

SÉRIE SENAR AR/MT - 60

TRABALHADOR NA IRRIGAÇÃO E DRENAGEM

A IRRIGAÇÃO E A RELAÇÃO SOLO-PLANTA-ATMOSFERA



MATO GROSSO

SERVIÇO NACIONAL DE
APRENDIZAGEM RURAL

ADMINISTRAÇÃO REGIONAL DO MATO GROSSO

Homero Alves Pereira

PRESIDENTE DO CONSELHO ADMINISTRATIVO

Antônio Carlos Carvalho de Sousa

SUPERINTENDENTE

Irene Alves Pereira

GERENTE ADMINISTRATIVA E FINANCEIRA

Otávio Bruno Nogueira Borges

GERENTE TÉCNICO

SÉRIE SENAR AR/MT - 60

TRABALHADOR NA IRRIGAÇÃO E DRENAGEM

ISSN 1807-2720

ISBN 85-87890-30-1

A IRRIGAÇÃO E A RELAÇÃO SOLO-PLANTA-ATMOSFERA

ELABORADORES

Aureo Silva de Oliveira

ENGENHEIRO AGRÔNOMO

MESTRE EM AGRONOMIA

DOUTOR EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

PROFESSOR DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA – UFRB

Dalmir Kuhn

ENGENHEIRO AGRÔNOMO

ESPECIALISTA EM AGRICULTURA TROPICAL

MESTRE EM AGRICULTURA TROPICAL

PROFESSOR DO CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE CUIABÁ – CEFET/MT

Gilson Pereira Silva

ENGENHEIRO AGRÔNOMO

MESTRE EM SOLOS E NUTRIÇÃO DE PLANTAS

DOUTOR EM SOLOS E NUTRIÇÃO DE PLANTAS

PROFESSOR DA UNIVERSIDADE DE RIO VERDE – FESURV

Copyright (da 1ª Edição) 2006 by
LK Editora e Comércio de Bens Editoriais e Autorais Ltda.

Série SENAR AR/MT – 60
Trabalhador na irrigação e drenagem
A irrigação e a relação solo–planta–atmosfera

COORDENAÇÃO TÉCNICA

Clóvis Antônio Pereira Fortes
ENGENHEIRO AGRÔNOMO

COORDENADOR DE FORMAÇÃO PROFISSIONAL RURAL E PROMOÇÃO SOCIAL DO SENAR AR/MT

REVISÃO GERAL

João Fernandes Vargas Neto
SUPERVISOR DO SENAR AR/MT

PRODUÇÃO EDITORIAL

LK Editora e Comércio de Bens Editoriais e Autorais Ltda.

COORDENAÇÃO METODOLÓGICA – Leon Enrique Kalinowski Olivera e Sérgio Restani
Kalinowski

COORDENAÇÃO TÉCNICA – Otávio Silveira Gravina – ENGENHEIRO AGRÔNOMO

REVISÃO GRAMATICAL E DE LINGUAGEM – Rosa dos Anjos Oliveira e Fabiana Ferreira

NORMATIZAÇÃO TÉCNICA – Rosa dos Anjos Oliveira

EDITORAÇÃO ELETRÔNICA – Carlos André, Licurgo S. Botelho e Gustavo
Cavalcante

DESENHOS – André Ribeiro

FOTOGRAFIA – Cidu Okubo

TRATAMENTO DE IMAGENS – Fernanda Resende

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Oliveira, Aureo Silva de.

A irrigação e a relação solo–planta–atmosfera / Aureo Silva de
Oliveira, Dalmir Kuhn, Gilson Pereira Silva. – Brasília (DF): LK Editora,
2006.

92 p. il. ; 21 cm. (Série SENAR AR/MT, ISSN 1807-2720; 60)

ISBN 85-87890-30-1

1. Relação solo–planta–atmosfera. 2. Irrigação. I. Kuhn, Dalmir.
II. Silva, Gilson Pereira. III. Título.

CDU 631.675.2

IMPRESSO NO BRASIL

APRESENTAÇÃO	7
INTRODUÇÃO	9
A IRRIGAÇÃO E A RELAÇÃO SOLO-PLANTA-ATMOSFERA	11
I ANALISAR O SOLO	13
1 Analise as propriedades físicas do solo	14
2 Analise as propriedades químicas do solo	42
3 Analise a infiltração de água no solo	46
4 Analise a retenção de água no solo	47
II ANALISAR A ABSORÇÃO DE ÁGUA PELA PLANTA	50
1 Analise o sistema radicular das plantas	51
2 Analise o transporte de água nas plantas	52
3 Analise os efeitos da deficiência de água	53
4 Analise os efeitos do excesso de água	54
III ANALISAR A ATMOSFERA	55
1 Analise os elementos meteorológicos	56
2 Avalie as condições pluviométricas locais	61
IV FORNECER ÁGUA PARA AS PLANTAS	75
1 Verifique a disponibilidade de água para a irrigação	76
2 Verifique a salinidade da água	79
3 Verifique o consumo de água pelas plantas	84
4 Selecione o método de irrigação	89
BIBLIOGRAFIA	92

O SENAR – Administração Regional do Mato Grosso, após um levantamento de necessidades, vem definindo as prioridades para a produção de cartilhas de interesse geral.

As cartilhas são recursos instrucionais de Formação Profissional Rural e Promoção Social e, quando elaboradas segundo metodologia preconizada pela Instituição, constituem um reforço da aprendizagem adquirida pelos trabalhadores rurais após os cursos ou treinamentos promovidos pelo SENAR em todo o País.

Estas cartilhas fazem parte de uma série de títulos desenvolvidos por especialistas de notório conhecimento no assunto e são mais uma contribuição do SENAR AR/MT visando à melhoria da qualidade dos serviços prestados pela entidade.

Esta cartilha, de maneira simples e ilustrada, trata de forma detalhada das operações imprescindíveis para uma irrigação eficaz, desde a análise do solo, da absorção de água pela planta e da atmosfera até o fornecimento adequado de água à cultura.

Contém informações tecnológicas sobre os procedimentos necessários para a execução das operações no momento preciso e na seqüência lógica. Trata, também, de aspectos importantes para a preservação do meio ambiente e de assuntos que possam interferir na melhoria da qualidade e produtividade da irrigação.

A IRRIGAÇÃO E A RELAÇÃO SOLO-PLANTA-ATMOSFERA

A água é um líquido essencial para todos os seres vivos. Do solo para a planta e da planta para a atmosfera, a água desempenha funções importantes, como: diluir compostos químicos, orgânicos e inorgânicos; transportar compostos diluídos, a exemplo dos minerais; e regular a temperatura das plantas pelo fenômeno da transpiração. No sistema solo-planta-atmosfera, o movimento da água é do solo para a atmosfera, passando, ou não, pela planta. Quando a água não passa pela planta, tem-se a evaporação direta (E) e quando a água passa pela planta e depois para a atmosfera, tem-se a transpiração vegetal (T). Os dois processos ocorrem simultaneamente em áreas agrícolas, constituindo a evapotranspiração (ET). Este é um conceito muito importante, pois através dele pode-se conhecer as necessidades de água das plantas cultivadas e, portanto, definir a quantidade de



água que o sistema de irrigação deve aplicar, para evitar que as plantas sofram deficiência hídrica, com todos os prejuízos para o crescimento e para a produção.

As plantas precisam de água para crescer. Quando a chuva não é suficiente, a irrigação é então usada para garantir um bom crescimento e uma boa produção.

Esta cartilha apresenta algumas informações sobre as relações entre o solo, a planta e a atmosfera e como a água se comporta nesse sistema, facilitando a aplicação prática da irrigação na agricultura.



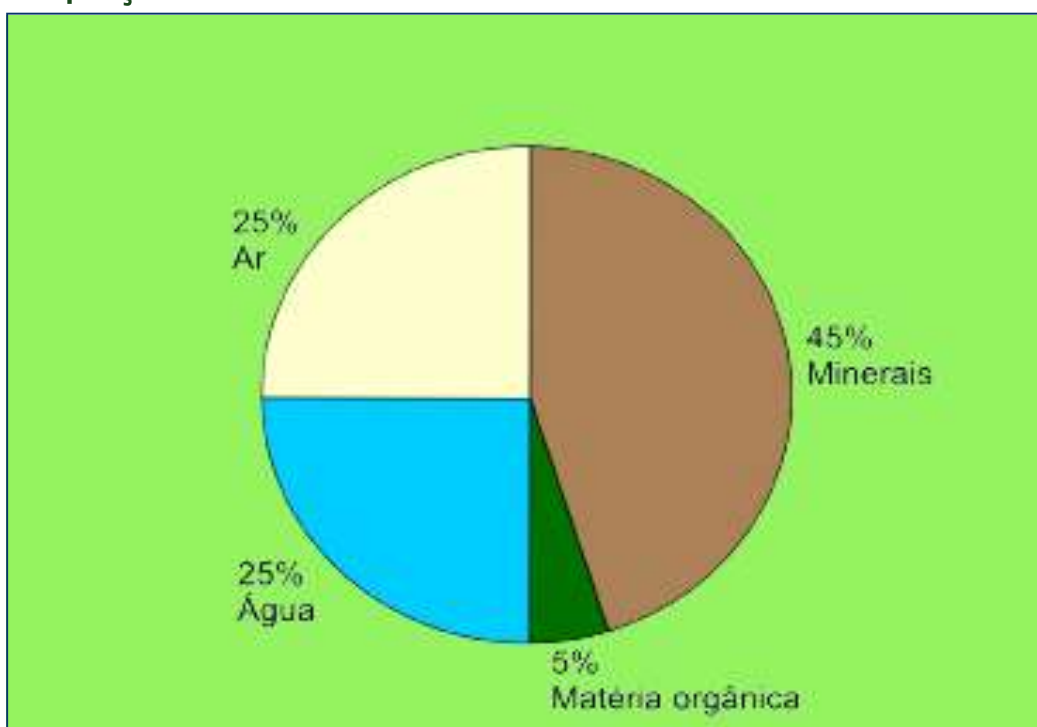
I

ANALISAR O SOLO

O solo é um meio poroso constituído de partículas sólidas e espaços vazios que podem ser ocupados pelo ar ou pela água. A porção sólida é composta de minerais e matéria orgânica; a líquida é composta de água e solutos dissolvidos; e o ar do solo é a porção gasosa.

A parte sólida é formada de partículas minerais e orgânicas. As minerais são classificadas como areia, silte e argila, dependendo do tamanho, e possuem composição química variada. As partículas orgânicas são formadas por restos vegetais e/ou animais em diferentes estados de decomposição.

Composição volumétrica de um solo ideal



A parte líquida preenche total ou parcialmente os espaços vazios ou poros do solo. Portanto, o solo é um armazenador de água para as plantas, necessitando de reposição periódica pela chuva ou irrigação.

A parte gasosa ocupa os espaços vazios não ocupados pela água. É uma fração importante do sistema, pois a maioria das plantas necessita de aeração adequada na zona radicular.

Um solo ideal apresenta a seguinte proporção: 45% de partículas minerais, 5% de matéria orgânica, 25% de ar e 25% de água.

1 ANALISE AS PROPRIEDADES FÍSICAS DO SOLO

A análise das principais propriedades físicas do solo é de suma importância para uma irrigação adequada.

1.1 DETERMINE A TEXTURA DO SOLO

A textura ou granulometria do solo refere-se à distribuição relativa das partículas minerais no solo. Esta propriedade praticamente não varia com o tempo, mesmo quando o solo é submetido a diferentes condições de uso e manejo.

As partículas minerais são separadas de acordo com o seu tamanho. Partículas com diâmetro entre 2 e 0,05 mm são classificadas como areia, entre 0,05 e 0,002 mm como silte e menor que 0,002 mm como argila.

Pode-se classificar os solos de acordo com o teor de argila como:

- **Textura grossa** – solo com teor de argila abaixo de 15%;

- **Textura média** – solo com teor de argila entre 15% e 35%;
- **Textura fina** – solo com teor de argila acima de 35%;

A textura do solo pode ser determinada tanto no campo como em laboratório.

1.1.1 FAÇA A AMOSTRAGEM DO SOLO

A técnica de amostragem apresentada nesta cartilha aplica-se tanto para a determinação da textura no campo como em laboratório.

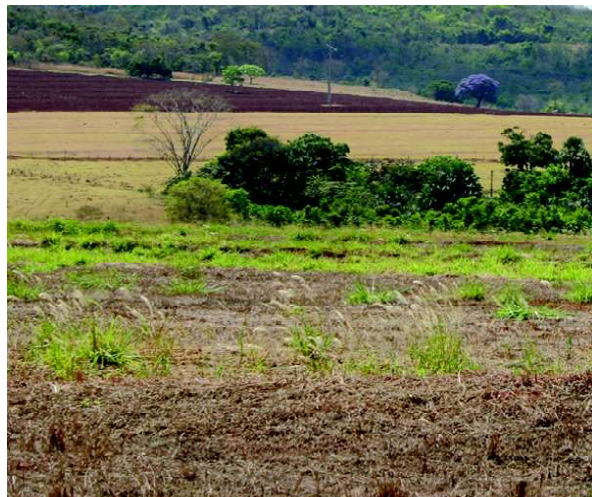
A coleta de amostras de solo para definição da textura deve merecer atenção especial, pois a análise não corrige os erros cometidos durante a coleta. A coleta de amostras é feita utilizando-se o método do caminhamento, que consiste em coletar amostras ao acaso, percorrendo-se toda a área em ziguezague. O caminhamento é importante para se obter uma amostra representativa da área.



a) Reúna o material

- Balde plástico;
- Enxadão;
- Faca pequena;
- Trado.

b) Divida a área em glebas homogêneas



c) Vá até o local de amostragem





- d) Escolha, ao acaso, o primeiro ponto de amostragem na gleba

Atenção: Para se obter amostras representativas

da gleba, deve-se evitar pontos localizados próximos a estradas, formigueiros, cupinzeiros, árvores, cercas e depósitos de adubos e corretivos (calcário).



- e) Limpe o local escolhido



- f) Pegue o trado

g) Pressione a ponta do trado no solo



h) Gire o trado





i) Retire o trado do solo

j) Retire o excesso de solo do trado

Esta operação deve ser realizada com o auxílio de uma faca.



k) Coloque a ponta do trado com o solo coletado sobre o balde

l) Despeje a amostra dentro do balde



m) Repita os passos para os outros pontos



Atenção: É recomendável a coleta de, no mínimo, dez pontos por gleba, para uma boa amostragem do talhão.

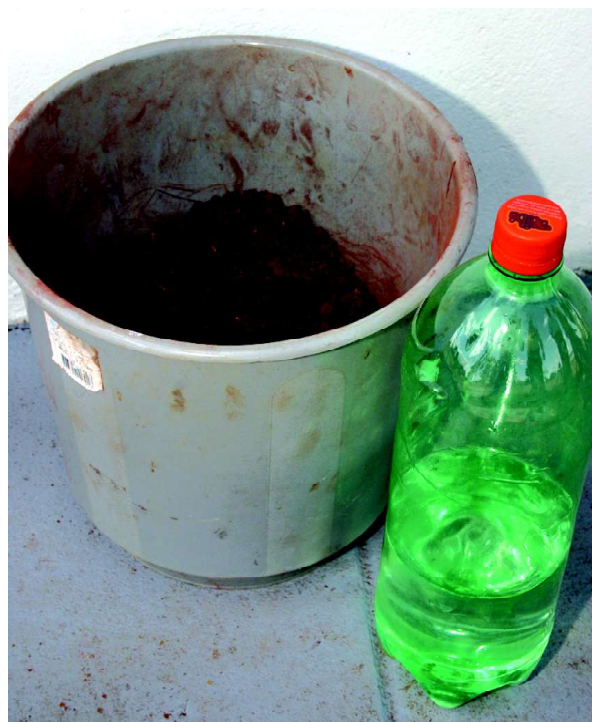
n) Misture todo o solo contido no balde

O solo é misturado para que fique bem homogêneo.



1.1.2 DETERMINE A TEXTURA DO SOLO NO CAMPO

A determinação da textura no campo é realizada para se ter uma noção da textura do solo, especialmente utilizada para pequenas áreas. Para projetos onde se exige maior precisão nos resultados, recomenda-se o envio da amostra uniformizada de solo para um laboratório de análise de solos.



a) Reúna o material

- Água;
- Recipiente de 2 litros;
- Solo homogêneo.

b) Coloque uma porção de solo em uma das mãos



c) Molhe a amostra com um pouco de água



d) Comprima a amostra para destruir os agregados

Esta operação é feita abrindo e fechando a mão.



e) Pegue uma pequena parte da porção do solo úmido com a outra mão

f) Esfregue-a entre os dedos indicador e polegar



g) Classifique a textura do solo

A classificação da textura do solo, no campo, pode ser feita de acordo com o seguinte critério:

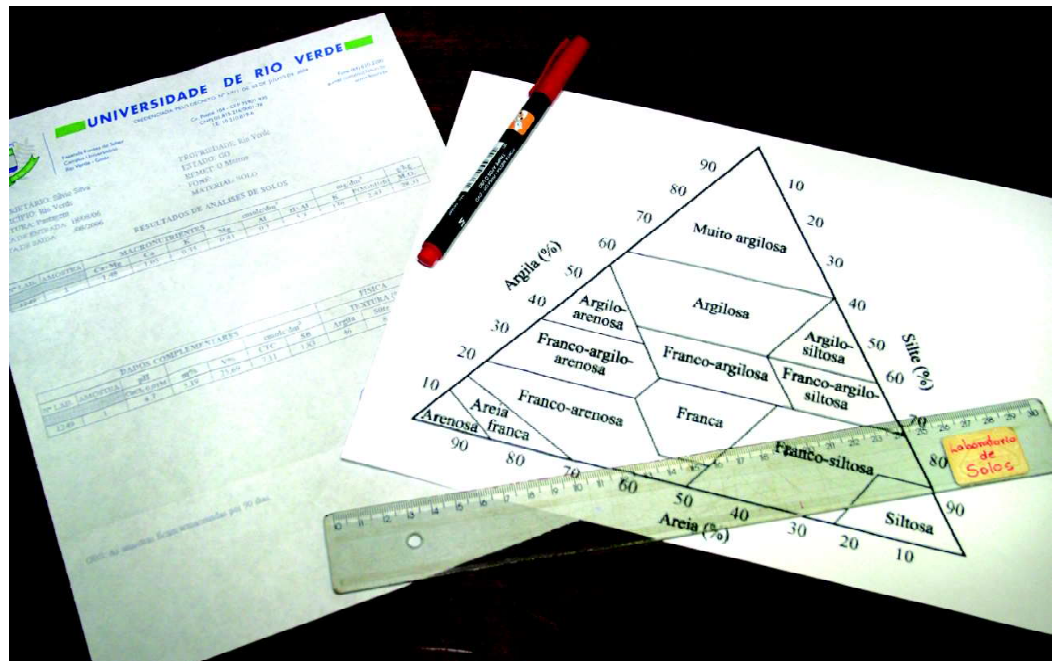
- Se a sensação for de aspereza, o solo é de textura média a grossa; tanto mais grossa quanto maior a aspereza.
- Se a sensação for de sedosidade ou viscosidade, o solo é de textura fina; tanto mais fina quanto maior a sedosidade ou viscosidade.

1.1.3 DETERMINE A TEXTURA DO SOLO PROVENIENTE DA ANÁLISE LABORATORIAL

A determinação da textura é feita a partir do resultado da análise laboratorial da amostra que traz as percentagens de areia, silte e argila do solo analisado e com o auxílio do triângulo textural, que define a textura do solo.

a) Reúna o material

- Lápis;
- Régua;
- Resultado da análise;
- Saco plástico;
- Solo homogeneizado;
- Triângulo textural.



b) Pegue o saco da amostra



c) Pegue um punhado do solo coletado com a mão



d) Coloque a amostra no saco plástico

Dentro do saco plástico deve-se colocar, aproximadamente, 500 gramas de solo.



e) Feche o saco



f) Identifique a amostra




g) Envie a amostra ao laboratório para análise granulométrica



h) Espere pelos resultados

Exemplo: Considere os resultados da análise de laboratório realizada em uma amostra de solo como: 46% de argila, 8% de silte e 46% de areia.

**UNIVERSIDADE DE RIO VERDE**
CREDENCIADA PELO DECRETO Nº 5.971 DE 02 DE JULHO DE 2004

Fazenda Fontes do Saber
Campus Universitário
Rio Verde - Goiás

Cx. Postal 104 - CEP 75901-970
CNPJ 01.815.216/0001-78
I.E. 10.210.819-6

Fone (64) 620-220
e-mail contato@fesurvb
www.fesurv

PROPRIETÁRIO: Silvío Silva
MUNICÍPIO: Rio Verde
CULTURA: Pastagem
DATA DE ENTRADA: 18/08/06
DATA DE SAÍDA: /08/2006


PROPRIEDADE: Rio Verde
ESTADO: GO
REMET: O Mesmo
FONE:
MATERIAL: SOLO

RESULTADOS DE ANÁLISES DE SOLOS

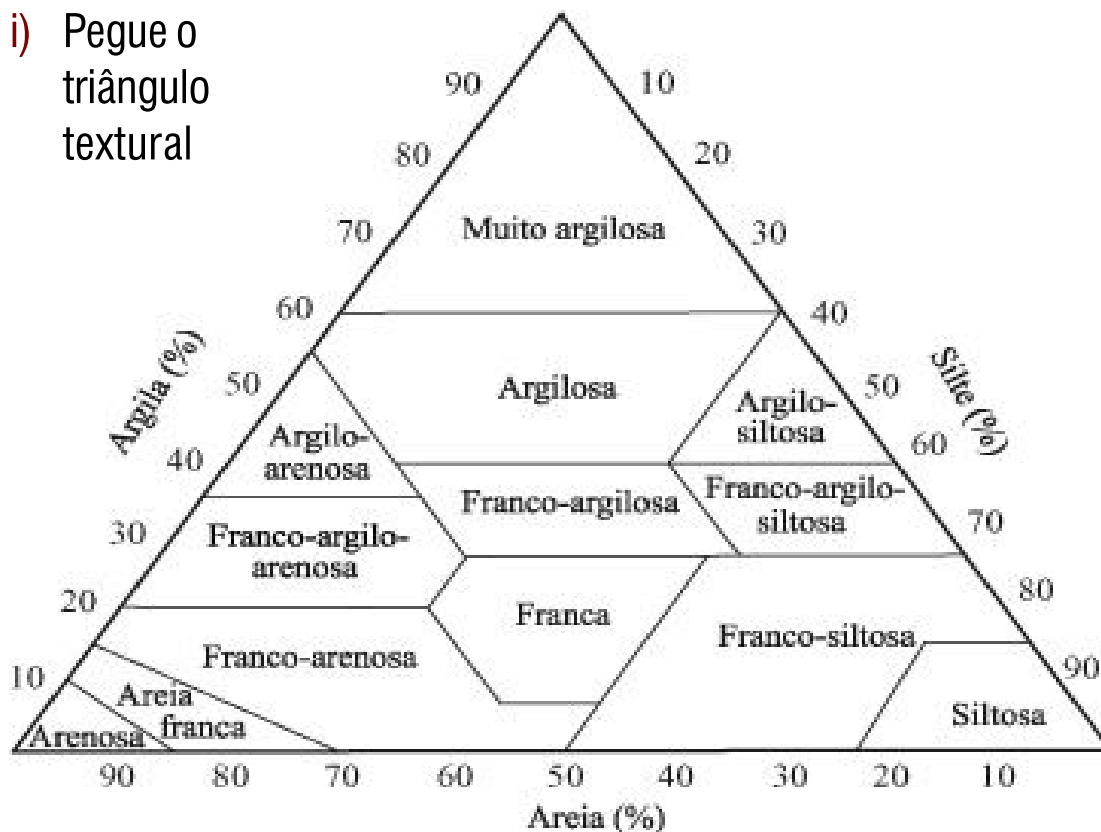
Nº LAB.	AMOSTRA	MACRONUTRIENTES						mg/dm ³		p/g
		Ca+Mg	Ca	K	Mg	Al	H+Al	K	P(Mohrlich)	
1249	1	1,48	1,05	0,35	0,43	0,1	5,3	1,36	2,43	28,31

Nº LAB.	AMOSTRA	pH	DADOS COMPLEMENTARES			FISICA			
			CaCl ₂ 0,01M	m%	V%	CTC	SB	Argila	Silte
1249	1	4,7	5,19	25,69	7,11	1,83	46	8	46

OBS: As amostras ficam armazenadas por 90 dias.

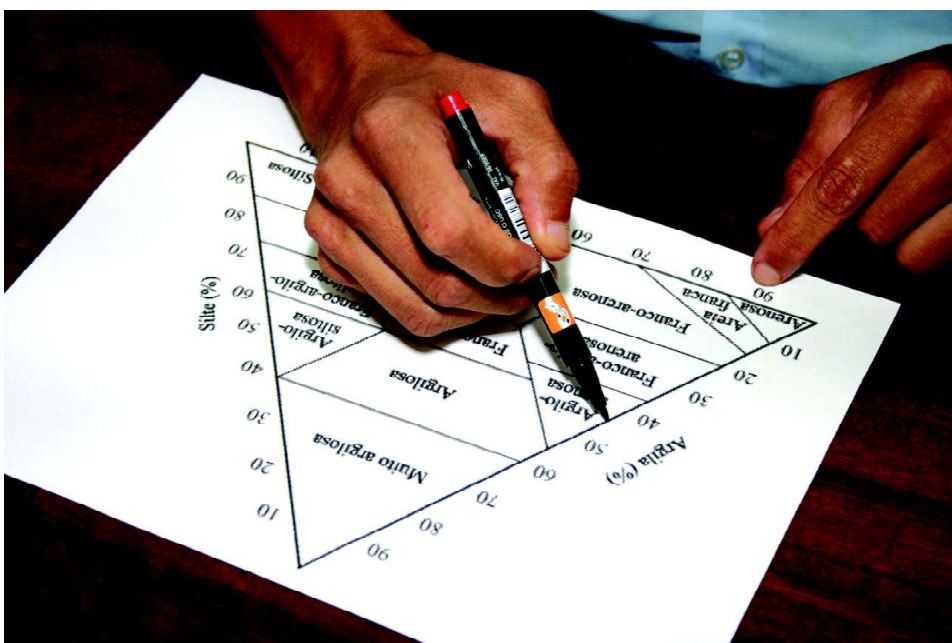


i) Pegue o triângulo textural





Atenção: Se os resultados da análise granulométrica estiverem em percentagem (%) ou decagrama por quilograma (dag/kg), estão prontos para serem usados. Se estiverem em grama por quilograma (g/kg), deve-se dividir o valor por dez.

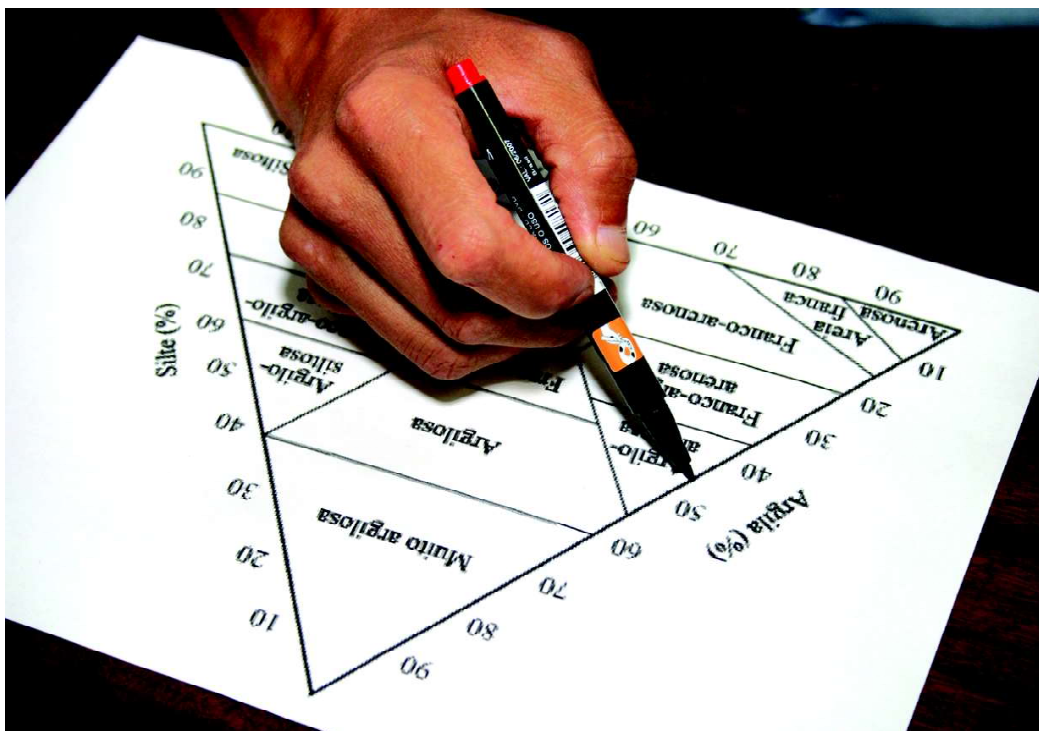


j) Identifique o eixo do teor de argila



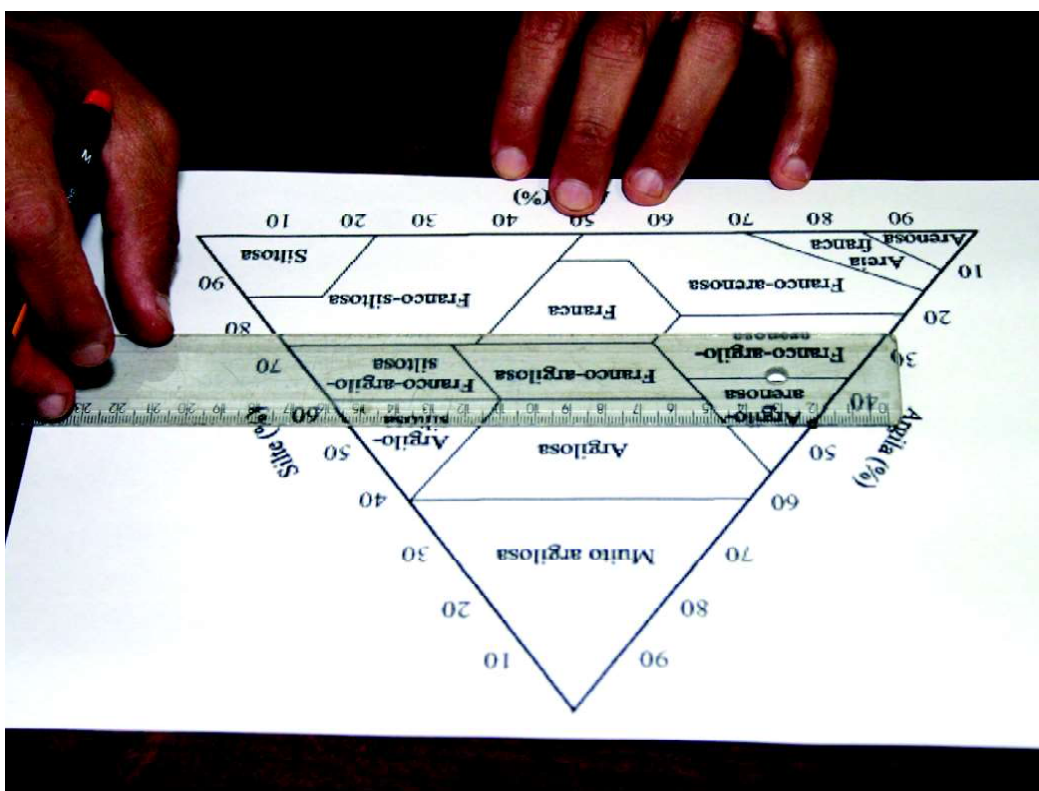
k) Consulte o teor de argila no resultado da análise de solo

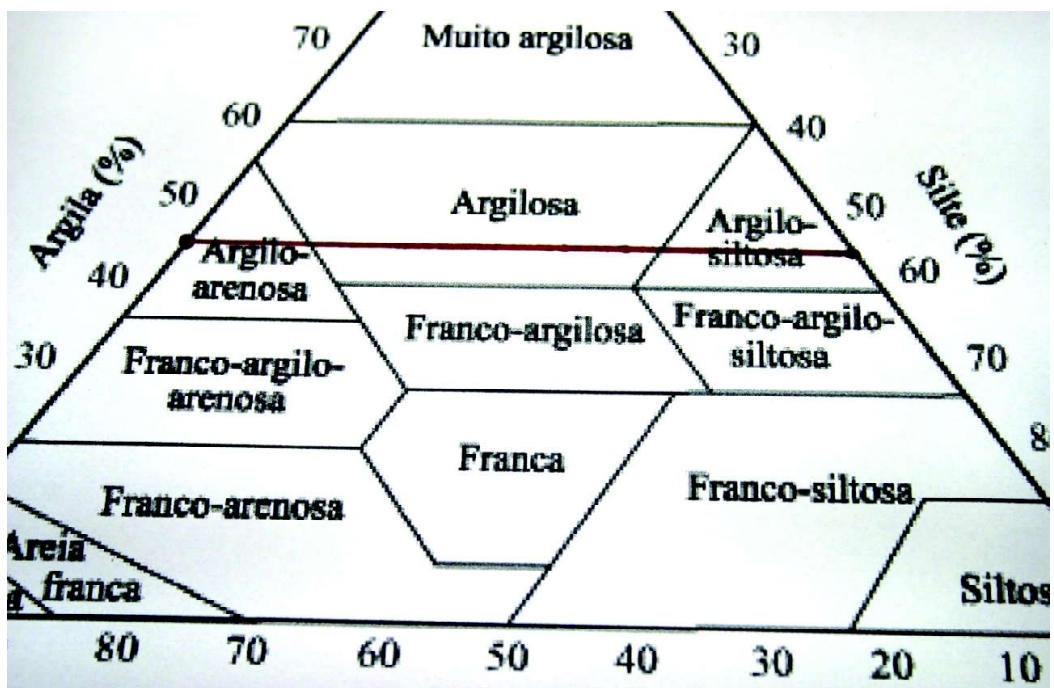
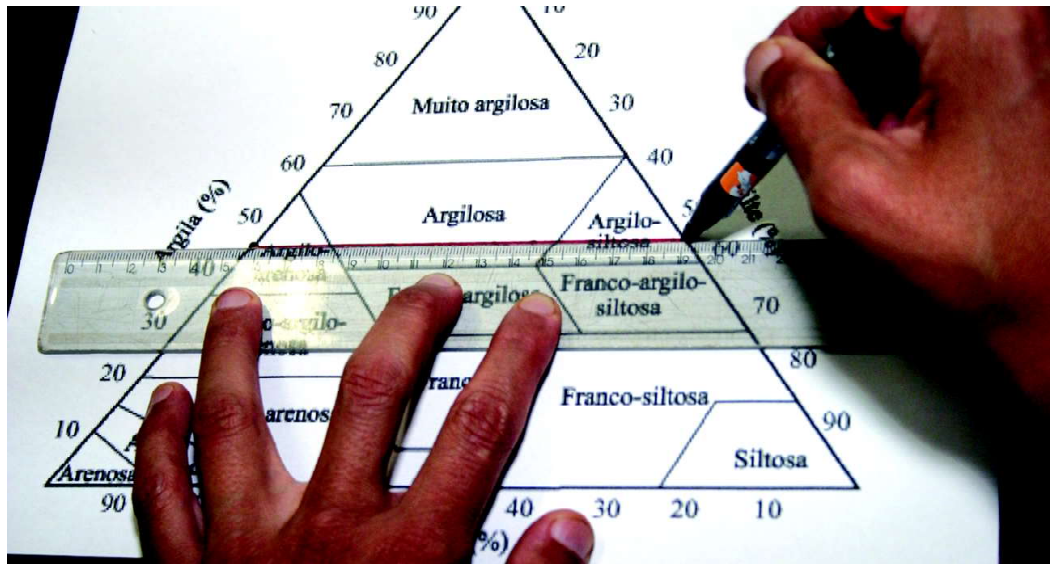
- l) Marque com o lápis o teor de argila da amostra
Exemplo: 46% de argila



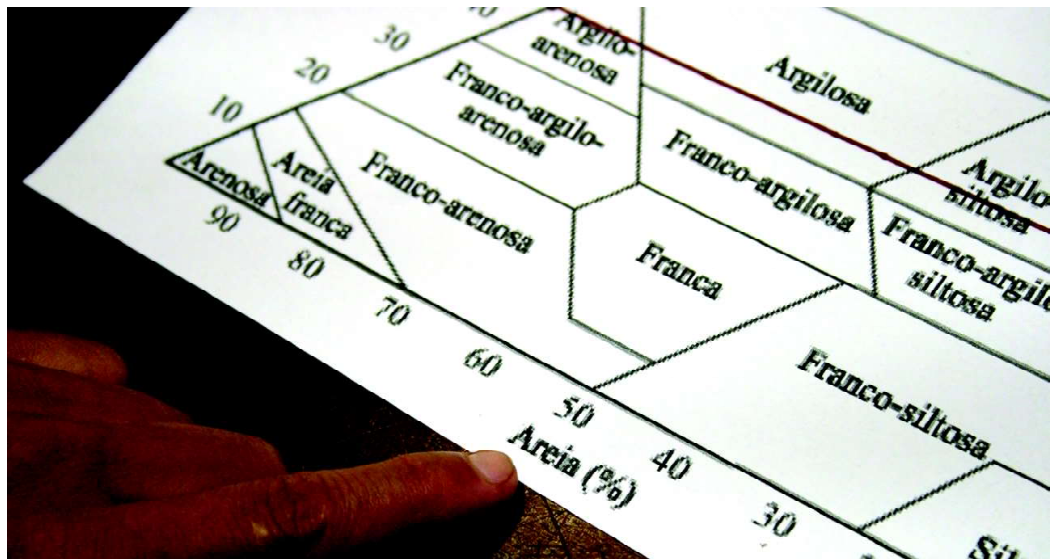
- m) Trace uma linha paralela ao eixo do teor de areia

Partindo do ponto marcado, deve-se traçar uma linha, com o auxílio da régua, paralela ao eixo do teor de areia.





n) Identifique o eixo do teor de areia

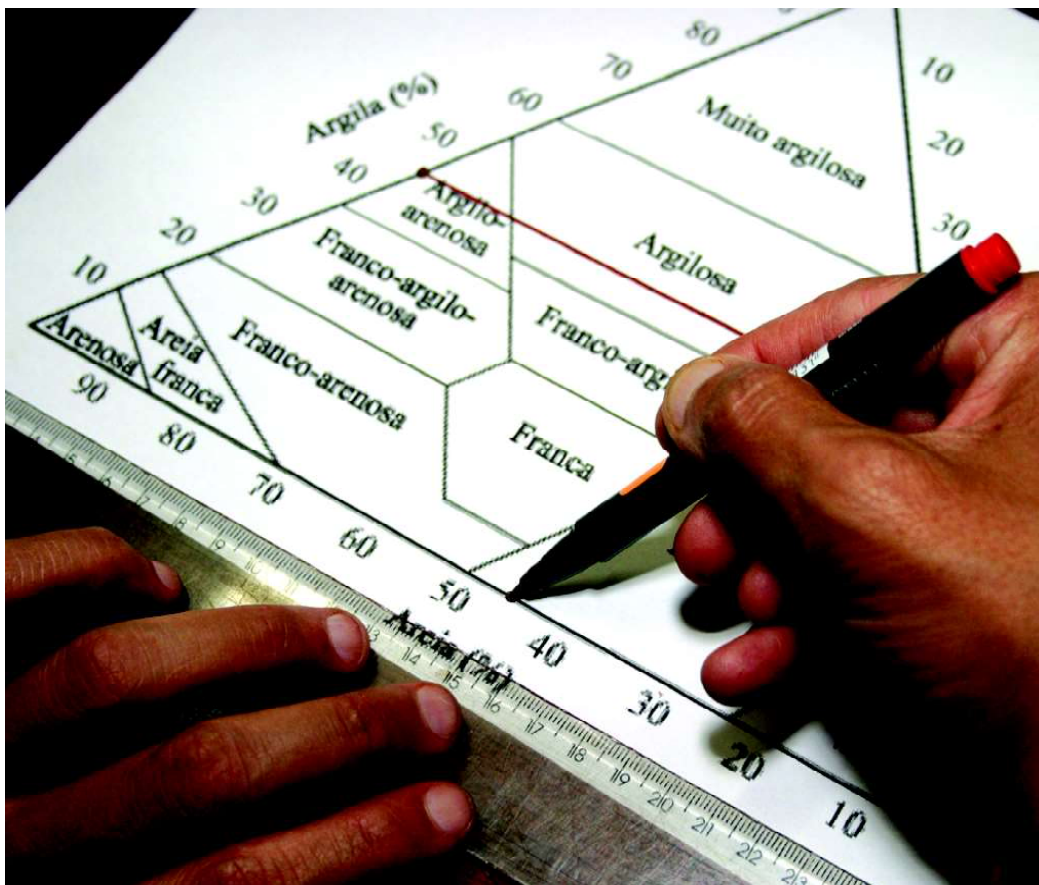


o) Consulte o teor de areia no resultado da análise de solo



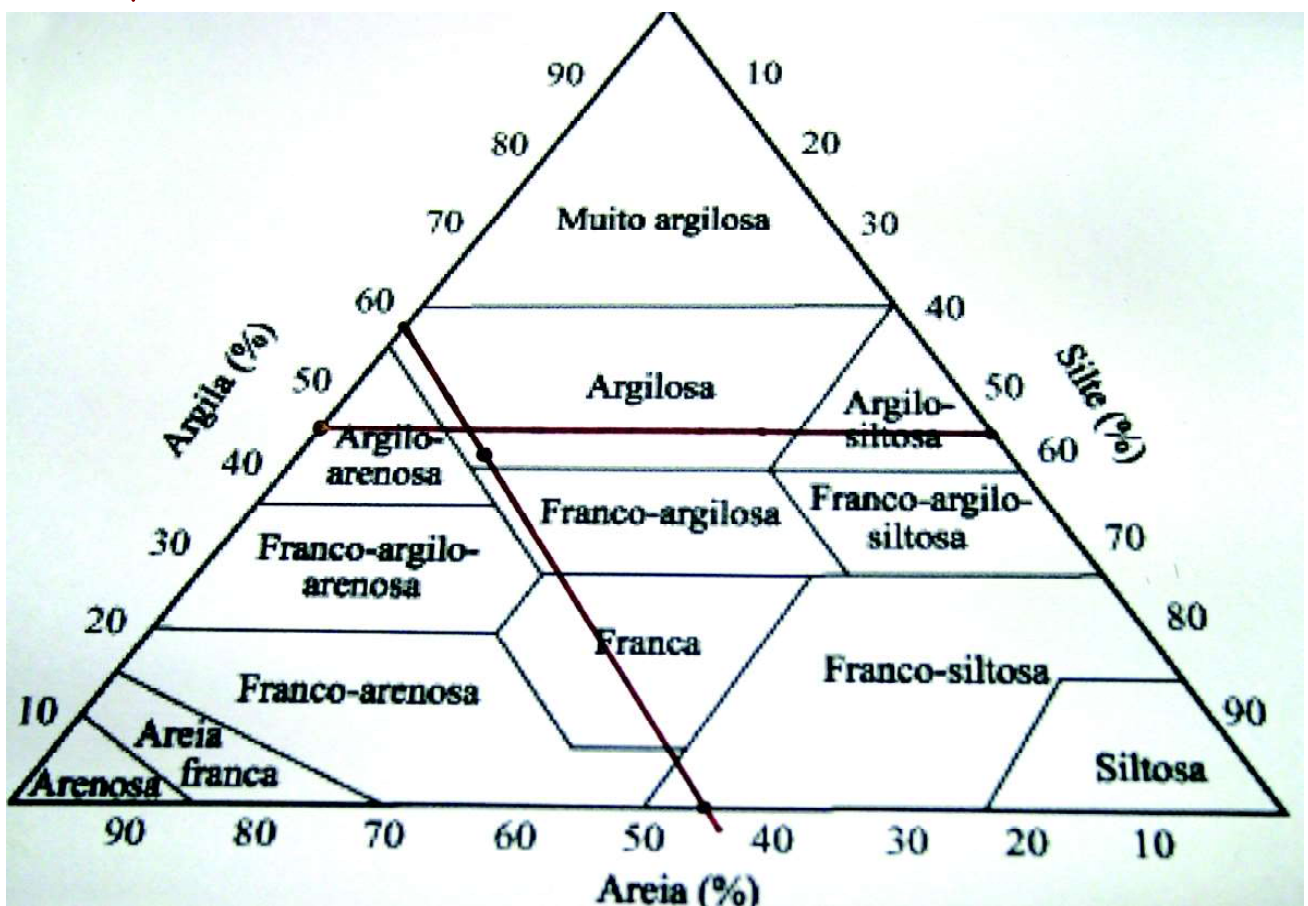
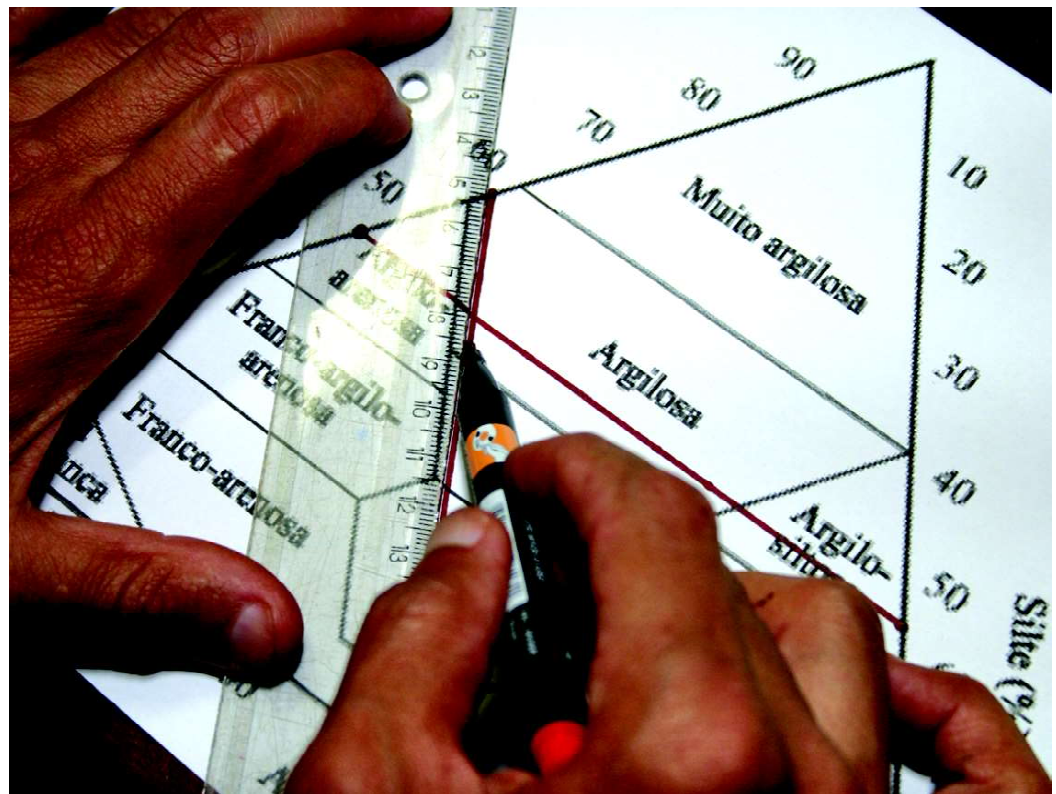
p) Marque o teor de areia no eixo identificado

Exemplo: 46% de areia

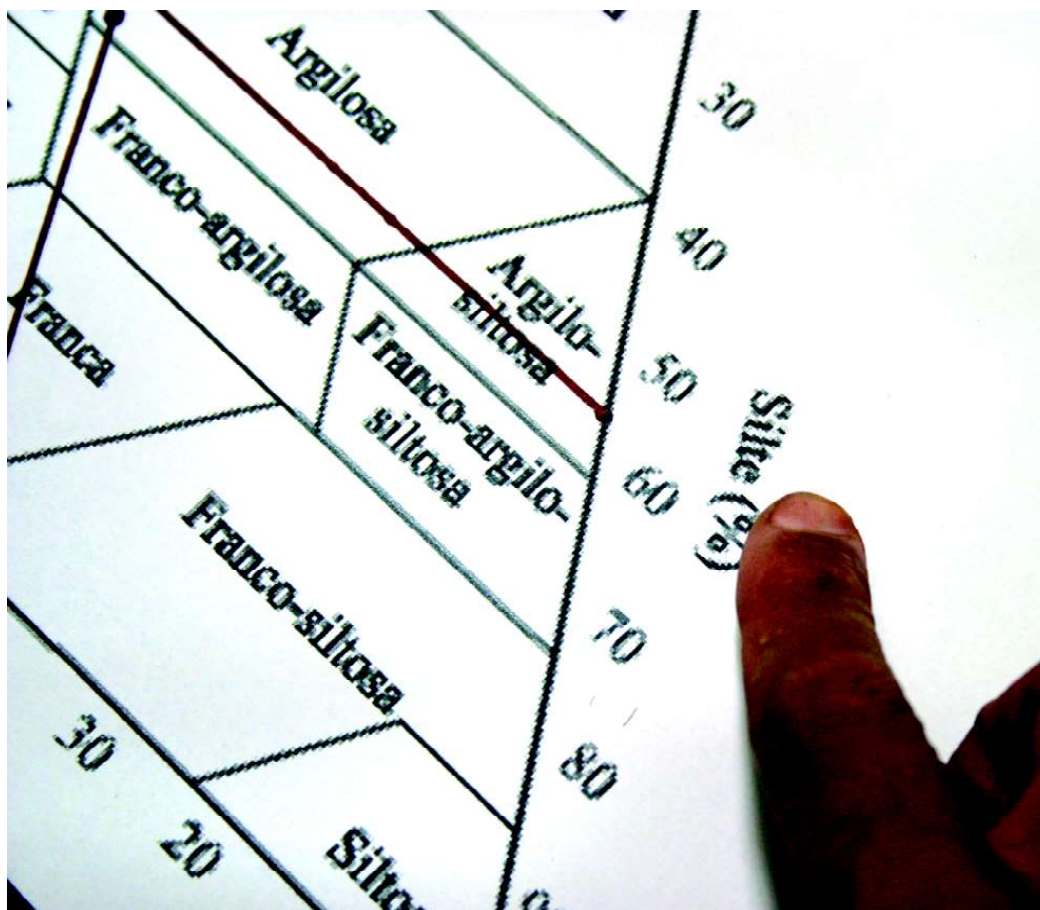


q) Trace uma linha paralela ao eixo do teor de silte

Partindo do ponto marcado, deve-se traçar uma linha, com o auxílio da régua, paralela ao eixo do teor de silte.



r) Identifique o eixo do teor de silte

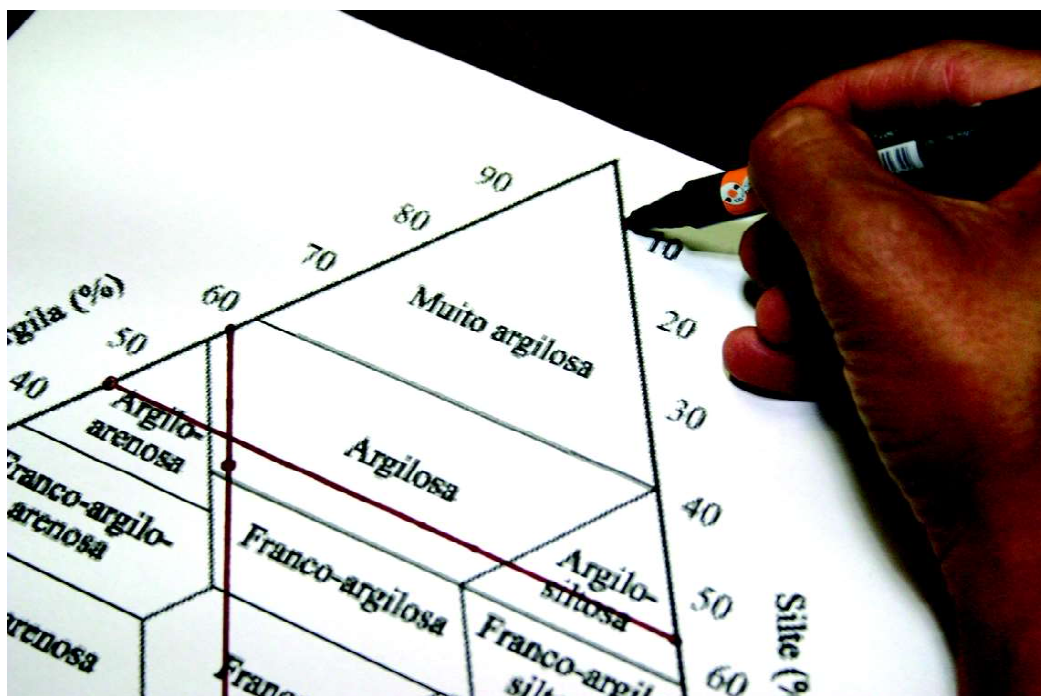


s) Consulte o teor de silte no resultado da análise de solo



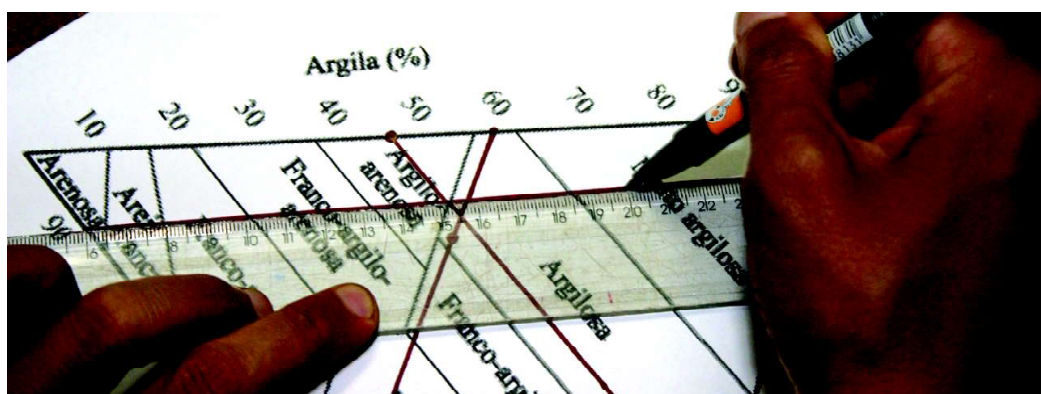
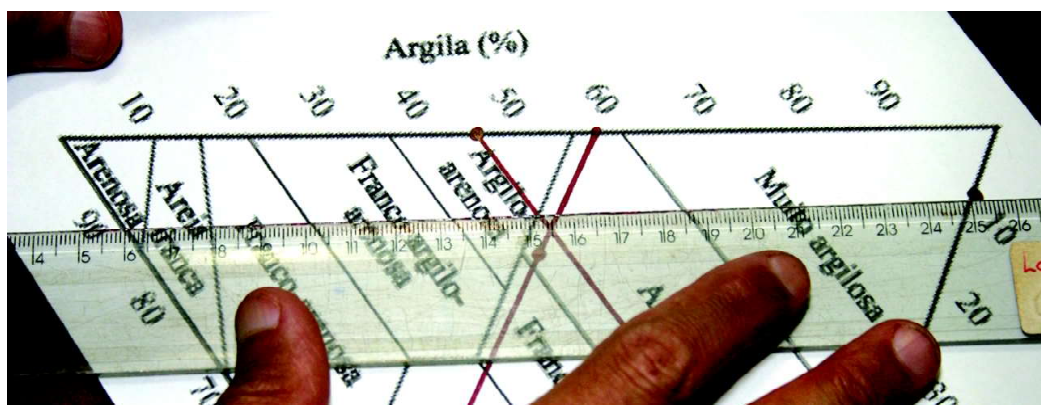
t) Marque o teor de silte no eixo identificado

Exemplo: 8% de silte

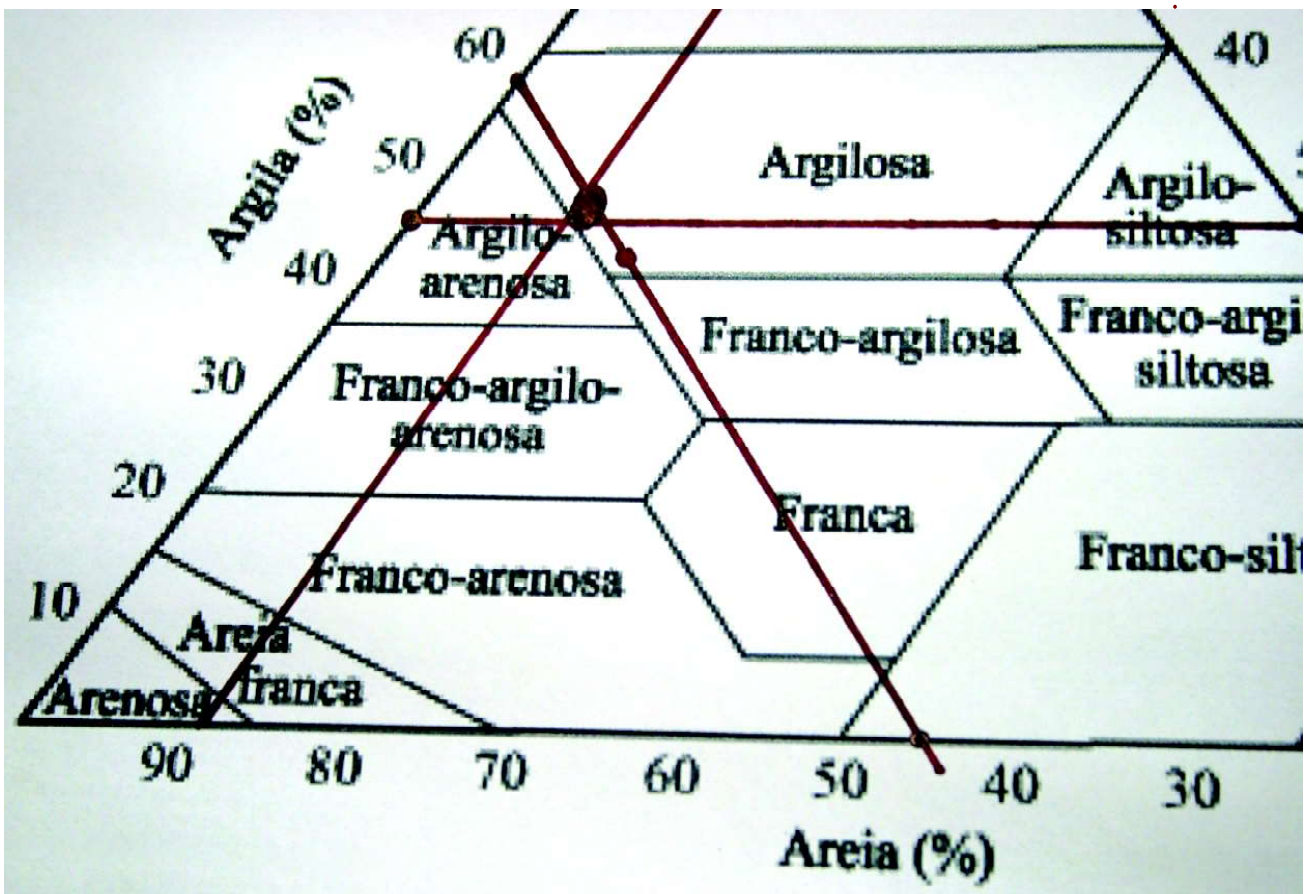
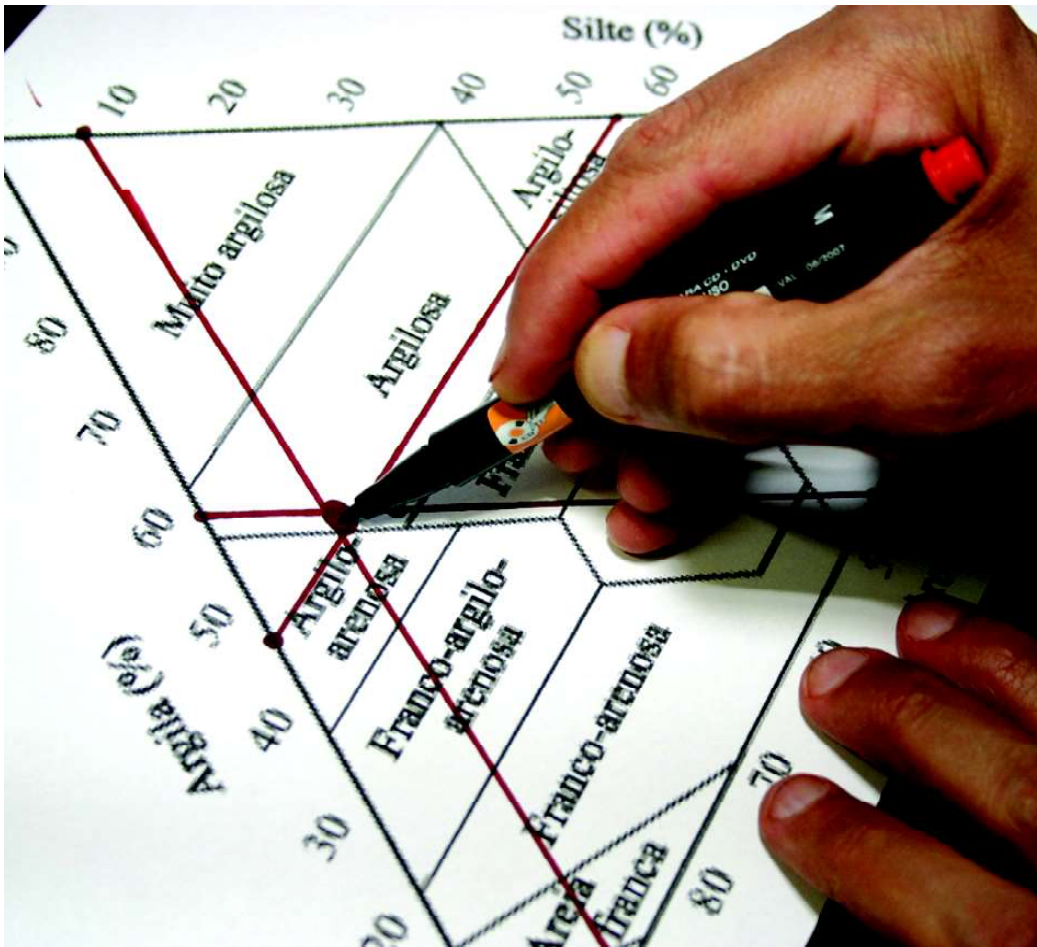


u) Trace uma linha paralela ao eixo do teor de argila

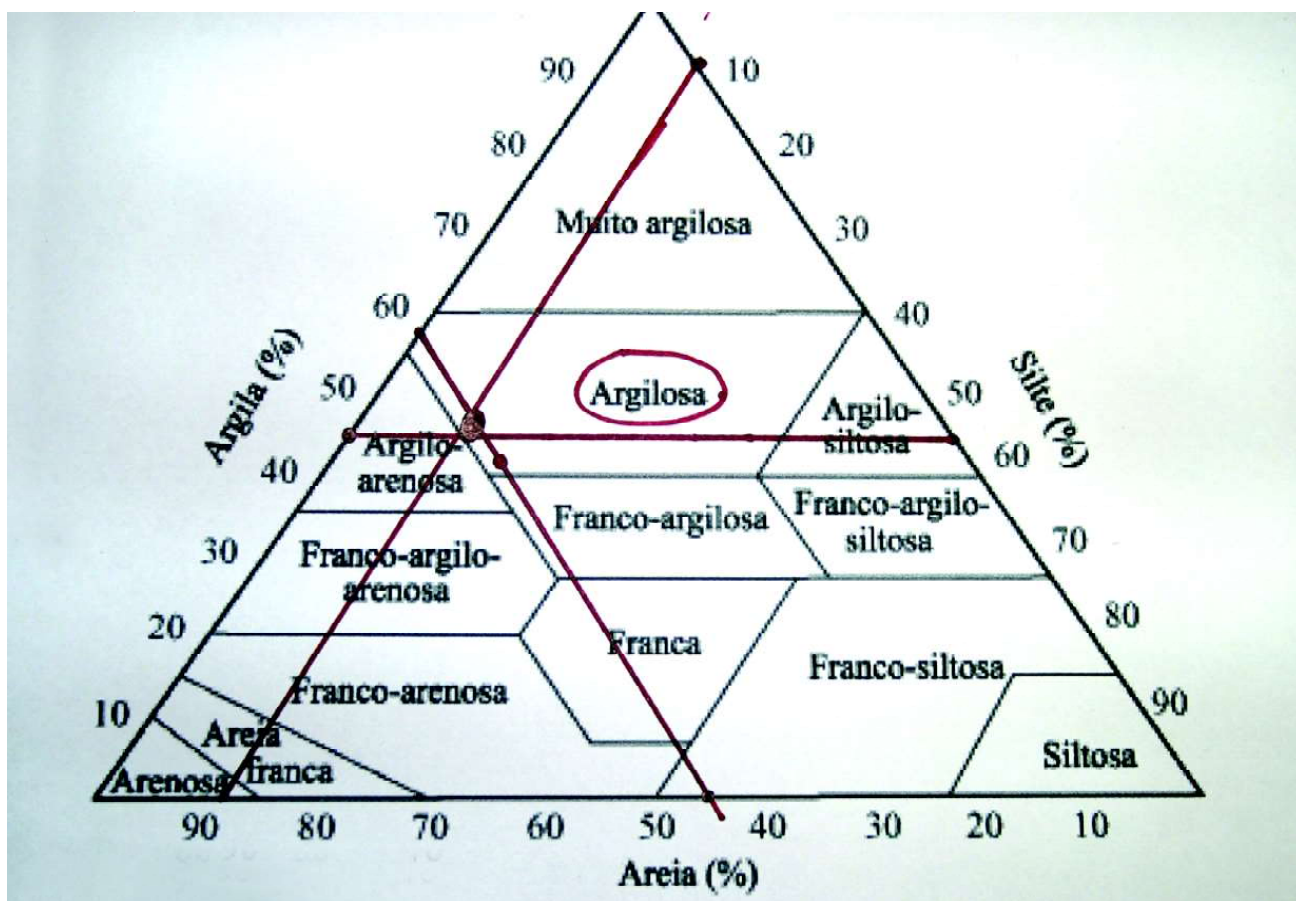
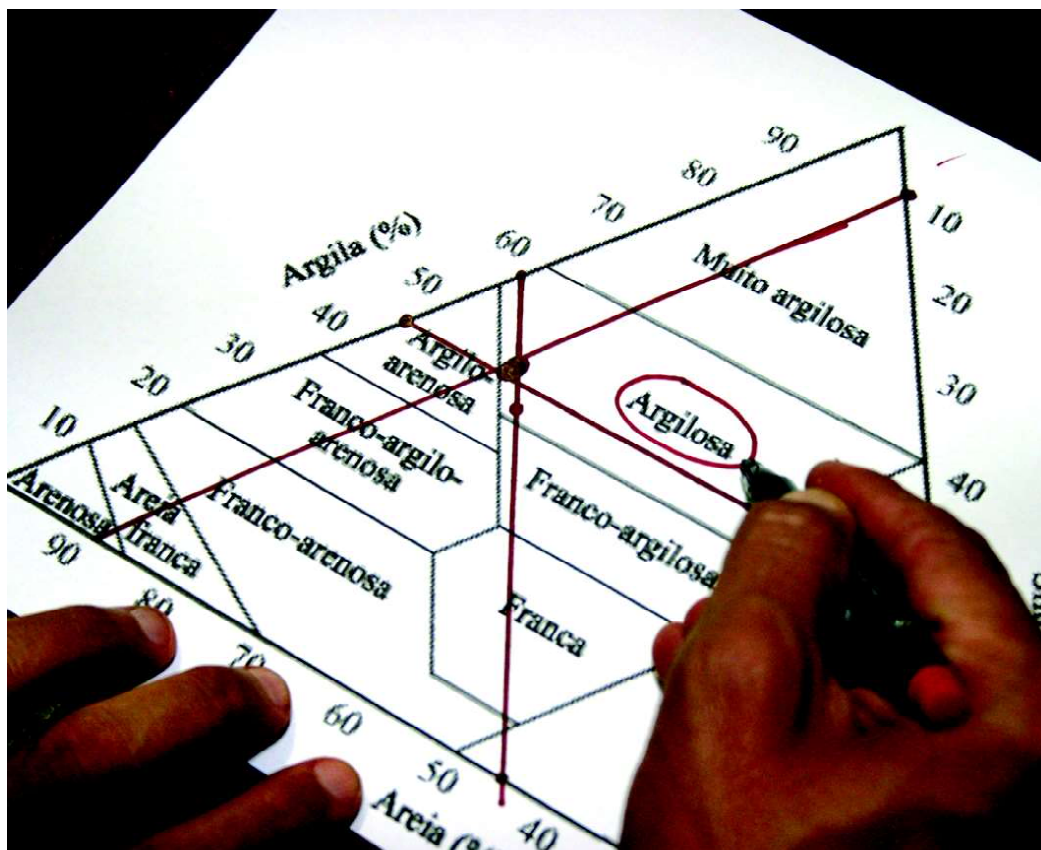
Partindo do ponto marcado, deve-se traçar uma linha, com o auxílio da régua, paralela ao eixo do teor de argila.



v) Localize o ponto onde as três linhas se encontram



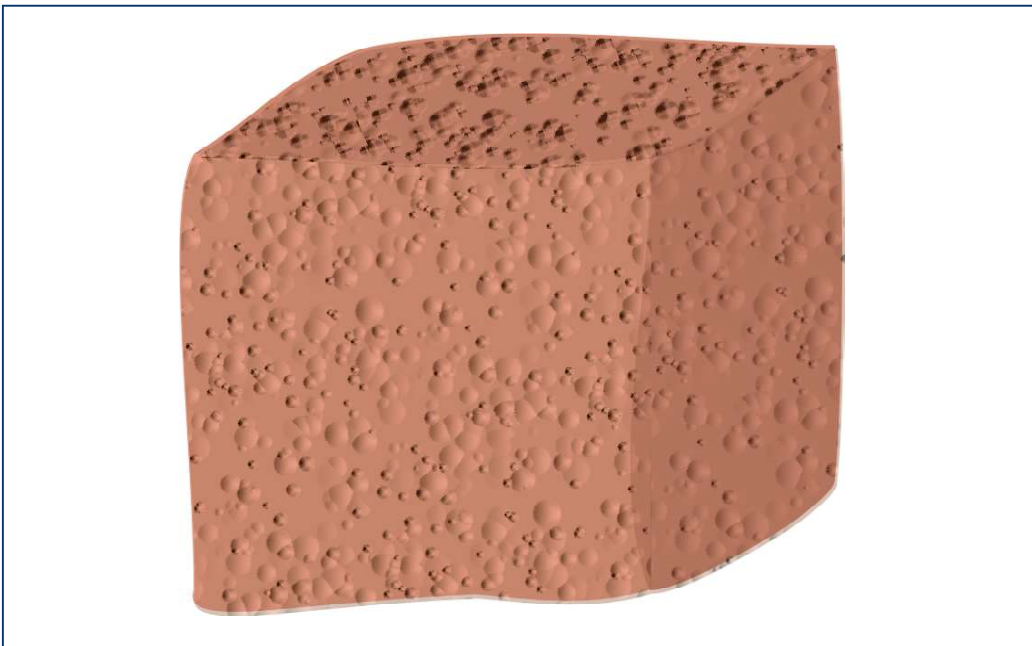
- x) Leia no triângulo a classe textural do solo
- Exemplo: Solo classificado como de textura argilosa.



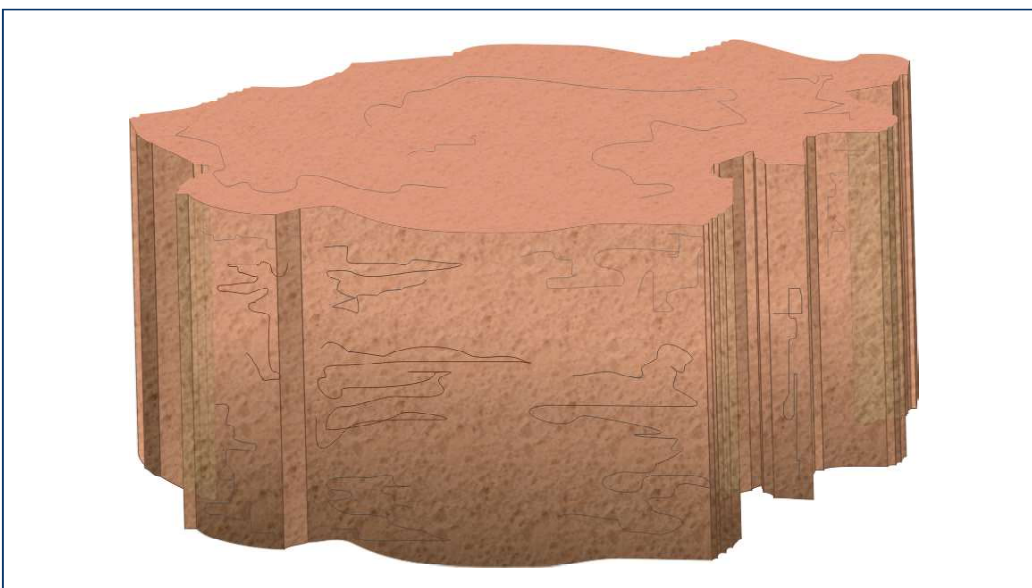
1.2 ANALISE A ESTRUTURA DO SOLO

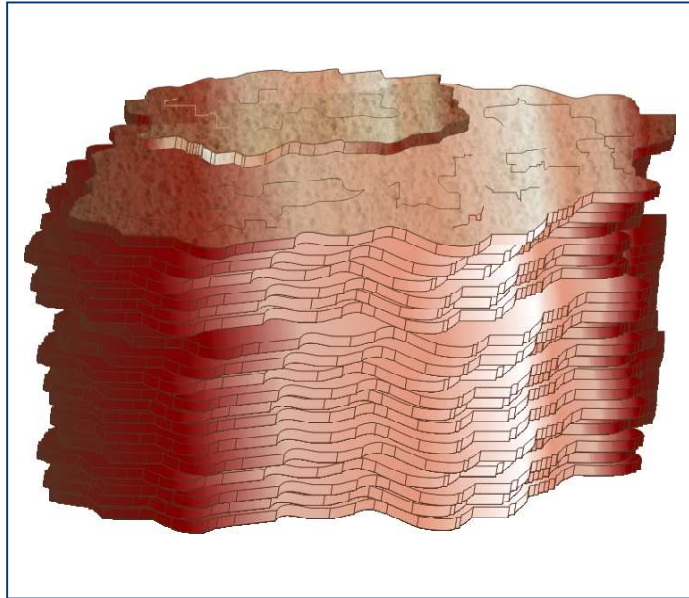
A estrutura do solo é definida como o arranjo das partículas no solo, formando os agregados, e, contrariamente à textura, pode mudar de acordo com o manejo e uso do solo. Pode ser classificada em:

- **Grãos simples** – as partículas não apresentam nenhum tipo de agregação, geralmente isto ocorre nos solos arenosos;

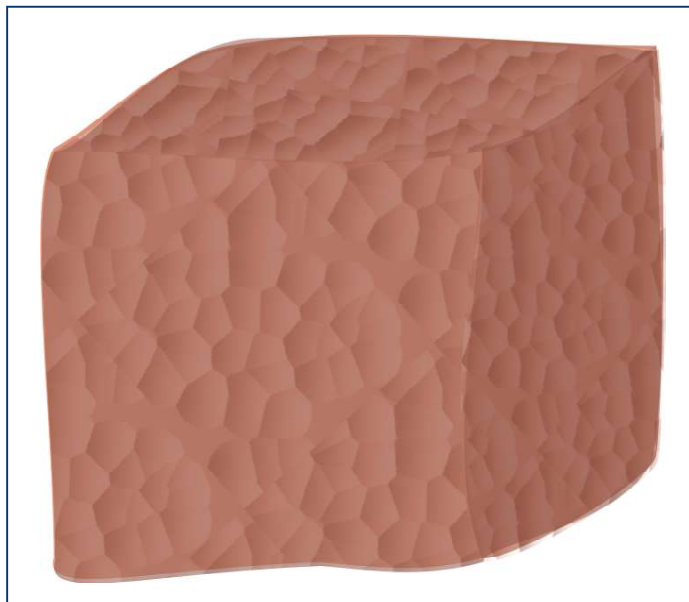


- **Massiva** – as partículas são unidas entre si, formando grandes blocos;





- **Laminar** – a dimensão horizontal é maior que a vertical;



- **Granular** – os agregados são de formato esférico;



- **Blocos** – os agregados são de formato cúbico e as dimensões vertical e horizontal são semelhantes;

- **Prismática** – a dimensão vertical é maior que a horizontal.



A estrutura, além de influenciar na taxa de movimentação de água no solo, afeta a movimentação de ar, a penetração das raízes e o fornecimento de nutrientes às plantas.

1.3 ANÁLISE A POROSIDADE/DENSIDADE DO SOLO

A porosidade refere-se aos espaços vazios do solo, que podem ser ocupados por ar ou água. Os poros são classificados de acordo com seu tamanho em macroporos e microporos.

A densidade do solo (D_s) é a relação entre a massa de uma amostra de solo seco (M_s) em estufa a 105°C por um período de 24 a 48 horas, com o volume coletado (V_c) da amostra, ou seja, $D_s = M_s/V_c$. O volume coletado é o volume de sólidos mais o volume de poros.

A Tabela 1 mostra os valores médios de densidade do solo em função da textura.

Tabela 1 – Textura, classe textural e densidade média do solo

Textura	Classe textural	Densidade média do solo (g/cm ³)
Grossa	Arenosa e areia-franca	1,55
	Franco-arenosa	1,40
	Franco-argilo-arenosa	1,35
	Argilo-arenosa	1,30
Média	Franca	1,20
Fina	Siltosa e franco-siltosa	1,15
	Franco-argilosa, franco-argilo-siltosa e argilo-siltosa	1,10
	Argilosa	1,05
	Muito argilosa	0,95

***Atenção:** Os valores de densidade do solo mostrados na Tabela 1 não substituem os valores determinados em laboratório.*

A porosidade é diretamente influenciada pela textura e estrutura do solo e indiretamente pelo teor de matéria orgânica e pelo uso e manejo do solo.

O solo arenoso pode apresentar porosidade total menor que o argiloso, porém o volume de macroporos é maior no arenoso. Solos de estrutura granular, mesmo sendo argilosos, e os de grãos simples, também tendem a apresentar elevada macroporosidade.

A presença de matéria orgânica favorece a estrutura granular do solo. Por outro lado, o uso e o manejo inadequado do solo causam compactação, alterando a estrutura original, diminuindo a porosidade e aumentando a densidade do solo.

1.4 ANÁLISE A PROFUNDIDADE DO SOLO

Solos profundos são desejáveis, especialmente no caso de culturas permanentes. Quanto maior a profundidade, maior é o volume de solo explorado pelas raízes e maior é a quantidade de água armazenada.

Em relação à profundidade, o solo pode ser classificado como:

- Raso – até 50 cm;
- Pouco profundo – entre 50 e 100 cm;
- Profundo – entre 100 e 200 cm;
- Muito profundo – maior que 200 cm.

2 ANÁLISE AS PROPRIEDADES QUÍMICAS DO SOLO

Várias são as propriedades químicas do solo que afetam o rendimento das culturas, entre elas: o pH, a condutividade elétrica, o teor de sais, os tipos de sais presentes e a capacidade de troca catiônica.

O pH define o grau de acidez do solo em: ácido, neutro ou alcalino. O teor de sais e os tipos de sais presentes caracterizam os solos em salinos, salino-sódicos ou sódicos. A capacidade de troca catiônica está relacionada à disponibilidade de nutrientes para o crescimento e desenvolvimento das plantas.

2.1 VERIFIQUE A SALINIDADE DO SOLO

O acúmulo de sais no solo é um dos principais problemas relacionados à irrigação. Os sais no solo podem ter duas origens: a rocha matriz, da qual o solo se originou, e a água utilizada na irrigação.



2.1.1 REÚNA O MATERIAL

- Amostra de solo homogeneizada;
- Etiqueta;
- Saco plástico.

2.1.2 IDENTIFIQUE A AMOSTRA DO SOLO

Na identificação da amostra deve estar contido o número ou o nome do talhão onde a amostra foi coletada, o nome do proprietário, o nome da propriedade e o endereço para envio do resultado. Esta identificação é de fundamental importância para evitar que os resultados das análises sejam interpretados equivocadamente.



a) Pegue a amostra

Para avaliar as propriedades químicas do solo, é necessária a solicitação da análise da condutividade elétrica quando a amostra de solo é enviada ao laboratório para fins de análise granulométrica.

Atenção: As amostras de solo coletadas e enviadas ao laboratório para análise física também podem ser utilizadas para a análise química, incluindo a determinação da condutividade elétrica.

- b) Coloque a amostra no saco plástico



- c) Identifique o saco plástico com a amostra



2.1.3 ENVIE A AMOSTRA AO LABORATÓRIO





2.1.4 ESPERE PELOS RESULTADOS



2.1.5 LEIA NO RESULTADO DO LABORATÓRIO A CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DO SOLO

2.2 CLASSIFIQUE A SALINIDADE DO SOLO

A condutividade elétrica do extrato de saturação do solo (CE_{es}) é o parâmetro utilizado para avaliar o grau de salinidade de um solo (Tabela 2).

Tabela 2 – Grau de salinidade do solo

Salinidade	CE_{es} (dS/m a 25°C)
Muito baixa	Inferior a 4
Baixa	de 4 a 8
Média	de 8 a 16
Alta	Superior a 16

CE_{es} – Condutividade elétrica do extrato de saturação do solo
dS/m = deciSiemens por metro (unidade de condutividade elétrica)

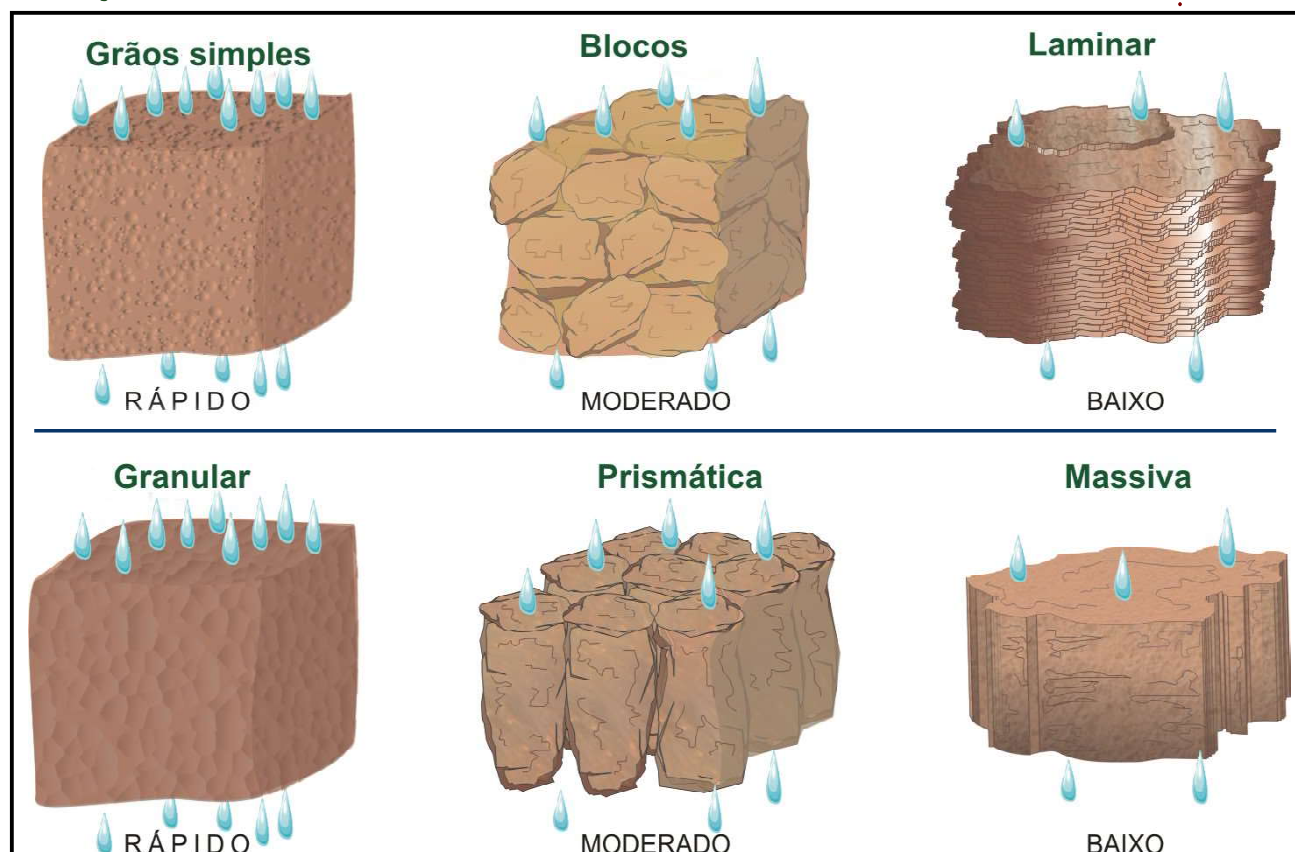
3 ANALISE A INFILTRAÇÃO DE ÁGUA NO SOLO

Infiltração é a entrada de água no solo através da superfície. Parte da água infiltrada é retida nos poros do solo, principalmente nos microporos, constituindo-se na água armazenada. A parte que não é retida movimentar-se para as camadas mais profundas, constituindo a água de drenagem.

A infiltração é afetada pelas propriedades físicas e químicas do solo. Nos solos arenosos, a infiltração da água é mais rápida em comparação aos argilosos. Solos afetados por sais e os que apresentam camadas adensadas e/ou compactadas no perfil retardam a infiltração, causando empocamento da água na superfície.

A infiltração é o movimento descendente da água e tem estreita relação com o tipo de estrutura do solo, como pode ser verificado abaixo:

Infiltração da água de acordo com as estruturas do solo



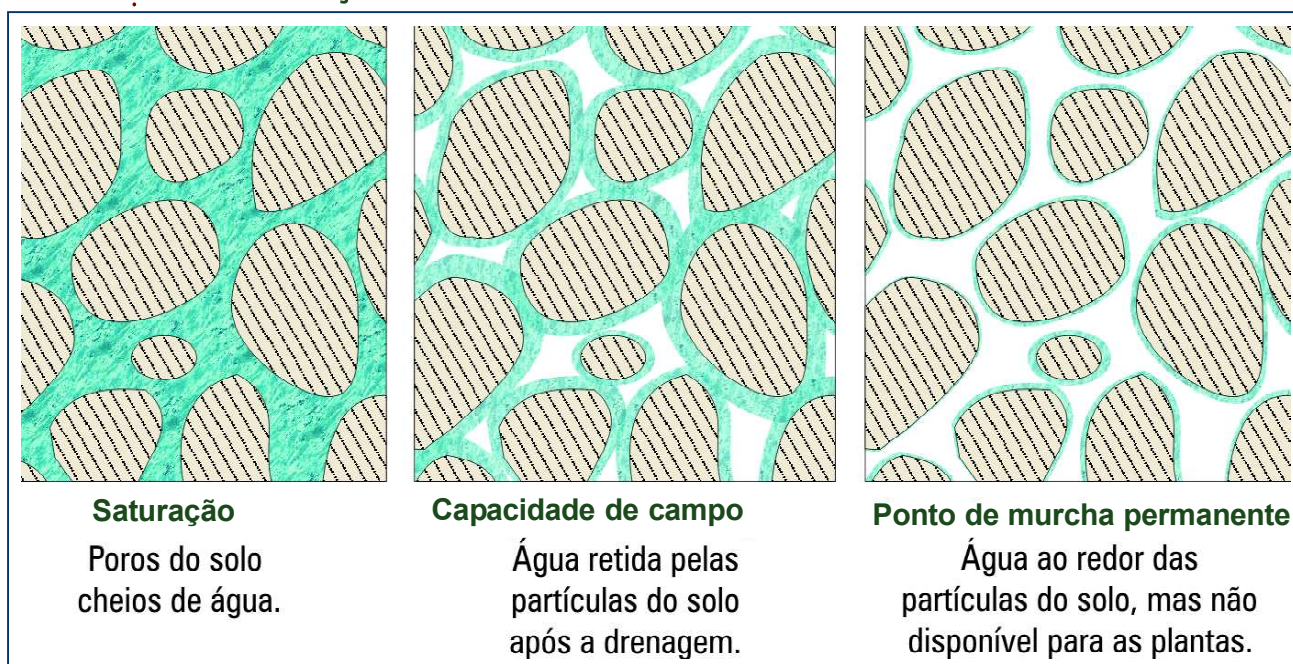
- A infiltração rápida ocorre em solos de estrutura granular e em solos de grãos simples;
- A infiltração moderada ocorre em solos de estrutura em blocos e em solos de estrutura prismática;
- A infiltração lenta ocorre em solos de estrutura em placas e em solos de estrutura massiva.

4 ANALISE A RETENÇÃO DE ÁGUA NO SOLO

A retenção de água no solo é afetada pela textura, estrutura e porosidade. A retenção de água aumenta dos solos de textura grossa para os de textura fina (Tabela 1). Quanto maior a quantidade de argila, maior é a capacidade do solo em reter e armazenar água, pois os solos argilosos apresentam maior microporosidade.

A água retida é armazenada no solo entre a capacidade de campo e o ponto de murchamento permanente, e corresponde à quantidade total de água disponível às plantas (DTA) – veja a Tabela 6.

Condições de umidade do solo

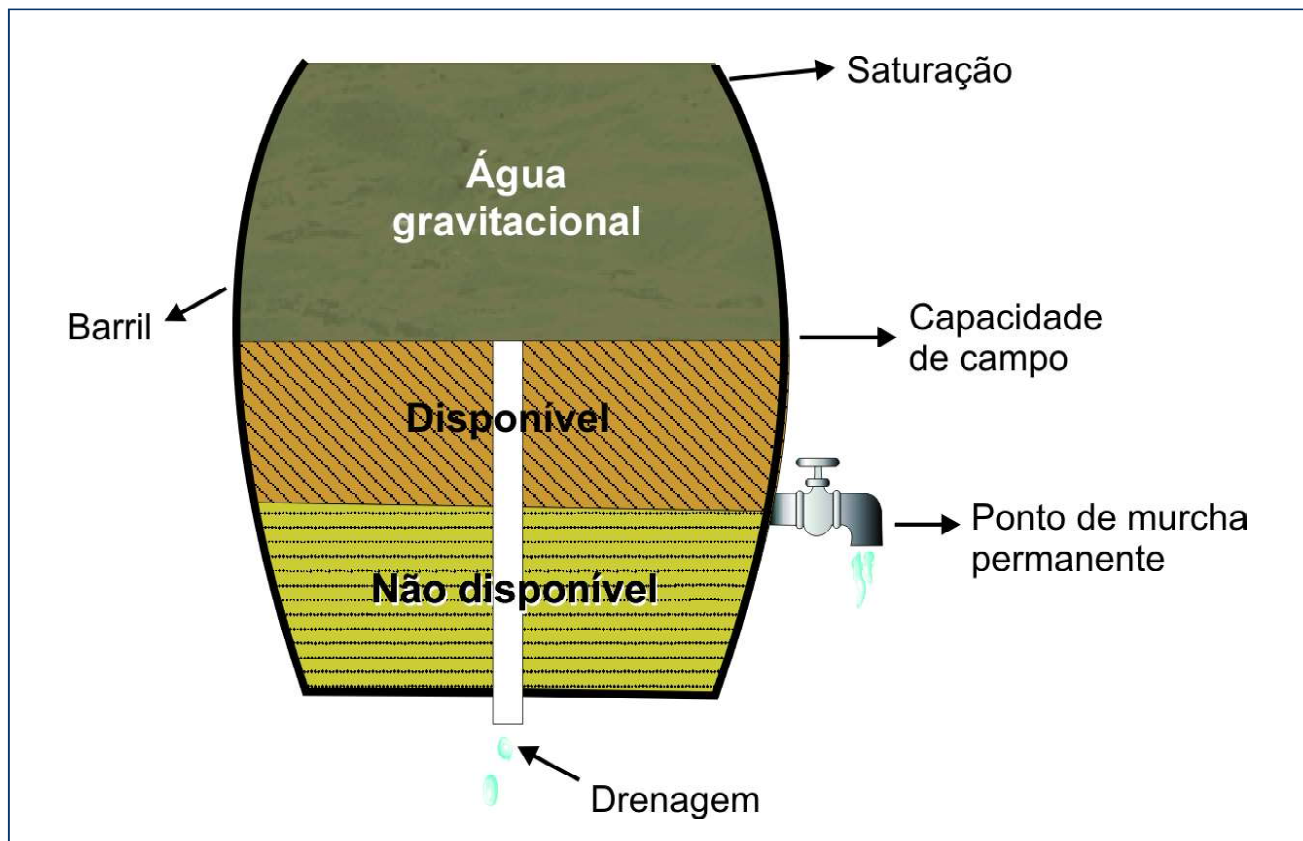


Depois de uma chuva ou irrigação, todos os poros do solo estão cheios de água – solo saturado. Com o passar do tempo, o excesso de água é drenado, ficando os poros maiores cheios de ar e os menores cheios de água. Nessa condição, o solo atingiu a umidade correspondente à capacidade de campo e a disponibilidade de água às plantas é máxima e de fácil absorção pelas raízes.

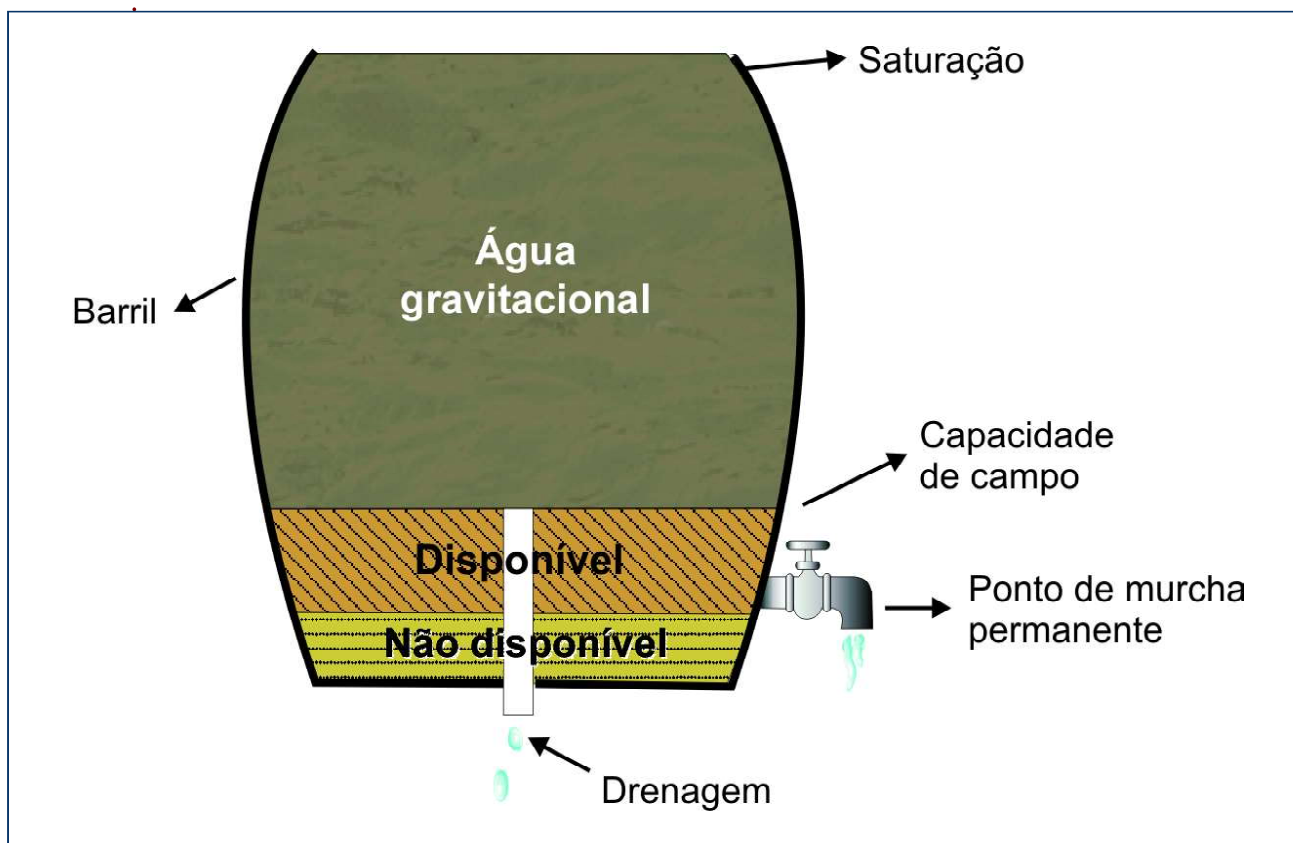
À medida que o teor de água no solo diminui, devido à evaporação e absorção pelas raízes, torna-se mais difícil para as plantas retirarem água do solo. Não havendo chuva ou irrigação, o solo fica cada vez mais seco e as plantas começam a murchar. Quando o murchamento das plantas torna-se irreversível, diz-se que o solo atingiu a umidade correspondente ao ponto de murcha permanente.

Para melhor entender o conceito de água à disposição das plantas, é conveniente comparar o solo a um reservatório semelhante a um barril com torneira.

Solo argiloso



Solo arenoso



Além da água disponível, o solo também possui a fração gravitacional e a não-disponível para as plantas. A fração gravitacional é a água do solo que ocupa os poros de maior tamanho. A fração não-disponível é a água que as plantas não conseguem retirar do solo.

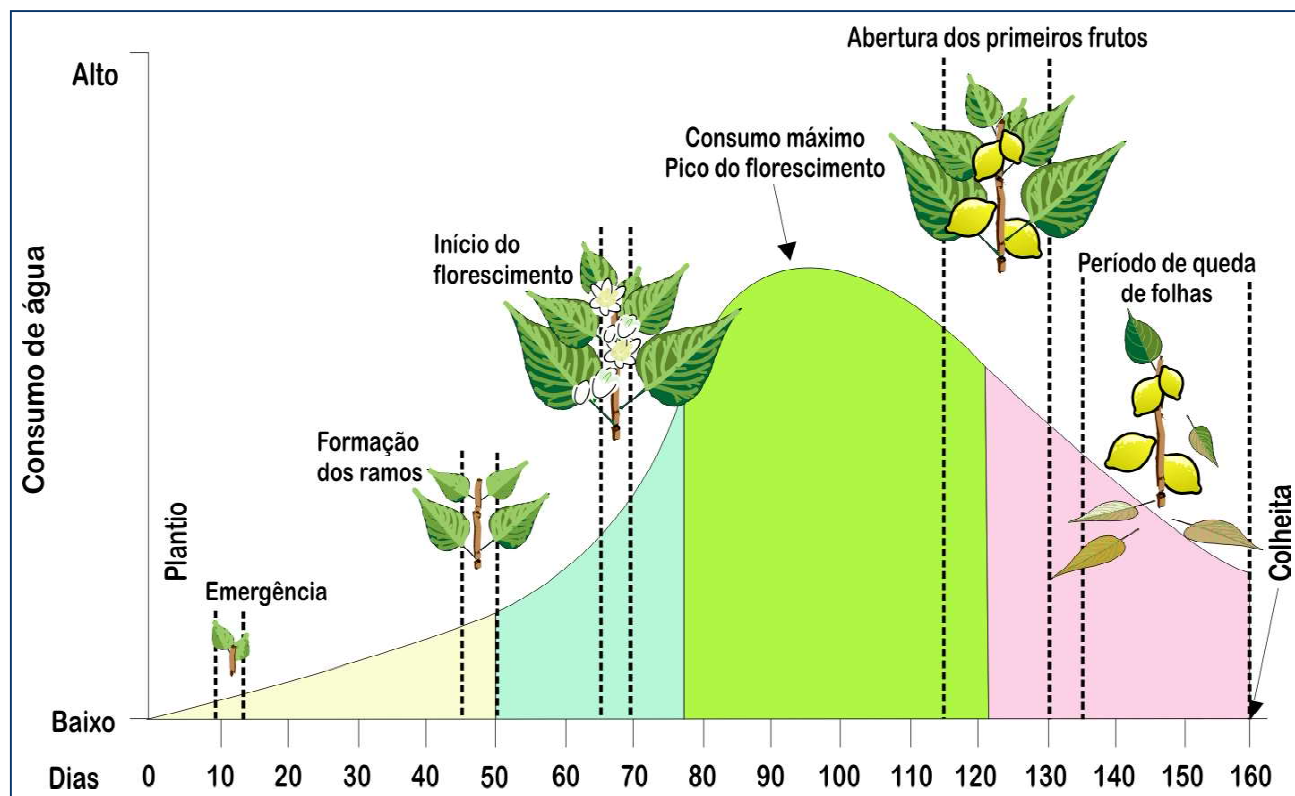
Observa-se que, para um solo arenoso, a água gravitacional é uma fração maior comparada à água disponível e não-disponível para as plantas. Por outro lado, no solo argiloso há um equilíbrio entre as três frações. Verifica-se, ainda, que a fração de água à disposição das plantas é maior no solo argiloso.

II

ANALISAR A ABSORÇÃO DE ÁGUA PELA PLANTA

As plantas, em sua estrutura, possuem grande quantidade de água, totalizando, aproximadamente, 90% a 95% de sua constituição. Nas plantas a água desempenha funções importantes, como: solvente de substâncias minerais, transporte de nutrientes e regulação da temperatura da planta.

Curva de consumo de água pelas plantas em diferentes fases de desenvolvimento



A quantidade de água que uma cultura necessita desde o plantio até a colheita deve ser suprida pela chuva ou irrigação. As plantas necessitam de quantidades específicas de água, de acordo com a idade. Na fase inicial de

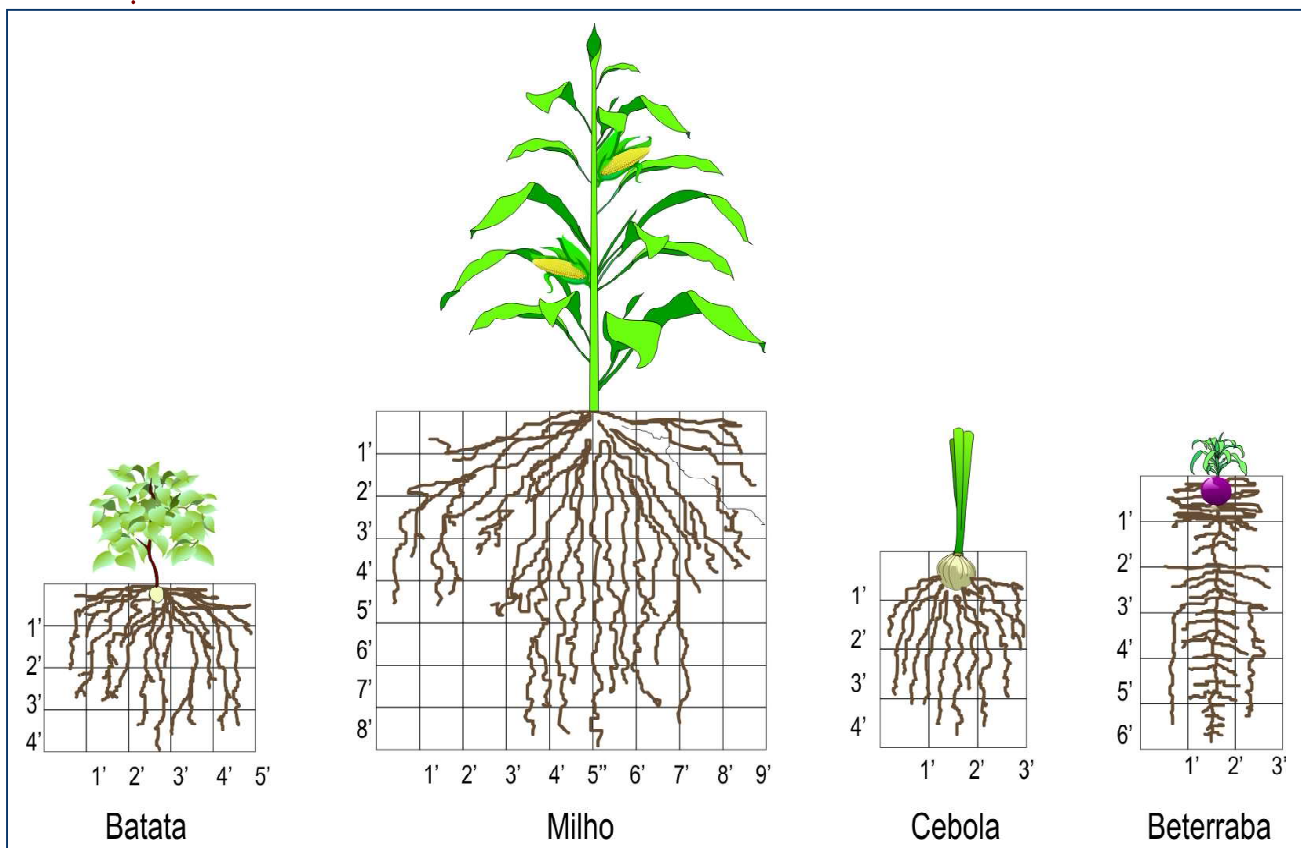
desenvolvimento, período relativamente curto após o plantio, o consumo de água é pequeno, aumentando com o desenvolvimento da cultura e diminuindo no final do ciclo próximo à colheita. Para as culturas em geral, o período de maior demanda de água é o florescimento e o enchimento de grãos ou frutos.

1 ANALISE O SISTEMA RADICULAR DAS PLANTAS

O sistema radicular das plantas desempenha duas funções básicas: fixação e sustentação da planta no solo e absorção de água e nutrientes.

Existem dois tipos de sistema radicular: o fasciculado e o pivotante. Algumas plantas, como o milho, o trigo e o arroz, possuem sistema radicular fasciculado e plantas como a soja, o feijão, o amendoim, a beterraba e a cenoura possuem sistema radicular pivotante.

Distribuição do sistema radicular de plantas cultivadas



O sistema radicular fasciculado, vulgarmente conhecido como “cabeleira”, caracteriza-se por apresentar raízes que são semelhantes em comprimento e diâmetro. No sistema pivotante, destaca-se uma raiz central, de maior comprimento e diâmetro, da qual se originam as raízes secundárias.

Para um bom desenvolvimento, as raízes das plantas necessitam de:

- Água disponível no solo;
- Nível adequado de oxigênio (aeração);
- Nutrientes disponíveis no solo;
- Solo sem impedimento físico ou químico.

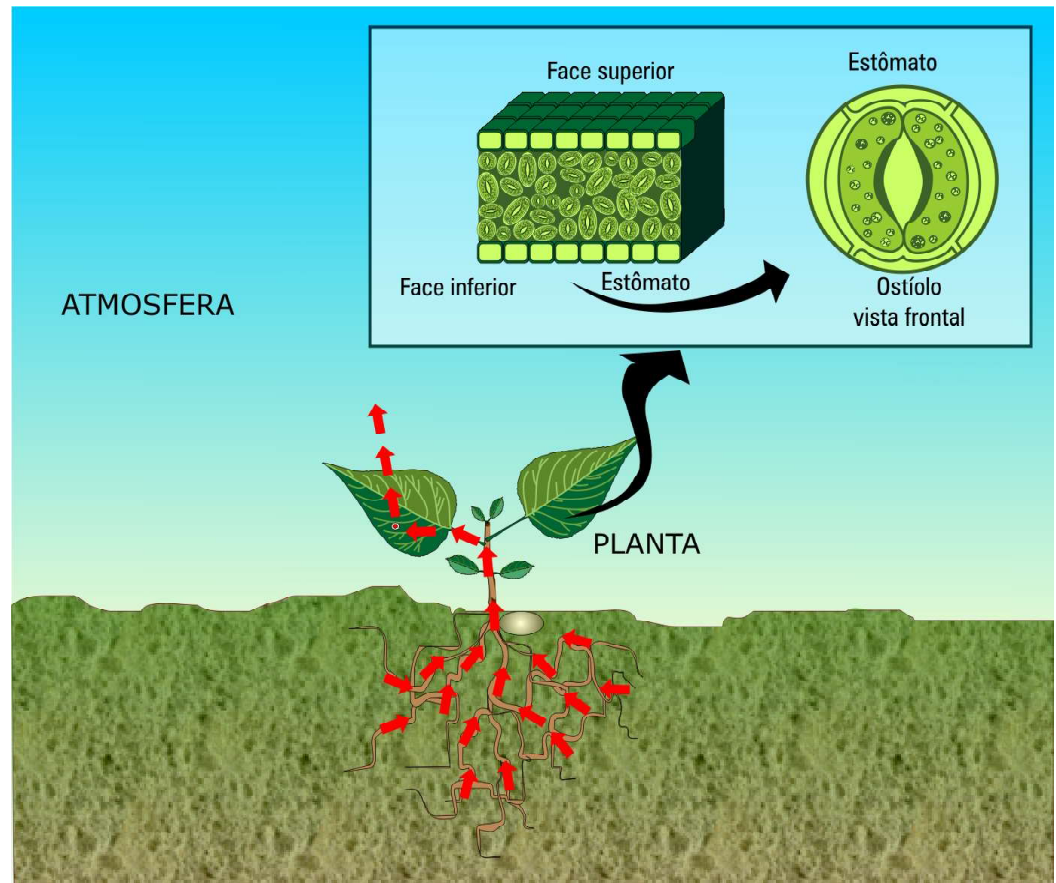
As plantas com raízes rasas e pouco densas deixam de explorar um grande volume de solo e são mais sensíveis à falta de água. Já as plantas com raízes profundas e densas exploram maior volume de solo e podem aproveitar melhor a quantidade de água disponível.

2 ANÁLISE O TRANSPORTE DE ÁGUA NAS PLANTAS

O transporte de água nas plantas começa na absorção pelas raízes. Das raízes, a água chega a um sistema de vasos condutores, denominado xilema, localizado na parte central do caule da planta. Dentro do xilema, a água movimenta-se em direção às folhas, transportando nutrientes diluídos para a parte aérea.

Nas folhas ocorre a transpiração, que é a transferência de água na forma de vapor para a atmosfera através dos estômatos, que são orifícios extremamente reduzidos, por onde passa a água e ocorrem as trocas gasosas com a atmosfera. Do total de água absorvida pela planta, apenas 2% permanecem nela própria, fazendo parte dos tecidos vegetais.

Movimento da água na planta



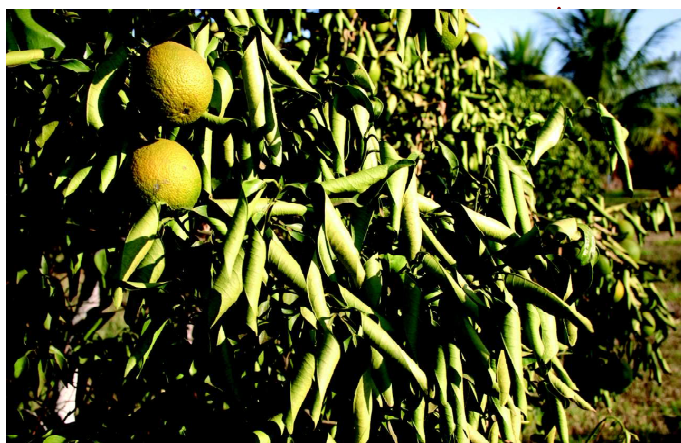
O movimento de água na planta pode ser drasticamente reduzido ou completamente interrompido pelo fechamento dos estômatos. Existem vários fatores que podem provocar esse fechamento, entre eles a falta de água no solo. O fechamento dos estômatos é uma estratégia para garantir a sobrevivência da planta quando as condições ambientais tornam-se adversas.

3 ANALISE OS EFEITOS DA DEFICIÊNCIA DE ÁGUA

Sob condições de deficiência de água no solo, quando pode ocorrer o fechamento dos estômatos, a planta não transpira e não capta o gás carbônico da atmosfera, provocando redução da fotossíntese. A fotossíntese é o processo responsável pelo crescimento e desenvolvimento da planta.

Outros efeitos podem ocorrer, em maior ou menor intensidade, dependendo da espécie vegetal, como:

- Redução no crescimento das raízes e parte aérea da planta;
- Diminuição da absorção de nutrientes pelas raízes;
- Murchamento e enrolamento das folhas;
- Queda de folhas, flores e frutos;
- Quebra da produtividade das culturas.



4 ANALISE OS EFEITOS DO EXCESSO DE ÁGUA

O excesso de água no solo, em decorrência da chuva ou da irrigação, traz prejuízos à planta. Esse excesso deve ser removido natural ou artificialmente. A remoção do excesso de água constitui a drenagem.

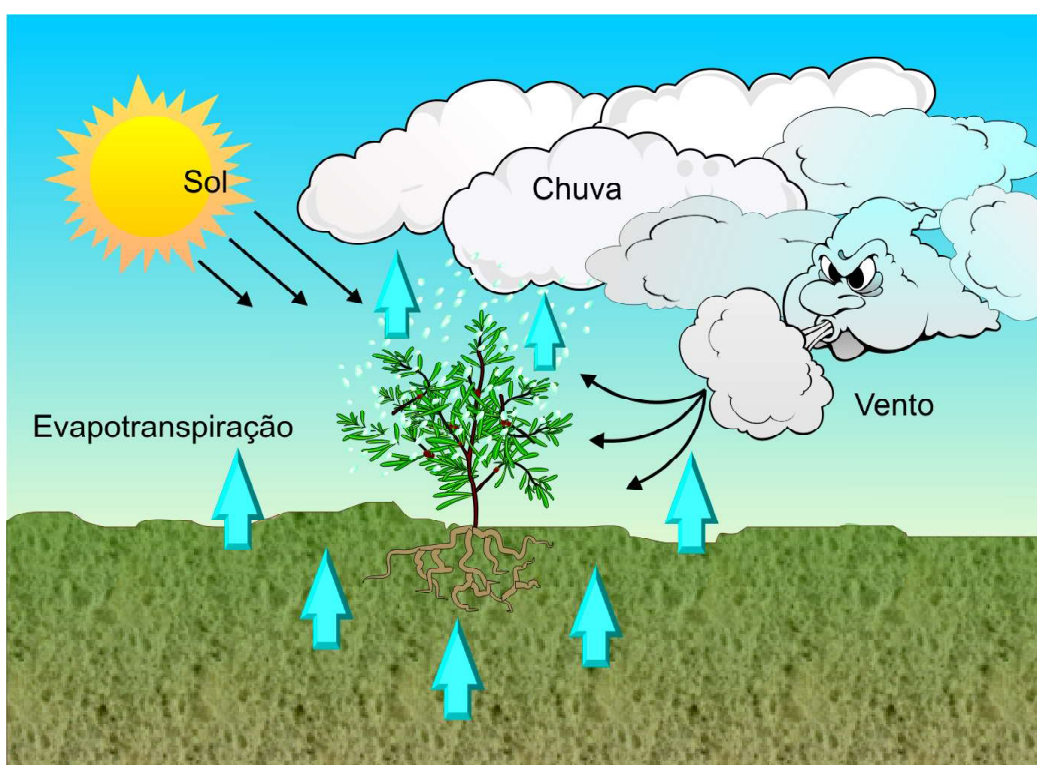
O acúmulo de água no solo dificulta a aeração das raízes, reduzindo a circulação de oxigênio, gás carbônico e outros gases. Assim, sob condições de drenagem pobre, aparecem deficiências de oxigênio que causam redução das atividades metabólicas do sistema radicular e, como consequência, ele não se desenvolve adequadamente.

Dentre as plantas cultivadas, o arroz desenvolveu mecanismos anatômicos e fisiológicos que permitem à planta sobreviver em ambientes com excesso de água.

A atmosfera é a camada gasosa que envolve o nosso planeta. Muitos fenômenos atmosféricos, que ocorrem nas camadas de ar mais próximas da superfície terrestre, afetam diretamente a irrigação das culturas agrícolas.

Do solo, das plantas e dos reservatórios (rios, lagos e oceanos), a água líquida transfere-se para a atmosfera por evaporação, originando o vapor d'água. Na atmosfera, o vapor forma as nuvens e, quando as condições tornam-se propícias, a água se condensa e retorna na forma de chuva.

Elementos climáticos



Os fenômenos atmosféricos, que de forma conjunta constituem e caracterizam o estado do tempo, isoladamente constituem seus elementos. Em geral, os elementos meteorológicos mais importantes para a agricultura são: energia solar, temperatura, umidade, vento, chuva, fotoperíodo (número de horas de brilho solar), evaporação, nebulosidade, entre outros.

Em irrigação, é conveniente separar os elementos meteorológicos que contribuem para reduzir o armazenamento de água no solo daqueles que contribuem para aumentar o armazenamento.

1 ANALISE OS ELEMENTOS METEOROLÓGICOS

A evaporação da água para a atmosfera, através da superfície do solo, e a transpiração das plantas são os principais processos responsáveis pela redução do teor de água armazenado no solo. A intensidade desse processo depende da energia solar, da temperatura, da umidade do ar e da velocidade dos ventos. Informações diárias sobre esses elementos são obtidas em estações meteorológicas.

ENERGIA SOLAR

Para que a água evapore, é preciso que ela absorva energia. A energia necessária para fazer a água evaporar é chamada de calor latente de vaporização. Portanto, sem energia a água não evapora e, por isso, a radiação solar é a principal fonte de energia para converter grandes quantidades de água líquida em vapor.

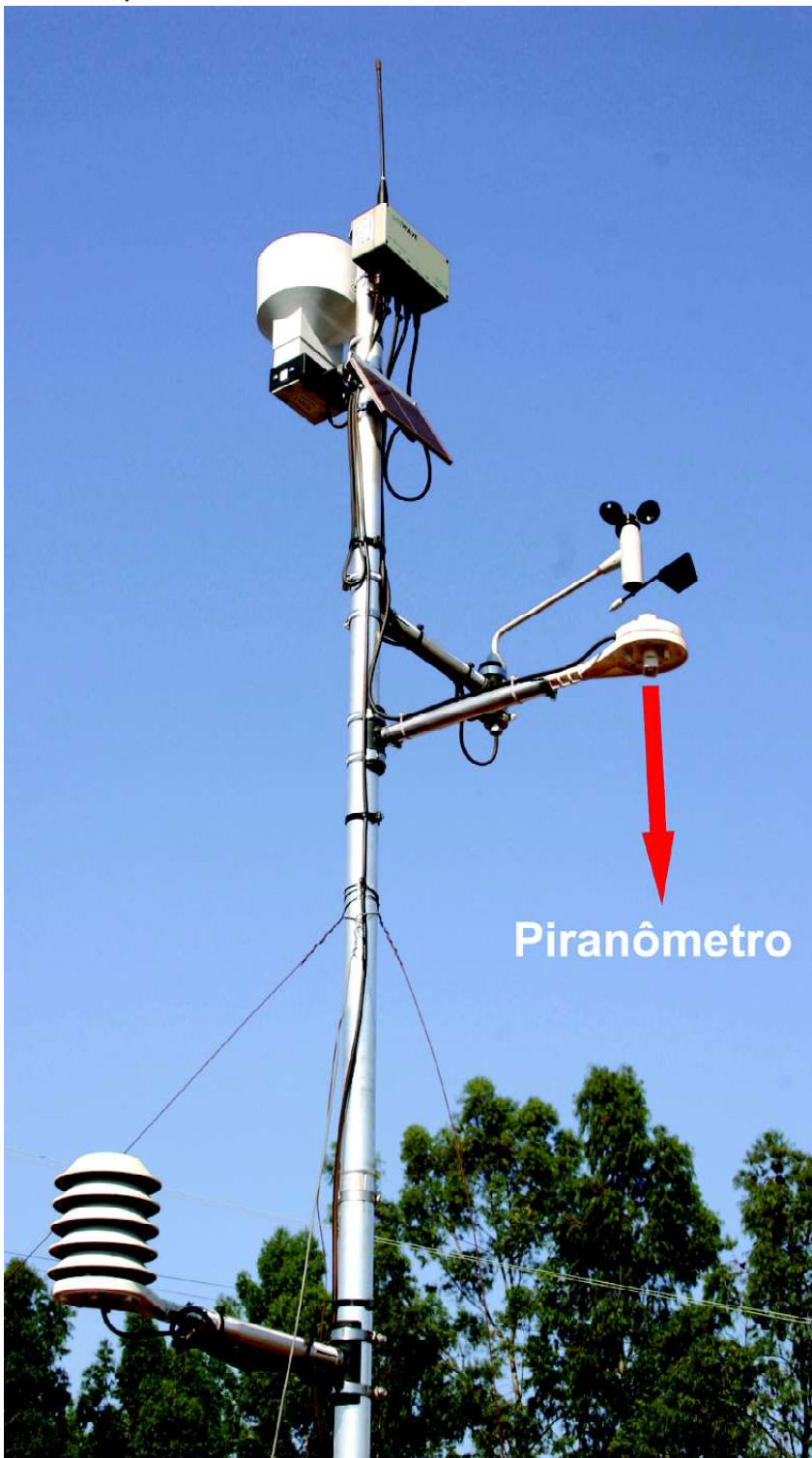
A quantidade de radiação oriunda do Sol que alcança uma superfície evaporante (cultura agrícola, por exemplo), depende de sua localização e época do ano. A quantidade é

maior no verão do que no inverno, e durante o ano é em média maior nas regiões tropicais, como no Brasil. A poluição atmosférica e a presença de nuvens, que absorvem e refletem a radiação incidente, afetam o total de radiação que alcança a superfície evaporante.

Ao se determinar o efeito da radiação solar sobre a evaporação da água em áreas agrícolas, é importante ter em

mente que nem toda a energia disponível é usada para fazer a água evaporar. Parte da energia solar é usada para aquecer as camadas atmosféricas mais próximas da superfície e a outra parte, para aquecer o solo.

Na estação meteorológica, o piranômetro e o piranógrafo são os instrumentos que medem a energia solar incidente.

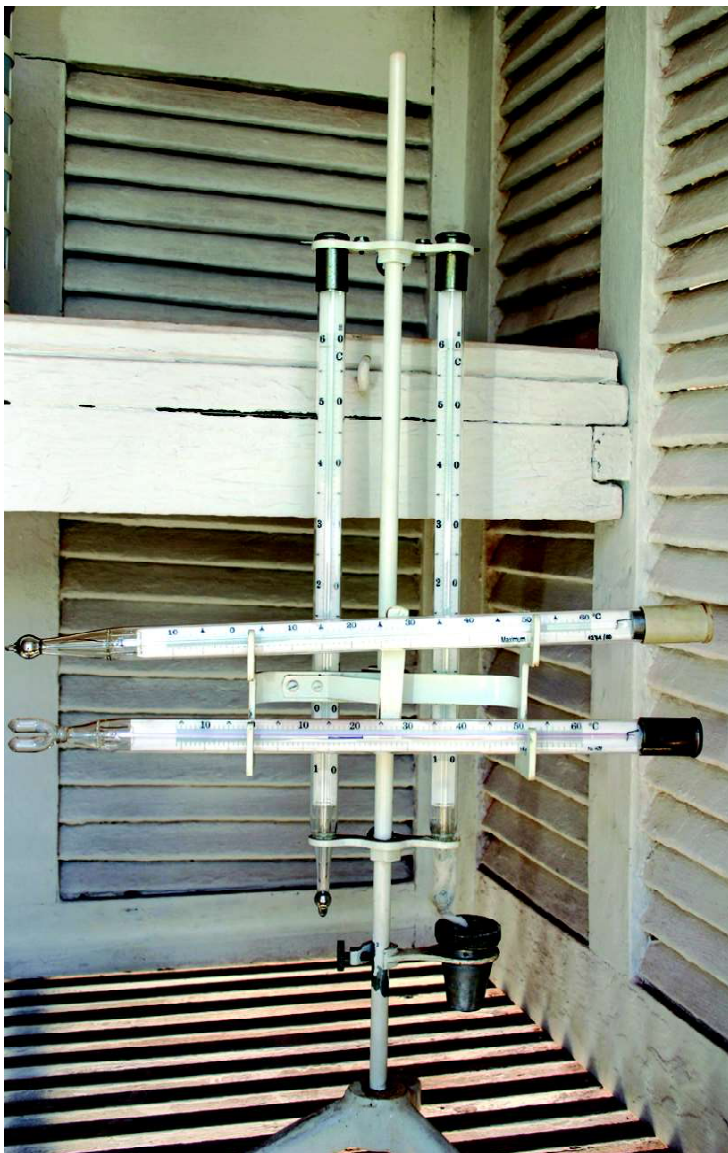


TEMPERATURA E UMIDADE DO AR

A radiação solar absorvida pela atmosfera e o calor emitido pela superfície terrestre aumentam a temperatura do ar. O ar atmosférico adjacente transfere calor para as plantas e exerce influência controladora na intensidade com que elas perdem água para a atmosfera, através dos estômatos. Em dias ensolarados, a temperatura do ar é maior do que em dias nublados, estimulando a evaporação. Na estação meteorológica, o termômetro e o termógrafo são os instrumentos que medem a temperatura do ar.

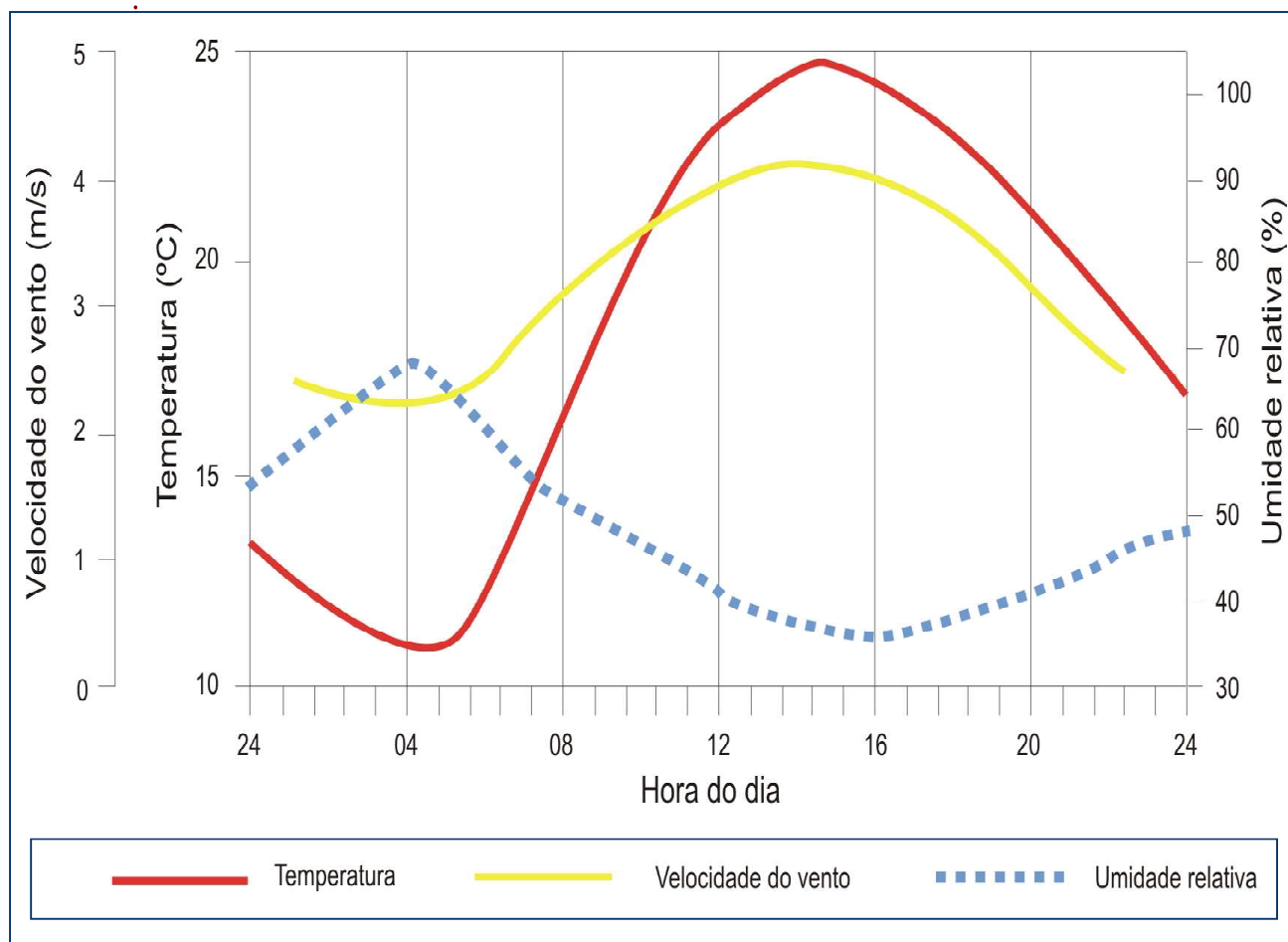
A umidade do ar refere-se ao conteúdo de vapor d'água existente na atmosfera. A quantidade de vapor que o ar pode reter depende de sua temperatura. Quanto maior a temperatura do ar mais vapor ele pode reter. Quando o limite de retenção é atingido, é porque o ar está saturado. Nessa condição, a umidade relativa do ar (UR) é de 100%. Define-se umidade relativa do ar a razão entre a quantidade de vapor que o ar contém e a máxima que ele pode conter a uma dada temperatura.

Temperatura do ar e umidade relativa apresentam variação inversa durante certo intervalo de tempo, ou seja, quando a temperatura é máxima (em torno das 2 horas da



Termômetro de máxima e de mínima

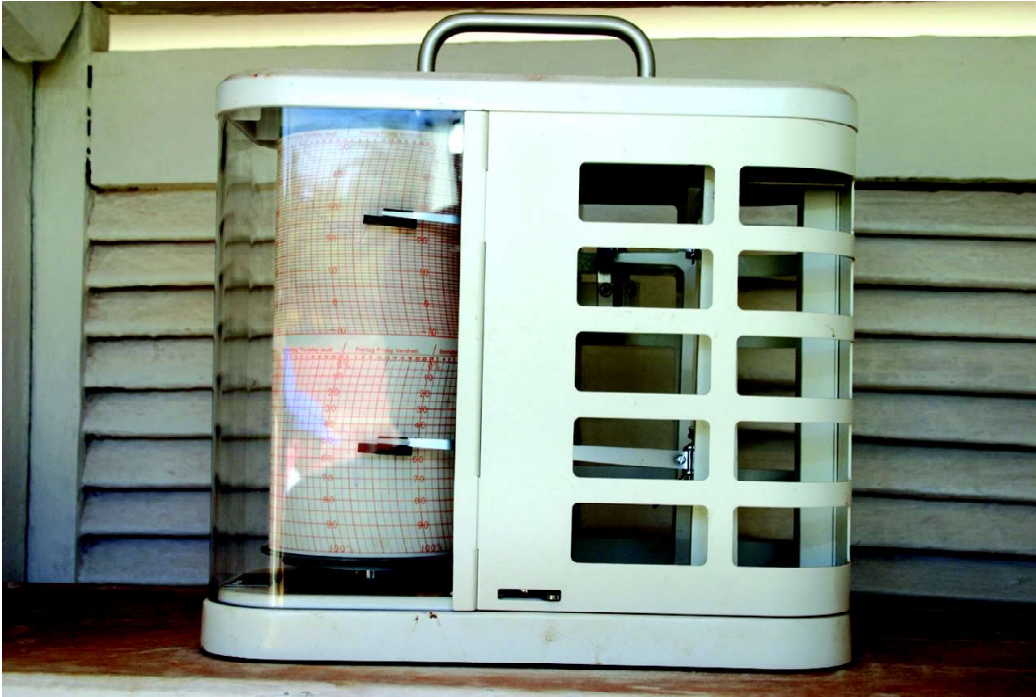
Variação diária da velocidade do vento, temperatura e umidade do ar



tarde) a UR é mínima, e quando a temperatura é mínima (em torno das 5 horas da manhã) a UR é máxima.

Em regiões áridas e semi-áridas de ar quente e seco, campos irrigados demandam grande quantidade de água, devido à alta disponibilidade de energia solar e ao elevado déficit de vapor d'água na atmosfera. Em regiões tropicais úmidas, apesar da grande disponibilidade de energia, a alta umidade do ar limita a evaporação da água, reduzindo a sua intensidade. Áreas irrigadas requerem menos água nesses ambientes.

Na estação meteorológica, o higrômetro e o higrógrafo são os instrumentos utilizados para medir a umidade relativa do ar. Geralmente, sensores de temperatura e umidade relativa aparecem conjugados em um mesmo aparelho, denominado termohigrógrafo.



Termohigrógrafo

VELOCIDADE DO VENTO

O vento é o ar em movimento e o responsável pela remoção do vapor d'água da superfície evaporante. Durante o processo da evaporação, o ar atmosférico, logo acima da superfície evaporante, torna-se gradualmente saturado de vapor d'água. Se este ar não for continuamente substituído por ar mais seco, a capacidade da superfície em transferir mais vapor d'água diminuirá.

Na estação meteorológica, o anemômetro e o anemógrafo são os instrumentos utilizados para medir a velocidade do vento.



Anemômetro

2 AVALIE AS CONDIÇÕES PLUVIOMÉTRICAS LOCAIS

A chuva ocorre quando a água líquida, atraída pela força da gravidade, atinge a superfície do solo. A chuva constitui-se na mais importante fonte natural de água às plantas e na principal via de reabastecimento do reservatório de água do solo. Quando a quantidade de chuva não é suficiente para atender as necessidades da cultura, complementa-se com a irrigação.

O instrumento utilizado para medir a quantidade de chuva é o pluviômetro. O pluviômetro tem formato cilíndrico e durante uma chuva a água é coletada pela abertura superior ou “boca” e armazenada no seu interior. A coleta e a leitura do volume de água precipitado são feitas diariamente, de preferência na parte da manhã. Uma proveta transparente, graduada em milímetros (mm), deve acompanhar o pluviômetro novo, adquirido no comércio.



Pluviômetro

2.1 INSTALE O PLUVIÔMETRO

A instalação do pluviômetro é uma prática simples, porém alguns cuidados devem ser observados para se garantir que o instrumento funcione corretamente e os dados gerados sejam confiáveis.

2.1.1 REÚNA O MATERIAL

- Abraçadeiras fixadoras;
- Caneta esferográfica;
- Cavadora articulada;
- Chave de fenda;
- Enxada;
- Estaca de madeira;
- Parafusos;
- Pluviômetro;
- Proveta.



2.1.2 VERIFIQUE SE O CONJUNTO PLUVIOMÉTRICO ESTÁ COMPLETO

O conjunto inclui o corpo do pluviômetro, o crivo interno móvel, a proveta graduada e as abraçadeiras fixadoras.



2.1.3 CAVE UM BURACO NO SOLO

O buraco deve ser cavado com o auxílio de uma cavadora articulada a uma profundidade de 50 cm.



2.1.4 SELECIONE UMA ESTACA DE MADEIRA

A estaca de madeira deve ter, aproximadamente, 5 cm x 6 cm x 200 cm e ser forte o suficiente para sustentar o pluviômetro.



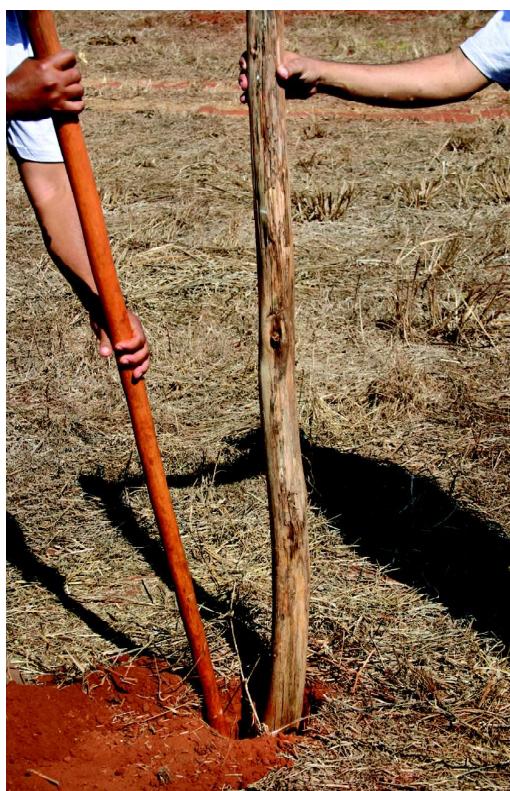
2.1.5 POSICIONE A ESTACA NA VERTICAL NO CENTRO DO BURACO



2.1.6 EMPURRE A TERRA AO REDOR DA ESTACA



2.1.7 COMPACTE O SOLO AO REDOR DA ESTACA, FIXANDO-A



2.1.8 MARQUE A POSIÇÃO DE CADA ABRAÇADEIRA NA ESTACA NA ESTACA

Cada abraçadeira deve estar distante entre si em função do comprimento do pluviômetro, de forma que a boca do pluviômetro esteja acima do topo da estaca.



- a) Coloque o pluviômetro ao lado da estaca

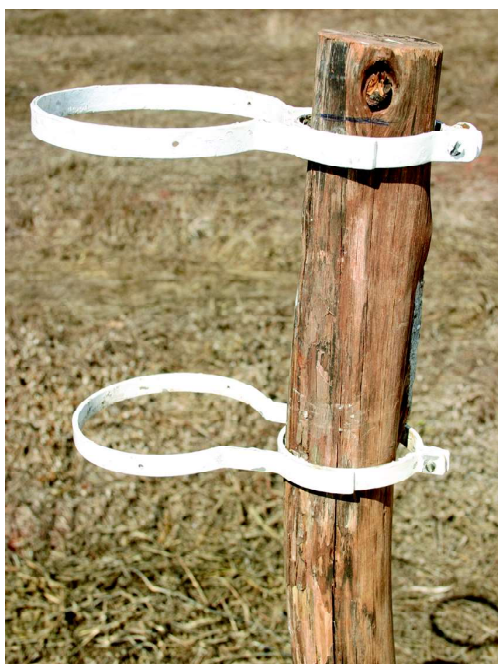
b) Marque a posição de encaixe das abraçadeiras

A marcação da posição de encaixe das abraçadeiras pode ser feita com o auxílio de uma caneta esferográfica.



2.1.9 FIXE AS ABRAÇADEIRAS NA ESTACA

As abraçadeiras devem ser fixadas com o auxílio da chave de fenda e de parafusos nas posições marcadas com a caneta.

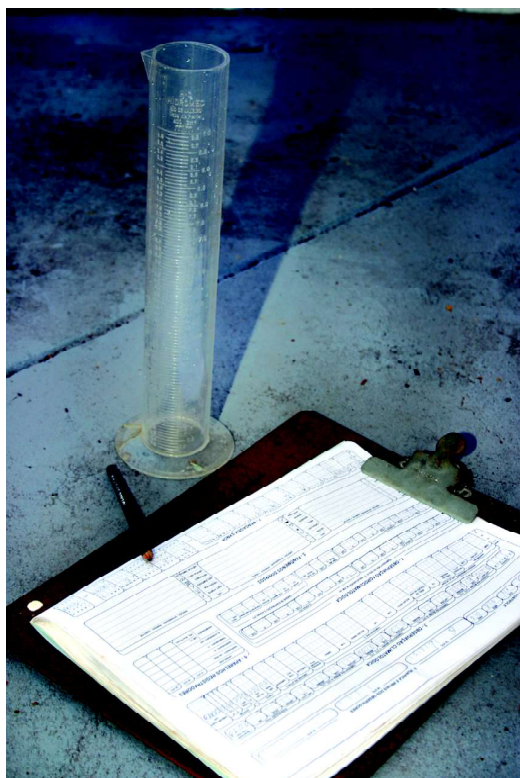


2.1.10 INSIRA O PLUVIÔMETRO NAS ABRAÇADEIRAS, COMEÇANDO PELA ABRAÇADEIRA SUPERIOR



2.2 OPERE O PLUVIÔMETRO

Antes de colocar o pluviômetro para funcionar, deve-se verificar se o registro de esvaziamento na parte inferior do instrumento está fechado e se o crivo metálico está adequadamente posicionado no interior do pluviômetro.



2.2.1 REÚNA O MATERIAL

- Formulário de papel;
- Lápis;
- Prancheta;
- Proveta graduada.

2.2.2 MEÇA A ÁGUA CAPTADA PELO PLUVIÔMETRO

A medição da água captada pelo pluviômetro deve ser feita diariamente na parte da manhã e sempre no mesmo horário, em torno das oito horas.

a) Faça as anotações dos dados do dia



b) Posicione a proveta abaixo da torneira



c) Abra o registro





d) Colete toda a água do interior do pluviômetro

Atenção: A proveta graduada em mm que acompanha o pluviômetro é específica e só pode ser utilizada com aquele pluviômetro, ou seja, uma mesma proveta não pode ser utilizada com pluviômetros de modelos diferentes.

e) Feche o registro

Ao fechar o registro, o pluviômetro estará pronto para a próxima leitura.



Atenção: Se a água coletada no pluviômetro é maior que o volume da proveta, fazer mais de uma leitura, somando as leituras parciais para a determinação do total de água precipitada. Para cada leitura parcial, repetem-se os passos acima.

f) Proceda à leitura da proveta

Para a leitura precisa, deve-se observar o nível da água, dentro da proveta, colocando-o ao nível dos olhos, e, se necessário, apoiar a proveta em local plano.



Exemplo: Altura de lâmina d'água de chuva foi igual a 12 mm, medidos com a proveta graduada em mm, adquirida com o pluviômetro.

g) Anote no formulário a altura da água



2.3 VERIFIQUE OUTRAS MANEIRAS DE AVALIAR AS CONDIÇÕES PLUVIOMÉTRICAS

Quando se dispõe do pluviômetro comercial, mas não da proveta graduada em mm, ou quando se utiliza um recipiente qualquer para coletar água no lugar do pluviômetro, a determinação da chuva em mm começa medindo-se em mililitros (mL) ou centímetros cúbicos (cm³) o volume de água coletado.

2.3.1 OBTENHA A ALTURA DA LÂMINA D'ÁGUA

Como a chuva é medida em termos de altura de coluna d'água, deve-se conhecer a área da “boca” do recipiente (cm²) para se converter o volume coletado (mL ou cm³) em altura de lâmina d'água (mm), usando-se a seguinte fórmula:

$$H_c = (V \div A) \times 10$$

Onde:

H_c = altura de lâmina d'água da chuva em milímetro (mm);

V = volume de água coletado em mililitro (mL) ou centímetro cúbico (cm³);

A = área de captação do pluviômetro em centímetro quadrado (cm²).

Sendo que o valor de A é calculado aplicando-se a seguinte fórmula:

$$A = 0,785 \times D^2$$

Onde:

D = diâmetro da “boca” do pluviômetro em centímetro (cm).

Exemplo: A “boca” de captação de um pluviômetro comercial possui 30 cm de diâmetro. O volume de água coletado após uma chuva foi o de uma proveta com escala em centímetro cúbico (cm³), totalizando 848 cm³ de água. Para se determinar a área da “boca” do pluviômetro e a altura de lâmina d’água da chuva, procede-se como mostrado a seguir:

Dados:

Diâmetro = 30 cm

Volume de água = 848 cm³

Área da “boca” do pluviômetro:

$$A = 0,785 \times D^2$$

$$A = 0,785 \times (30 \text{ cm})^2 = 706,5 \text{ cm}^2$$

Altura de lâmina d’água da chuva:

$$H_c = (V \div A) \times 10$$

$$H_c = (848 \text{ cm}^3 \div 706,5 \text{ cm}^2) \times 10 = 12 \text{ mm}$$

Resposta: A área da “boca” do pluviômetro é 706,9 cm² e a altura da lâmina d’água da chuva foi de 12 mm.

***Atenção:** Se o irrigante, ao invés do pluviômetro comercial, utilizar um recipiente qualquer, feito de metal ou plástico, o procedimento de cálculo é o mesmo. Apenas recomenda-se que o diâmetro da “boca” de captação de recipientes não-padronizados esteja entre um mínimo de 10 cm e um máximo de 30 cm.*

2.3.2 VERIFIQUE O VOLUME DE ÁGUA DISTRIBUÍDO POR HECTARE

O valor de H_c (lâmina d’água precipitada) independe da área de captação do pluviômetro, pois o volume de água

coletado é proporcional à área. Isso torna o conceito de altura de lâmina d'água de grande valor prático, porque permite conhecer o volume de água que chega (chuva ou irrigação) ou que sai (evapotranspiração) da área cultivada. Basta ter em mente que 1 mm de água equivale a 1 litro de água distribuído uniformemente em uma área de 1 metro quadrado, ou seja, $1 \text{ mm} = 1 \text{ L/m}^2$.

Exemplo: Em termos de volume de água por hectare (ha), quanto representa 12 mm de chuva?

Dados:

Altura de lâmina d'água = 12 mm

Sabe-se que:

$1 \text{ mm} = 1 \text{ L/m}^2$

$1 \text{ ha} = 10.000 \text{ m}^2$

$1 \text{ m}^3 = 1.000 \text{ L}$

Como:

$12 \text{ mm} = 12 \text{ L/m}^2$

Então, o volume de água por hectare é:

Volume de água = $12 \text{ L/m}^2 \times 10.000 \text{ m}^2 = 120.000 \text{ L}$
ou 120 m^3 por hectare.

Resposta: O total de 12 mm de chuva significa que em cada hectare choveu 120.000 litros ou 120 m^3 de água.

2.3.3 VERIFIQUE A INTENSIDADE DA CHUVA

Um outro conceito importante para a irrigação é o de intensidade da chuva, que pode ser conhecida dividindo-se a lâmina d'água da chuva pela duração da chuva, aplicando-se a fórmula:

$$I = Hc \div T$$

Onde:

I = intensidade de chuva em milímetro por hora (mm/h);

H_c = altura de lâmina d'água da chuva em milímetro (mm);

T = duração da chuva em horas (h).

De acordo com a intensidade, uma chuva pode ser classificada como fraca, moderada ou forte.

Tabela 3 – Intensidade e tipo de chuva

Intensidade (mm/h)	Tipo de chuva
Até 2,5	Fraca
2,5 a 7,5	Moderada
Acima de 7,5	Forte

Exemplo: Considerando-se que uma chuva durou 4 horas e teve a altura de lâmina d'água medida igual a 8 mm, qual foi a sua intensidade e como será a sua classificação?

Dados:

Duração da chuva = 4 h

Altura da lâmina d'água em milímetro = 8 mm

Como:

$$I = H_c \div T$$

Então:

- Intensidade da chuva

$$I = (8 \text{ mm} \div 4 \text{ h}) = 2 \text{ mm/h}$$

- Classificação da chuva

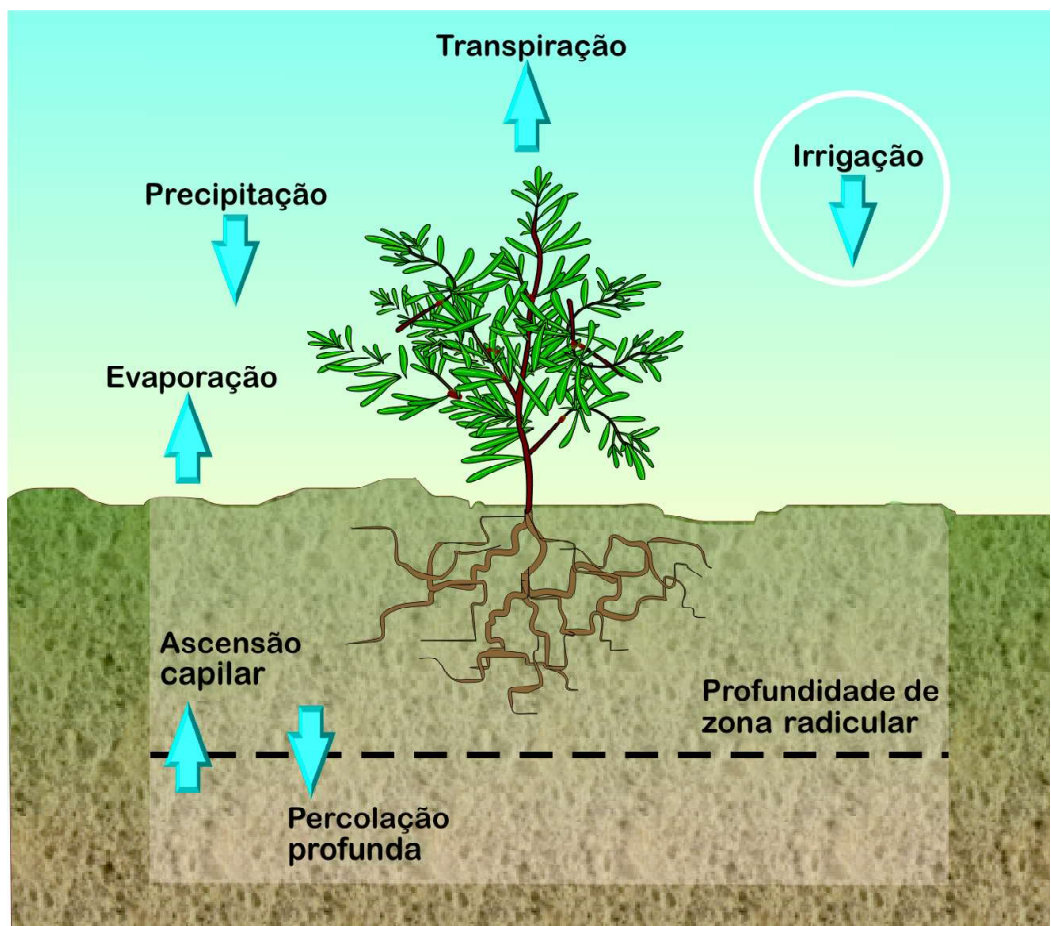
Chuva fraca, pois a intensidade da chuva foi menor do que 2,5 mm/h.

IV

FORNECER ÁGUA PARA AS PLANTAS

A água disponível no solo para a utilização pelas plantas varia com o tempo. A chuva, a irrigação e a ascensão capilar da água a partir do lençol freático contribuem para aumentar o teor de água armazenado, enquanto a evaporação, a transpiração e a percolação profunda contribuem para diminuir o armazenamento.

Relação entre os componentes que aumentam e diminuem o armazenamento de água no solo



O objetivo da irrigação é suprir as necessidades de água das culturas quando a quantidade de chuva não é suficiente. Existem vários métodos de aplicação de água, divididos, basicamente, entre pressurizados e não–pressurizados. A adequada seleção e operação desses métodos requer conhecimento das relações entre o solo, a planta e a atmosfera e, também, o conhecimento do total de água existente na propriedade agrícola e que pode ser utilizado para a irrigação.

1 VERIFIQUE A DISPONIBILIDADE DE ÁGUA PARA A IRRIGAÇÃO

Ao se pensar em utilizar a água existente na propriedade para a irrigação, devem ser considerados três aspectos: a localização, a quantidade e a qualidade da água.

Com relação à localização, a fonte hídrica pode ser superficial ou subterrânea. Na superfície, a água pode estar disponível em rios e córregos ou em reservatórios, como: lagos, açudes e tanques. Poços freáticos e artesianos permitem captar a água subterrânea para uso em irrigação.





Tanto no caso da água superficial como da subterrânea, a quantidade de água existente na propriedade pode ser avaliada em termos de vazão (rios e poços) ou volume armazenado (reservatórios).

Em geral, a localização não é fator limitante para a irrigação quando a propriedade margeia rios de médio a grande porte. Mas no caso de pequenos cursos d'água, deve-se atentar para a possibilidade de secamento parcial ou total na época do ano em que a demanda por água é maior, geralmente na época mais quente. Nesses casos, pode ser necessário o represamento da água.

Para determinar a quantidade de água disponível, é fundamental dimensionar o tamanho da área a ser irrigada, bem como avaliar se as necessidades hídricas da cultura podem ser atendidas. Uma regra prática é a utilização da seguinte relação:

$$Q \times T = L \times A$$

Onde:

Q = vazão requerida para a irrigação em litro por hora (L/h);

T = tempo de irrigação em hora (h);

L = lâmina bruta de irrigação em milímetro (mm);

A = tamanho da área a ser irrigada em metro quadrado (m²).

Exemplo: Em uma propriedade, o irrigante deseja saber a vazão requerida para irrigar 2 hectares de milho. A lâmina diária de irrigação é 5 mm e ele dispõe de até 8 horas por dia para irrigar o milharal.

Dados:

$$\text{Área} = 2 \text{ ha} = 20.000 \text{ m}^2$$

$$\text{Lâmina bruta de irrigação} = 5 \text{ mm}$$

$$\text{Tempo de irrigação} = 8 \text{ h}$$

Cálculo da vazão requerida para a irrigação (L/h):

$$Q \times T = L \times A$$

$$Q \times 8 \text{ h} = 5 \text{ mm} \times 20.000 \text{ m}^2$$

$$Q = (5 \text{ mm} \times 20.000 \text{ m}^2) \div 8 \text{ h}$$

$$Q = 12.500 \text{ L/h} = 12,5 \text{ m}^3/\text{h}$$

Resposta: A vazão necessária que deve estar disponível é de 12,5 m³/h, isso quer dizer que para irrigar o milharal durante 8 horas seriam necessários 100.000 litros de água por dia.

Atenção: Para atender a essa demanda, deve-se fazer a medição da vazão do curso d'água existente na propriedade.

2 VERIFIQUE A SALINIDADE DA ÁGUA

Na prática da irrigação, a qualidade da água é um dos fatores mais importantes. Pequenas quantidades de sais podem, em projetos de irrigação mal elaborados, transformar lentamente uma área fértil em um solo salino de baixa produtividade.

Tabela 4 – Qualidade da água de irrigação

Qualidade	CE_{ai} (dS/m a 25°C)*	Risco de salinidade
A	Inferior a 0,75	Baixo
B	0,75 a 1,5	Médio
C	1,5 a 3,0	Alto
D	Superior a 3,0	Muito alto

* CE_{ai} = condutividade elétrica da água de irrigação
dS/m = deciSiemens por metro (unidade de condutividade elétrica)



2.1 REÚNA O MATERIAL

- Amostra de água;
- Etiqueta;
- Pedaco de pano;
- Recipiente plástico novo com tampa.

2.2 COLETE A AMOSTRA DE ÁGUA

A coleta da água é uma etapa importante para se conhecer a sua qualidade visando o uso do método de irrigação. Assim como a quantidade, a qualidade da água pode limitar o seu uso.

2.2.1 PEGUE O RECIPIENTE PLÁSTICO



2.2.2 PEGUE A ÁGUA UTILIZANDO O RECIPIENTE PLÁSTICO



Atenção: Ao coletar a água para análise, deve-se dar preferência a locais afastados da margem, pois há muitas impurezas, e abaixo da superfície. A profundidade da coleta vai depender da profundidade do leito, pois a água também não pode ser coletada muito próxima do fundo.

2.2.3 FECHER O RECIPIENTE COM A TAMPA



2.2.4 SEQUE O RECIPIENTE COM UM PANO



2.3 COLE A ETIQUETA NO RECIPIENTE



2.4 IDENTIFIQUE O RECIPIENTE



2.5 ENVIE A AMOSTRA AO LABORATÓRIO



2.6 ESPERE PELOS RESULTADOS



2.7 LEIA NO RESULTADO DO LABORATÓRIO A CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DA ÁGUA



2.8 CLASSIFIQUE A SALINIDADE DA ÁGUA DE ACORDO COM A TABELA 4

Alerta ecológico: Águas de qualidade C e D não devem ser utilizadas para a irrigação, pois causam a degradação do solo, através da salinização.

3 VERIFIQUE O CONSUMO DE ÁGUA PELAS PLANTAS

As plantas retiram do solo a água que necessitam para o seu desenvolvimento e produção.

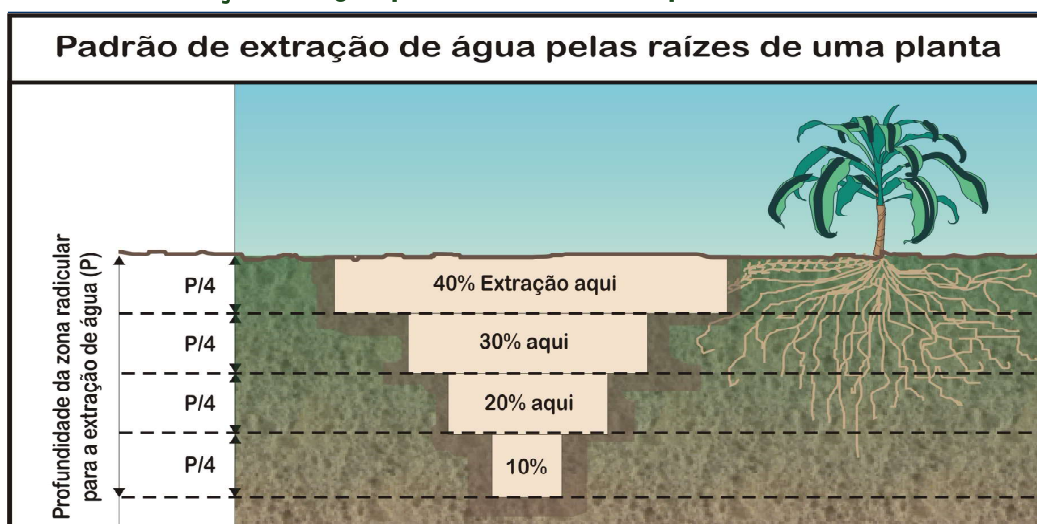
A profundidade do solo, onde pode ser encontrado pelo menos 80% do sistema radicular da cultura, é um conceito importante em irrigação. É conhecida como profundidade efetiva do sistema radicular (P).

Tabela 5 – Profundidade efetiva do sistema radicular para algumas culturas

Cultura	Profundidade efetiva das raízes (cm)
Alho	45
Arroz	40
Aveia	40
Cana-de-açúcar	50
Feijão	25
Milho	60
Pastagem	35
Soja	50
Trigo	35

A extração de água pelas raízes é em função da distribuição do sistema radicular com a profundidade no solo.

Padrão de extração de água pelas raízes de uma planta



Observa-se no desenho que a extração de água diminui com a profundidade, pois a concentração de raízes também diminui. Dividindo-se a profundidade efetiva em quatro camadas iguais, verifica-se que 40% da água absorvida é retirada da primeira camada (1 / 4 da profundidade), 30% da segunda, 20% da terceira e 10% da quarta camada.

A disponibilidade total de água no solo (DTA) é definida como lâmina de água expressa em milímetros por metro de profundidade do solo no intervalo entre a capacidade de campo e o ponto de murcha permanente.

A Tabela 6 apresenta valores médios de DTA de acordo com a textura do solo.

Tabela 6 – Valores médios de disponibilidade total de água no solo em função da textura

Textura	Disponibilidade total de água (mm/m)
Grossa	60
Média	140
Fina	200

Exemplo: A profundidade efetiva do sistema radicular do milho adulto é de 60 cm. Determine a água disponível (AD) se uma cultura de milho for implantada em um solo de textura média, com a espessura de camada e a lâmina de água extraída nas quatro camadas de solo.

Dados:

Profundidade efetiva das raízes (P) = 60 cm = 0,60 m

Solo de textura média DTA = 140 mm/m

- Água disponível:

$$AD = DTA \times P$$

$$AD = 140 \text{ mm/m} \times 0,60 \text{ m} = 84 \text{ mm}$$

- Absorção de água de acordo com a espessura das camadas:

Primeira camada

Representa $\frac{1}{4}$ da profundidade efetiva
= $\frac{1}{4}$ de 60 cm = 15 cm

Contribui com 40% da água disponível
= $0,4 \times 84 \text{ mm} = 34 \text{ mm}$

Segunda camada

Contribui com 30% da água disponível
= $0,3 \times 84 \text{ mm} = 25 \text{ mm}$

Terceira camada

Contribui com 20% da água disponível
= $0,2 \times 84 \text{ mm} = 17 \text{ mm}$

Quarta camada

Contribui com 10% da água disponível
= $0,1 \times 84 \text{ mm} = 8 \text{ mm}$

Resposta: A água disponível é de 84 mm na profundidade de 60 cm, com extração de 34 mm na primeira camada, 25 mm na segunda, 17 mm na terceira e 8 mm na quarta camada, todas com cerca de 15 cm de espessura.

O consumo de água pelas plantas durante um ciclo de produção, para culturas anuais e permanentes, é mostrado na Tabela 7. É importante destacar que o consumo de água depende de vários fatores locais relacionados ao solo, à cultura, ao clima e ao sistema de irrigação utilizado. Por isso, na Tabela 7, os valores aparecem em intervalos relativamente grandes.

Tabela 7 – Consumo de água por ciclo de produção para algumas culturas

Cultura	Consumo de água (mm)
Abacate	650 a 1.000
Arroz	500 a 800
Banana	700 a 1.700
Batata	350 a 625
Batata doce	400 a 700
Café	800 a 1.200
Cana-de-açúcar	1.000 a 1.500
Cebola	350 a 600
Citros	600 a 950
Coco	800 a 1.200
Feijão	250 a 400
Fumo	300 a 500
Hortaliças	250 a 500
Milho	400 a 700
Soja	450 a 800
Sorgo	300 a 650
Tomate	300 a 600
Uva	450 a 900

Culturas como as hortaliças necessitam de solo úmido, próximo à capacidade de campo, na maior parte do tempo, especialmente as hortaliças folhosas, a exemplo da alface, da couve e outras. Isso requer, em geral, aplicação de água todos os dias. Para outras culturas, com sistema radicular

mais profundo e que exploram maior volume de solo, a frequência de irrigação pode ser menor, ou seja, irrigação a cada 3 ou mais dias.



4 SELECIONE O MÉTODO DE IRRIGAÇÃO

No método de irrigação pressurizada, a água escoar no interior de tubulações, desde a sucção até os emissores. Este método compreende a irrigação por aspersão e a localizada. Na irrigação localizada, a água é aplicada diretamente sobre o solo na região radicular, molhando apenas parte do volume do solo.



No método de irrigação não–pressurizada, a água é distribuída da fonte à área utilizando–se a força da gravidade, com escoamento superficial diretamente sobre o solo. Para esse tipo de irrigação, é fundamental a disponibilidade de muita água na propriedade, solos planos e com baixa taxa de infiltração.

A irrigação por aspersão pode ser utilizada em praticamente todas as culturas. O mesmo ocorre para a irrigação localizada. Porém, para algumas culturas, como o tomate, o pimentão, o chuchu e a uva, a irrigação localizada é preferível, pois não molha a parte aérea da planta, porque o excesso de umidade pode favorecer o desenvolvimento de doenças, permitindo, também, a realização de práticas culturais enquanto a área é irrigada.



Em regiões com ventos muito fortes, o uso da irrigação por aspersão pode ser limitado aos horários de menor velocidade, de forma a evitar o desperdício de água que pode ser levada pelo vento.

As propriedades e características do solo também devem ser levadas em conta na seleção do método de irrigação. Em solos de textura mais grossa, recomenda-se a irrigação por aspersão e nos de textura mais fina a irrigação localizada ou irrigação por superfície.

A seleção do emissor na irrigação por aspersão deve levar em conta a velocidade de infiltração da água no solo. A intensidade de aplicação de água do aspersor deve ser menor ou igual à velocidade de infiltração básica (VIB). A VIB é a menor velocidade com que a água infiltra no solo e isso ocorre quando o perfil do solo está saturado de água, ou seja, quando os poros do solo estão completamente cheios de água.

Em áreas de topografia acidentada, a irrigação localizada é preferível em comparação à irrigação por aspersão e por superfície. O método de irrigação por gravidade é o mais exigente quanto à topografia do terreno, envolvendo, por vezes, a sistematização do solo e o controle da percolação profunda, não se adaptando a solos muito permeáveis.



- CURI, S.; SIMIÃO, S. A. *Manual básico de irrigação por aspersão*. Cuiabá (MT): Seder/Empaer/Prodeagro, 1996. 70 p.
- DONEEN, L. D.; WESTCOT, D. W. *Irrigation practice and water management*. Roma: FAO, 1988. 63 p.
- DOORENBOS, J.; KASSAN, A. H. *Yield response to water*. Roma: FAO, 1989. 193 p. (FAO Irrigation and Drainage Paper, 33)
- KLAR, A. E. *Relações água-solo-planta*. Brasília: Abeas, 1991. 106 p. (Curso de Engenharia de Irrigação. Módulo 3 – Parte A).
- PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO (PRONI). *Tempo de irrigar: manual do irrigante*. São Paulo: Mater, 1987. 160 p.
- REICHARDT, K. *A água em sistemas agrícolas*. Piracicaba (SP): Manole, 1990. 188 p.
- SANTOS, Raphael D. dos et al. *Manual de descrição e coleta de solo no campo*. 5. ed. Viçosa (MG): SBCS, 2005.
- UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. SOIL CONSERVATION SERVICE (SCS-USDA). *National Engineering Handbook: Section 15 – Irrigation – Soil-plant-relationships*. Washington-DC, 1991. 56 p.