

CIBEC/INEP

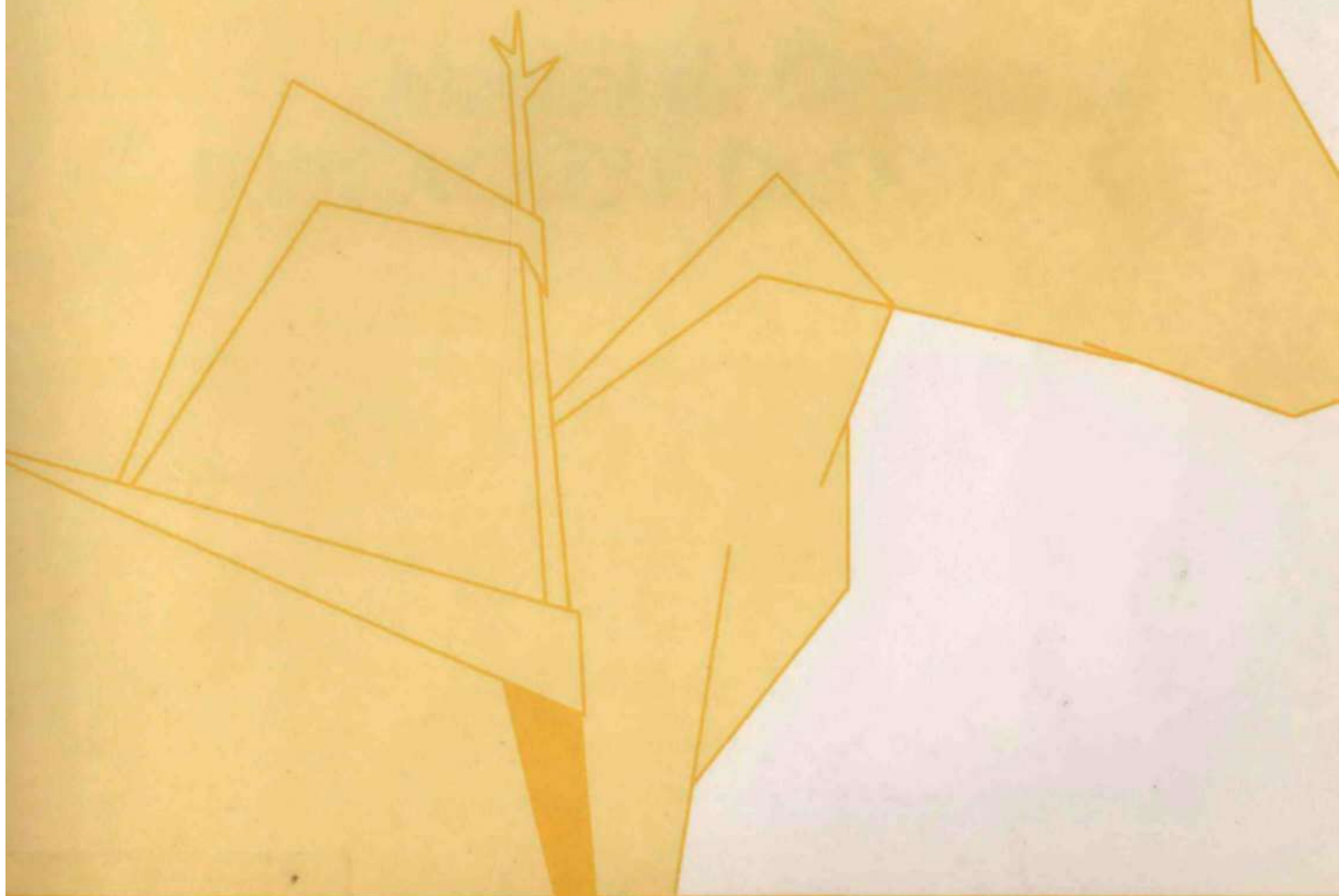
ETC



B0001675

MANUAL DE ORIENTAÇÃO

IRRIGAÇÃO E DRENAGEM



14.112
4i

série ensino agrotécnico 12

Manual de Orientação **IRRIGAÇÃO E DRENAGEM**

F**A****E**

MINISTERIO DA EDUCAÇÃO
FUNDAÇÃO DE ASSISTÊNCIA AO ESTUDANTE
Rio de Janeiro
1987

© 1987

Direitos autorais exclusivos do
Ministério da Educação

Impresso no Brasil

Depósito legal na Biblioteca Nacional, conforme Decreto nº 1.825, de 20 de dezembro de 1907.

Esta edição foi publicada pela
FAE — Fundação de Assistência ao Estudante, sendo
Presidente da República Federativa do Brasil
José Sarney

Ministro de Estado da Educação
Jorge Bornhausen

Secretário-Geral
Aloisio de Guimarães Sotero

Secretário de Ensino de 2.º Grau
Zeli Isabel Roesler

Presidente da FAE
Carlos Pereira de Carvalho e Silva

171 Irrigação e drenagem: manual de orientação/MEC, SESG, SETC. - Rio de Janeiro: FAE, 1987.
90p.: il.; 28 cm.- (Série Ensino agrotécnico; 12)

Bibliografia

ISBN 85-222-0207-9 Geral

ISBN 85-222-0232-X Irrigação e Drenagem

1. Agricultura - Estudo e ensino. 2. Irrigação agrícola. 3. Drenagem. 4. Educação agrícola. 5. Escolas agrícolas. I. Brasil. Secretaria de Ensino de 2º Grau. II. Fundação de Assistência ao Estudante, Rio de Janeiro, ed.. III. Série.

87-022 MEC/FAE/RJ

CDD-630.7

CDD-631.6

CDD-631.7

COORDENAÇÃO GERAL

- Elizabeth Borges de Oliveira — SESG/SETC

ELABORAÇÃO

- Espedito Gonzaga — EAF de Satuba-AL
- Luciano Esteves Pelúzio — SESG/SETC
- Paulo Afonso Rezende de Andrade — EAF de Bambuí-MG
- Vítor José Brum — EAF de Colatina-ES

COLABORAÇÃO

- Alei Batista Machado — EAF de Uberlândia-MG
- Alfredo Domingues Albuquerque — EAF de Machado-MG
- Antenor Machado de Aguiar — EAF de São Cristóvão-SE
- Antônio Wilhelin — EAF de Sertão-RS
- Benedito Munhoz Mendonça — EAF de Inconfidentes-MG
- Carlos Alberto dos Santos — EAF de Vitória de Santo Antão-PE
- Carlos Alberto Gomes dos Santos — EAF de Urutaí-GO
- Carlos Fernando Felette — EAF de Iguatu-CE
- Celso Antônio S. Souza — EAF de Muzambinho-MG
- Cláudio Ribamar de Brito Pereira — EAF de São Luís-MA
- Daniel Gonçalves dos Santos — EAF de Rio Verde-GO
- Demócrito Gonçalves Lima Ribeiro — EAF de Crato-CE
- Désirée Teixeira Gonçalves — EAF de AJege-ES
- Devaldo de Souza — EAF de Santa Teresa-ES
- Floriano Olinto Alves Filho — EAF de Machado-MG
- Francisco Nilson de Araújo — EAF de Iguatu-CE
- Francisco Tomaz de Oliveira — EAF de Sousa-PB
- Gaspar Paines Guterres — EAF de Alegrete-RS
- Gilmar Batista Marostega — EAF de Cáceres-MT
- Hildebrando Marinho do Monte Silva — EAF de Belo Jardim-PE
- João Batista Kefler Pinotti — EAF de Colatina-ES
- João Hélio Torres D'Ávila — EAF de Sousa-PB
- Jobelino Coelho de Araújo — EAF de Cuiabá-MT
- José Antônio Xavier Neto — EAF de São Cristóvão-SE
- José das Graças Santana — EAF de Catu-BA
- José Rogério Ferreira — EAF de São João Evangelista-MG
- José Xavier Sarmento — EAF de Salinas-MG
- Jurandir Rodrigues de Freitas — EAF de Catu-BA
- Landry Barboza de Oliveira — EAF de Castanhal-PA
- Leocínio José Gobbo — EAF de Alegre-ES
- Leonardo Munheiro Shimpo — EAF de Castanhal-PA
- Luiz Roberto Ribeiro do Vale — EAF de Cáceres-MT
- Manoel Correia Lima — EAF de Manaus-AM
- Manoel Rodrigues da Silva — EAF de Inconfidentes-MG
- Mara Regina Rodrigues — EAF de Bento Gonçalves-RS
- Maria Christina Junger Delôgo Dardengo — EAF de Santa Teresa-ES
- Maria da Sálete Coelho Pereira de Sousa — EAF de Barreiros-PE
- Mário Aparecido Moreira — SESG/SETC
- Mário Rogeri Montipó — EAF de Muzambinho-MG
- Mário Sérgio Costa Vieira — EAF de Rio Pomba-MG
- Odorico Neves da Silva — EAF de Januária-MG
- Othon Carlos da Cruz — EAF de Uberaba-MG
- Paulo Eduardo Pucci — EAF de Concórdia-SC
- Paulo Roberto dos Santos — EAF de Belo Jardim-PE
- Renato Borgmann — EAF de Urutaí-GO
- Reni Maria Forgerini — EAF de Cuiabá-MT
- Sidnei Muceneeki — EAF de São Vicente do Sul-RS
- Wagner Almeida — EAF de Barbacena-MG
- Walter Cunha Mendes Júnior — EAF de Barbacena-MG

REVISÃO

- Mirna Saad Vieira — SESG/SETC
- Therezinha de Oliveira — SESG/SETC

CAPA

- Olga Diniz de C. Botelho — SESG/SETC

APRESENTAÇÃO

Procurando contribuir para a melhoria da qualidade do ensino profissionalizante das Escolas Agrotécnicas Federais a partir da sistematização dos conteúdos programáticos e da implementação das aulas teórico-práticas, técnicos do Ministério da Educação, juntamente com professores das EAFs, vêm produzindo material didático das disciplinas que compõem o currículo dos cursos Técnico em Agropecuária e Técnico em Economia Doméstica.

Assim, os manuais que integram a série Ensino Agrotécnico apresentam não só uma proposta de conteúdo programático das disciplinas dos mencionados cursos, como também sugestões de atividades, contidas em folhas de orientação, que podem ser utilizadas como roteiro para o professor e material de consulta para o aluno.

Para a utilização dos manuais, os professores poderão lançar mão de sua experiência e criatividade, adaptando as práticas às peculiaridades locais, à realidade dos alunos e aos recursos disponíveis.

ZELI ISABEL ROESLER
Secretária de Ensino de 2: Grau

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	5
PROGRAMA-REFERÊNCIA.....	9
Objetivo Geral da Disciplina Irrigação e Drenagem.....	11
Programa-referência de Irrigação e Drenagem.....	13
FOLHAS DE ORIENTAÇÃO DE 1 A 34.....	17
BIBLIOGRAFIA.....	85

PROGRAMA-REFERÊNCIA
PROGRAMA-REFERÊNCIA
PROGRAMA-REFERÊNCIA
PROGRAMA-REFERÊNCIA
PROGRAMA-REFERÊNCIA

Objetivo Geral da Disciplina Irrigação e Drenagem

Propiciar condições para que o aluno adquira conhecimentos básicos de irrigação e drenagem, a fim de aplicá-los de maneira racional e econômica no desempenho de atividades profissionais da área.

OBJETIVOS DAS UNIDADES

IRRIGAÇÃO

1 — Introdução

— Descrever o histórico, conceituar irrigação e avaliar a sua importância no mundo e no Brasil.

2 — Relação água-solo-planta

— Reconhecer a importância da relação água-solo-planta e determinar os parâmetros básicos necessários ao cálculo da irrigação.

3 — Fontes de suprimento d'água

— Identificar as principais fontes de suprimento d'água, bem como aplicar métodos para a determinação de sua disponibilidade e qualidade.

4 — Captação, elevação e aproveitamento d'água

— Identificar os principais sistemas de captação, elevação e aproveitamento d'água e dimensioná-los.

5 — Sistemas de irrigação

— Identificar os diversos sistemas de irrigação e operacionalizá-los de maneira racional e econômica.

DRENAGEM

6 — Introdução

— Reconhecer a importância dos diferentes sistemas de drenagem.

7 — Drenagem para fins agrícolas

— Propiciar ao aluno o conhecimento das informações básicas necessárias à drenagem agrícola, bem como à elaboração, à implantação e ao manejo dos sistemas de drenagem.

Programa-Referência de Irrigação e Drenagem

(continua)

CONHECIMENTOS	SUGESTÕES DE ATIVIDADES	FOLHA DE ORIENTAÇÃO
<p>IRRIGAÇÃO</p> <p>1. Introdução</p> <ul style="list-style-type: none"> • Histórico <ul style="list-style-type: none"> — Origem e evolução — Situação da irrigação no mundo e no Brasil • Conceito • Importância <ul style="list-style-type: none"> — Necessidade — Viabilidade <p>2. Relação água-solo-planta</p> <ul style="list-style-type: none"> • Importância da relação água-solo-planta • Classificação da água no solo • Processos de determinação da porcentagem de umidade do solo <ul style="list-style-type: none"> — Gravimétricos <ul style="list-style-type: none"> Coleman Estufa — Eletrométricos <ul style="list-style-type: none"> Bouyoucos Colman — Tensiométricos <ul style="list-style-type: none"> Tensiômetro Speedy • Constante de umidade <ul style="list-style-type: none"> — Capacidade de campo — Ponto de murchamento • Profundidade efetiva do sistema radicular • Densidade aparente • Velocidade de infiltração da água no solo <ul style="list-style-type: none"> — Infiltrômetro de anel — Infiltrômetro de sulco • Quantidade de água necessária para irrigação <ul style="list-style-type: none"> — Indicações em tabelas, dados de pesquisa e/ou fórmulas empíricas <p>3. Fontes de suprimento d'água</p> <ul style="list-style-type: none"> • Principais fontes <ul style="list-style-type: none"> — Localização — Identificação • Qualidade de água para irrigação <ul style="list-style-type: none"> — Salinidade 	<p>1. Determinação de umidade do solo pelo processo empírico</p> <p>2. Determinação da capacidade de campo</p> <p>3. Determinação do ponto de murchamento</p> <p>4. Determinação da densidade aparente</p> <p>5. Determinação da velocidade de infiltração pelos métodos de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • infiltrômetro de anel • infiltrômetro de sulco <p>6. Disponibilidade de água no solo para a planta</p> <p>7. Determinação da vazão de um poço</p>	<p>1</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>4</p> <p>5</p> <p>6</p> <p>7</p> <p>8</p>

Programa-Referencia de Irrigação e Drenagem

(continua)

CONHECIMENTOS	SUGESTÕES DE ATIVIDADES	FOLHA DE ORIENTAÇÃO
<ul style="list-style-type: none"> • Determinação da disponibilidade de água <ul style="list-style-type: none"> — Método direto — Método do vertedor — Método do flutuador 	<p>8. Determinação de vazão pelos métodos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • direto • do vertedor • do flutuador 	<p>9</p> <p>10</p> <p>11</p>
<p>4. Captação, elevação e aproveitamento d'água</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sistemas de captação <ul style="list-style-type: none"> — Represamento e açudagem — Derivação de cursos d'água — Poços, cisternas e açudes • Máquinas elevatórias <ul style="list-style-type: none"> - Conjunto motobomba - Carneiro hidráulico - Roda d'água - Bombas manuais • Aproveitamento d'água <ul style="list-style-type: none"> - Abastecimento para animais e residências 	<p>9. Dimensionamento de açude</p> <p>10. Aproveitamento de água pluvial, através de cisternas</p> <p>11. Seleção de bombas centrífugas</p> <p>12. Instalação de máquinas elevatórias simples:</p> <ul style="list-style-type: none"> • carneiro hidráulico • roda d'água • bombas manuais 	<p>12</p> <p>13</p> <p>14</p> <p>15</p> <p>16</p> <p>17</p>
<p>5. Sistemas de irrigação</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aspersão <ul style="list-style-type: none"> - Vantagens e desvantagens - Componentes de um sistema de aspersão convencional, autopropelido e pivô central - Planejamento e cálculo <ul style="list-style-type: none"> Informações básicas necessárias à elaboração de um projeto Escolha e espaçamento dos aspersores Vazão necessária ao conjunto Cálculo do diâmetro econômico da tubulação Cálculo da altura manométrica Seleção do conjunto motobomba Regras gerais a serem observadas na distribuição do equipamento no campo • Irrigação superficial <ul style="list-style-type: none"> - Canais <ul style="list-style-type: none"> Dimensões Seção Extensão Declividade Localização 	<p>13. Identificação do sistema de irrigação por aspersão</p> <p>14. Seleção de aspersor</p> <p>15. Determinação da vazão necessária a um conjunto de irrigação por aspersão</p> <p>16. Determinação do diâmetro econômico da tubulação</p> <p>17. Determinação da altura manométrica</p> <p>18. Dimensionamento de um conjunto motobomba para irrigação</p> <p>19. Dimensionamento de canais de irrigação</p> <p>20. Localização de canais de irrigação</p>	<p>18</p> <p>19</p> <p>20</p> <p>21</p> <p>22</p> <p>23</p> <p>24</p> <p>25</p>

Programa-Referencia de Irrigação e Drenagem

(continua)

CONHECIMENTOS	SUGESTÕES DE ATIVIDADES	FOLHA DE ORIENTAÇÃO
<p>Construção Conservação - Irrigação por infiltração Vantagens, desvantagens e aplicabilidade Sulcos de rega</p>	<p>21. Determinação do tempo de irrigação em sulcos</p>	<p>26</p>
<p>Espaçamento Declividade Comprimento Abertura Conservação Manejo d'água - Inundação Vantagens, desvantagens e aplicabilidade Sistematização de solo Escolha da área Levantamento topográfico</p>	<p>22. Levantamento topográfico para sistematização de solo</p>	<p>27</p>
<p>Confecção de plantas Divisão dos tabuleiros</p>	<p>23. Confecção de planta</p>	<p>28</p>
<p>Traçados dos canais de irrigação e drenagem Cálculo da movimentação de terra Confecção de plantas com corte e aterro Implantação do projeto de sistematização Aproveitamento da área Manejo d'água nos tabuleiros</p>	<p>24. Locação de drenos, tabuleiros e canais</p>	<p>29</p>
<p>25. Movimentação de terra</p> <p>26. Confecção de planta</p>	<p>25. Movimentação de terra</p> <p>26. Confecção de planta</p>	<p>30</p> <p>31</p>
<p>• Irrigação subterrânea - Considerações gerais</p>		
<p>• Irrigação por gotejamento - Vantagens, desvantagens e aplicabilidade - Componentes do sistema - Funcionamento do sistema</p>		
<p>• Outros sistemas</p>		
<p>• Efeitos socioeconômicos da irrigação</p>		
<p>DRENAGEM</p>		
<p>6. Introdução</p>		
<p>• Conceitos</p>		
<p>• Importância</p>		
<p>• Resultados da drenagem</p>		
<p>7. Drenagem para fins agrícolas</p>		
<p>• Informações básicas necessárias à drenagem do solo</p>		
<p>- Planta cotada da área</p>		
<p>- Permeabilidade do solo</p>		
<p>- Localização dos coletores</p>		

Programa-Referencia de Irrigação e Drenagem

(conclusão)

CONHECIMENTOS	SUGESTÕES DE ATIVIDADES	FOLHA DE ORIENTAÇÃO
<ul style="list-style-type: none">- Precipitação pluviométrica da região- Causas de retenção do excesso d'água• Espaçamento e profundidade dos drenos • Tipos de drenos<ul style="list-style-type: none">- Drenos abertos- Drenos cobertos• Sistemas de drenagem• Declividade e comprimento dos drenos• Locação dos drenos• Conservação dos drenos	<p>27. Determinação de espaçamento e profundidade dos drenos</p> <p>28. Locação dos drenos</p> <p>29. Construção dos drenos</p>	<p>32</p> <p>33</p> <p>34</p>

FOLHAS DE ORIENTAÇÃO
FOLHAS DE ORIENTAÇÃO
FOLHAS DE ORIENTAÇÃO
FOLHAS DE ORIENTAÇÃO
FOLHAS DE ORIENTAÇÃO

DISCIPLINA: IRRIGAÇÃO E DRENAGEM

Folha de
orientação

UNIDADE: 2. Relação água-solo-planta

ATIVIDADE: 1. Determinação de umidade do solo pelo processo empírico

OBJETIVO: Reconhecer a umidade de um solo pelo processo de apalpamento

Página 1/2



MATERIAIS E/OU RECURSOS UTILIZADOS

ITEM	DENOMINAÇÃO	QUANT.
1	Guia para o reconhecimento da umidade de um solo	1
2	Solo	variável

PROCEDIMENTO

- 1.º) Colete uma amostra de solo na profundidade em que se deseje determinar o teor da umidade.
- 2.º) Identifique a textura do solo.
- 3.º) Comprima uma amostra de solo na palma da mão, formando uma bola.

PROCEDIMENTO

4.º) Observe o solo comprimido e, fazendo uso da tabela, reconheça o teor de umidade disponível remanescente.

GUIA PARA O RECONHECIMENTO PRÁTICO DA UMIDADE DE UM SOLO*

UMIDADE DISPONÍVEL REMANESCENTE	OBSERVAÇÃO DO SOLO PELO SEU ASPECTO E APALPAMENTO			
	Textura grossa	Textura moderadamente grossa	Textura média	Textura fina e muito fina
0-25%	Seco, solto e escapa- re entre os dedos; granulação simples	Seco, solto e escapa- re entre os dedos	Pulverulento, seco, por vezes formando torrões facilmente pulverizáveis	Duro, esturricado, às vezes com grumos soltos na superfície
25-50%	Aparência ainda seca; não forma bola ao comprimir**	Aparência ainda seca; não forma bola	Algo grumoso, mas forma bola	Algo maleável, for- mando bola
50-75%	De aspecto seco; não forma bola	Tende a formar bola, mas esta raramente se conserva	Forma uma bola algo plástica; às vezes se desliza ao ser com- primida	Forma uma bola e, ao comprimi-la entre o polegar e indica- dor, forma uma lâ- mina
75-100%	Tende a manter-se levemente coeso; às vezes forma uma bola que se desman- cha facilmente	Forma uma bola que se rompe facilmente e não se desliza	Forma bola muito maleável que desliza facilmente quando a % de argila é ele- vada	Forma lâminas es- corregadiças ao ser comprimida entre os dedos, untuoso ao tato
100% (capacidade de campo)	Ao comprimir não perde água, mas fica uma silhueta úmida na mão	Ao comprimir não perde água, mas fica uma silhueta úmida na mão	Ao comprimir não perde água, mas fica uma silhueta úmida na mão	Ao comprimir não perde água, mas fica uma silhueta úmida na mão
Acima de 100%	Ao comprimir perde água	Ao comprimir perde água	Ao comprimir perde água	Ao comprimir perde água e tem aspecto de nata de barro

NOTA: * Segundo sugestões do Serviço de Conservação dos Solos dos EUA (DAKER, A. Vol. 3).

** A bola se forma, comprimindo-se firmemente, na palma da mão, um punhado do solo.

DISCIPLINA: IRRIGAÇÃO E DRENAGEM

Folha de
orientação

UNIDADE: 2. Relação água-solo-planta

ATIVIDADE: 2. Determinação da capacidade de campo

2

OBJETIVO: Determinar a capacidade de campo pelo Método de Coleman

Página 1/3



MATERIAIS E/OU RECURSOS UTILIZADOS

ITEM	DENOMINAÇÃO	QUANT.
1	Balança de prato com precisão de um grama (g)	1
2	Bastão de madeira, medindo 35cm de comprimento (cabo de vassoura)	1
3	Fogareiro a álcool formado por duas latas sendo a superior perfurada	1
4	Mangueira de plástico transparente, de uma polegada de diâmetro, medindo 30cm de comprimento	1
5	Pedacinho de pano	variável
6	Solo que se deseja determinar a capacidade de campo	variável

PROCEDIMENTO

- 1 :) Tome a mangueira de 30cm e amarre um pedaço de pano na sua extremidade inferior, pesando-a e anotando o seu peso vazio.
- 2:) Coloque o solo, seco naturalmente, dentro da mangueira, em camadas delgadas, tendo o cuidado de atingir somente 25cm, deixando 5cm para se colocar água posteriormente.
- 3:) Arrume o solo dentro da mangueira, em camadas delgadas, dando leves pancadas na sua extremidade inferior.
- 4") Pese a mangueira com o solo adicionado, obtendo por diferença o peso do solo seco.

$$\text{peso do solo seco} = \text{peso mangueira com solo} - \text{peso mangueira sem solo}$$
- 5f) Faça uso da Tabela de Capacidade de Campo em função da textura do solo, servindo-se de parâmetro comparativo.

CAPACIDADE DE CAMPO*

TEXTURA DO SOLO	CAPACIDADE DE CAMPO (%)
Arenosa	8
Terra-franco-arenosa	14
Terra-franco-limosa	21
Terra-franco-argilosa-leve	23
Terra-franco-argilosa-pesada	25

* Segundo Prof. Ruy Mayer.

- 6:) Determine a quantidade de água que vai ser adicionada aos 5cm da mangueira, conforme o exemplo abaixo.
- Supondo que o peso do solo seco, textura-franco-limosa foi de 200g, a quantidade de água será:
 100g 21 (tabela)
 200g x Onde x = 42g de água
- 7?) Adicione 42ml de água (42g) ao solo, e deixe a mistura em repouso na posição vertical (mangueira+ solo + água), por um período de 24 horas.
- 8") Retire o solo da mangueira após as 24 horas de repouso, fazendo uso de um bastão de madeira, que servirá de embolo para extrair o solo.
- 9") Tome o terço médio da amostra extraída e despreze os outros dois terços extremos, pesando a parte central tomada, para se ter o peso úmido, anotando-o.
- 10") Coloque a amostra no fogareiro.
- 11 :) Pulverize a amostra com álcool, dentro do fogareiro.
- 12:) Queime o álcool depositado na amostra, retirando a umidade do solo por aquecimento.

PROCEDIMENTO

13º) Efetue pesagens da amostra logo que o fogo se apagar, pulverizando-a novamente com álcool e queimando-a em seguida.

14º) Pare de aquecer quando verificar um peso constante, após sucessivas pesagens.

15:) Determine o peso da umidade da amostra do solo subtraindo o peso do solo seco do peso do solo úmido.

Exemplo:

Peso do solo úmido = 5üg

Peso do solo seco = 35g

Diferença = 15g

16:) Calcule a capacidade de campo do solo referente ao exemplo acima.

35g 15g

100 x Donde x = 50% (capacidade de campo procurada)

OBSERVAÇÕES

- No décimo primeiro procedimento, o álcool passará pelo solo e, conseqüentemente, pelos furos da lata superior, levando consigo grande parte da água que se depositará na lata inferior.
- Este método não se aplica a solos orgânicos.

DISCIPLINA: IRRIGAÇÃO E DRENAGEM

Folha de
orientação

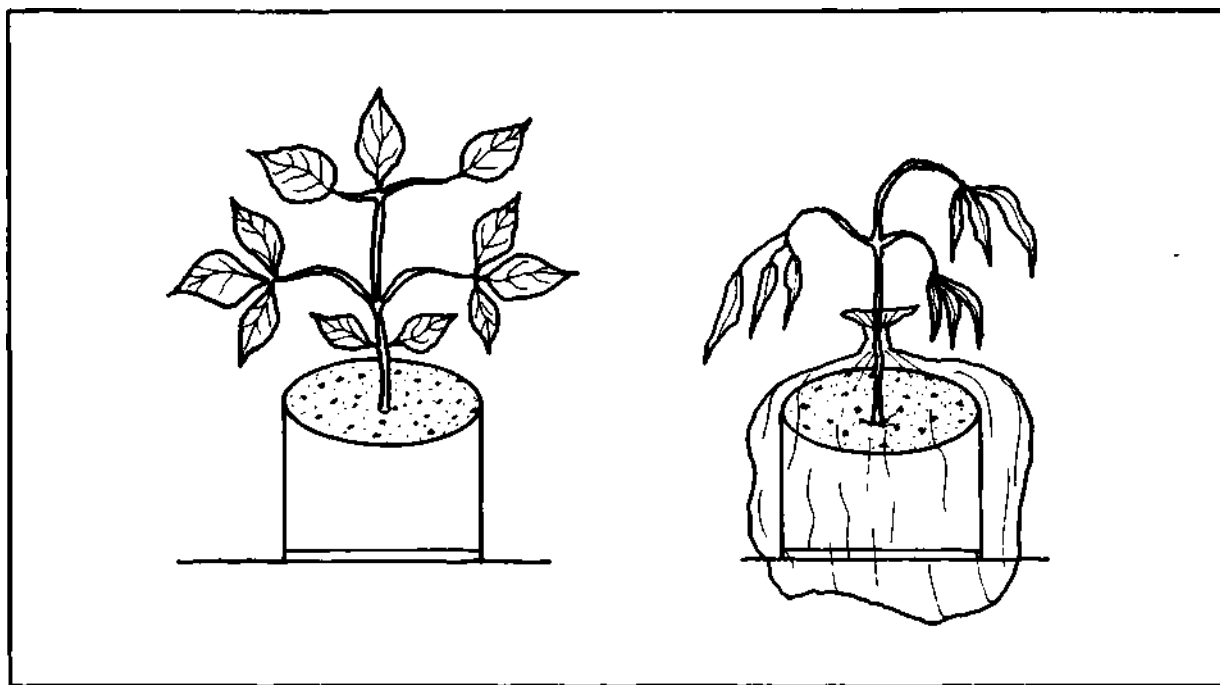
UNIDADE: 2. Relação água-solo-planta

ATIVIDADE: 3. Determinação do ponto de murchamento

3

OBJETIVO: Verificar a umidade de murchamento de um solo pelo processo fisiológico

Página 1/2



MATERIAIS E/OU RECURSOS UTILIZADOS

ITEM	DENOMINAÇÃO	QUANT.
1	Lata	1
2	Planta indicadora (feijão)	variável
3	Saco plástico	variável
4	Solo que se deseja determinar a umidade de murchamento	variável

PROCEDIMENTO

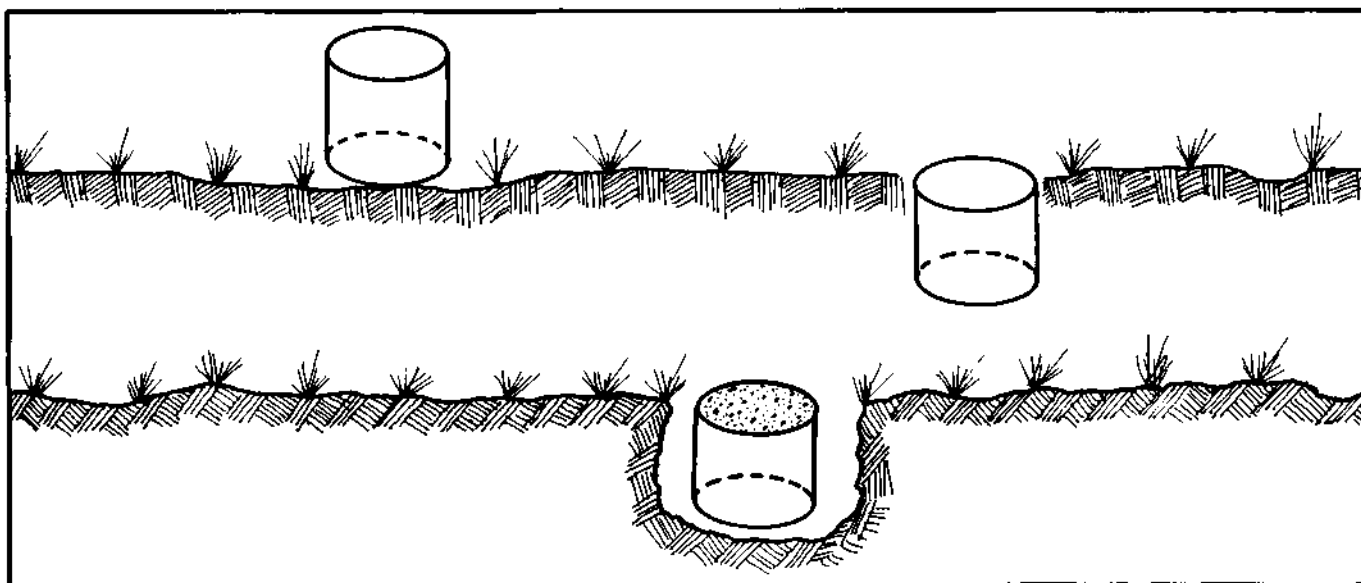
- 1.º Coloque em uma lata de 1 litro o solo do qual se deseja determinar a umidade de murchamento.
- 2.º Faça o semeio da planta indicadora, irrigando-a em seguida.
- 3.º Regue a planta até que apresente o primeiro par de folhas totalmente adulto (25 a 30 dias do semeio).

PROCEDIMENTO

- 4.º) Envolve a lata, após a última rega, com saco plástico, amarrando-o no caule próximo ao coleto.
- 5.º) Observe diariamente a planta para constatar os primeiros sinais do murchamento.
- 6.º) Leve a lata para uma atmosfera saturada, tão logo sejam observados os sinais de murchamento.
- 7.º) Constate se a planta permanece murcha após o período de 24h.
- 8.º) Retire da lata o solo e a planta com todo o sistema radicular, determinando o peso do solo, após constatada a umidade de murchamento.
- 9.º) Coloque o solo numa estufa, com temperatura de 105 a 110 °C, por um período de 24h, para extrair a umidade remanescente da amostra.
- 10.º) Obtenha o peso da umidade remanescente no solo, por diferença de pesagem.
Peso do solo retirado da lata = 320g
Peso do solo seco na estufa = 260g
Diferença = 60g
- 11.º) Calcule o percentual de umidade de murchamento do solo de acordo com o exemplo acima.
260g 60g
100g x Donde x = 23 (umidade de murchamento)

OBSERVAÇÕES

- A atmosfera saturada poderá ser um recipiente com água, permanecendo a planta próximo a esse, por um período de 24h.
- O solo alcança sua umidade de murchamento quando a planta permanece murcha após o período de 24h.



MATERIAIS E/OU RECURSOS UTILIZADOS

ITEM	DENOMINAÇÃO	QUANT.
1	Balança de prato com precisão de 1g	1
2	Cilindro oco, com volume conhecido	1
3	Espátula	1
4	Fogareiro a álcool	1

PROCEDIMENTO

- 1.º) Retire, com o auxílio do cilindro, o volume de solo do qual se deseja determinar a densidade aparente.
- 2.º) Leve o volume do solo coletado para o fogareiro a álcool e aqueça-o, até que o mesmo perca toda a umidade.
- 3.º) Pese o solo seco.

PROCEDIMENTO

4.º) Determine a densidade do solo, dividindo o peso do solo seco pelo volume do cilindro.

$$D = \frac{\text{massa (peso do solo seco em gramas)}}{\text{volume do cilindro (em centímetros cúbicos)}}$$

Exemplo:

Volume do cilindro = 150cm³

Peso do solo seco = 180g

$$\text{Densidade aparente (Dap)} = \frac{180\text{g}}{150\text{cm}^3}$$

$$Dap = 1,20\text{g/cm}^3$$

OBSERVAÇÃO

- No segundo procedimento, o solo estará seco quando, após sucessivas pesagens, o seu peso permanecer constante.

DISCIPLINA: IRRIGAÇÃO E DRENAGEM

Folha de
orientação

UNIDADE: 2. Relação água-solo-planta

ATIVIDADE: 5. Determinação da velocidade de infiltração

5

OBJETIVO: Determinar a velocidade de infiltração do solo pelo método do infiltrômetro de anel

Página 1/2



MATERIAIS E/OU RECURSOS UTILIZADOS

ITEM	DENOMINAÇÃO	QUANT.
1	Anel com diâmetro de 25cm e altura de 30cm	1
2	Anel com diâmetro de 50cm e altura de 30cm	1
3	Cronômetro (precisão de segundos)	1
4	Marreta (1 kg)	1
5	Nível de pedreiro (40 ou 50cm)	1
6	Plástico fino	variável
7	Recipiente de volume conhecido	1
8	Régua (50cm, graduada em mm)	1

PROCEDIMENTO

- 1.º) Construa os dois anéis com as bordas inferiores em bisel, para facilitar a penetração no solo.
- 2.º) Instale os anéis concêntricos, na vertical, e enterre-os 15cm no solo, com o auxílio de uma marreta.
- 3.º) Cubra o solo do interior dos anéis com plástico fino.

PROCEDIMENTO

- 4.º) Coloque nos dois anéis, até uma altura de 5cm, permitindo uma oscilação máxima de 2cm.
- 5.º) Retire os plásticos.
- 6.º) Acompanhe, com o auxílio da régua quadrada, a infiltração vertical no cilindro central, em intervalos de tempo (5, 10, 15, 20, 30, 45, 60, 90, 120 minutos).
- 7.º) Determine, no primeiro instante, a infiltração acumulada (I), num tempo (T).
- 8.º) Calcule a velocidade de infiltração média (V_{Im}) pela expressão:
- $$V_{Im} = \frac{I}{T}$$
- V_{Im} = velocidade de infiltração média em cm/h
I = infiltração acumulada em cm
T = tempo em minutos
- 9.º) Calcule a velocidade de infiltração aproximada (V_{Ia}), pela expressão:
- $$V_{Ia} = \frac{\Delta I}{\Delta T}$$
- V_{Ia} = velocidade de infiltração aproximada ou infiltração instantânea em cm/h
I = variação da lâmina infiltrada em cm
T = variação de tempo em minuto
- 10.º) Utilize o modelo do quadro abaixo para sistematização dos dados obtidos durante a prática.

DETERMINAÇÃO DA INFILTRAÇÃO ACUMULADA (I) E DA VELOCIDADE DE INFILTRAÇÃO (VI) PELO MÉTODO DO INFILTRÔMETRO DE ANEL*

TEMPO		RÉGUA		INFILTRAÇÃO ACUMULADA	VELOCIDADE DE INFILTRAÇÃO	
Hora	Acumulado (min)	Leitura (cm)	Diferença (cm)	I (cm)	V _{Im} (cm/h)	V _{Ia} (cm/h)
10:00	—	10,00	—	—	—	—
10:05	5	11,60/10**	1,6	1,6	19,2	19,2
10:10	10	11,20	1,2	2,8	16,8	14,4
10:15	15	12,00/10**	0,8	3,6	14,4	9,6

Nota: * Segundo Bernardo, Salassier.

** Recolocou-se água nos cilindros, até elevar o seu nível à profundidade de 5cm, a partir da superfície do solo ou 10cm a partir da borda superior do cilindro.

OBSERVAÇÃO

No nono procedimento, ao aplicar a fórmula V_{Ia}, transformar a variação do tempo em horas.

DISCIPLINA: IRRIGAÇÃO E DRENAGEM

Folha de
orientação

UNIDADE: 2. Relação água-solo-planta

ATIVIDADE: 5. Determinação da velocidade de infiltração

OBJETIVO: Determinar a velocidade de infiltração de um solo pelo método do infiltro - metro de sulco

6

Página 1/2



MATERIAIS E/OU RECURSOS UTILIZADOS

ITEM	DENOMINAÇÃO	QUANT.
1	Cronômetro (precisão de segundos)	
2	Marreta	
3	Piquete de madeira	
4	Recipiente de volume conhecido	
5	Régua (50cm graduada em mm)	
6	Trena (30m)	

PROCEDIMENTO

- 1º) Abra um sulco com 1 m de comprimento, semelhante ao de irrigação.
- 2º) Crave o piquete, no fundo do sulco, a uma altura igual a da lâmina d'água a ser utilizada na irrigação.
- 3º) Coloque água no sulco e rebase-a até que a mesma atinja o nível do topo do piquete.
- 4º) Acrescente água ao sulco através de recipiente de volume conhecido, permitindo uma oscilação máxima na lâmina de 2cm, e anote o tempo gasto para esta infiltração.
- 5º) Repita o procedimento anterior, até que a oscilação da lâmina permaneça constante, num dado intervalo de tempo (VIb).

PROCEDIMENTO

6.º) Determine, no primeiro instante, a infiltração acumulada (I), num tempo (T).

7.º) Calcule a velocidade de infiltração média (V_{im}) pela expressão:

$$V_{im} = \frac{I}{T}$$

V_{im} = velocidade de infiltração média em l/7h por metro de sulco

I = Infiltração acumulada em l/m de sulco

T = tempo em minutos

8.º) Calcule a velocidade de infiltração aproximada (V_{ia}) pela expressão:

$$V_{ia} = \frac{\Delta I}{\Delta T}$$

V_{ia} = velocidade da infiltração aproximada em l/h por metro de sulco

I = variação da infiltração em l/h por metro de sulco

T = variação do tempo em minutos

9.º) Utilize o modelo do quadro abaixo para sistematização dos dados obtidos durante a prática.

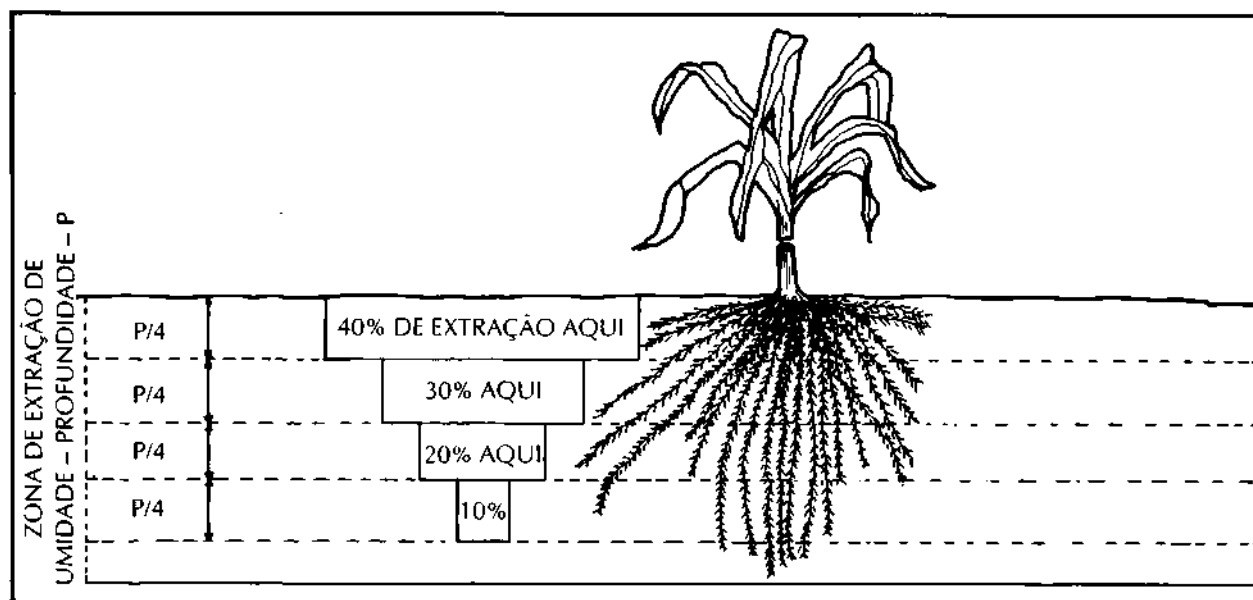
DETERMINAÇÃO DA INFILTRAÇÃO ACUMULADA (I) E VELOCIDADE DE INFILTRAÇÃO (VI), PELO MÉTODO DO INFILTRÔMETRO DE SULCO*

TEMPO		ÁGUA ACRESCENTADA EM LITROS		INFILTRAÇÃO ACUMULADA (I)l/m DE SULCO	V _{im} l/m POR m DE SULCO	V _{ia} l/h POR m DE SULCO
Hora	Acumulado (min)	No intervalo	Total			
8:00	—	—	—	—	—	—
8:05	5	2,00	2,00	2,00	24,00	24,00
8:10	10	1,50	3,50	3,50	21,00	18,00
8:15	15	1,10	4,60	4,60	18,40	13,20

Nota: * Segundo Bernardo, Salassier.

OBSERVAÇÕES

- No sexto procedimento, considerar que, quanto maior for a velocidade de infiltração de um solo, mais freqüentes deverão ser as leituras.
- No oitavo procedimento, ao aplicar a fórmula V_{ia}, transformar a variação de tempo em horas.
- Para se determinar a V_{lb} (velocidade de infiltração básica), deve-se efetuar os procedimentos em, pelo menos, três sulcos no solo.



MATERIAIS E/OU RECURSOS UTILIZADOS

ITEM	DENOMINAÇÃO	QUANT.
1	Tabela de propriedades físicas do solo em função da textura	1

PROCEDIMENTO

PROPRIEDADES FÍSICAS DOS SOLOS EM FUNÇÃO DA TEXTURA*

TEXTURA DO SOLO	DENSIDADE APARENTE (g/cm ³)	CAPACIDADE CAMPO (%)	UMIDADE DE MURCHA (%)
Arenoso	1,65	9	4
Barro arenoso	1,50	14	6
Barro	1,40	22	10
Barro argiloso	1,35	27	13
Argilo-arenoso	1,30	31	15
Argiloso	1,25	35	17

Nota: * Segundo Israelson & Hansen.

1.º) Tome o valor da capacidade de campo do solo em estudo em %, conforme a tabela anterior.

PROCEDIMENTO

- 2.º) Tome o valor da umidade de murchamento em %.
- 3.º) Tome o valor da densidade aparente do solo em g/cm³
- 4.º) Identifique a profundidade efetiva do sistema radicular da cultura a ser implantada.
- 5.º) Calcule o volume de água disponível, aplicando a seguinte fórmula:

$$V = (C_c - U_m) \times D_{ap} \times p \times 100$$

V = volume de água disponível no solo (m³/ha)

C_c = capacidade campo (%)

U_m = umidade de murcha (%)

D_{ap} = densidade aparente (g/cm³)

p = profundidade efetiva do sistema radicular (m)

Exemplo numérico:

Cultura: cana-de-açúcar

Tipo de solo: argilo-arenoso

Capacidade de campo: 31 %

Umidade de murcha: 15%

Densidade aparente: 1,30g/cnr

Profundidade efetiva do sistema radicular: 1,00m

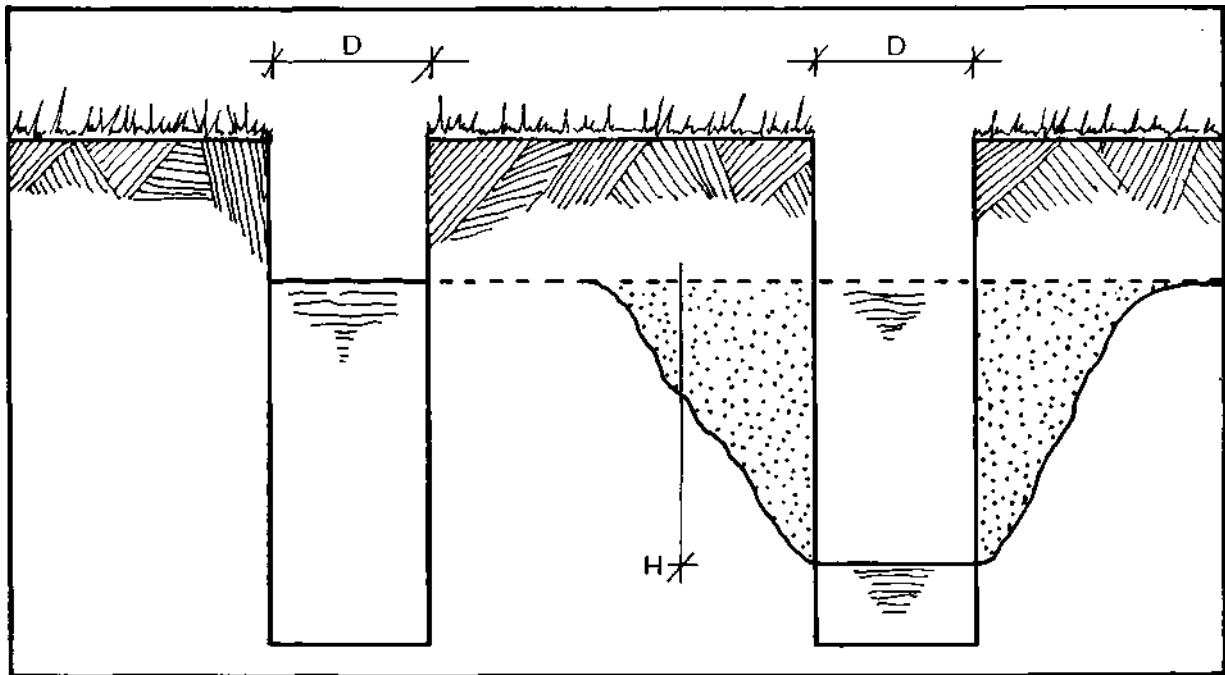
Aplicando a fórmula, teremos:

$$V = (31 - 15) \cdot 1,30 \cdot 1,0 \cdot 100$$

Donde V = 2.080m³/ha

OBSERVAÇÃO

- 2.080m³/ha será o volume que o solo, com as características acima, pode dispor no seu perfil, a um metro de profundidade.



MATERIAIS E/OU RECURSOS UTILIZADOS

ITEM	DENOMINAÇÃO	QUANT.
1	Cronômetro (precisão de segundos)	1
2	Equipamento para esgotamento da água do poço (bomba)	1

PROCEDIMENTO

- 1º) Meça o diâmetro (em m) do poço e anote o seu valor.
- 2º) Esvazie o poço até uma altura (H) do nível inicial da água.
- 3º) Verifique o tempo (T) que a água leva para recuperar o seu nível inicial.
- 4º) Calcule a vazão (Q), aplicando a seguinte expressão:

$$Q = \frac{D^2 \cdot H \cdot 1000 \cdot 3,14}{4T}$$

PROCEDIMENTO

Q = vazão do poço (l/seg)

D = diâmetro do poço (m)

H = altura do nível inicial (m)

T = tempo de recuperação do nível inicial (seg)

Exemplo:

D = 1,5m

H = 3,0m

T = 5min = 300seg

$$Q = \frac{1000 \cdot 1,5^2 \cdot 3 \cdot 3,14}{4 \cdot 300}$$

Q = 18 litros/seg

DISCIPLINA: IRRIGAÇÃO E DRENAGEM

Folha de
orientação

UNIDADE: 3. Fontes de suprimento d'água

ATIVIDADE: 8. Determinação de vazão

9

OBJETIVO: Determinar a vazão de um pequeno curso d'água pelo processo da medição direta

Página 1/2



MATERIAIS E/OU RECURSOS UTILIZADOS

ITEM	DENOMINAÇÃO	QUANT.
1	Calha ou bica	1
2	Cronômetro (precisão de segundos)	1
3	Dique	1
4	Recipiente de volume conhecido	1

PROCEDIMENTO

- 1.º) Faça um pequeno dique no curso d'água.
- 2.º) Instale uma calha, de forma que toda a água flua pela mesma.

PROCEDIMENTO

- 3.º) Determine o tempo gasto para encher o recipiente de volume conhecido.
- 4.º) Repita a operação do procedimento anterior, pelo menos três vezes, e encontre a média aritmética.
- 5.º) Calcule a vazão do curso d'água, aplicando a seguinte fórmula:

$$\text{Vazão} = \frac{\text{volume do recipiente (em litros)}}{\text{tempo médio de enchimento (em segundos)}}$$

Exemplo:

Tempo de enchimento 1: 6 segundos

Tempo de enchimento 2: 8 segundos

Tempo de enchimento 3: 7 segundos

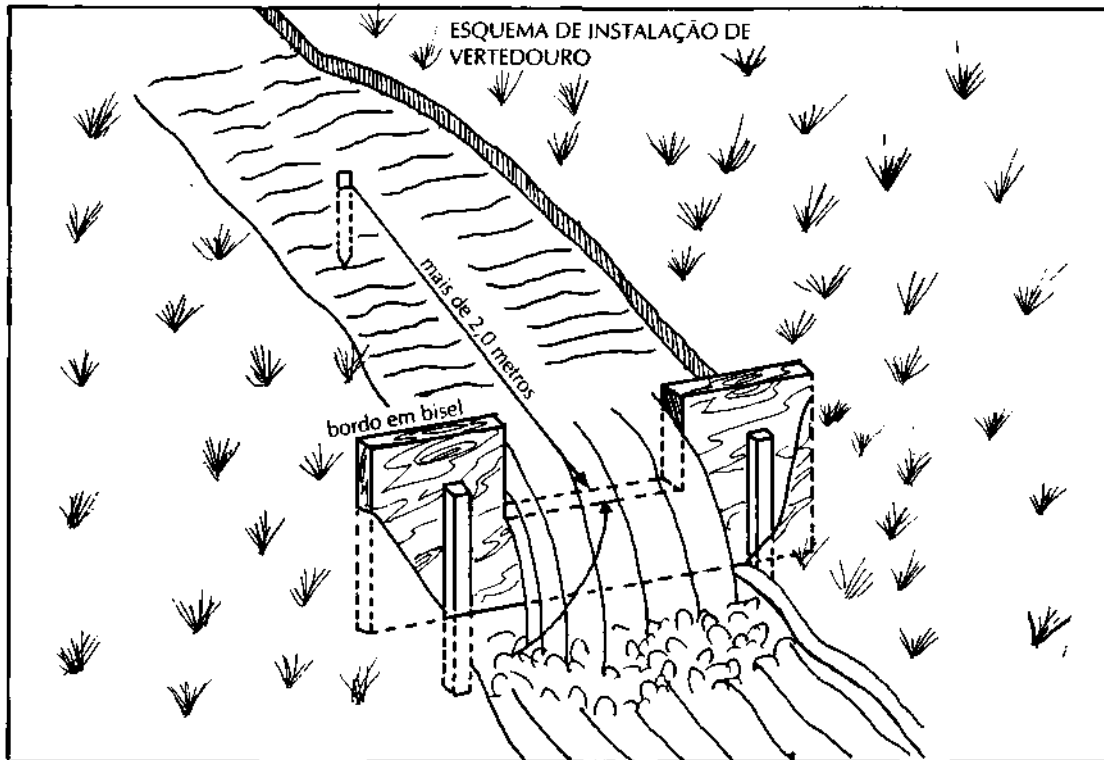
$$\text{Tempo médio} = \frac{8 + 6 + 7}{3} = \frac{21 \text{ seg}}{3}$$

Donde tempo médio = 7 segundos

$$\text{Vazão do curso d'água em estudo} = \frac{20 \text{ litros}}{7 \text{ segundos}} = 2,86 \text{ l/seg}$$

OBSERVAÇÃO

- Este método limita-se a cursos d'água com vazão < a 20 litros por segundo.



MATERIAIS E/OU RECURSOS UTILIZADOS

ITEM	DENOMINAÇÃO	QUANT.
1	Marreta (1 kg)	
2	Nível de pedreiro (40 a 50cm)	
3	Piquete (0,50m)	
4	Régua (50cm graduada em mm)	
5	Trena (30m)	
6	Vertedor retangular	

PROCEDIMENTO

- 1.º) Escolha um trecho do curso d'água que seja reto e uniforme.
- 2.º) Instale o vertedor perpendicularmente à corrente e em nível, evitando que a lâmina d'água fique deprimida.

PROCEDIMENTO

3.) Tome a altura da lâmina d'água na cabeça do piquete, a montante do vertedor, a uma distância de mais ou menos 1,5 a 2,0m do vertedor.

4.º) Utilize o vertedor retangular, usando a expressão:

$$Q = 1,77 \cdot LH \sqrt{H} \text{ (delgado)}$$

$$Q = 1,55 \cdot LH \sqrt{H} \text{ (espesso)}$$

Q = vazão em m³/s

L = largura da soleira em metros

H = altura da lâmina d'água tomada a montante do vertedor na cabeça do piquete em metros

OBSERVAÇÕES

- No terceiro procedimento, deve-se ter o cuidado de esperar que o fluxo do curso d'água estabilize no vertedor instalado, para se fazer a leitura.
- A distância da soleira, ao fundo e aos lados do canal, deve ser, no mínimo, 3H.
- O nível d'água, a jusante, deve ficar abaixo da soleira, no mínimo, 10cm.
- Os procedimentos 1 a 3 se aplicam para qualquer tipo de vertedor. Se utilizado outro tipo, a expressão do quarto procedimento deverá ser modificada em função do mesmo.
- O processo de determinação de vazão por vertedor limita-se a cursos d'água com vazão em torno de 2500s.

DISCIPLINA: IRRIGAÇÃO E DRENAGEM

Folha de
orientação

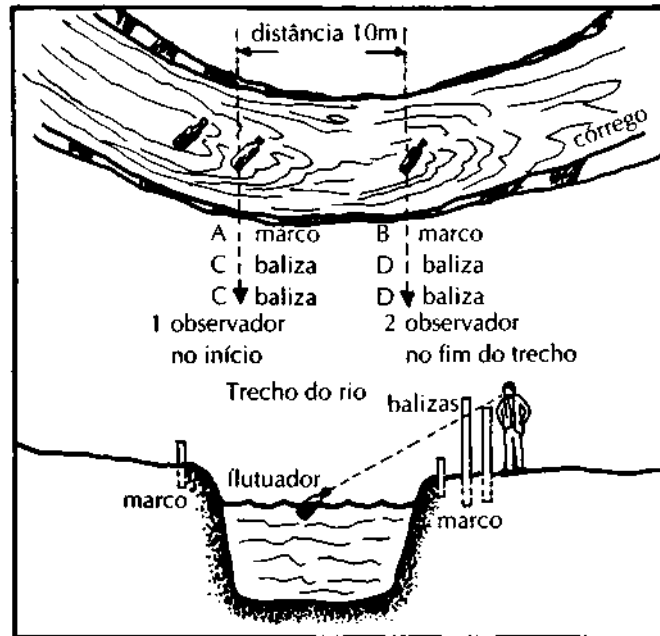
UNIDADE: 3. Fonte de suprimento d'água

ATIVIDADE: 8. Determinação de vazão

11

OBJETIVO: Determinar a vazão pelo método do flutuador

Página 1/2



MATERIAIS E/OU RECURSOS UTILIZADOS

ITEM	DENOMINAÇÃO	QUANT.
1	Baliza (bambu)	2
2	Cronômetro (precisão de segundo)	1
3	Flutuador	1
4	Trena (30m)	1

PROCEDIMENTO

- 1.º Escolha um trecho do curso d'água, o mais limpo e mais uniforme possível.
- 2.º Meça uma extensão de 10m à margem do trecho.
- 3.º Fixe as balizas nos extremos do trecho medido.
- 4.º Determine a seção média (sm), considerando a média de 3 seções.
- 5.º Coloque o flutuador no curso d'água 2m acima da primeira baliza.

PROCEDIMENTO

6.) Determine o tempo gasto para que o flutuador percorra o trecho compreendido entre as balizas, utilizando o cronômetro.

7.) Repita a operação do item anterior, pelo menos 3 vezes, e encontre a média.

8.) Determine a velocidade média (V_m) do flutuador, utilizando o espaço de 10m, e o tempo médio encontrado no sétimo procedimento:

$$V_m = \frac{E}{T_m}$$

V_m = velocidade média em m/seg

E = espaço em metros

T_m = tempo médio em segundos

9.) Calcule a velocidade média corrigida (V_{mc}), em m/seg, usando os seguintes coeficientes:

— Canais com paredes lisas (cimento)

$$V_{mc} = (0,85 \text{ a } 0,95) \cdot V_m$$

— Canais de terra

$$V_{mc} = (0,75 \text{ a } 0,85) \cdot V_m$$

— Canais irregulares com vegetação

$$V_{mc} = (0,65 \text{ a } 0,75) \cdot V_m$$

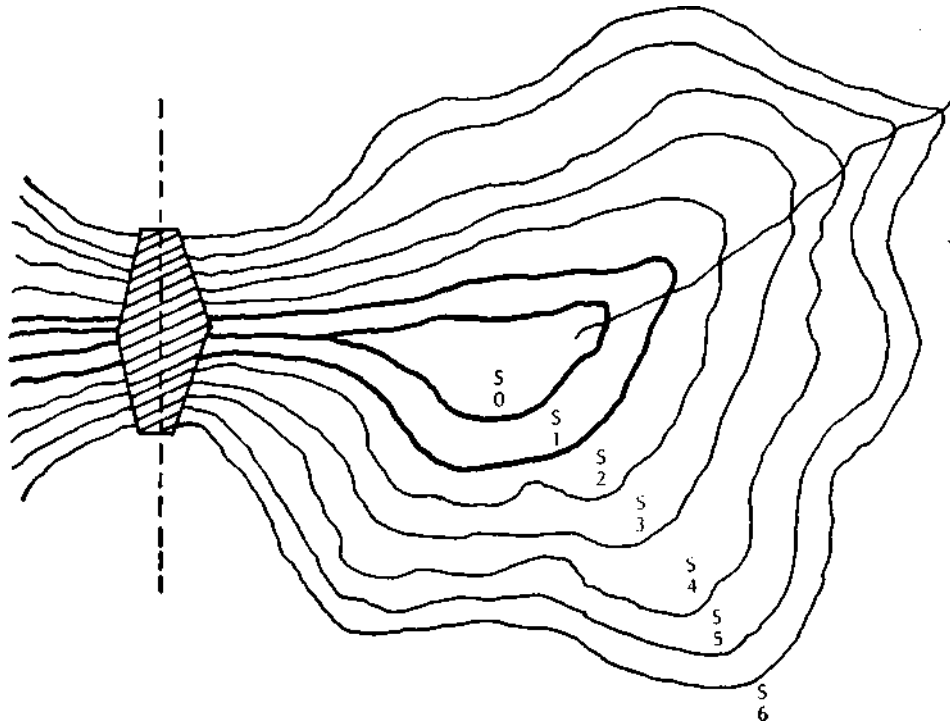
10.) Determine a vazão, usando a seguinte expressão:

$$Q = S_m \times V_{mc}$$

Q = vazão em m³/seg

S_m = seção média em m²

V_{mc} = velocidade média corrigida



MATERIAIS E/OU RECURSOS UTILIZADOS

ITEM	DENOMINAÇÃO	QUANT.
1	Planta topográfica planialtimétrica do local onde se deseja implantar o açude, com curvas de nível de metro em metro	1

PROCEDIMENTO

- 1.º) Identifique as áreas (S) de cada curva de nível em metros quadrados.
- 2.º) Identifique a diferença de nível (DN) entre as curvas.
- 3.º) Calcule o volume existente entre duas curvas, usando a expressão:

$$V_0 = \frac{(S_0 + S_1) \cdot DN}{2}$$

V_0 = volume entre a curva 0 e 1 (m³)

S_0 e S_1 = áreas das curvas (m²)

DN = diferença de nível entre duas curvas (m)

PROCEDIMENTO

4. 9) Repita o procedimento anterior para as curvas subseqüentes.
- 5.9) Calcule o volume do açude, fazendo o somatório dos volumes parciais, desprezando o volume inicial (V_0) e usando a expressão:

$$V = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + \dots + V_n$$

V = volume do açude (m^3)

Exemplo:

$$S_1 = 100m^2, S_2 = 200m^2, S_3 = 600m^2, S_4 = 1.400m^2, S_5 = 2.800m^2, S_6 = 4.000m^2 \text{ e } DN = 1,00m$$

$$V_1 = \frac{(100 + 200) 1,00}{2} = 150m^3$$

$$V_2 = \frac{(200 + 600) 1,00}{2} = 400m^3$$

$$V_3 = \frac{(600 + 1.400) 1,00}{2} = 1.000m^3$$

$$V_4 = \frac{(1.400 + 2.800) 1,00}{2} = 2.100m^3$$

$$V_5 = \frac{(2.800 + 4.000) 1,00}{2} = 3.400m^3$$

$$V = \text{soma} \dots\dots\dots 7.050m^3$$

DISCIPLINA: IRRIGAÇÃO E DRENAGEM

Folha de
orientação

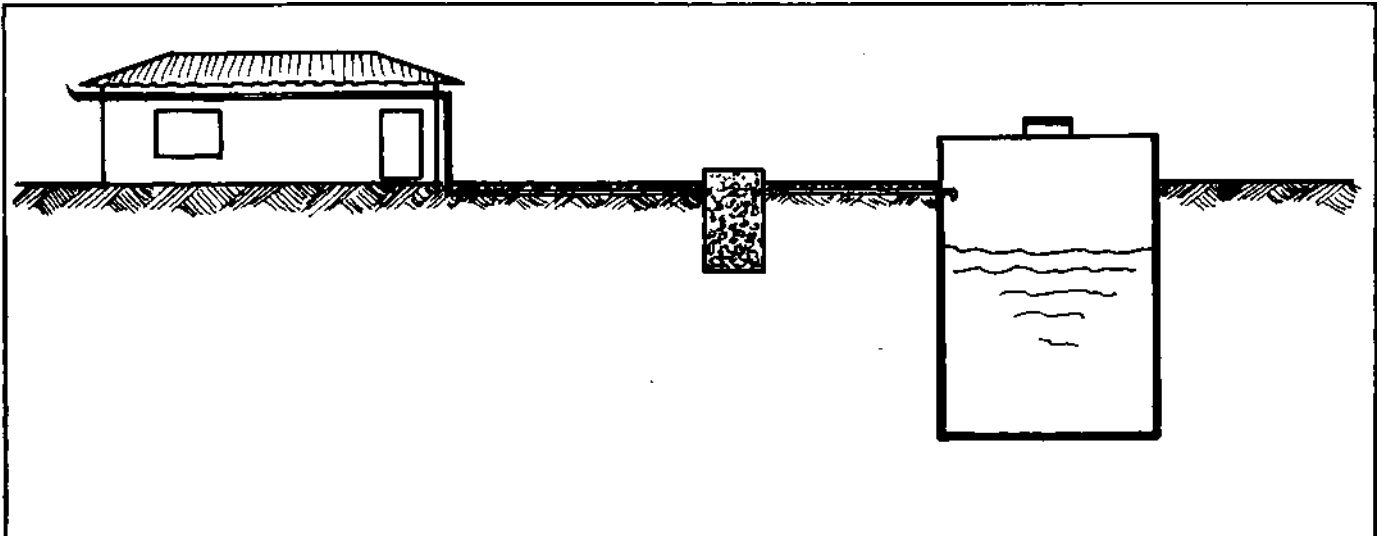
UNIDADE: 4. Captação, elevação e aproveitamento d'água

ATIVIDADE: 10. Aproveitamento de água pluvial, através de cisternas

13

OBJETIVO: Calcular o volume de uma cisterna para acumulação de água pluvial

Página 1/2



MATERIAIS E/OU RECURSOS UTILIZADOS

ITEM	DENOMINAÇÃO	QUANT.
1	Relação de pessoas e animais	variável
2	Tabela de consumo anual	1

PROCEDIMENTO

- 1.º) Identifique o número de pessoas e de animais da propriedade.
- 2.º) Calcule o volume anual (V_a) necessário ao abastecimento da propriedade, usando a tabela a seguir.

CONSUMO ANUAL*

ELEMENTO	m ³ D'ÁGUA POR ANO
uma pessoa	10
um bovino	30
um eqüino	25
um suíno	6
um caprino	4
um ovino	4

Nota: * Do Prof. M. Conti, citado por A. Daker (Adaptação).

PROCEDIMENTO

- 3.º) Calcule a área de captação necessária ao atendimento da propriedade.
- 4.º) Identifique o período seco anual da região (em meses).
- 5.º) Calcule o volume da cisterna (V_c) a ser construída para o armazenamento do volume necessário no período seco, aplicando a seguinte expressão:

$$V_c = V_a \frac{\text{Período seco anual em meses}}{12}$$

V_c = volume da cisterna (m^3)

V_a = volume anual necessário (m^3)

Exemplo:

Contingente: 10 pessoas	....	10 . 10m ³	= 100m ³
20 bovinos	....	20 . 30m ³	= 600m ³
5 eqüinos	....	5 . 25m ³	= 125m ³
10 suínos	....	10 . 6m ³	= 60m ³
10 caprinos	....	10 . 4m ³	= <u>40m³</u>

Volume anual (V_a) necessário 925m³

Período seco anual: 7 meses

$$\text{Volume da cisterna } (V_c) = 925m^3 \frac{7}{12}$$

$$V_c = 540m^3$$

OBSERVAÇÃO

- Este sistema de armazenamento só se justifica para o abastecimento de residência e pequeno número de animais.

DISCIPLINA: IRRIGAÇÃO E DRENAGEM

Folha de
orientação

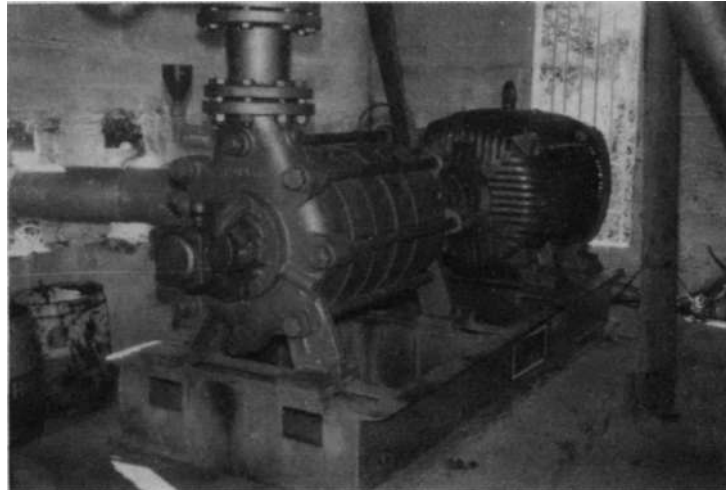
UNIDADE: 4. Captação, elevação e aproveitamento d'água

ATIVIDADE: 11. Seleção de bombas centrífugas

14

OBJETIVO: Selecionar bomba centrífuga

Página 1/1



MATERIAIS E/OU RECURSOS UTILIZADOS

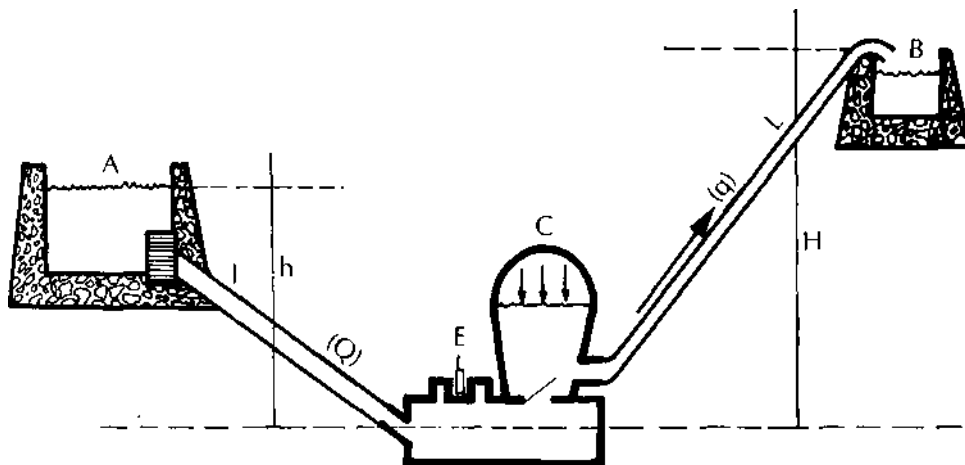
ITEM	DENOMINAÇÃO	QUANT.
1	Curvas características de dimensionamento de bombas centrífugas	1 conjunto
2	Tabelas de dimensionamento de bombas centrífugas	1 conjunto

PROCEDIMENTO

- 1.º) Determine a vazão (Q) a ser bombeada.
- 2.º) Determine a altura manométrica.
- 3.º) Selecione a bomba em função dos dados obtidos nos procedimentos anteriores, considerando:
 - rendimento mínimo de 60%,
 - diâmetro do rotor,
 - potência efetiva,
 - número de estágios.

OBSERVAÇÃO

- A seleção da bomba é feita usando as tabelas e curvas características fornecidas pelos fabricantes.



LEGENDA

- A — TANQUE DE ALIMENTAÇÃO
- B — RESERVATÓRIO D'ÁGUA
- C — CARNEIRO HIDRÁULICO
- E — VÁLVULA DE ESCAPE
- I — COMP. DA TUB. DE ENTRADA
- L — COMP. DA TUB. DE RECALQUE
- Q — VAZÃO DE ALIMENTAÇÃO
- q — VAZÃO DE SAÍDA
- H — ALTURA DE ELEVAÇÃO
- h — ALTURA DE QUEDA

MATERIAIS E/OU RECURSOS UTILIZADOS

ITEM	DENOMINAÇÃO	QUANT
1	Carneiro hidráulico	1
2	Curva	variável
3	Joelho	variável
4	Ralo com crivo fino	1
5	Reservatório	2
6	Tubo de alimentação	variável
7	Tubo de elevação	variável
8	Válvula de retenção	variável

PROCEDIMENTO

Página 2/3

- 1.º) Determine a quantidade de água disponível (Q) e verifique se a mesma é suficiente para alimentar o carneiro.
- 2.º) Escolha o local onde a altura de queda não seja inferior a 1,5m, nem superior a 9m.
- 3.º) Escolha o tamanho do carneiro, tomando-se como referência a vazão (Q) que o mesmo deve receber, considerando a tabela abaixo.

TAMANHO E CARACTERÍSTICAS APROXIMADAS DOS CARNEIROS HIDRÁULICOS MAIS COMUNS*

TAMANHO	DIÂMETRO DOS TUBOS (POL.)		LITROS/MINUTO NECESSÁRIOS AO FUNCIONAMENTO		QUEDA MÍNIMA (m)	PESO (kg)
	Entrada	Saída	Mínimo	Máximo		
2	3/4	3/8	3	10	1,5	12
3	1	1/2	6	15	1,5	15
4	1.1/2	1/2	10	25	1,5	30
5	2	3/4	20	50	1,5	45
6	2.1/2	1	45	90	1,5	75
7	2.1/2	1.1/4	80	140	1,5	90

Nota: * Segundo Daker, A. vol. 2.

- 4.º) Assente o carneiro sobre uma base firme e nivelada, de preferência de alvenaria de cimento.
- 5.º) Determine o rendimento aproximado do carneiro, usando a tabela abaixo.

VALORES APROXIMADOS DO RENDIMENTO DE UM CARNEIRO*

RELAÇÃO (h/H)	R (%)
Até 1:4	75 a 70
1:4 a 1:20	70 a 60
1:20 a 1:30	60 a 50

Nota: * Segundo Daker, A. vol. 2.

- 6.º) Calcule a vazão elevada pelo carneiro, usando a expressão:

$$q = \frac{QhR}{H}$$

Q = vazão recebida pelo carneiro (em litros/min)

q = vazão elevada pelo carneiro (em litros/min)

h = altura de queda do reservatório de alimentação até o carneiro (m)

H = altura de elevação do carneiro ao reservatório de descarga (m)

R = rendimento do carneiro (%)

PROCEDIMENTO

7.º) Escolha, usando a tabela, tamanho e características dos carneiros hidráulicos, os diâmetros dos tubos de alimentação e de elevação, tendo o cuidado de aumentar o diâmetro do tubo de elevação quando se tratar de grandes distâncias.

8.º) Assente o tubo de elevação sempre em aclave, evitando a colocação de joelhos ou curvas fortes.

9.º) Estabeleça o comprimento (l) do tubo de alimentação usando a expressão:

$$l = H + 0,3 \times \frac{H}{h}$$

l = comprimento do tubo de alimentação (m)

H = altura da elevação (m)

h = altura da queda do reservatório de alimentação até o carneiro (m)

10.º) Coloque um ralo com crivos finos, deixando-o imerso no mínimo 0,30m em relação ao espelho d'água do reservatório de alimentação.

11.º) Instale válvulas de retenção ao longo do tubo de elevação, em se tratando de grandes distâncias ou fortes inclinações.

OBSERVAÇÃO

O comprimento do tubo de alimentação, normalmente, varia de oito a quinze metros.

DISCIPLINA: IRRIGAÇÃO E DRENAGEM

Folha de
orientação

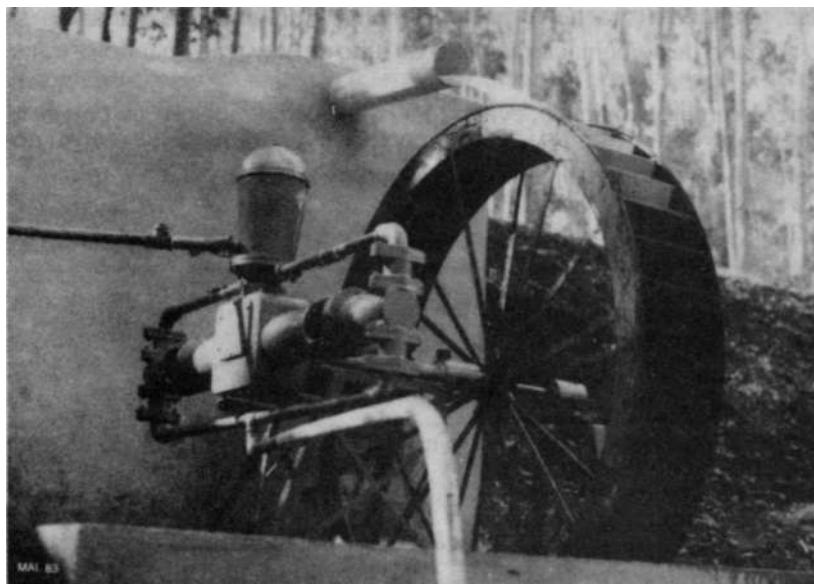
UNIDADE: 4. Captação, elevação e aproveitamento d'água

ATIVIDADE: 12. Instalação de máquinas elevatórias simples

16

OBJETIVO: Selecionar e instalar roda d'água acoplada à bomba duplex

Página 1/3



MATERIAIS E/OU RECURSOS UTILIZADOS

ITEM	DENOMINAÇÃO	QUANT.
1	Calha de alimentação das caçambas	1
2	Roda d'água acoplada à bomba duplex	1
3	Tubo de alimentação (sucção)	variável
4	Tubo de elevação	variável

PROCEDIMENTO

- 1 :) Determine a vazão disponível para acionar a roda d'água.
- 2:) Determine a altura de elevação (recalque).
- 3º) Escolha o tipo de bomba, consultando a tabela de acionamento a seguir.
- 4:) Instale a roda d'água, considerando os valores da tabela de produção a seguir para uma altura de elevação de 20m.
- 5º) Instale a roda d'água a prumo, nivelando-a e fixando-a na sua base.

PROCEDIMENTO

6:) Instale a calha que alimentará as caçambas, de 0,10 a 0,20m, acima da parte superior da roda.

7:) Instale a roda de forma que o espaço entre a sua parte inferior e o solo seja de 0,13m.

TABELA DE ACIONAMENTO DE ACORDO COM A ELEVAÇÃO (RECALQUE) EM METROS (1ª COLUNA)

MODELO	PB-32	PB-38	PB-45	PB-51	PB-57	PB-70	PB-76	PB-89	PB-102	RODAS
METROS	VOLUME MÍNIMO ÚTIL PARA ACIONAMENTO EM LITROS POR SECUNDO									
10	0,9	0,6	0,8	1,2	1,5	2,5	2,9	3,5	5,0	N
20	1,2	1,2	1,6	2,4	3,0	5,0	5,8	7,0	10,0	R O
30	1,5	1,8	2,4	3,6	4,5	7,5	8,7	10,5	15,0	O R
40	1,8	2,4	3,2	4,8	6,0	10,0	11,6	14,0	20,0	D M
50	2,2	3,0	4,0	6,0	7,5	12,5	14,5	17,5	25,0	A A
60	2,5	3,6	4,8	7,2	10	15,0	17,4	21,0	30,0	S I
70	3,5	4,2	5,6	8,4	10,5	17,5	20,3	24,5	35,0	S
80	4,5	4,8	6,4	9,6	12,0	20,0	23,2	28,0	45,0	E
90	—	5,4	7,2	10,8	13,5	22,5	26,1	31,5	45,0	R X
100	—	6,0	8,0	12,0	15,0	25,0	29,0	35,0	—	O T
110	—	6,6	8,8	13,2	16,5	27,5	31,9	38,5	—	D R
120	—	7,2	9,6	14,4	18,0	30,0	34,8	—	—	A A
130	—	7,8	10,4	—	19,5	32,5	37,7	—	—	S S
140	—	8,4	—	—	21,0	—	—	—	—	

OBSERVAÇÃO

A presente tabela foi calculada para obter-se 20 RPM (veja tabela de produção) elevando à distância máxima de 10.000 metros, utilizando-se as rodas de cada série. Para casos excepcionais utilizar rodas especiais com alterações no diâmetro, largura e tipo, visando total aproveitamento dos recursos da queda e volume.

TABELA DE PRODUÇÃO EM LITROS HORARIOS CONFORME ROTAÇÃO POR MINUTO
CALCULADA com BASE NA RODA NORMAL DE CADA SÉRIE E NO CURSO MÁXIMO DOS PISTÕES

SÉRIE	MODELO	PRODUÇÃO BAIXA 10 RPM	PRODUÇÃO MÉDIA 20 RPM	PRODUÇÃO ALTA 30 RPM	RPM MÁXIMA	PRODUÇÃO MAXIMA
MINIBOMBA	PB-32	45	80	140	60	250
A	PB- 38	103	205	307	45	461
	PB-45	145	290	437	45	656
	PB- 51	188	376	565	45	847
B	PB-57	354	708	1.062	45	1.593
	PB- 70	537	1.075	1.612	42	2.257
C	PB - 76	741	1.483	2.224	40	2.966
	PB-89	1.021	2.042	3.063	36	3.676
	PB-102	1344	2.688	4.032	37	4.300

OBSERVAÇÃO

- Esta tabela se aplica à elevação de 20 metros, nos casos de elevação superior a essa, descontar da produção 0,3% por metro excedente (vazão).

PROCEDIMENTO

SÉRIE	MODELO	TUBO	RECALQUE ELEVAÇÃO MAXIMO METROS	RPM MAX	PRODUÇÃO HORÁRIA MAXIMA LITROS	CORES	RODAS V/ACIONAMENTO PARA CADA SÉRIE		
							Recalque	Tipo	Diâmetro e Largura (cm)
MINIBOMBA	PB-32	1/2"	80	60	250	AZUL	até 80m	NORMAL EXTRA	110 x 13 110 x 17
A	PB-38	3/4"	140	45	461	BEGE	até 70m	NORMAL	137 x 17
	PB-45		130	45	656	VERDE	71 a 140m	EXTRA	137 x 25
	PB-51		120	45	847	AZUL			
B	PB-57	1"	140	45	1.593	BEGE	até 70m	NORMAL	180 x 22
	PB-70		130	42	2.257	AZUL	71 a 140m	EXTRA	180 x 30
C	PB-76	1.1/4"	130	40	2.966	BEGE	até 70m	NORMAL	220 x 36
	PB-89		110	36	3.676	VERDE	71 a 130m	EXTRA	250 x 36
	PB- 102		90	32	4.300	AZUL			

DISCIPLINA: IRRIGAÇÃO E DRENAGEM

Folha de
orientação

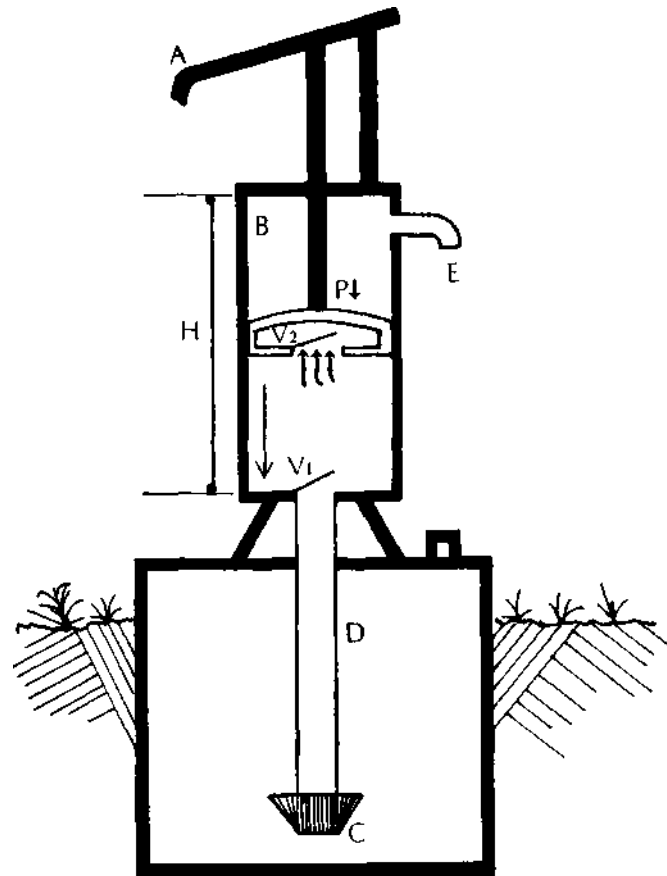
UNIDADE: 4. Captação, elevação e aproveitamento d'água

ATIVIDADE: 12. Instalação de máquinas elevatórias simples

17

OBJETIVO: Instalar uma bomba aspirante-calcante e reconhecer o seu funcionamento

Página 1/2



LEGENDA

- A —ALAVANCA
- B — CORPO DA BOMBA
- C —CRIVO
- D — TUBO DE SUÇÃO
- E —SAIDA
- H — CURSO DO PISTAO
- P —PISTAO
- V₁ — VÁLVULA
- V₂ — VÁLVULA

MATERIAIS E/OU RECURSOS UTILIZADOS

ITEM	DENOMINAÇÃO	QUANT.
1	Bomba manual aspirante-calcante	1
2	Crivo	1
3	Tuto de elevação e sucção	variável

PROCEDIMENTO

1?) Instale a bomba no local desejado.

2?) Acione a alavanca para baixo até o final de seu curso.

PROCEDIMENTO

3?) Acione a alavanca para cima, de forma que a válvula V-| se abra, permitindo a entrada d'água para o corpo da bomba.

4?) Acione a alavanca para baixo, de forma que a válvula V1 se feche e a válvula V2 se abra, dando passagem ao líquido para o exterior.

5?) Calcule a vazão pela expressão:

$$Q = R \times S \times h \times n$$

Q = vazão em m³/min

R = rendimento volumétrico da bomba

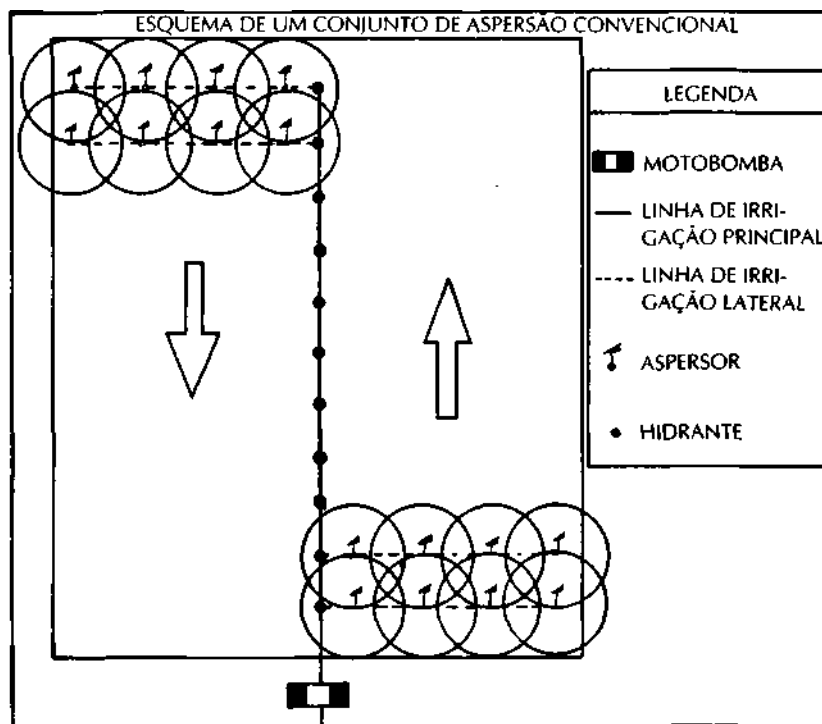
S = seção transversal (m²)

h = curso do pistão (m)

n = número de movimentos da alavanca por minuto

OBSERVAÇÕES

- Repetindo os procedimentos 2, 3 e 4 ininterruptamente, ter-se-á um fluxo contínuo do líquido.
- Deve-se usar os seguintes valores para o rendimento volumétrico da bomba:
 - 0,80 a 0,85 para bombas ordinárias,
 - 0,85 a 0,90 para bombas bem construídas,
 - 0,90 a 0,95 para bombas de acabamento superior.

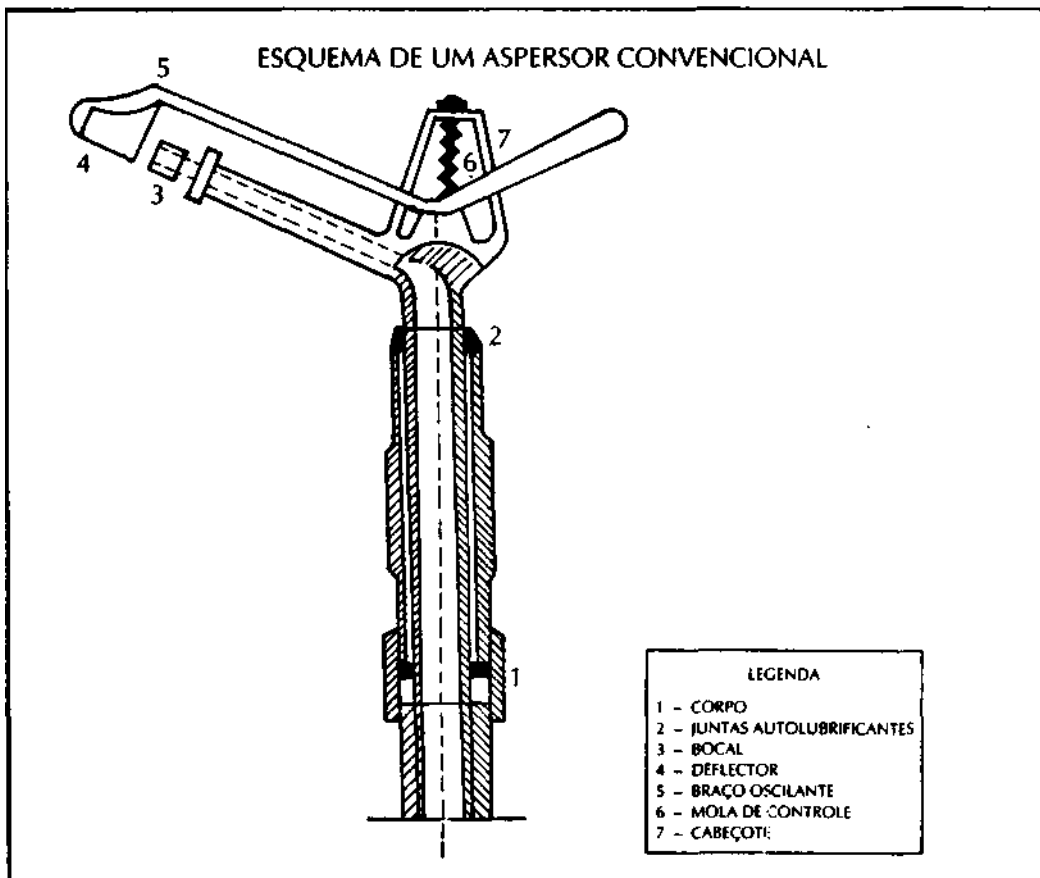


MATERIAIS E/OU RECURSOS UTILIZADOS

ITEM	DENOMINAÇÃO	QUANT.
1	Esquema da montagem de uma motobomba com todos os componentes corretamente instalados	1
2	Esquema de instalação de autopropelido e pivô central	1
3	Esquema de um conjunto de aspersão convencional	1

PROCEDIMENTO

- 1?) Faça o esquema de instalação de uma motobomba, identificando todos os seus componentes.
- 2?) Faça um esquema da instalação de um conjunto de aspersão convencional, identificando os seus componentes.
- 3?) Faça o esquema da instalação de um autopropelido, identificando seus componentes.
- 4?) Faça o esquema da instalação de um pivô central, identificando seus componentes.



MATERIAIS E/OU RECURSOS UTILIZADOS

ITEM	DENOMINAÇÃO	QUANT.
1	Tabela de aspersores	1

PROCEDIMENTO

- 1?) Escolha o aspersor considerando:
- cultura a ser irrigada,
 - precipitação necessária por irrigação,
 - eficiência de rega,
 - turno de rega e velocidade de infiltração básica,
 - forma e dimensão da área,
 - ventos predominantes.

PROCEDIMENTO

2º) Indique as características do aspersor escolhido:

- diâmetro do bocal (mm),
- pressão de serviço (atm.),
- alcance (m),
- vazão (m³/h),
- espaçamento (m),
- área útil irrigada (m²),
- precipitação (mm/h).

OBSERVAÇÃO

- Os dados técnicos do aspersor serão encontrados na tabela fornecida pelos fabricantes.

DISCIPLINA: IRRIGAÇÃO E DRENAGEM

Folha de
orientação

UNIDADE: 5. Sistemas de irrigação

ATIVIDADE: 15. Determinação da vazão necessária a um conjunto de irrigação por aspersão

OBJETIVO: Determinar a vazão necessária a um conjunto de irrigação por aspersão.

20

Página 1/2



MATERIAIS E/OU RECURSOS UTILIZADOS

ITEM	DENOMINAÇÃO	QUANT.
1	Dados de um projeto de aspersão que inclua: área, lâmina bruta de irrigação, turno de rega e as horas de trabalho/dia	1

PROCEDIMENTO

- 1º) Faça o levantamento da área a ser irrigada.
- 2º) Calcule a lâmina bruta a ser aplicada.
- 3º) Calcule o turno de rega.
- 4º) Calcule as horas de trabalho do equipamento por dia.

PROCEDIMENTO

5?) Calcule a vazão (Q) necessária ao conjunto, pela expressão:

$$Q = \frac{A \times Lb \times 10}{Tr \times h}$$

Q = vazão (m³/h)

Lb = lâmina bruta (mm)

Tr = turno de rega (dias)

h = horas de funcionamento por dia (h)

A = área (ha)

DISCIPLINA: IRRIGAÇÃO E DRENAGEM

Folha de
orientação

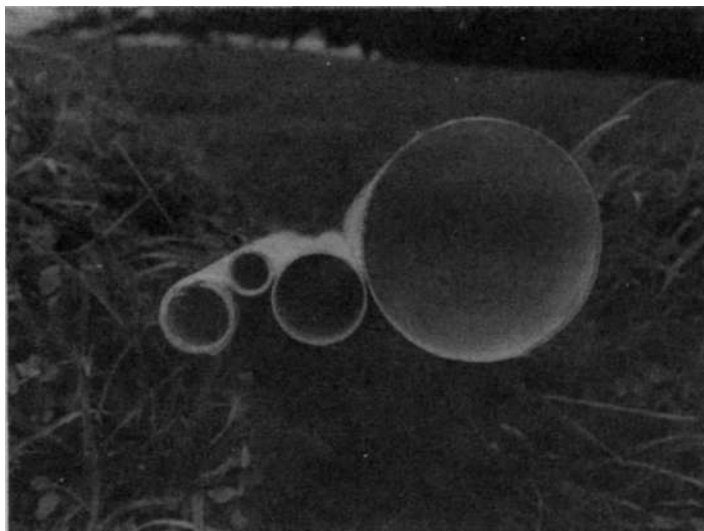
UNIDADE: 5. Sistemas de irrigação

ATIVIDADE: 16. Determinação do diâmetro econômico da tubulação

21

OBJETIVO: Determinar o diâmetro econômico de uma tubulação para aspersão

Página 1/2



MATERIAIS E/OU RECURSOS UTILIZADOS

ITEM	DENOMINAÇÃO	QUANT.
1	Ábaco para cálculo da perda de carga	1 conjunto
2	Tabela	1 conjunto

PROCEDIMENTO

- 1.º) Selecione o diâmetro da tubulação, considerando a vazão necessária, a velocidade da água e o comprimento de cada linha da tubulação.
- 2.º) Determine a perda de carga (h_f) usando o ábaco (m/100m).

PROCEDIMENTO

- 3.º) Determine a perda de carga total por trecho do sistema (h_t , total), considerando a vazão por trecho e o comprimento de cada um.
- 4.º) Escolha o diâmetro da tubulação de menor perda de carga, montando uma tabela para facilitar a escolha, como o exemplo abaixo.

TABELA PARA SELEÇÃO DO DIÂMETRO ECONÔMICO

TRECHO OU REFERENCIA	VAZÃO m ³ /h	DISTÂNCIAS m	DIÂMETRO mm ou "					h_f m/100m					h_f total				
			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
AB	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

OBSERVAÇÃO

A velocidade ideal varia de 1 a 2,5m/s.

MATERIAIS E/OU RECURSOS UTILIZADOS

ITEM	DENOMINAÇÃO	QUANT.
1	Dados referentes a:	1
	— altura de sucção;	
	— altura de recalque;	
	— perda de carga na tubulação;	
	— pressão necessária ao aspersor;	
	— altura da elevação do aspersor.	

PROCEDIMENTO

- 1.º Determine a altura de sucção (m).
- 2.º Determine a altura de recalque (m).
- 3.º Determine a perda de carga total da tubulação (m).
- 4.º Determine a pressão necessária ao aspersor (m).
- 5.º Determine a altura de elevação do aspersor (m).
- 6.º Calcule a altura manométrica (H_{man}), usando a expressão:

$$H_{man} = H_s + H_r + H_f + H_p + H_e$$

H_{man} = altura manométrica (m)

H_s = altura de sucção (m)

H_r = altura de recalque (m)

H_f = perda de carga total da tubulação (m)

H_p = pressão necessária ao aspersor (m)

H_e = altura de elevação do aspersor (m)

DISCIPLINA: IRRIGAÇÃO E DRENAGEM

Folha de
orientação

UNIDADE: 5. Sistemas de irrigação

23

ATIVIDADE: 18. Dimensionamento de um conjunto motobomba para irrigação

OBJETIVO: Dimensionar um conjunto motobomba para aproveitamento na irrigação

Página 1/2



MATERIAIS E/OU RECURSOS UTILIZADOS

ITEM	DENOMINAÇÃO	QUANT.
1	Ábaco para cálculo da perda de carga	1 conjunto
2	Curva característica	1 conjunto
3	Tabela de dimensionamento de bombas	1 conjunto

PROCEDIMENTO

1.º) Determine a vazão necessária para atender ao sistema, pela expressão:

$$Q = \frac{A \cdot P \cdot 10}{I_r \cdot h}$$

Q= vazão (m³/h)

A = área (ha)

P = uso consuntivo
da cultura (mm)

I_r = Intervalo de irrigação (dias)

h = horas de trabalho (por dia)

PROCEDIMENTO

2.º) Calcule a altura manométrica total (Hman) obtida pela expressão:

$$H_{man} = H_s + H_r + H_f$$

Hman = altura manométrica total (m.c.a.)

H_s = altura de sucção (metros)

H_r = altura de recalque (metros)

H_f = perda de carga, ao longo de toda a tubulação (metros)

3.º) Selecione a bomba em função da vazão (Q) e da altura manométrica (Hman), usando as curvas características.

4.º) Calcule a potência necessária ao conjunto motobomba pela expressão:

$$P = \frac{Q \cdot H_{man}}{75 \cdot R}$$

P = potência necessária ao sistema (CV)

Q = vazão necessária (l/s)

Hman = altura manométrica total (m.c.a.)

R = rendimento da bomba (%)

5.º) Faça um acréscimo na potência calculada, observando a indicação para os motores elétricos, conforme tabela a seguir:

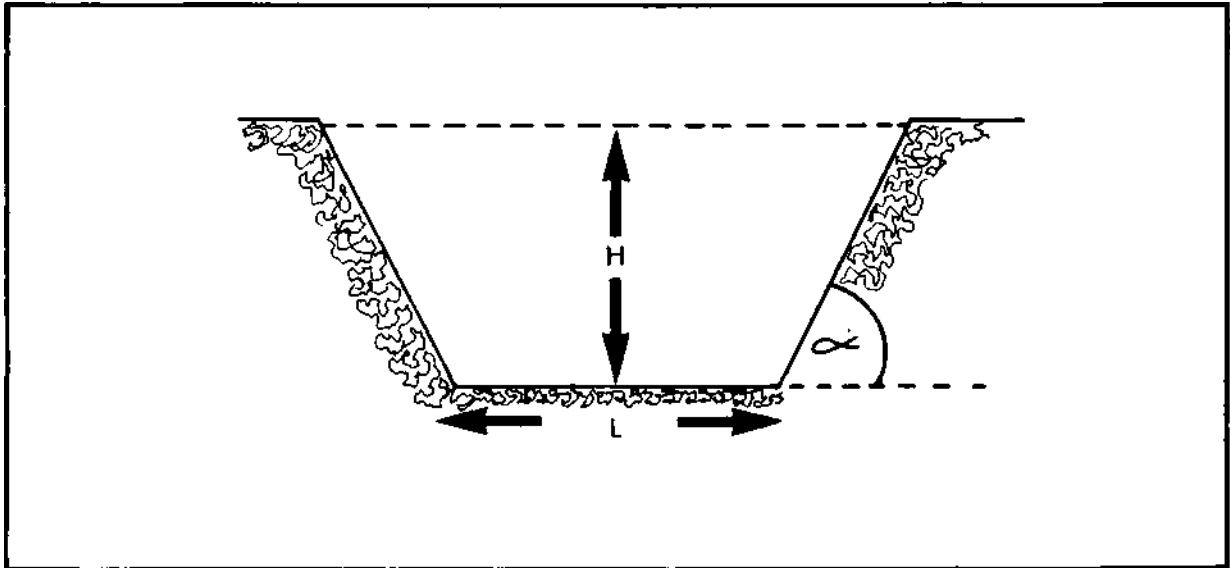
**ACRÉSCIMO NA POTÊNCIA
CALCULADA PARA MOTORES ELÉTRICOS**

POTÊNCIA NECESSÁRIA	ACRÉSCIMO (%)
< 2 CV	30
2 a 5 CV	25
5 a 10 CV	20
10 a 20 CV	15
> 20 CV	10

6.º) Acrescente, para motores Diesel, à potência calculada, valores de 25%.

OBSERVAÇÕES

- No quarto procedimento, o rendimento mínimo aceitável na seleção de uma bomba é de 60%.
- Quando a transmissão do movimento entre o motor e a bomba for por meio de um eixo rígido, a potência útil do motor (Pu) será igual à potência absorvida pela bomba (Pa).
- Deve-se escolher uma bomba que dê o máximo de rendimento, quando opere nas condições desejáveis.
- Os dados técnicos dos conjuntos motobombas serão encontrados em tabelas de dimensões fornecidas pelos fabricantes.



MATERIAIS E/OU RECURSOS UTILIZADOS

ITEM	DENOMINAÇÃO	QUANT.
1	Tabela para dimensionamento de canais de irrigação	1 conjunto

PROCEDIMENTO

1.º) Calcule a seção de um canal, pela expressão:

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

S = seção média (m²)

Q = vazão (m³/s)

V_m = velocidade média (m/s)

2º) Determine as dimensões, usando a expressão:

$$S = H(L + m \cdot H)$$

S = seção média do canal (m²)

H = profundidade do canal (m)

L = base inferior (m)

a = ângulo de inclinação (graus)

m = Cotga

PROCEDIMENTO

3.º) Calcule a velocidade média (V_m), usando a fórmula de Kutter abaixo:

$$V_m = K\sqrt{R^3}$$

V_m = velocidade média (m/s)

K = coeficiente de velocidade

$$K = \frac{100\sqrt{R^3}}{b + \sqrt{R^3}}$$

b = coeficiente que depende da natureza das paredes (tabela de valores do coeficiente b da fórmula de Kutter)

K = (usar tabela de valores do coeficiente k de velocidade de Kutter)

R = raio médio ou hidráulico

$$R = \frac{S}{M} \text{ (m)}$$

S = seção média do canal (m^2)

M = perímetro molhado (m)

I = declividade média do canal (m/m)

VALORES DO COEFICIENTE b DA FÓRMULA DE KUTTER*

N.º	NATUREZA DAS PAREDES	b
1	Materiais extremamente lisos	0,10
2	Cimento liso ou madeira bem aplainada	0,15
3	Concreto liso	0,20
4	Paredes de tijolos bem feitas, pedras bem trabalhadas	0,25
5	Paredes de tijolos, de pedras ou de cimento já usadas	0,35
6	Alvenaria comum de argamassa, paredes velhas de tijolos ou concreto	0,50
7	Alvenaria grossa, leito com lodo, cascalho bem regular, concreto grosseiro	0,75
8	Alvenaria de pedras ou concreto, velha, leito sem vegetação, paredes de rocha	1,00
9	Leito pedregoso não muito grosseiro, com parca vegetação, córregos	1,25
10	Canal em terra ordinária, sem vegetação	1,50
11	Canal em terra ou areia com lodo ou lama, o leito pedregoso com parca vegetação, córregos	1,75
12	Paredes de pedra seca, mal conservadas, cobertas de musgos e mesmo outra vegetação, com fundo lodoso, ou canal de terra com vegetação, arroios e rios grandes	2,00
13	Canal de terra com vegetação abundante, mal conservado, com fundo lodoso e pedregoso	2,50

Nota:* Segundo Daker, A. vol. I.

PROCEDIMENTO

VALORES DO COEFICIENTE k DE VELOCIDADE DE KUTTER*

$$k = \frac{100 VR}{b + VR}$$

R em m	VALORES DE b, SEGUNDO A TABELA											
	0,12	0,20	0,25	0,35	0,55	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,50
0,01	47,6	33,3	28,6	22,2	15,4	11,8	9,1	7,4	6,3	5,4	4,8	3,8
0,02	53,9	41,4	36,1	28,8	20,4	15,9	12,2	10,1	8,6	7,5	6,6	5,4
0,03	59,0	46,4	40,9	33,1	23,9	18,8	14,8	12,2	10,3	9,0	8,0	6,5
0,04	62,5	50,0	44,4	36,4	26,7	21,1	16,6	13,8	11,8	10,3	9,1	7,4
0,05	65,1	52,9	47,1	39,0	28,9	22,9	18,3	15,2	12,9	11,3	10,3	8,2
0,06	67,1	55,1	49,5	41,2	30,8	24,6	19,7	16,4	14,0	12,6	10,9	8,9
0,07	68,8	57,0	51,4	43,1	32,5	26,1	20,9	17,5	15,0	13,1	11,7	9,5
0,08	70,2	58,6	53,1	44,7	34,0	27,4	22,0	18,4	16,0	13,9	12,4	10,2
0,09	71,4	60,0	54,5	46,1	35,2	28,6	23,1	19,4	16,7	14,6	13,0	10,7
0,10	72,5	61,2	55,9	47,5	36,5	29,7	24,0	20,2	17,4	15,3	13,6	11,2
0,11	73,4	62,4	57,0	48,6	37,6	30,7	24,9	20,9	18,1	15,9	14,2	11,7
0,12	74,2	63,4	58,1	49,7	38,6	31,6	25,7	21,7	18,8	16,5	14,8	12,2
0,13	75,0	64,3	59,1	50,7	39,6	32,5	26,5	22,4	19,4	17,1	15,3	12,6
0,14	75,7	65,2	60,0	51,7	40,5	33,3	27,2	23,0	20,0	17,6	15,8	13,0
0,15	76,3	66,0	60,8	52,5	41,3	34,1	28,0	23,7	20,6	18,1	16,2	13,4
0,16	76,9	66,7	61,5	53,3	42,0	34,8	28,6	24,2	21,1	18,6	16,7	13,8
0,17	77,4	67,3	62,3	54,1	42,7	35,5	29,2	24,8	21,6	19,1	17,1	14,2
0,18	77,8	67,9	63,0	54,8	43,4	36,1	29,8	25,3	22,0	19,5	17,5	14,5
0,19	78,3	68,5	63,6	55,4	44,1	36,8	30,4	25,9	22,5	19,9	17,9	14,9
0,20	78,9	69,1	64,2	56,1	44,8	37,4	30,9	26,4	22,9	20,4	18,2	15,2
0,25	80,4	71,4	66,7	58,6	47,6	40,0	33,3	28,6	25,0	22,2	20,0	16,7
0,30	82,0	73,3	68,6	61,9	49,9	42,2	35,4	30,5	26,8	23,9	21,5	17,9
0,35	83,0	74,7	70,3	62,7	51,8	44,1	37,2	32,1	28,3	25,3	22,8	19,1
0,40	84,0	76,0	71,6	64,4	53,5	45,8	38,7	33,6	29,7	26,6	24,0	20,2
0,45	84,8	77,0	72,0	65,7	54,9	47,2	40,2	34,9	30,9	27,7	25,1	21,2
0,50	85,5	77,9	73,9	66,9	56,2	48,5	41,4	36,1	32,0	28,8	26,1	22,0
0,55	86,0	78,7	74,8	67,9	57,4	49,7	42,7	37,2	33,1	29,8	27,0	22,9
0,60	86,5	79,5	75,6	68,9	58,6	50,8	43,6	38,3	34,1	30,7	27,9	23,7
0,65	87,0	80,1	76,3	69,7	59,4	51,8	44,6	39,2	34,9	31,5	28,7	24,4
0,70	87,5	80,7	77,0	70,5	60,3	52,7	45,5	40,1	35,8	32,3	29,5	25,1
0,75	87,9	81,2	77,6	71,2	61,1	53,6	46,4	40,9	36,6	33,1	30,2	25,7
0,80	88,2	81,7	78,2	71,9	61,8	54,4	47,2	41,7	37,4	33,8	30,9	26,3
0,85	88,5	82,2	78,7	72,5	62,5	55,2	48,0	42,4	38,1	34,4	31,6	26,9
0,90	88,8	82,6	79,2	73,0	63,3	55,9	48,7	43,1	38,8	35,1	32,2	27,5
0,95	89,0	83,0	79,6	73,5	63,9	56,3	49,4	43,8	39,4	35,8	32,8	28,1
1,00	89,3	83,3	80,0	74,0	64,5	57,1	50,0	44,4	40,0	36,4	33,3	28,6
1,10	89,7	84,0	80,7	75,0	65,6	58,3	51,2	45,6	41,2	37,5	34,4	29,6
1,20	90,2	84,6	81,5	75,8	66,6	59,4	52,3	46,7	42,2	38,4	35,4	30,5
1,30	90,4	85,0	81,9	76,4	67,4	60,4	53,2	47,7	43,2	39,4	36,3	31,3
1,40	90,8	85,6	82,6	77,2	68,3	61,2	54,2	48,6	44,1	40,3	37,2	32,1
1,50	91,0	86,0	83,0	77,8	69,0	62,1	55,0	49,4	44,9	41,2	38,0	32,9
1,60	91,3	86,3	83,5	78,3	69,7	62,8	55,9	50,3	45,9	42,0	38,7	33,6
1,70	91,6	86,7	83,9	78,8	70,3	63,5	56,6	51,1	46,5	42,7	39,5	34,3
1,80	91,8	87,0	84,3	79,3	70,9	64,1	57,3	51,8	47,2	43,4	40,1	34,9

Nota:* Segundo Daker, A. vol. I

DISCIPLINA: IRRIGAÇÃO E DRENAGEM

Folha de
orientação

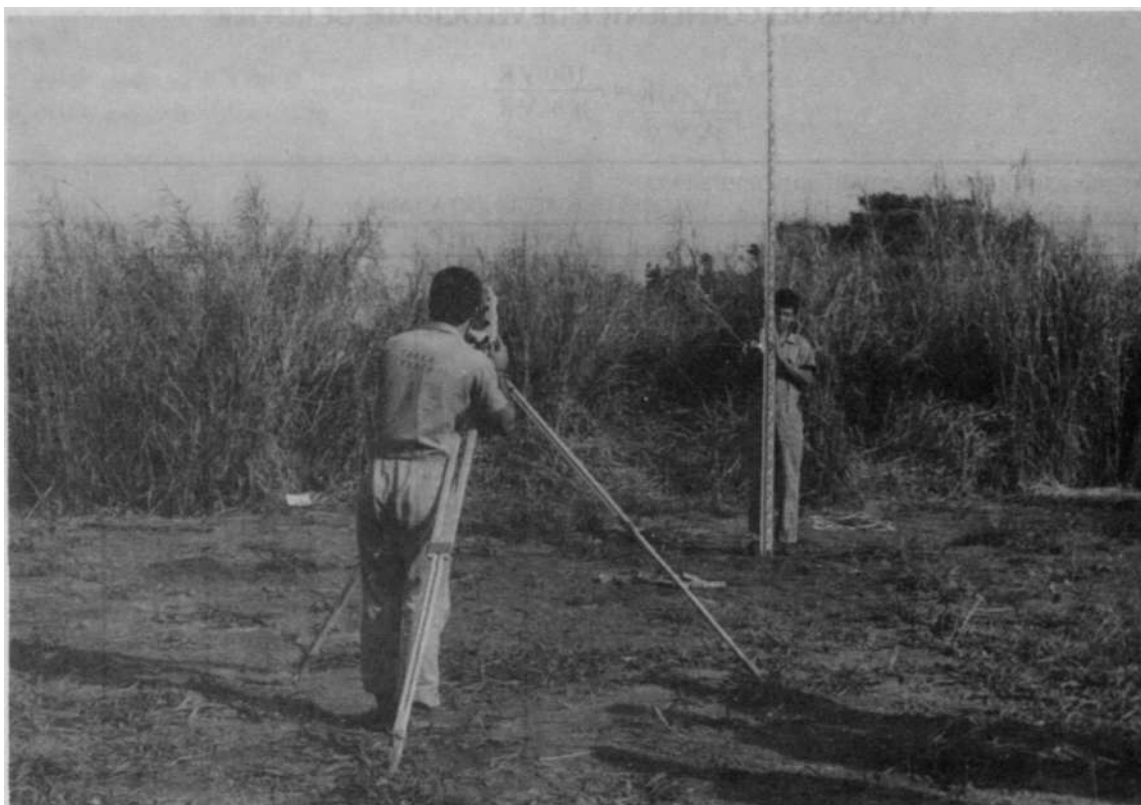
UNIDADE: 5. Sistema de irrigação

ATIVIDADE: 20. Locação de canais de irrigação

25

OBJETIVO: Locar canais de irrigação

Página 1/2



MATERIAIS E/OU RECURSOS UTILIZADOS

ITEM	DENOMINAÇÃO	QUANT.
1	Estaca	variável
2	Mira falante de encaixe (4m)	1
3	Nível de precisão	1
4	Piquete	variável
5	Trena (30m)	1

PROCEDIMENTO

1 °) Instale e nivele o instrumento.

PROCEDIMENTO

- 2.º) Faça a leitura na mira colocada no ponto inicial do canal (estaca zero).
- 3.º) Estenda a trena, partindo do ponto inicial e marque uma distância predeterminada.
- 4.º) Atenda aos sinais do operador, com a trena estendida e a mira na vertical, até encontrar a leitura adequada do segundo ponto (estaca 1).
- 5.º) Bata um piquete no ponto encontrado e ao lado deste finque uma estaca numerada.
- 6.º) Repita os procedimentos 4 e 5 para os pontos seguintes.

MATERIAIS E/OU RECURSOS UTILIZADOS

ITEM	DENOMINAÇÃO	QUANT.
1	Tabela recomendada para sulco de rega	1 conjunto

PROCEDIMENTO

1 ?) Determine o comprimento do sulco consultando a tabela abaixo:

COMPRIMENTOS RECOMENDÁVEIS AOS SULCOS DE REGA, EM FUNÇÃO DA SUA DECLIVIDADE, DA NATUREZA DO SOLO E DA QUANTIDADE DE ÁGUA A SER APLICADA*

DECLIVE DO SULCO (%)	SOLOS DE TEXTURA FINA		SOLOS DE TEXTURA MÉDIA	
	Aplicação de 50mm	Aplicação de 100mm	Aplicação de 50mm	Aplicação de 100mm
0,05	240	240	240	240
0,10	240	240	240	240
0,15	240	240	240	240
0,20	300	300	280	300
0,25	300	300	240	300
0,30	280	300	220	300
0,40	240	270	190	250
0,50	160	160	160	190

DECLIVE DO SULCO (%)	SOLOS DE TEXTURA MODERADAMENTE GROSSA		SOLOS DE TEXTURA GROSSA	
	Aplicação de 50mm	Aplicação de 100mm	Aplicação de 50mm	Aplicação de 100mm
0,05	200	280	90	130
0,10	200	280	90	130
0,15	200	280	90	130
0,20	170	240	80	110
0,25	150	210	70	95
0,30	140	190	60	85
0,40	110	160	50	75
0,50	100	140	45	65

Nota: *Segundo Daker, A. vol.3.

PROCEDIMENTO

- 2º) Determine o espaçamento entre os sulcos em função da cultura a ser irrigada.
- 3º) Calcule a velocidade de infiltração do solo.
- 4º) Calcule o volume d'água a ser aplicado por hectare (V_h) em função da cultura a ser irrigada.
- 5º) Calcule a vazão reduzida em cada sulco (Q_r), multiplicando o comprimento do sulco determinado pela velocidade de infiltração do solo.
- 6º) Calcule a área irrigada em cada sulco, multiplicando o comprimento do sulco pelo espaçamento determinado.
- 7º) Determine o número de sulcos por hectare (n).
- 8º) Calcule o volume d'água a ser aplicado em cada sulco, usando a expressão:

$$V_s = \frac{V_h}{n}$$

V_s = volume d'água a ser aplicado no sulco (m^3)

V_h = volume d'água aplicado por ha (m^3)

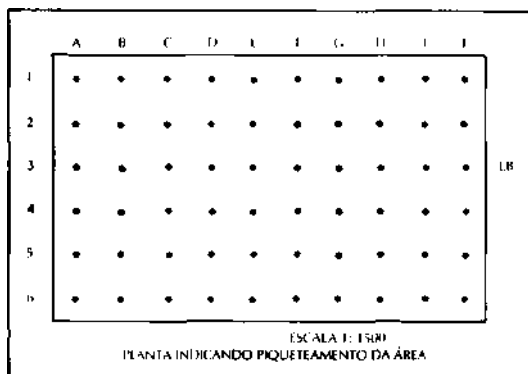
n = número de sulcos por ha

- 9º) Calcule o tempo de aplicação (T_a), usando a expressão:

$$T_a = \frac{V_s}{Q_r}$$

T_a = tempo de aplicação (h)

Q_r = vazão reduzida em cada sulco (m^3)



MATERIAIS E/OU RECURSOS UTILIZADOS

ITEM	DENOMINAÇÃO	QUANT.
1	Baliza	1
2	Caderneta de campo	variável
3	Estaca	variável
4	Mira falante	1
5	Nível de precisão	1
6	Papel milimetrado	variável
7	Piquete	variável
8	Trena (30m)	1

PROCEDIMENTO

- 1.º) Faça o levantamento topográfico de toda a área, com piquetes distanciados de 20m, formando quadrados de 20m de lado.
- 2.º) Lance uma linha básica (LB), no sentido de maior comprimento do terreno, utilizando o nível de precisão para orientação da mesma.
- 3.º) Coloque ao lado de cada piquete uma estaca testemunha.
- 4.º) Instale e nivele o aparelho no piquete 3A.

PROCEDIMENTO

- 5.º) Faça a visada do piquete B, usando uma baliza colocada sobre o mesmo.
- 6.º) Gire o aparelho em 90" no sentido de A.
- 7.º) Meça uma distância de 20m e proceda ao piqueteamento no sentido de A.
- 8.º) Instale e nivele o aparelho no piquete 3B.
- 9.º) Faça a visada do piquete 3C, usando uma baliza colocada sobre o mesmo.
- 10.º) Gire o aparelho em 90" no sentido B.
- 11.º) Meça 20m e proceda ao piqueteamento no sentido de B.
- 12.º) Repita as mesmas operações para os demais piquetes.
- 13.º) Anote, ao final de cada alinhamento, a distância entre o último piquete e a linha que delimita a área.
- 14.º) Identifique com letras e números cada piquete.
- 15.º) Anote em um papel milimetrado o posicionamento de cada piquete.
- 16.º) Faça a leitura, com auxílio do nível e da mira, de todos os piquetes ou pontos topográficos, anotando as leituras nas colunas correspondentes da caderneta de campo, como no exemplo abaixo:

CADERNETA DE CAMPO

ESTACAS	LEITURA		ALTURA DO PLANO DE VISADA	COTA DO PONTO TOPOGRÁFICO	COTA IDEAL	CORTE	ATERRO	OBSERVAÇÃO
	Ré	Vante						
RN	80	-	1.080	1.000				Referência de nível
A1		221		859				
A2		229		851				
A3		240		840				
A4		248		832				
A5		219		861				
A6		208		872				
B6		196		884				
B6	163	-	1.047					Mudança de aparelho
B5		180		867				

Nota: Cotas e leituras em centímetros.

DISCIPLINA: IRRIGAÇÃO E DRENAGEM

Folha de
orientação

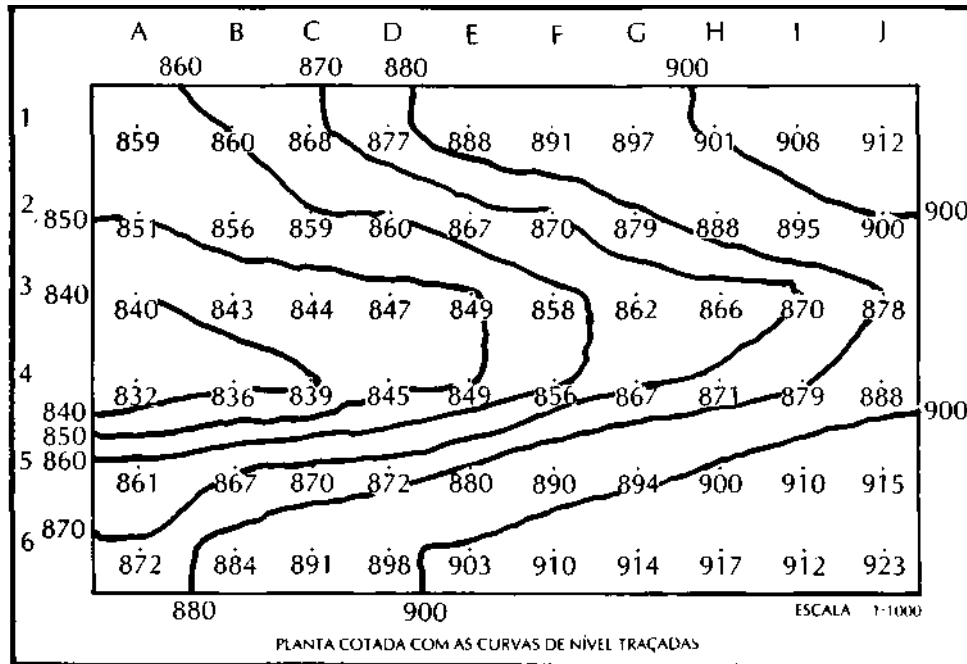
UNIDADE: 5. Sistemas de irrigação

ATIVIDADE: 23. Confeção de planta

28

OBJETIVO: Confeccionar planta destinada à sistematização de solos

Página 1/1



MATERIAIS E/OU RECURSOS UTILIZADOS

ITEM	DENOMINAÇÃO	QUANT.
1	Caderneta de campo calculada	1
2	Papel milimetrado	variável

PROCEDIMENTO

- 1.º Escolha uma escala (normalmente, 1:1000 ou 1:2000).
- 2.º Transfira, para um papel milimetrado, as cotas do ponto topográfico que constam na caderneta de campo, bem como as distâncias ao final de cada alinhamento.
- 3.º Trace curvas de nível para melhor entendimento da topografia do terreno.

DISCIPLINA: IRRIGAÇÃO E DRENAGEM

Folha de
orientação

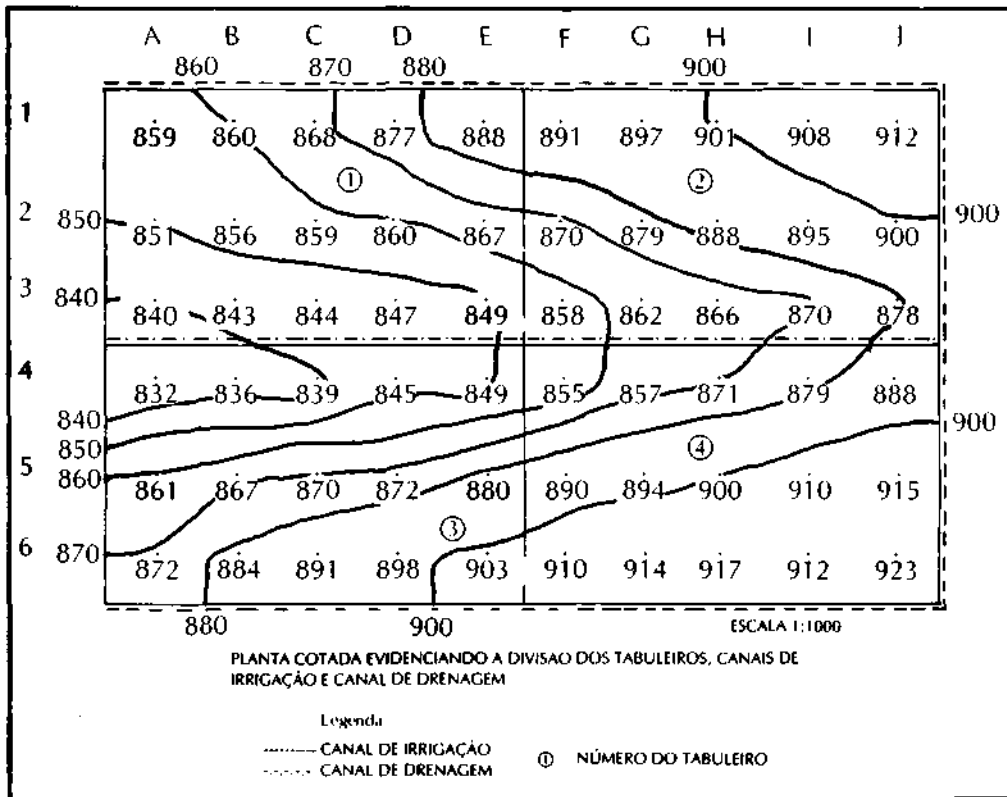
UNIDADE: 5. Sistemas de irrigação

ATIVIDADE: 24. Locação de drenos, tabuleiros e canais

29

OBJETIVO: Local, na planta, drenos, tabuleiros e canais

Página 1/1



MATERIAIS E/OU RECURSOS UTILIZADOS

ITEM	DENOMINAÇÃO	QUANT.
1	Planta cotada	variável

PROCEDIMENTO

- 1.º) Confeccione uma planta, em papel milimetrado, com as cotas dos pontos topográficos.
- 2.º) Trace as curvas de nível para melhor entendimento da topografia do terreno.
- 3.º) Identifique o sentido de menor movimentação de terra.
- 4.º) Trace a linha de drenagem, procurando os pontos mais baixos.
- 5.º) Divida a área em tabuleiros, considerando a menor movimentação de terra, a drenagem e irrigação da mesma.
- 6.º) Trace os canais de irrigação e de drenagem, procurando irrigar os tabuleiros independentemente um do outro.

DISCIPLINA: IRRIGAÇÃO E DRENAGEM

Folha de
orientação

UNIDADE: 5. Sistemas de irrigação

ATIVIDADE: 25. Movimentação de terra

30

OBJETIVO: Calcular a movimentação de terra de um tabuleiro

Página 1/2

MATERIAIS E/OU RECURSOS UTILIZADOS

ITEM	DENOMINAÇÃO	QUANT.
1	Planta cotada, indicando a divisão dos tabuleiros	1

PROCEDIMENTO

1.º) Some todas as cotas do tabuleiro, como no quadro abaixo:

DIFERENÇAS DE COTAS

PONTO TOPOGRÁFICO	COTA DO PONTO	COTA MÉDIA	DIFERENÇA (em cm)
A1	859	857	+ 2
A2	851	857	- 6
A3	840	857	- 17
B1	860	857	+ 3
B2	856	857	- 1
B3	843	857	- 14
C1	868	857	+ 11
C2	859	857	+ 2
C3	844	857	- 13
D1	877	857	+ 20
D2	860	857	+ 3
D3	847	857	- 10
E1	888	857	+ 31
E2	867	857	+ 10
E3	849	857	- 8
SOMA	12.868	—	—

2.º) Calcule a cota média (média aritmética das cotas).

3.º) Calcule a diferença entre a cota do ponto e a cota média.

4.º) Calcule o total de corte, somando os pontos com sinal positivo (+).

5.º) Calcule o total de aterro, somando os pontos com sinal negativo (-).

PROCEDIMENTO

6.) Calcule a relação corte/aterro, usando a expressão:

$$\frac{C}{A}$$

C = total de corte
A = total de aterro

7.º) Estabeleça a relação corte/aterro ideal, considerando o parâmetro:

$$1,20 < \frac{\text{corte}}{\text{aterro}} < 1,40$$

8. ") Repita, para cada tabuleiro, as operações a partir do primeiro procedimento.

DISCIPLINA: IRRIGAÇÃO E DRENAGEM

Folha de
orientação

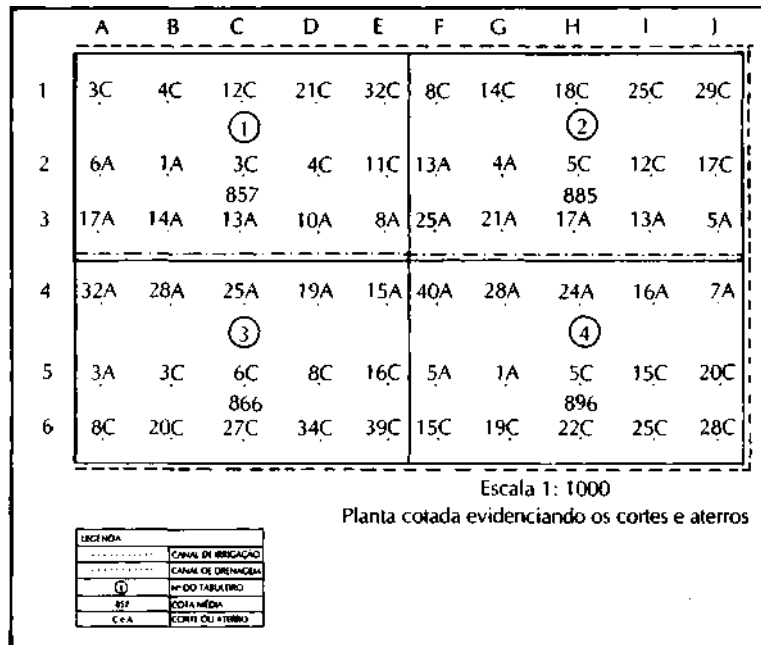
UNIDADE: 5. Sistemas de irrigação

ATIVIDADE: 26. Confeção de planta

31

OBJETIVO: Confeccionar planta indicando os cortes aterros e fazer a marcação no campo

Página 1/2



MATERIAIS E/OU RECURSOS UTILIZADOS

ITEM	DENOMINAÇÃO	QUANT.
1	Caderneta de campo calculada	1
2	Estaca	variável
3	Marreta	1
4	Papel milimetrado	variável
5	Pincel	1
6	Piquete	variável
7	Tinta	variável

PROCEDIMENTO

1.º) Escolha uma escala.

2.º) Transfira, para o papel milimetrado, todos os pontos topográficos levantados.

PROCEDIMENTO

- 3.º) Divida a área em tabuleiros.
- 4.º) Escreva, abaixo do ponto, a cota média de cada tabuleiro.
- 5.º) Escreva, acima do ponto, os cortes e os aterros calculados, com as letras C (corte) e A (aterro).
- 6.º) Marque nas estacas-testemunhas as dimensões de corte ou aterro.

UNIDADE: 7. Drenagem para fins agrícolas

ATIVIDADE: 27. Determinação de espaçamento e profundidade dos drenos

32

OBJETIVO: Determinar o espaçamento e profundidade dos drenos no terreno

Página 1/1

MATERIAIS E/OU RECURSOS UTILIZADOS

ITEM	DENOMINAÇÃO	QUANT.
1	Tabela de dados práticos de espaçamento e profundidade de drenos	1

PROCEDIMENTO

DADOS PRÁTICOS DE ESPAÇAMENTO E PROFUNDIDADE DE DRENOS, DE
ACORDO com VÁRIOS TIPOS DE SOLOS*

TIPOS DE SOLOS	ESPAÇAMENTO (m)	PROFUNDIDADE (m)
Areia	60 - 100	1,05 - 1,20
Barro arenoso	30 - 60	0,90 - 1,20
Barro	30 - 45	0,90 - 1,20
Barro limoso	25 - 35	0,90 - 1,05
Barro argiloso	15 - 20	0,90 - 1,05
Argila	10 - 15	0,80 - 0,90
Turfa	25 - 60	1,20 - 1,50
Terrenos irrigados em regiões áridas	50 - 200	1,80 - 3,00

Nota: * Segundo Daker, A. vol. 3.

1.º) Identifique a profundidade efetiva do sistema radicular da cultura a ser implantada.

2.º) Identifique a textura do solo da área a ser drenada.

3.º) Consulte a tabela acima e identifique o espaçamento e a profundidade dos drenos.

Exemplo

- Cultura: cana-de-açúcar
- Profundidade efetiva do sistema radicular: 0,80m
- Tipo de solo: barro... (TABELA)
Profundidade do dreno = 0,90 - 1,20m
Espaçamento entre drenos = 30 - 45m

DISCIPLINA: IRRIGAÇÃO E DRENAGEM

Folha de
orientação

UNIDADE: 7. Drenagem para fins agrícolas

ATIVIDADE: 28. Locação dos drenos

33

OBJETIVO: Locar canais de drenagem

Página 1/2



MATERIAIS E/OU RECURSOS UTILIZADOS

ITEM	DENOMINAÇÃO	QUANT
1	Estaca	variável
2	Mira falante	1
3	Nível de precisão	1
4	Piquete	variável
5	Tabela de dados práticos de espaçamento e profundidade de drenos	1
6	Trena (30m)	1

PROCEDIMENTO

- 1 ?) Estabeleça a declividade a ser adotada para o dreno.
- 2?) Determine o espaçamento e a profundidade do dreno, usando a tabela.

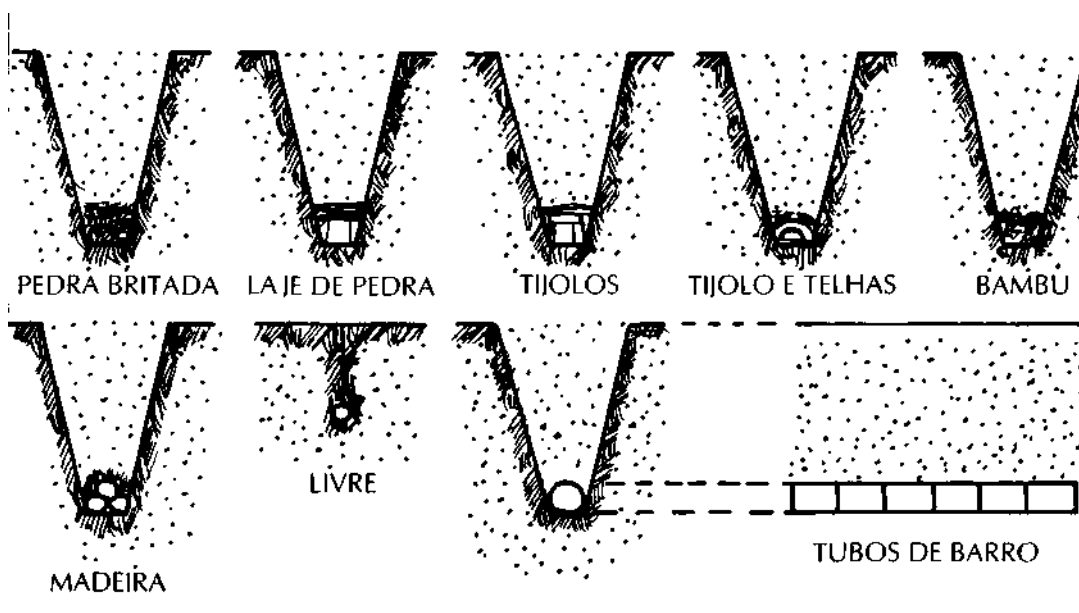
**DADOS PRÁTICOS DE ESPAÇAMENTO E PROFUNDIDADE DE DRENOS, DE ACORDO
com VÁRIOS TIPOS DE SOLOS***

TIPOS DE SOLOS	ESPAÇAMENTO (m)	PROFUNDIDADE (m)
Areia	60-100	1,05-1,20
Barro arenoso	30 - 60	0,90-1,20
Barro	30 - 45	0,90—1,20
Barro limoso	25 - 35	0,90-1,05
Barro argiloso	15 - 20	0,90-1,05
Argila	10 - 15	0,80-0,90
Turfa	25 - 60	1,20-1,50
Terrenos irrigados em regiões áridas	50-200	1,80-3,00

Nota: *Segundo Daker, A. vol. 3.

- 3.º) Instale e nivele o instrumento.
- 4.º) Faça a leitura da mira, colocada no ponto inicial do dreno (estaca 0).
- 5.º) Estenda a trena, partindo do ponto inicial, e marque uma distância predeterminada.
- 6.º) Atenda aos sinais do operador, com a trena estendida e a mira na vertical, até encontrar a leitura adequada do segundo ponto (estaca 1).
- 7.º) Bata um piquete no ponto encontrado e ao lado deste finque uma estaca numerada.
- 8.º) Repita os procedimentos 6 e 7 para os pontos seguintes.
- 9.º) Anote, numa caderneta, as profundidades encontradas para cada estaca.

TIPOS DE CONDUTOS POROSOS SUBTERRÂNEOS (DRENOS COBERTOS)



MATERIAIS E/OU RECURSOS UTILIZADOS

ITEM	DENOMINAÇÃO	QUANT.
1	Material disponível na região	variável

PROCEDIMENTO

- 1.º) Identifique os materiais existentes na região para serem utilizados nos drenos como condutos porosos.
- 2.º) Determine a espessura da camada do material escolhido para formar o conduto poroso.
- 3.º) Disponha os materiais mais grossos no fundo e, sobre estes, os materiais mais finos.
- 4.º) Coloque sobre os materiais porosos uma camada de vegetais secos.
- 5.º) Cubra totalmente o dreno com terra anteriormente escavada.

BIBLIOGRAFIA

01. ANDRADE, P.A.R. *Sistematização de várzeas*. Bambuí, Escola Agrotécnica Federal de Bambuí, 1982.
02. BARRETO, C.B. *Sulcos levam água às raízes*. São Paulo, Cooperativa, 1968.
03. BERNARDO, S. *Irrigação por aspersão*. Viçosa, Imprensa da Universidade Federal de Viçosa, 1980.
- 04._____. *Manual de irrigação*. Viçosa, Imprensa Universitária da Universidade Federal de Viçosa, 1982.
05. BERTINE, K. *Determinação da vazão*. Campinas, CATI, 1969.
- 06._____. *Manejo de água*. Campinas, CATI, 1976. (Boletim Técnico, SCR 94)
07. **BRASIL**. Ministério da Agricultura. Provárzeas Nacional. *Um hectare vale por dez*. Brasília, **1981**.
- 08._____. Brasília, 1982.
09. DAKER, A. *A água na agricultura*. 5. ed. Rio de Janeiro, Freitas Bastos, 1976.
- 10._____. *Captação, elevação e melhoramento de água*. 5. ed. Rio de Janeiro, Freitas Bastos, 1976.
- 11._____. *Irrigação e drenagem*. 5. ed. Rio de Janeiro, Freitas Bastos, 1976.
12. LIMA, Jacó V.C. & SILVA, L.A. *Irrigação por aspersão*. Recife, Asbrasil Nordeste Irrigação Ltda., 1981.
13. NEVES, E.T. *Curso de hidráulica*. 2. ed. Porto Alegre, Globo, 1974.
14. OLITTA, A.F.L. *Os métodos de irrigação*. São Paulo, Nobel, 1977.
15. TEIXEIRA, Elias P. *Irrigação por aspersão*. Belo Horizonte, EMATER-MG, 1981.
16. TEIXEIRA, Hércio A. *Hidráulica geral*. Lavras, Imprensa Universitária, 1981.
17. WITERS, Bruce & VIPOND, Stanley. *Irrigação; projeto e prática*. São Paulo, Universitária, 1974.

DIRETORIA DE APOIO
DIDÁTICO-PEDAGÓGICO
Egberto da Costa Caia

Chefe do Departamento
de Produção
Edison Wagner

Gerente Editorial
Didático-pedagógica
Maria Regina Fernandes de Souza

Gerente de Produção
Editorial-Gráfica
Marilene Andrade Alves

Preparo de originais
Cecília Maria Silva Rego
Marly Ferreira Braga

Catálogo na fonte
Maria Luísa de Souza Fragoso

Revisão de originais
Maria Thereza Pessoa da Costa

Revisão de provas
Norma de Magalhães Carvalho Vasconcellos
Terezinha de Jesus Moreira

Acompanhamento gráfico
Benedito César S. Nunes

Esta obra foi impressa pela

ESCOPO EDITORA com. e Ind. S.A.

SIG Sul Quadra 4 nº 217 — Brasília, DF

para a

F AE — Fundação de Assistência ao Estudante

Rua Miguel Ângelo, 96 — Maria da Graça — Rio de Janeiro — R)

República Federativa do Brasil

ISBN 85.222.0207-9 Geral
ISBN 85.222.0232-X Irrigação e Drenagem

Venda proibida

