longitudinais apresenta vantagens, pois, enquanto o hortelão cuida da irrigação de um patamar, apenas, adotando o sistema de sulcos transversais, cuidaria, ao mesmo tempo, de muito maior número de patamares, com o sistema de sulcos longitudinais, conforme tivemos ocasião de observar praticamente. **Todavia, o consumo de água, por êste método, é algumas vêzes maior do que o verificado pelo método de irrigação por sulcos transversais,** sendo êste, possivelmente, o principal motivo por que é êle o mais difundido entre os hortelãos, que, em geral, não podem ter provisão abundante de água, para irrigação, seja pela escassez ou então pelo elevado custo de obtenção da mesma.

### INSTALAÇÕES COMPLEMENTARES

**Construção da agrieira** --- Durante a construção da horta irrigada da Escola Prática de Ribeirão Preto, projetamos e realizamos a construção de uma agrieira que, sob o ponto de vista técnico, satisfaz aos seguintes requisitos : **proporciona renovação contínua de água por compartimentos independentes, sem interferir com a irrigação geral da horta.** Conseguem-se essas vantagens, situando a agrieira num dos últimos patamares, o qual é sistematizado do modo seguinte : No pé do talude do patamar superior constrói-se uma canaleta de tijolo, com ligeiro desnível, destinada a conduzir a água para os compartimentos independentes ; junto à banquetta do patamar constrói-se uma outra canaleta com desnível para ambas as extremidades ou para uma extremidade

sòmente, destinada a receber a água servida na irrigação dos compartimentos ; a água servida é conduzida da canaleta para fora da horta em canal aberto ou conduto subterrâneo, conforme se queira. Transversalmente, dividindo o patamar em compartimentos de 2,5m de largura, constroem-se pequenos diques de terra de 50 cm de largura, os quais irão servir de caminhos para a colheita do produto.

A largura das canaletas de entrada e saída de água pode ser de 30cm e o desnível de 2‰, para a entrada e de 3‰, para a saída. A passagem da água da canaleta de entrada, para o compartimento, faz-se através de pequenos sulcos, 3-4, feitos na superfície da parede correspondente da canaleta.

Consideramos obra complementar a construção da agrieira, porque nem sempre se realiza a sua instalação em patamares, pois pode haver locais mais apropriados, situados nas cabeceiras, com provisões de água abundante e fresca, requerendo apenas uma ligeira sistematização.

**O pavilhão da horta** — Um pavilhão contendo compartimentos para a lavagem e depósito de verduras, depósito e preparo de adubos, escritório e depósito de sementes, depósito de ferramentas, etc., é indispensável numa horta bem organizada. Por isso projetamos um pavilhão, cuja planta serviu de base para a construção do atual pavilhão da horta de Ribeirão Preto e possivelmente servirá de base para a construção do pavilhão da horta de Pirassununga, hortas estas que serão consideradas modelares, pelo fato de estarem situadas nas Escolas Práticas de Agricultura referidas. Os detalhes que convém acentuar, na construção do prédio, são os seguintes : no compartimento de lavagem e depósito das verduras, a vasca é dupla, permitindo lavagem e repasse, e sôbre ela pode-se colocar um estrado de madeira, que permitirá deixar certas verduras em contacto com a água a fim de conservar-lhes o viço. As paredes dêsse compartimento, que são de meia altura, devem ter duas séries de prateleiras de cimento armado, destinadas ao depósito das verduras. No compartimento de depósito de ferramentas pesadas e preparo de inseticidas, deve haver uma vasca própria para êsse fim e demais instalações para o preparo das caldas.

### DADOS ECONÔMICOS

O preço da instalação de uma horta irrigada de encosta depende grandemente da topografia e das condições em que se encontra o terreno, inicialmente ; em geral, são custos elevados que determinam modestos lucros iniciais para os capitais investidos, superando mesmo o valor

comercial da terra; porém, segura e paulatinamente, o capital vai sendo amortizado, tornando-se os lucros cada vez mais compensadores. Essa talvez seja a razão pela qual os hortelãos iniciam modestamente a instalação da horta, desenvolvendo-a paulatinamente de acôrdo com os lucros auferidos posteriormente.

Obtém-se um custo mínimo quando a direção técnica da sistematização é praticamente gratuita e quando se aproveita material e empregados da própria fazenda, pois êstes últimos em geral trabalham a salários inferiores.

Para ilustrar o nosso trabalho damos, a seguir, a relação das despesas realizadas para a construção da horta irrigada de Ribeirão Preto, a planta da mesma horta irrigada, fotografias e outras plantas ilustrativas, com as respectivas legendas.

### **Relação das despesas com a construção da horta irrigada da Escola Prática de Agricultura de Ribeirão Preto**

<b>Canal</b>	<b>Cr \$</b>	
Serviço manual .....	3.146,50	
Conservação e reparos .....	255,50	
3 calhas a Cr\$150,00 cada .....	450,00	
Colocação de 3 calhas .....	122,00	
Abertura de drenos para nascente	125,00	4.099,00
<hr/>		
<b>Preparo do terreno</b>		
Aração com trator .....	450,00	
Desempedramento .....	130,00	
Arrancação de árvores .....	18,00	
Aplainamento com trator .....	450,00	1.048,00
<hr/>		
<b>Construção dos patamares</b>		
Aração a tração animal .....	26,00	
Construção a trator .....	300,00	
Construção manual .....	6.326,00	
Acertamento dos patamares .....	294,00	6.946,00
<hr/>		
<b>Gramagem</b> .....		236,86,

**Erradicação de pragas**

Gramas e tiriricas .....	105,00
--------------------------	--------

**Estradas**

Construção .....	121,00
------------------	--------

**Adubação**

Transporte de estêrco .....	147,25	
Adubação manual .....	331,00	
Adubação mecânica.....	40,00	<u>518,25</u>

**Conduitos de irrigação**

Serviço de pedreiro .....	647,00		
70 manilhas de barro de 4" a Cr. \$ 2,50 .....	175,00		
252 manilhas de barro de 6" a Cr. \$ 5,30 .....	1.335,00		
3 milheiros de tijolos a Cr. \$ 120,00	360,00		
40 sacos de cimento a Cr. \$ 23,80	952,00		
3 m cúbicos de areia a Cr. \$ 25,00	75,00		
48 tampas pintadas com carbolineum: material e serviço .....	48,00		
2 registros a Cr. \$ 5,00 .....	10,00	<u>3.603,50</u>	16.677,61

Volume de terra na terraplanagem	1445 m <sup>3</sup>
----------------------------------	---------------------

Preço de custo para a construção dos terraços, transporte de terra, estradas e preparo dos canteiros .....	Cr. \$ 6.741,00
---	-----------------

Preço de custo de 1m <sup>3</sup> de terra, baseado no custo total da terraplanagem .....	Cr. \$ 4,66
--	-------------

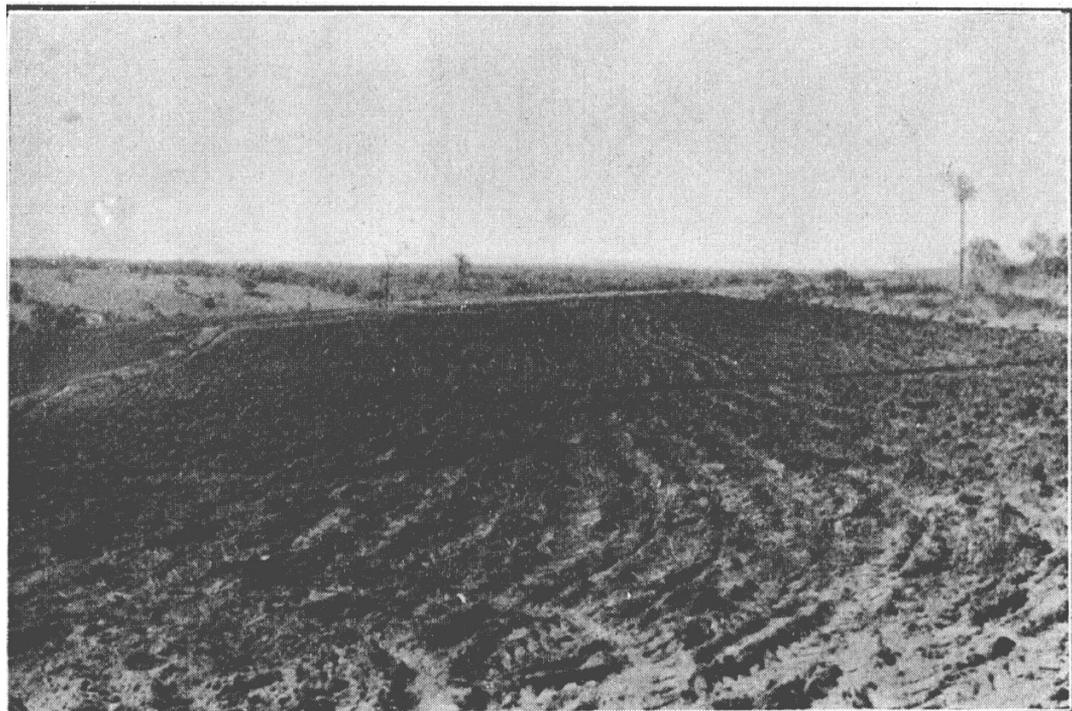
Preço de custo de 1m <sup>3</sup> baseado no custo total .....	Cr. \$ 8,79
--	-------------

Preço de custo, por metro linear, de construção do canal	Cr. \$ 2,17
--	-------------

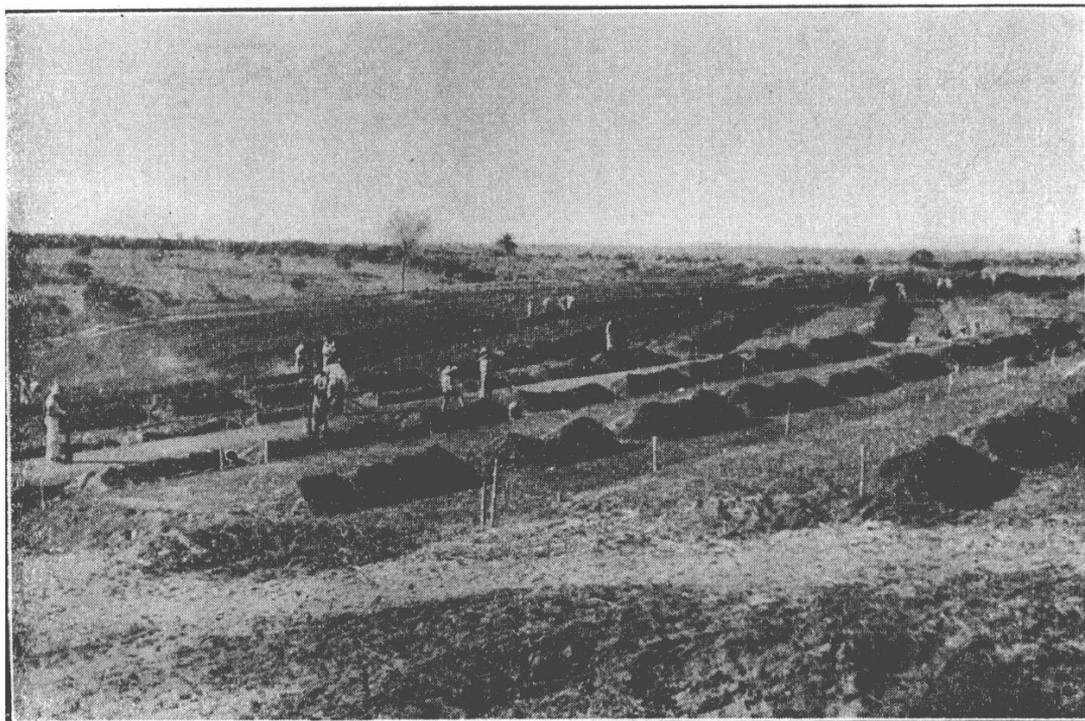
**AGRADECIMENTOS** — Aos colegas José Vieira da Silva, ex-estagiário da Diretoria do Ensino Prático de Agricultura, quando em função auxiliar na Secção de Olericultura e Floricultura, dêste Instituto, Olímpio de Toledo Prado, Chefe da mesma Secção, e Eng. Luiz Cerne, Chefe da Secção de Irrigação, Drenagem e Defesa Contra Inundações, pelas inúmeras sugestões que nos prestaram, deixamos consignados aqui os nossos agradecimentos.

## LITERATURA CITADA

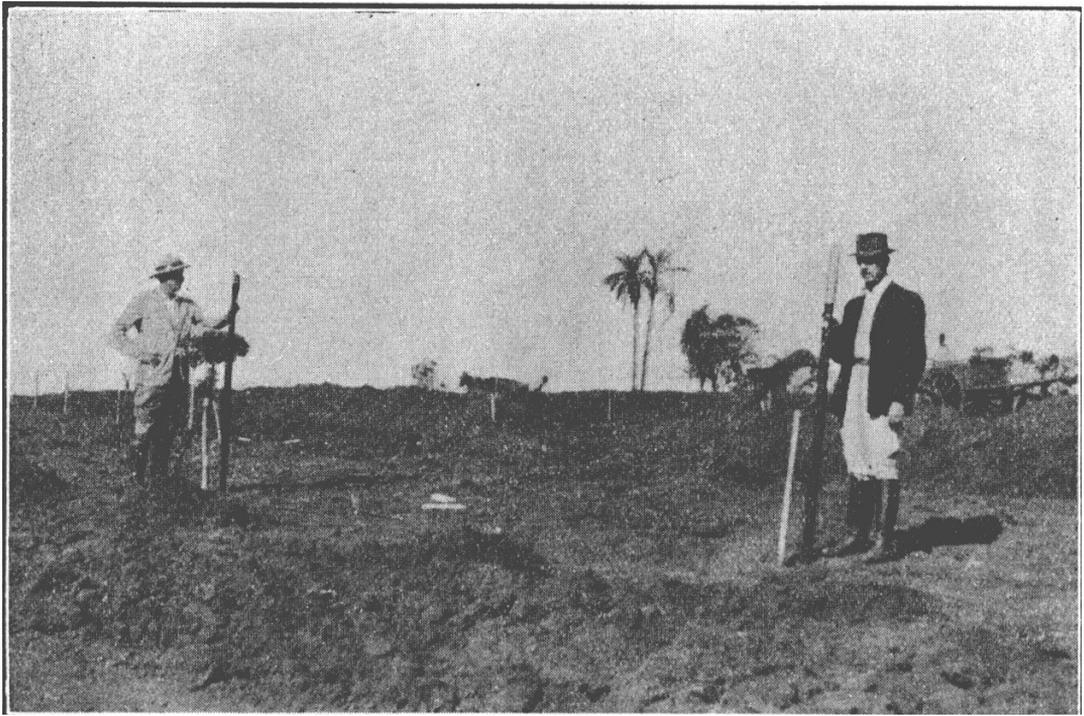
- 1, 2, 3 e 4. **Oliva A.** Le Sistemazioni idraulico agrarie. Biblioteca da Bonifica Integrale. **5** : pág. 19, 36, 88. Firenze, Itália. 1938.
5. **Conti M.** Hidrologia Agrícola. Biblioteca da Faculdade Nacional de Agronomia e Veterinária. **1** : pág. 359. Buenos Aires, Argentina. 1938.
6. **Shoenleber L. H.** Um estudo de irrigação em horta. Agricultural Engineering. **3** : pág. 24. 1934.
- 7 e 8. **Risler e Wery.** Riegos. Enciclopédia Agrícola. pág. 211 — 222. 2.ª edição. Barcelona. 1931.
9. **Tosello R. N. e L. S. Rupp.** Um nível para o lavrador. *Bragantia* **3** : 323 — 322. Fig. 1 — 11. 1943.



**Fig. 1** — Vista do terreno onde foi instalada a horta irrigada da Escola Prática de Agricultura "Dr. Fernando Costa", em Pirassununga, após a execução das operações preliminares de preparo do terreno.



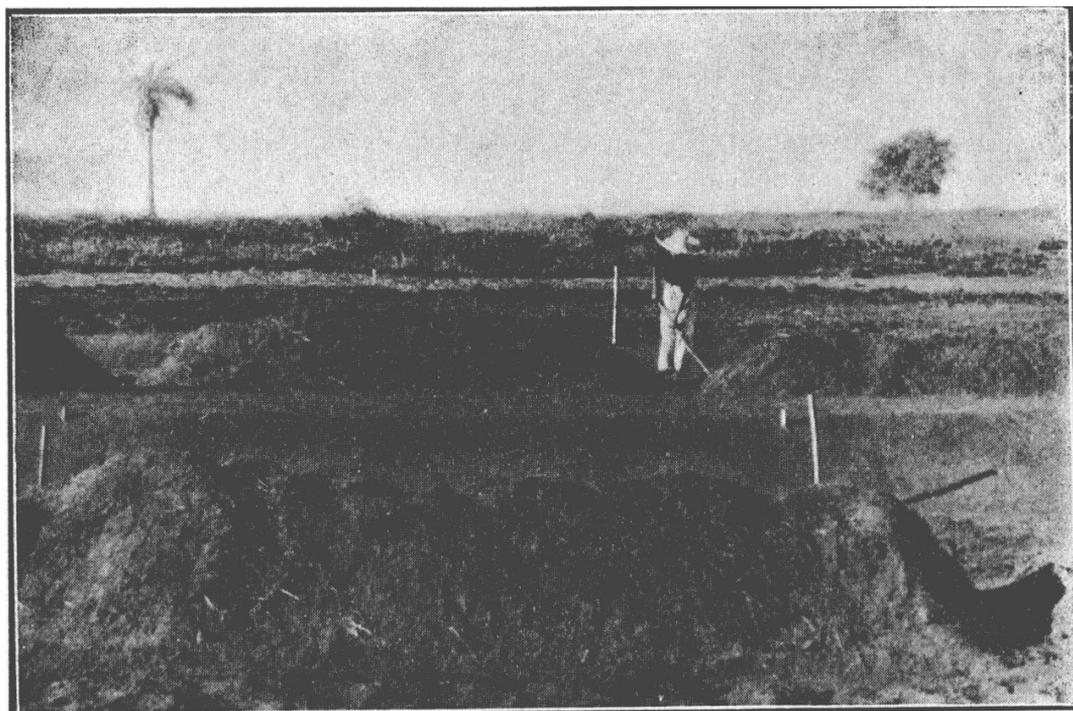
**Fig. 2** — Vista do mesmo terreno, em plena fase de construção da horta irrigada. Observem-se os montes de solo enleirados no centro do patamar e a típica conformação de espinha de peixe das duplas alas.



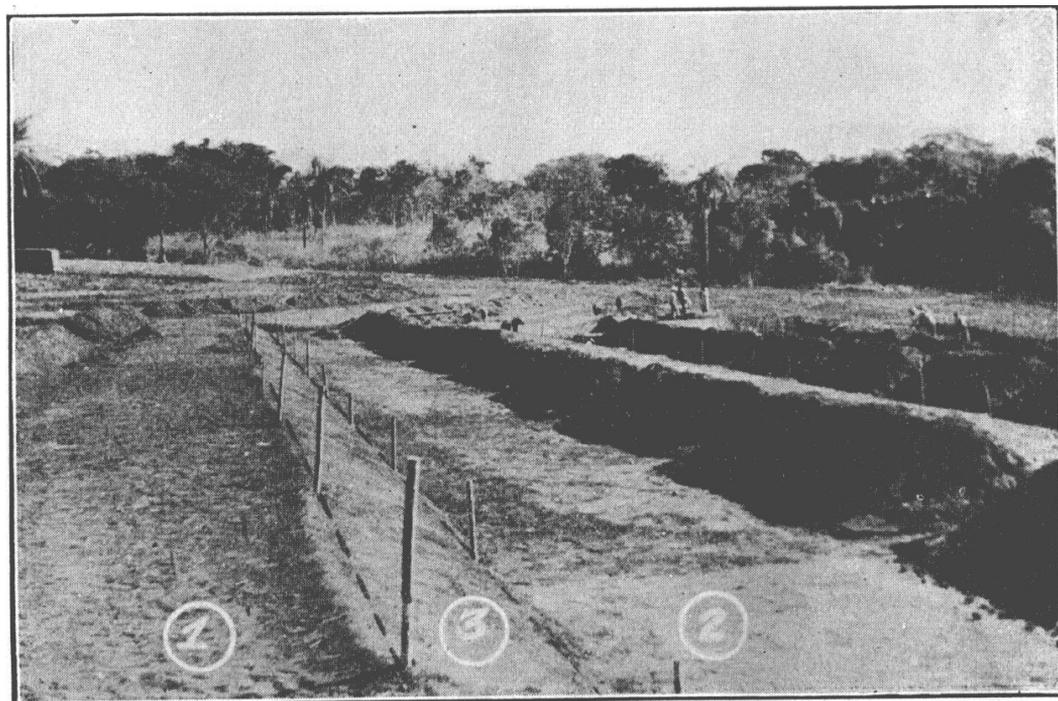
**Fig. 3** — Locação de um dos patamares com o "nível de borracha", aparelho de fácil manejo e cuja construção está ao alcance de qualquer pequena oficina de marceneiro. Está-se procedendo à locação da "linha do bordo" do patamar, que se vê assinalada pelas estacas de bambú distantes de 5 em 5 m.



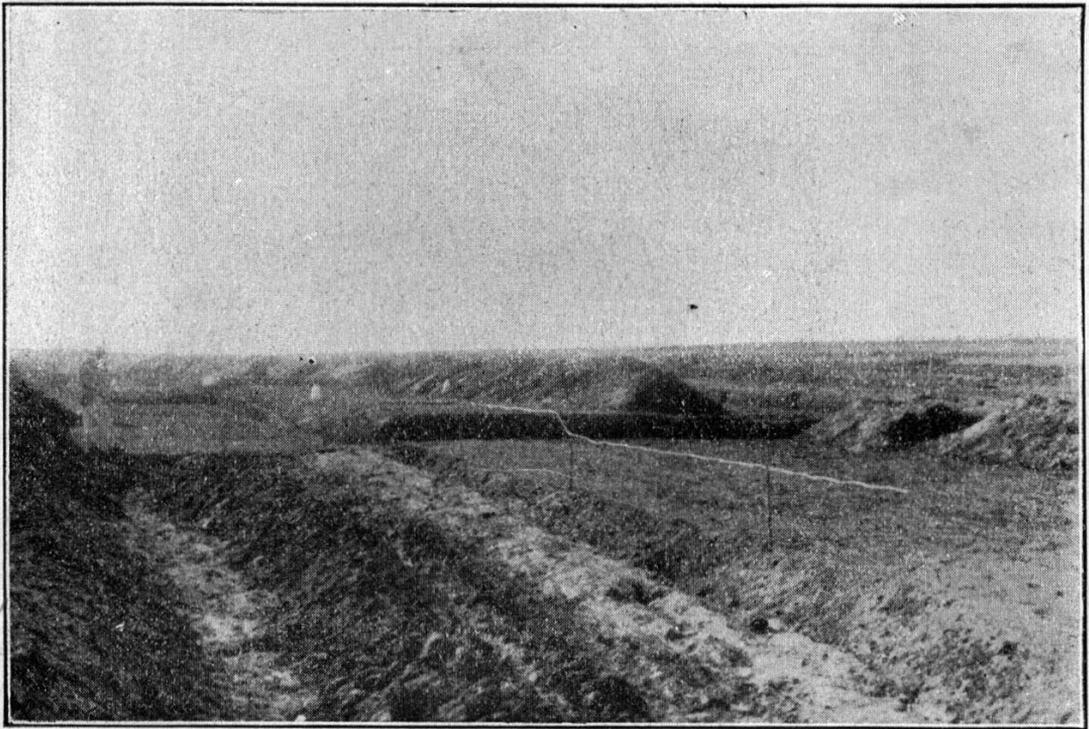
**Fig. 4** — Após o estaqueamento da "linha do bordo" e da "linha da base" do patamar, inicia-se a operação de enleiramento do solo, no centro, que é a mostrada nesta fotografia. Inferiormente, observam-se as estacas da "linha do bordo", já serradas a altura certa. O subsolo escavado na parte superior da leira será aterrado até à altura assinalada pelas estacas.



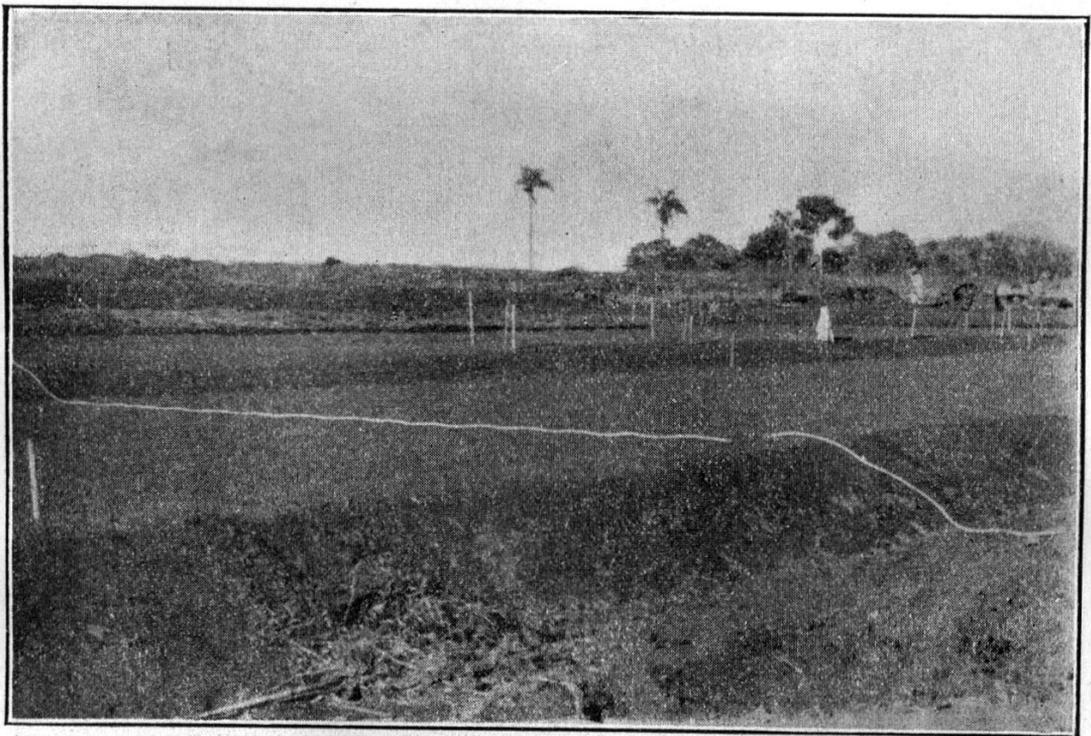
**Fig. 5** — Após a operação de atêrro, procede-se ao acertamento do nível do patamar, cuja operação está sendo executada pelo homem que se vê nesta fotografia. Às aberturas entre as leiras de solo permitem a passagem do barbante que assinalará o nível exato, unindo a cabeça da piquêta da linha de fundo ao risco da estaca da linha de bôrdo.



**Fig. 6** — Nesta fotografia nota-se, em 1, a parte aterrada, socada e nivelada do patamar superior ; em 2, a parte escavada e nivelada do patamar inferior ; em 3, o talude já acertado entre um patamar e outro. A operação que se seguirá é a construção da banquetta, com terra tirada do próprio talude. Assinalamos as linhas de bôrdo do patamar superior e de base do inferior.



**Fig. 7** — Quando o terreno é irregular, é-se levado, às vêzes, a construir um mesmo patamar em dois planos, conforme se vê, nesta fotografia, assinalado pela corda branca. Sempre que possível, deve-se evitar o seccionamento do patamar em planos diferentes.



**Fig. 8** — A última operação a que se procede na construção do patamar é a reposição do solo sôbre o subsolo. Nesta fotografia vemos um patamar concluído, faltando apenas a gramagem dos taludes e banquetas, que se vêem assinalados pela corda branca.



**Fig. 9** — Vista de uma agrieira construída em um patamar. Vê-se ao fundo a canaleta de escoamento e, transversalmente, os camaleões de terra que dividem a agrieira, ao mesmo tempo que servirão para facilitar a colheita do produto.



**Fig. 10** — Construção de um dos condutos distribuidores durante a instalação das manilhas.

Fig. 11 -- O sistema de irrigação por sulcos longitudinais, num patamar plantado com cebola.

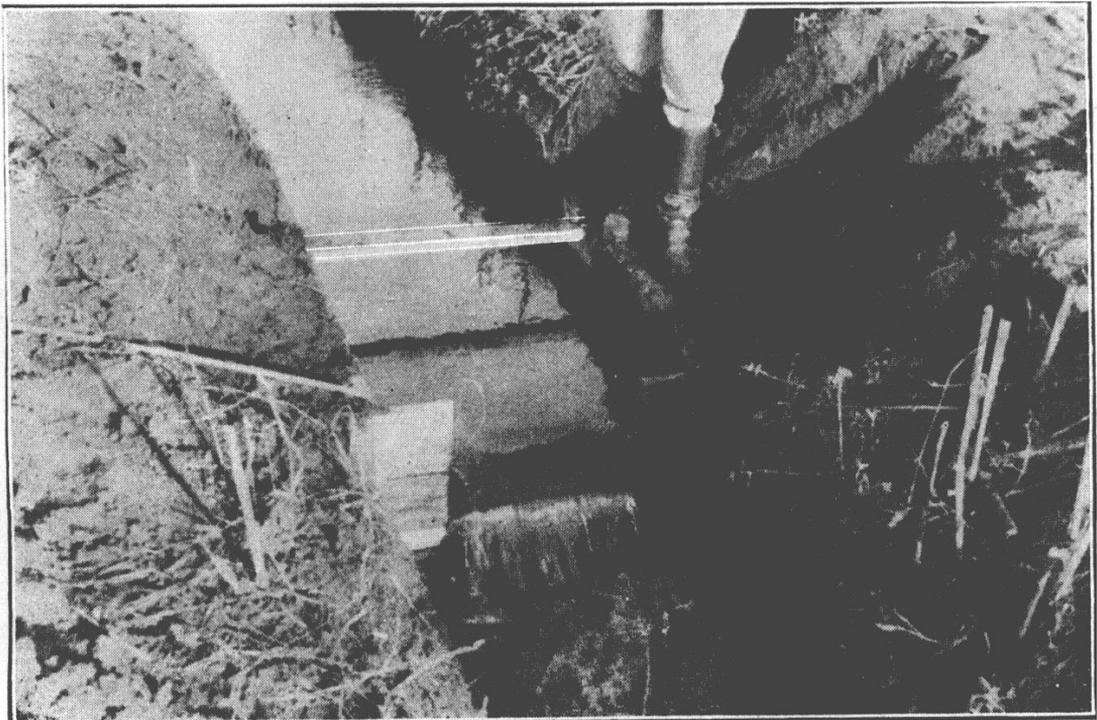


Fig. 12 -- Medindo a vazão num canal velho, na Escola Prática de Agricultura "Dr. Fernando Costa", em Pirassununga.

**Fig. 13** --- Uma vista de um dos vertedouros instalados no canal velho, para a medição da infiltração.

**Fig. 14** — Limpando o local por onde passará o canal adutor, o qual seguirá contornando a encosta.

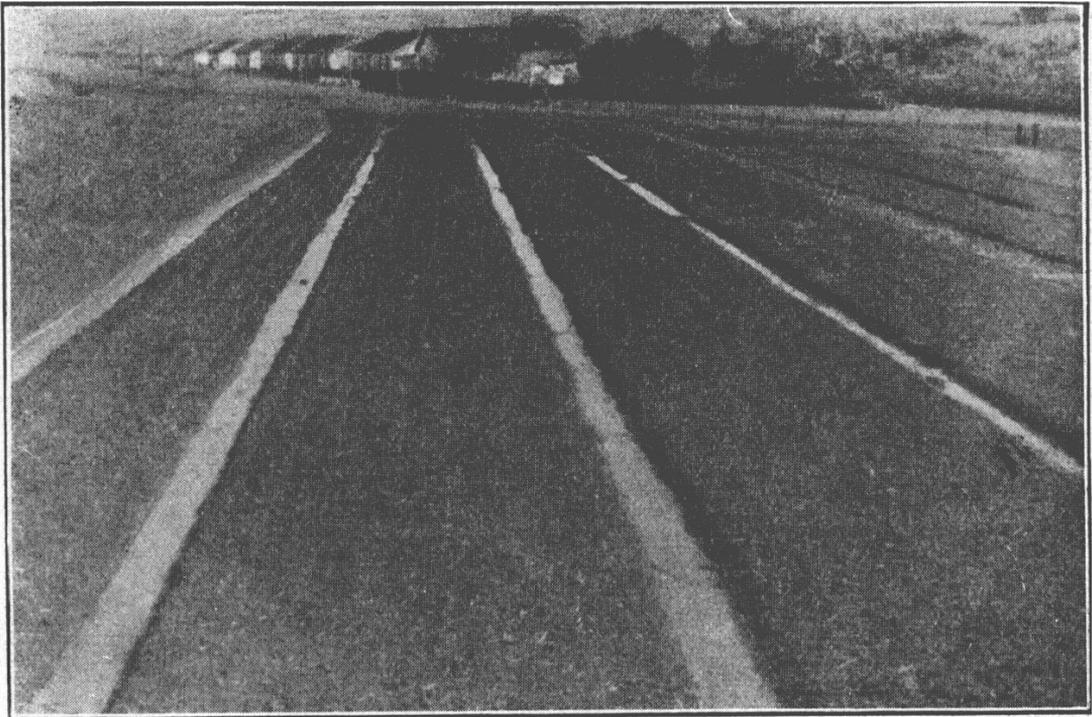


Fig. 11 -- O sistema de irrigação por sulcos longitudinais, num patamar plantado com cebola.

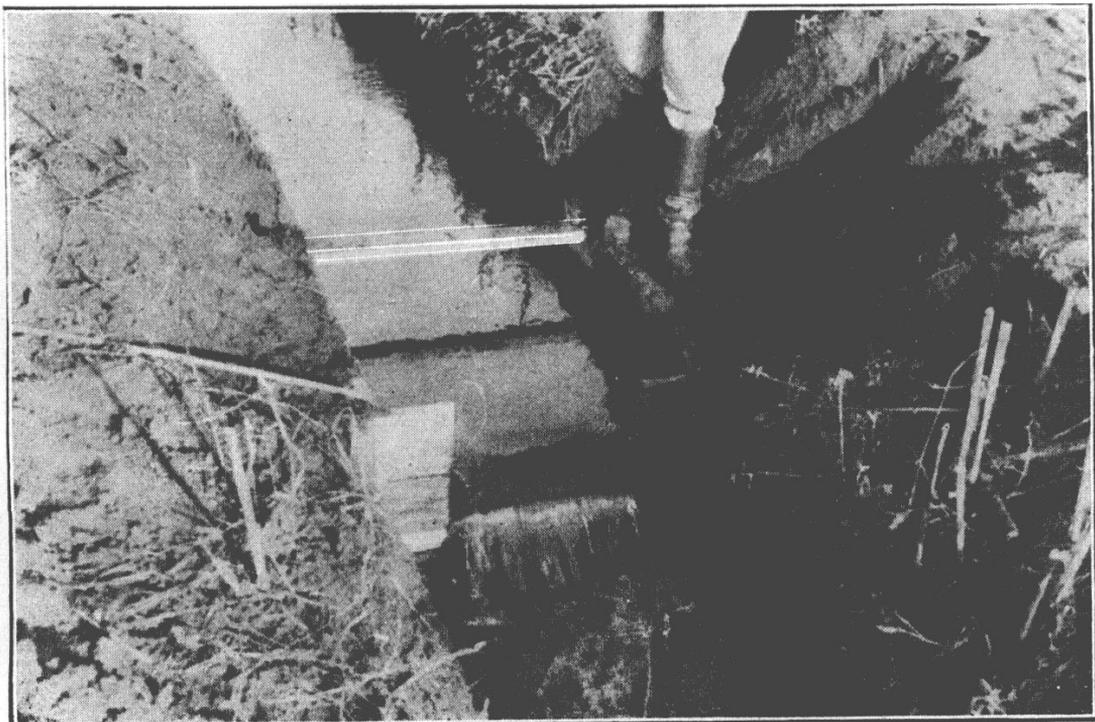
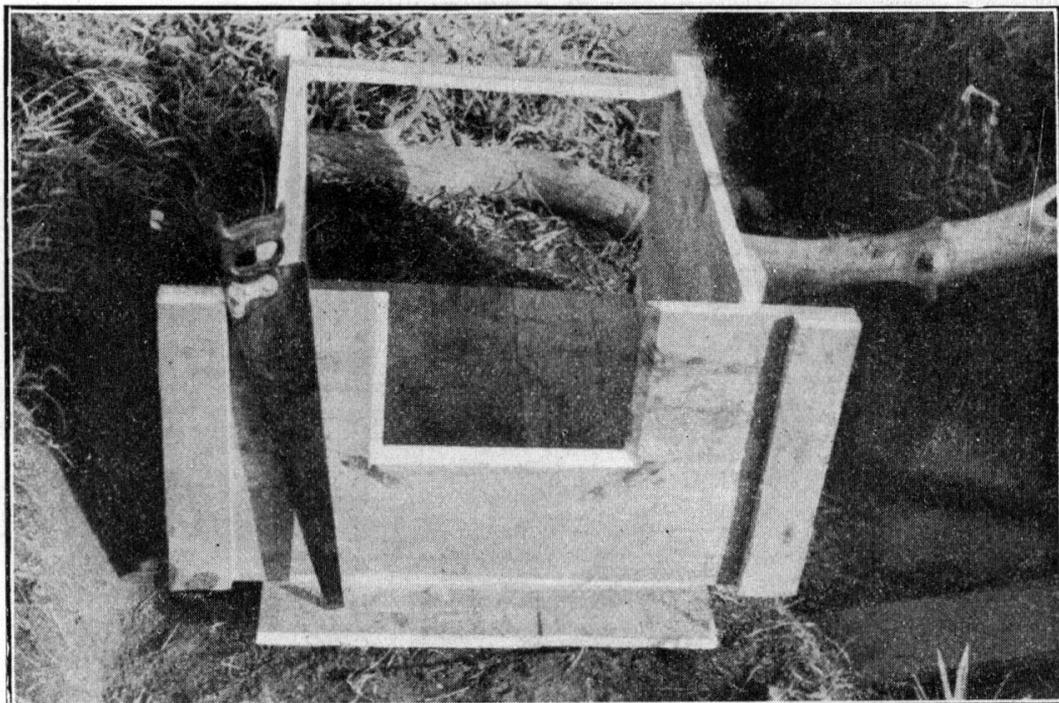


Fig. 12 -- Medindo a vazão num canal velho, na Escola Prática de Agricultura "Dr. Fernando Costa", em Pirassununga.



**Fig. 13** — Uma vista de um dos vertedouros instalados no canal velho, para a medição da infiltração.



**Fig. 14** — Limpando o local por onde passará o canal adutor, o qual seguirá contornando a encosta.



**Fig. 15** — Parte do canal que servirá à horta e outras dependências' da Escola Prática de Agricultura, notando-se o pequeno molde de madeira que serviu para facilitar o acertamento da secção reta do canal.

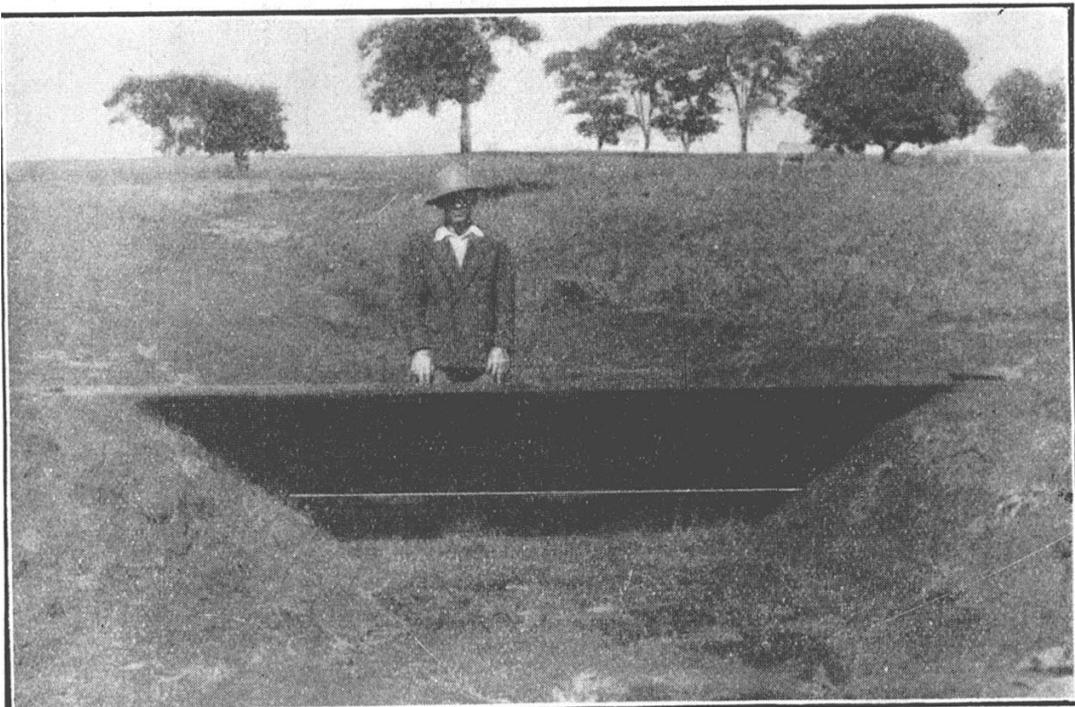
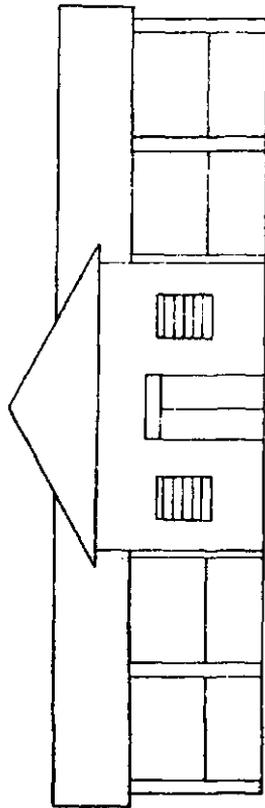
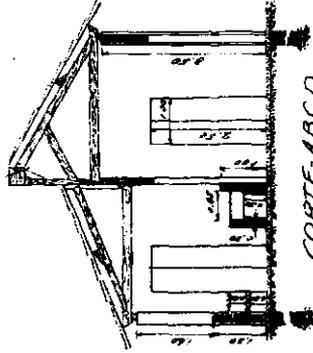


Fig. 16-17 — Para garantir a continuidade do canal, em certos trechos, é-se obrigado a construir sifões invertidos ou calhas de madeira, como as que se vêem nestas fotografias. As enxurradas dos terrenos situados a montante do canal poderão passar pelo vão deixado por baixo da calha, sem prejudicar o canal. Todavia, para evitar o solapamento das paredes laterais, pode-se construir uma pequena obra de alvenaria para suporte das calhas e proceder à gramagem do chão.

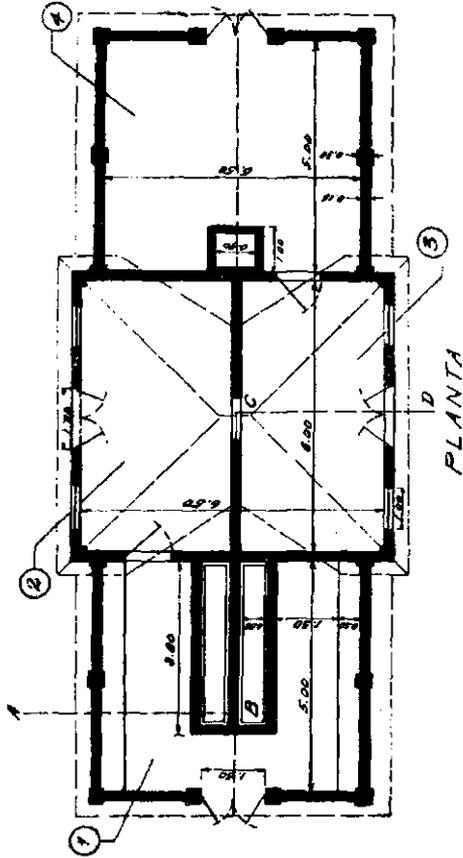
PLANTA DO PAVILHÃO DA HORTA IRRIGADA DA  
ESCOLA PRÁTICA DE AGRICULTURA "CETULIO VARGAS"  
de RIBEIRÃO PRETO



FACHADA



CORTE-ABC.D



PLANTA

Legenda

- 1. Compartimento para irrigação e depósito de hortaliças
- 2. Escritório e local para pesagens.
- 3. Depósito de adubos - inseticidas e ferramentas leves
- 4. Compartimento para preparo de inseticidas - medura de adubos e depósito de ferramentas pesadas.

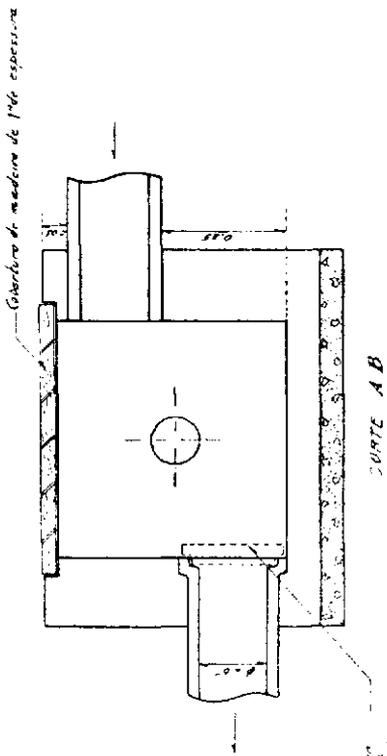
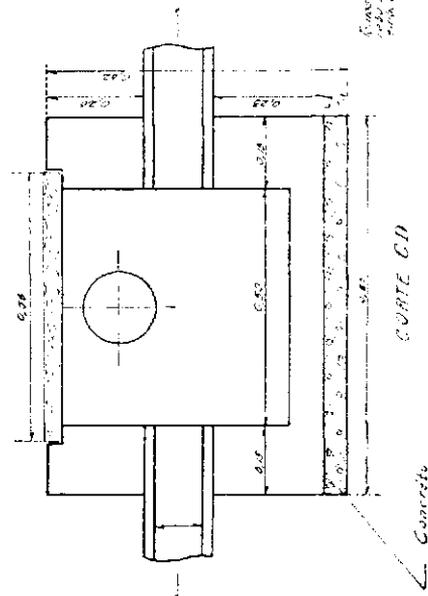
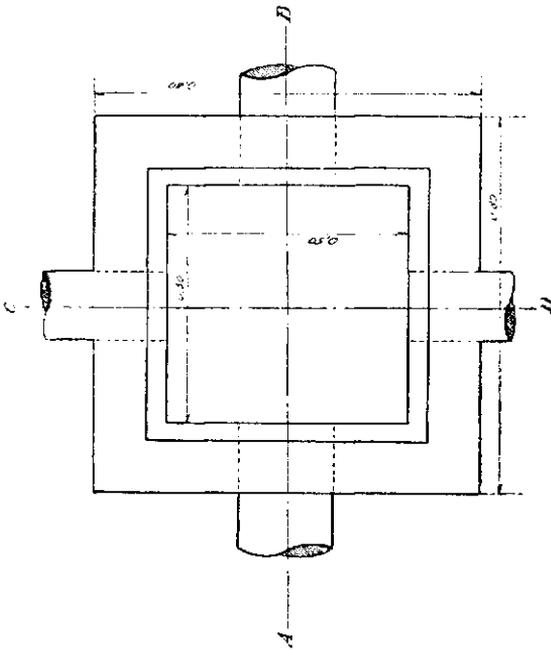
DIVISÃO DE EXPERIMENTAÇÃO E PESQUISAS  
- INSTITUTO AGRONÔMICO -  
Seção de Irrig. Dien. e Def. contra Inundações  
Des: e Projeto do Ar. RINDO N. TOSELLO  
Cópia por J. Gurgel Junior  
- 1948 -



HORTA IRRIGADA DA  
ESCOLA PRATICA DE AGRICULTURA  
DE PIRASSUNUNGA

Caixas para distribuição de agua

ESCALA - 1:10



Caixa de madeira com  
cobertura de 140 mm

DIVISÃO DE EXPERIMENTAÇÃO E PESQUISAS  
(INSTITUTO ECONOMICO)  
Projeto e desenho do Sr. RINO NATAL TOSELLO  
Curitiba - 1943

