

**I  
R  
R  
I  
G  
A  
Ç  
Ã  
O  
  
E  
  
D  
R  
E  
N  
A  
G  
E  
M**



**2019**

# IRRIGAÇÃO E DRENAGEM

## MEDIDAS NO SISTEMA METRICO

Linear - km hm dam m dc cm mm  
 Area - km<sup>2</sup> hm<sup>2</sup> dam<sup>2</sup> m<sup>2</sup> dc<sup>2</sup> cm<sup>2</sup> mm<sup>2</sup>  
 Volume m<sup>3</sup> dm<sup>3</sup> cm<sup>3</sup> mm<sup>3</sup>

## EQUIVALENCIA VOLUMETRICA

1dm<sup>3</sup> - 1 litro      1cm<sup>3</sup> - 1 ml      1000cm<sup>3</sup> - 1 litro  
 1000 dm<sup>3</sup> - 1000 litros = 1m<sup>3</sup>  
 Ex: 1dm<sup>3</sup> = 1litro = 1000cm<sup>3</sup> = 1000ml      1m<sup>3</sup> = 1000 litros = 1000dm<sup>3</sup>

## ALGUMAS MEDIDAS

MEDIDAS LINEAR		SUPERFICIE OU AREA	
Polegada	2,54cm	Quadra de sesmaria	34 alqueires (822,800m <sup>2</sup> )
Palmo	22cm	Quadra do norte	48,400m <sup>2</sup> (100 braças <sup>2</sup> )
Pe	33cm	Alqueire min e carioca	48,400m <sup>2</sup>
Côvado	68cm	Alqueire do norte	27,225m <sup>2</sup> (75 braças <sup>2</sup> )
Jarda	9,144m	Alqueire paulista	24,200m <sup>2</sup> (100x50braças/220x110m)
Vara	1,1m	Partido do nordeste	12,100m <sup>2</sup> (50 braças <sup>2</sup> )
Braça	2,2m	Quartel paulista	6,050m <sup>2</sup>
Braça quadrada	4,84m	Tarefa paulista	3,025m <sup>2</sup>
Milha maritima	1,609m	Quadra paulista	756,25m <sup>2</sup>
Legua maritima	5,555km	Hectare	10,000m <sup>2</sup>
Legua geometrica	6,0km	Acre (uso americano)	4,047m <sup>2</sup>
Legua de sesmaria	6,5km	Are	100m <sup>2</sup>

MEDIDAS VOLUME	EQUIVALENCIA		MEDIDAS PRESSÃO	EQUIVALENCIA
Metro <sup>3</sup>	1000litros		1kgf/cm <sup>2</sup>	10m.c.a
Tonel	500l		1Mpa	100m.c.a
Pipa	400l		1lb/pol <sup>2</sup>	0,703m.c.a
Barril	200l		1atm	±10m.c.a
Quartola	100l		1bar	10,2m.c.a
Quinto	80l			
Cargueiro	80l			
Decimo	40l			
Balde	18l			
Garrafão	5l			
Galão	3.785g			
Litro	1.000g			
1lt/m <sup>2</sup>	1mm			
10m <sup>3</sup> /ha	1mm			
1m <sup>3</sup> /s	1.000lt/s			
1m <sup>3</sup> /h	0,28lt/s			

### **SANEAMENTO AGRICOLA**



No BRASIL, grandes areas, como a Baixada Fluminense, onde o saneamento traz benefícios a coletividade, o serviço e executado pela Administração Publica.

Em 8 de janeiro de 1997 quando foi sancionada pelo Senhor presidente da Republica a Lei nº 9.433 que organiza o setor de planejamento e gestão, de âmbito nacional. Trata-se, pois, de uma **Lei de Organização Administrativa** para o setor de recursos hídricos, sendo gerido pelo **Ministerio do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal**.

No Estado do Rio Grande do sul a Lei nº 10.350 de 30 de dezembro de 1994 que Institui o Sistema Estadual de Recursos Hídricos, regulamentando o artigo 171 da Constituição Estadual do Estado do rio Grande do Sul.

E em 2000 pela criação da ANA através da lei 9.984/2000 que se encarrega de gerenciar e implementar o Política Nacional de Recursos Hídricos.

Integra o Sistema de recursos Hídricos, o conselho de Recursos Hídricos, o Departamento de Recursos Hídricos, os Comitês de gerenciamento de Bacia Hidrográfica e as agencias de Região Hidrográfica, e, o Sistema ou órgão ambiental do Estado.

<b>A GESTÃO PARTICIPATIVA DAS AGUAS</b>	
Baseada no <b>CODIGO DAS AGUAS</b> , de 1934, foi promulgada a <b>LEI DAS AGUAS</b> , Nº 9.433/1997, que permitiu através da Lei 9.984/2000 a criação da	
ANA – AGENCIA NACIONAL DE AGUAS	
Responsável, desde janeiro de 2001.	
	
<p>Pela implementação da <b>POLITICA NACIONAL DE RECURSOS HIDRICOS</b> que tem como:</p> <p style="text-align: center;">Principais <b>FUNDAMENTOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• a AGUA e um bem de domínio publico, dotado de valor econômico;</li> <li>• em situações de escassez, o uso prioritário e o consumo humano e animal;</li> <li>• a AGUA deve ter uso múltiplo, em diferentes atividades;</li> <li>• a bacia hidrográfica e a unidade territorial para gerir os recursos hídricos;</li> <li>• a AGUA deve ter gestão descentralizada, com participação do poder público, dos usuarios e das comunidades.</li> </ul> <p style="text-align: center;">Principais <b>INSTRUMENTOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• O PLANO de Recursos Hídricos</li> <li>• A OUTORGA de direitos de uso</li> <li>• A COBRANÇA pelo uso</li> </ul> <p style="text-align: center;">.... e como maior <b>OBJETIVO</b></p> <p><b>Assegurar a disponibilidade de AGUA à atual e às futuras gerações.</b></p>	<p>Pela coordenação do <b>SISTEMA NACIONAL DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HIDRICOS</b>, que alem do <b>CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HIDRICOS</b> e <b>MINISTERIO DO MEIO AMBIENTE</b> e formado também pelos:</p> <p style="text-align: center;"><b>CONSELHOS DE RECURSOS HIDRICOS DOS ESTADOS,</b></p> <p>Responsável pela resolução de conflitos nas bacias estaduais e definição dos preços da AGUA.</p> <p style="text-align: center;"><b>COMITES DE BACIA HIDROGRAFICA</b></p> <p>Que funcionam com a participação dos usuários (cidadão urbano, empresas de saneamento, produtores rurais, industriais etc.), prefeituras, organizações da sociedade civil e órgãos do governo estadual e federal.</p> <p style="text-align: center;">E AGENCIA DAS AGUAS</p> <p style="text-align: center;"><b>Que atuam como braço técnico dos respectivos comites e devem gerir os recursos com a cobrança da AGUA.</b></p> <p>Sistema ou órgão ambiental do estado (FEPAM-RS)</p>

## **1. DRENAGEM**

ORIGEM: A origem da drenagem, como da irrigação, perde-se na remota Antiguidade.

Era muito comum, na Antiguidade, o uso de valas abertas, de condutos de pedras, de madeira, etc. Este tipo em escala muito reduzida, pois não tinham máquinas, era manual. Somente após a invenção da máquina, 1843, e da fabricação de tubos de barro, expandiu-se um pouco mais, reduzindo inclusive os custos. A drenagem só tomou impulso em fins do século XIX, quando então foi aperfeiçoada as máquinas escavadoras.

### **1.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE DRENAGEM**

Drenagem de terras agrícolas pode ser definida como sendo o processo de remoção de excesso de AGUA dos solos, de modo que lhes de condições de aeração, estruturação e resistência, a fim de toma-los viáveis à exploração agrícola.

Em qualquer terreno existe normalmente drenagem natural, mas nem sempre a drenagem natural é suficiente para tomar os solos viáveis à exploração agrícola, sendo assim, sempre que a drenagem natural não for satisfatória, deve-se fazer, em complementação, drenagem artificial.

As principais fontes do excesso d'AGUA no solo são *as precipitações, as irrigações e as infiltrações provenientes do lençol freático, canais e represas*. Em regiões úmidas, a fonte mais comum causadora do excesso d'AGUA no solo é a elevação do lençol freático e irrigação, e em regiões áridas e semiáridas é a chuva.

**Os principais benefícios que se podem conseguir com drenagem são;**

### **1.2. INCORPORAÇÃO DE NOVAS ÁREAS À PRODUÇÃO AGRÍCOLA**

Principalmente, nas regiões úmidas e semiúmidas, onde uma boa percentagem dos terrenos encontra-se, em condições naturais, com excesso de umidade.

Como os casos dos brejos e pântanos. A única maneira de toma-los agricultáveis e por meio da drenagem. E estes solos, em geral, são ricos e com topografia plana e uniforme, ou seja, com grande potencial para agricultura mecanizada.

### **1.3. AUMENTO DA PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA**

Muitos solos, apesar do excesso de umidade, são cultivados, mas com baixa produtividade. Estes solos, quando drenados, devido à melhor aeração, melhor atividade microbiana, melhor fixação de nitrogênio e fósforo, aumento da profundidade efetiva do sistema radicular, facilidade de preparação, melhor estruturação e decréscimo dos problemas fitos sanitários, aumentam em muito suas produtividades agrícolas.

### **1.4. CONTROLE DA SALINIDADE**

As ÁGUAS de irrigação, mesmo as de melhor qualidade, possuem certa quantidade de sal. E se toda AGUA aplicada na irrigação for evapotranspirada, haverá um acúmulo constante de sal no solo, e com o passar do tempo o solo será, indubitavelmente, salinizado. Tornando-se evidente a necessidade de drenagem natural ou artificial nestas áreas, quando irrigadas, para evitar sua salinização. Em regiões áridas e semiáridas, tem-se que aplicar AGUA em excesso para se ter AGUA de drenagem, a qual terá maior concentração de sal do que a AGUA de irrigação. Nas regiões úmidas e semiúmidas, teremos somente que construir os sistemas de drenagem, quando a drenagem natural da área for insuficiente, pois as ÁGUAS das chuvas lixiviam o excesso de sal do solo, evitando assim a sua salinização.

### **1.5. RECUPERAÇÃO DE SOLOS SALINOS e/ou ALCALINOS**

A recuperação dos solos salinos e por meio da lavagem deles, e a recuperação dos solos alcalinos ou salinos e mediante a aplicação de corretivos e em seguida lavagem. Por lavagem de um solo, entende-se a movimentação de grande quantidade d'AGUA através do perfil do solo, o que, em geral, somente pode ser feito por meio da construção de sistemas de drenagem e aplicação d'AGUA, de modo que lixivie os sais do perfil do solo. Sendo assim, a drenagem é de capital importância para a recuperação de solos salinos.

## 1.6. SAUDE PUBLICA E ANIMAL

Aqui nos referimos à eliminação, por meio da drenagem, das AGUAS paradas, nas quais proliferam os mosquitos e outros agentes causadores de doenças na espécie humana e em animais, ou seja, o saneamento das áreas inundadas.

A drenagem de terras agrícolas pode ser dividida em duas grandes classes, ou seja, Drenagem Superficial e Drenagem do Solo ou Drenagem propriamente dita. Sendo que alguns tipos de drenos atuam simultaneamente nas duas classes,

### 1.7. DRENAGEM SUPERFICIAL

A drenagem superficial consta dos sistemas de drenos, visando a eliminação da AGUA que cobre a *superfície dos terrenos*, principalmente na eliminação, o mais rápido possível, das AGUAS da chuva ou na recuperação de zonas alagadas.

A drenagem superficial é normalmente necessária nas áreas planas, com solo de baixa capacidade de infiltração, baixa permeabilidade ou com camadas impermeáveis logo abaixo da superfície e/ou com pouca diferença de nível em relação aos drenos naturais (riachos, correios etc.).

Sendo assim, podemos considerar dois casos de drenagem superficial, ou seja, drenagem superficial para eliminação das AGUAS das chuvas e drenagem superficial em áreas com problemas de excesso de umidade.

#### 1.7.1. DRENAGEM SUPERFICIAL EM AREAS COM PROBLEMAS DE EXCESSO DE UMIDADE

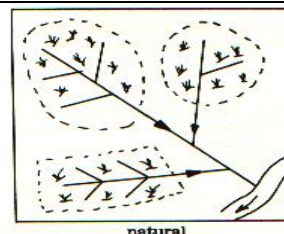
Existem nas regiões úmidas e semiúmidas grandes áreas planas com excesso de umidade. Isto é devido, principalmente, à falta de condições para a movimentação das AGUAS das chuvas para fora destas áreas, ou quando esta movimentação é muito lenta, devido à pouca declividade existente nestas áreas.

Para estas áreas, normalmente, tem-se que associar a drenagem superficial com a drenagem do solo, a fim de torná-las agricultáveis.

#### 1.7.2. SISTEMAS DE DRENAGEM SUPERFICIAL

Existem vários tipos de sistemas de drenagem superficial, sendo que os principais são: sistemas naturais, sistemas de camalhões, sistemas interceptores, sistemas com drenos rasos e paralelos e sistematização do terreno.

**a. Sistema natural** - Este sistema adapta-se em áreas que tenham depressões muito fundas e/ou muito largas, ou em grande quantidade, o que as tornam difíceis de serem aterradas. Consiste em *ligar as depressões por meio de drenos rasos*, que conduzam a AGUA para a saída natural da área. Os drenos devem ser o mais raso possível e com as faces laterais pouco inclinadas para não interferirem com as práticas agrícolas. No meio rural é muitas vezes conhecido como esgotamento de varzeas

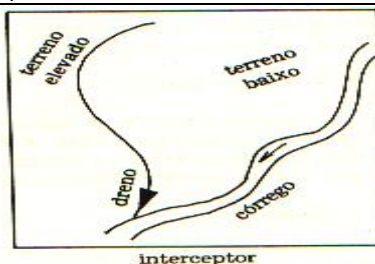



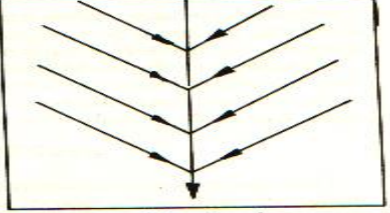


**b. Sistema em camalhão ou terraços** - Este sistema se adapta em *áreas úmidas com pouca declividade* e com solo pouco permeável. Consiste na construção de camalhões largos e em sequência, de modo que na interseção dos camalhões exista uma depressão, a qual funcionará como dreno.

Segundo técnicos em drenagem, a altura no centro dos camalhões pode variar de 15 a 50 cm, o comprimento pode atingir até 300 m e sua largura varia com o tipo de solo. Em solos com drenagem muito lenta a largura varia de 6 a 12 m em solos com drenagem lenta a largura varia de 10 a 20 m e em solos com drenagem média a largura pode variar de 15 a 30 m.

As linhas de plantio podem ser na direção do comprimento dos camalhões ou perpendicular a eles.

**c. Sistema Interceptor** - Este sistema também é denominado *sistema de drenagem em terraços* ou sistema de drenagem transversal a principal declividade do terreno. Ele adapta-se em áreas de solos pouco permeáveis e cuja principal fonte d'AGUA que mantém as áreas planas com alto teor de umidade é o fluxo do lençol freático proveniente das encostas. Consiste em interceptar, por meio de canais, o fluxo d'AGUA do lençol freático e/ou escoamento da AGUA das chuvas, dos terrenos periféricos em relação às áreas baixas, e conduzi-la para fora da área com problema de excesso de umidade. É um sistema bastante eficiente, por ser preventivo, o qual minimizara a capacidade dos drenos necessários nas áreas baixas.



<p>d. <b>Sistema com drenos rasos e paralelos</b> - Este sistema adapta-se em áreas planas, com solo de baixa permeabilidade, e com muitas depressões. Ele consiste na construção de valetas ou canais, rasos e paralelos, na mesma direção da linha de plantio.</p> <p>O espaçamento entre os drenos depende da quantidade de depressões existentes na área, normalmente, o espaçamento varia entre 100 a 300 m.</p>	
<p>e. <b>Espinha de peixe</b> - Usado quando o terreno apresenta uma depressão estreita, onde pode ser colocados os drenos coletores. As linhas laterais entram de ambos os lados no coletor, motivando uma drenagem dupla ao longo deste último.</p>	
<p>f. <b>Duplo principal</b> - Usado quando o terreno apresenta uma depressão larga. Pode ser considerado como uma modificação do sistema de grade ou mesmo da espinha de peixe.</p>	
<p>g. <b>Agrupamento</b> - Raramente um único arranjo ou sistema visto anteriormente e usado em toda a área a ser drenada. Na maioria das vezes uma combinação de sistemas, de acordo com as características de cada parcela do terreno, e planejada, recebendo a denominação de um sistema composto ou agrupamento.</p>	
<p>h. <b>Sistematização de áreas</b> - Este sistema adapta-se em áreas planas com muitas depressões, porém pequenas e rasas. Ele consiste na uniformização da superfície da terra, ou seja, aterro das depressões e cortes das elevações. O seu uso depende do volume de terra que se terá de movimentar.</p>	

## 1.8. DRENAGEM DO SOLO

A drenagem do solo ou também conhecida como drenagem propriamente dita consiste nos sistemas de drenos, visando a eliminação do excesso de umidade da camada superficial do solo, ou seja, da camada do solo onde se desenvolve o sistema radicular das plantas. O que, em geral, é conseguido por meio do abaixamento do lençol freático.

Nas áreas em que o lençol freático está abaixo de 2 m, geralmente não há problema de drenagem. Em regiões úmidas e sem irrigação, podem ser desenvolvidas atividades agrícolas, com o lençol freático à profundidade de 60 cm, sem muitos problemas. Mas em regiões áridas ou semi-áridas, com irrigação e perigo de salinidade, deve-se manter o lençol freático a uma profundidade mínima de 1,8 m, para evitar problemas de salinização.

*A drenagem do solo melhora sua aeração, aumenta o volume de solo explorado pelas raízes, melhora a estruturação do solo, facilita a decomposição da matéria orgânica incorporada ao solo, remove o excesso de sais do solo e permite sua mecanização. Pontos estes que justificam o uso da drenagem, principalmente nas áreas irrigadas e na recuperação de áreas com excesso de umidade ou de sais.*

### 1.8.1. CAPACIDADE DOS DRENOS

Para projetar um sistema de drenagem superficial em qualquer área, é necessário determinar a capacidade dos drenos.

Existem vários métodos para determinar a capacidade dos drenos, sendo que o método do balanço hídrico é um dos mais usados, o qual pode ser assim representado.

$$Q = 2,78 C_d \quad \text{em que:}$$

Q capacidade do dreno, em l/s (litros por segundo) por ha;

Cd = coeficiente de drenagem.

O coeficiente de drenagem pode ser calculado pela seguinte equação:

$$C_d = \frac{P - E_v - VIB}{T_d}$$

em que:

P = precipitação máxima na area, em mm/dia;

E<sub>v</sub> = evaporação na area, eu mm/dia;

VIB = infiltração basica, em mm/dia;

T<sub>d</sub> = tempo de drenagem, em horas.

Para exploração agricola o tempo de drenagem normalmente usado e de 24 horas.

Para ilustrar este método, determinaremos a capacidade de drenagem para uma area com topografia plana, solo de textura media e coberto com pastagem, sob as seguintes condições:

- Intensidade maxima de chuva = 100 mm/dia;
- Evaporação media = 4 mm/dia;
- Velocidade de infiltração basica = 2 mm/hora.

$$C_d = \frac{(100 - 4 - (2 \times 24h))}{24h}$$

$$Q = 2,78 \times 2,0 = 5,56 \text{ l/s por ha}$$

A declividade dos canais pode variar de 0,1% a 1,0%.

### 1.8.2. ESPAÇAMENTO E PROFUNDIDADE DOS DRENOS

O espaçamento e a profundidade dos drenos são os dois principais parametros no dimensionamento de um sistema de drenagem. Eles dependem do tipo de solo, da quantidade d'AGUA a ser drenada, da linha de efeito útil de drenagem e da profundidade do solo que se deseja drenar.

Na Figura ilustramos o efeito do dreno sobre o lençol freatico, e no Quadro baixo, os espaçamentos e profundidades dos drenos em função da condutividade hidraulica do solo, segundo MILLAR.

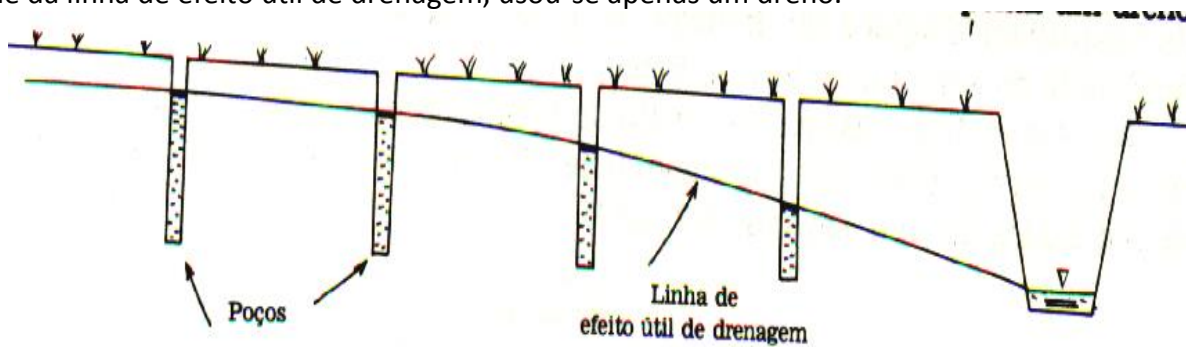
*Efeito dos drenos (aberto e subterraneo) sobre o lençol freatico.*

Tipo de solo	Condutividade hidraulica (mm/dia)	Espaçamento (m)	Profundidade (m)
Textura fina	< 1,5	10 a 20	1,0 a 1,5
Textura media	1,5 a 5,0	15 a 25	1,0 a 1,5
	5,0 a 20	20 a 35	1,0 a 1,5
	20 a 65	30 a 40	1,0 a 1,5
Textura grossa	65 a 125	30 a 70	1,0 a 2,0
Turfa	125 a 250	30 a 100	1,0 a 2,0

A determinação do espaçamento e da profundidade dos drenos pode ser feita por metodo direto ou por metodo indireto.

**a. Metodo direto** - O metodo direto consiste na determinação "in loco" da declividade da linha de efeito útil de drenagem do solo. A qual deve ser determinada na area a ser drenada, por meio de um dreno aberto, e na direção perpendicular ao dreno aberto uma serie de poços, conforme ilustrado na Figura. A AGUA do dreno aberto deve ser bombeada ou derivada por gravidade, para fora da area, ate tornar-se constante o nivel da AGUA dentro dos poços. Unindo estes pontos, em um grafico, tem-sea declividade da linha de efeito útil de drenagem daquele solo, Conhecendo esta linha, facilmente pode-se determinar qual devera ser a distancia e a profundidade dos drenos, para uma determinada profundidade minima do lençol freatico no meio de dois drenos. Após instalado o sistema de drenagem, a profundidade minima real do lençol freatico sera um pouco mai-

or do que a profundidade mínima preestabelecida, isto porque o lençol freático, na posição intermediária entre dois drenos, estará sob a ação dos dois drenos, e, quando se determinou a declividade da linha de efeito útil de drenagem, usou-se apenas um dreno.



Determinação em loco» da linha de efeito útil de drenagem.

- Drenos coletores: têm a finalidade de receber a água dos drenos laterais e levá-la ao dreno principal.

- Dreno principal: têm a finalidade de receber a água de toda a área e conduzi-la até a saída

**1.8.3. LOCALIZAÇÃO DOS COLETORES** - A localização dos coletores deve ser um dos primeiros passos no planejamento da drenagem.

**1.8.4. DECLIVIDADE DOS DRENOS**-A declividade dos drenos, tanto quanto possível, deve se ajustar a inclinação natural do terreno e a diferença de nível entre este e o recipiente de drenagem, de modo geral e preferível dar um pouco mais de inclinação para ser mais seguro, pois com pouca caída, qualquer material arrastante pode permanecer no canal, trancando-o.

A declividade dos drenos laterais e na maioria das vezes, determinada pela declividade do terreno. Tendo o terreno pouca declividade, como e em geral a maioria das áreas que precisam de drenagem, os laterais devem acompanhar a linha de maior declividade de modo a se ter a maior declividade possível. Tratando-se de áreas mais inclinadas, os drenos laterais já são dispostos transversalmente, de modo a não permitir que sua declividade seja muito elevada.

**1.8.5. CUMPRIMENTO DOS DRENOS** - A medida que se vai aumentar o comprimento de um dreno, maior área ele irá drenar. Seu comprimento, na verdade, é o próprio terreno que decide, sendo uma área plana, não poderá ser muito comprido, pois, seria muito superficial na borda superior e muito profundo na extremidade inferior. Por isso em terrenos planos, necessita-se de drenos curtos, enquanto, que em terrenos inclinados, podem ser mais longos.

**1.8.6. DIAMETRO DOS TUBOS** - Como a AGUA deve circular sem pressão os princípios fundamentais aplicáveis, considerando-se a AGUA movendo-se unicamente por gravidade e não por pressão.

**1.8.7. PREPARO DO TERRENO**- Para os trabalhos de drenagem, o preparo do terreno tem provado ser muito eficaz. Os drenos não serão eficientes, se a AGUA não tiver um escoamento fácil em sua direção ou ficar estancada nas depressões do terreno.

**1.8.8. CUIDADOS RECOMENDÁVEIS** - Ao se projetar ou ao se executar um serviço de drenagem, muitos pormenores devem ser observados. Dentre eles podem ser citados:

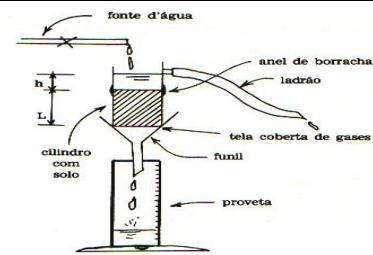
1. Os drenos laterais devem entrar isoladamente no coletor.
2. Os drenos laterais devem entrar sempre um pouco acima nos coletores para que, estando estes cheios e os primeiros vazios, a AGUA não suba nestes últimos.
3. A união dos drenos laterais ao coletor deve ser feitas em ângulo agudo.
4. Ao se abrir as valetas, deve-se colocar o solo de um lado e o subsolo de outro, a fim de que, ao fecha-las seja possível voltar com as camadas mais ou menos natural, evitando-se deste modo, a exposição do subsolo (quando os drenos forem cobertos).



## 1.9. METODO DO PERMEAMETRO DE CARGA CONSTANTE (verificar o escoamento)

Este metodo consiste em colocar a amostra do solo, alterada ou sem alteração, em um cilindro, e sobre ele estabelecer uma lamina d'AGUA constante de 2 a 4 cm, conforme ilustração na Figura Ao lado.

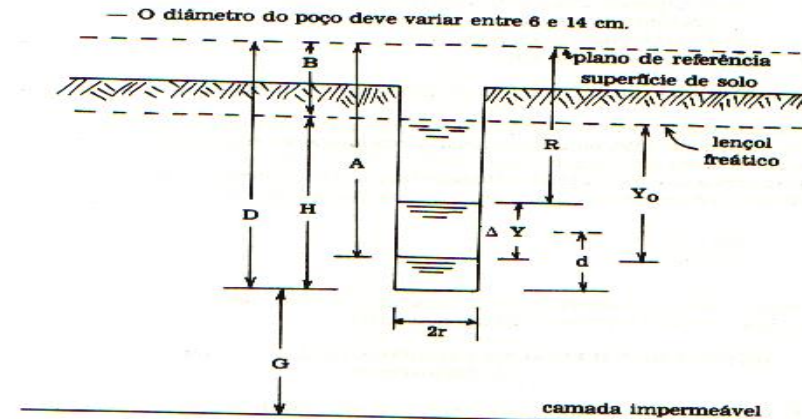
Esquema de um permeametro de carga constante.



### 1.9.1. METODO DE UM POÇO NA PRESENÇA DO LENÇOL FREATICO (AUGER-HOLE)

E metodo mais simples para medir a condutividade hidraulica, em condições de campo, na presença do lençol freatico. Ele consiste em abrir, com um trado, um poço ate abaixo do lençol freatico, de modo que a altura da lamina d'AGUA, dentro do poço, seja de cinco a dez vezes o seu diametro. O nivel da AGUA dentro do poço e abaixado, normalmente, por bombeamento, e mede-se o tempo gasto para o nivel da AGUA atingir a certa altura.

Esquema das medições necessarias para determinação da condutividade hidraulica, no metodo de um poço



## 2. TIPOS DE DRENOS

### 2.1 - DRENOS ABERTOS

São as valetas, canais ou valas, que efetuam tanto a drenagem superficial como a drenagem do solo. Por causa de sua profundidade e largura, eles são capazes de conduzir vazões relativamente grandes. Eles adaptam-se melhor em areas grandes e planas, onde existe pouca decividade natural.

Em relação aos drenos cobertos ou enterrados, os drenos abertos apresentam as seguintes vantagens e desvantagens:

#### Vantagens:

- custo inicial mais baixo;
- Facil inspeção, limpeza e manutenção;
- Proporcionam tanto a drenagem do solo como a drenagem superficial.
- As obstruções são facilmente verificadas e corrigidas;
- Prestam-se também para drenagem superficial, especialmente quando for grande o volume de AGUA a ser eliminado.

#### Desvantagens:

- Perda de parte do terreno para cultivo;
- Dificulta o manejo de maquinas;
- Exigem maiores gastos com a manutenção e limpeza;

- São sujeitos a desmoronamentos.

## 2.2 - DRENOS COBERTOS

Os drenos cobertos, subdrenos ou drenos subterrâneos, constituídos por condutos porosos que recolhem as AGUAS do solo, são os mais usados em serviços permanentes bem conduzidos de drenagem, e apresentam as seguintes vantagens e desvantagens.

Drenos cobertos, também conhecidos como drenos subterrâneos ou subsuperficiais, referem-se a qualquer tipo de condutos com aberturas nas conexões, ou com perfurações, ou constituídos de material muito poroso, ou com espaço livre entre os condutos instalados sob a superfície do solo, com o objetivo de coletar e conduzir AGUA de drenagem.

Quando corretamente instalados, requerem pouca manutenção, não interferem com as práticas culturais na área e não ocupam área de cultivo.

Estes drenos podem ser constituídos de diferentes tipos de materiais, tais como: pedra, tijolo ou telha, bambu, tubos de argila (manilha), concreto, PVC etc.

Vantagens:	Desvantagens:
Não perde terreno;	E difícil perceber quando entope;
Facilita o manejo de máquinas e implementos;	Custo inicial mais elevado;
Não precisa fazer limpezas frequentes.	E mais difícil de desentupir.

## 2.3. MATERIAL PARA CONFECÇÃO DE DRENOS (figuras item 4)

**a. Dreno de pedra:** Pode ser em forma de galeria ou colocando uma camada de brita dentro de uma vala. Neste último caso, a camada de brita deve ser coberta com uma de capim ou plástico, e em seguida, coberta com terra.

**b. Dreno de tijolo ou telha:** Este tipo de dreno usado em pequenas áreas, consiste na construção de pequenas galerias, com tijolo ou telha, dentro de uma vala previamente aberta.

**c. Dreno de bambu:** Consiste em colocar feixes de bambu dentro da valeta, cobrir com capim ou plástico e depois com terra. A AGUA de drenagem movimentar-se-á nos espaços livres, que ficam entre os bambus. Por ser um material farto e barato no meio rural, este tipo de dreno é muito usado nos pequenos projetos de drenagem.

**d. Tubo:** Normalmente é o material usado nos projetos de drenagem de médio e grande porte. Podem-se usar tubos de argila, concreto ou de PVC. Sendo que ultimamente tem sido usado, com maior frequência, tubos de PVC corrugado e perfurado. Existem máquinas que em uma única operação abre a valeta, colocam o tubo de PVC e o cobrem.

Quando se usam tubos para drenagem, deve-se construir o envelope ou filtro invertido, em torno do tubo para evitar o entupimento dos tubos com terra e para aumentar o diâmetro efetivo do dreno.

**Existem, ainda, os drenos livres (mole drains). Eles são condutos cilíndricos, não revestidos, construídos com subsolador, equipado com torpedo, em solos argilosos. Quando construídos em solos apropriados, possuem vida útil de três a cinco anos. Após este período deve-se fazer nova subsolagem.**

**2.4. POÇO DE DRENAGEM** - Consiste em abrir poços em terreno onde não há saídas para a água (bacia) para que estes poços coletem a mesma e posteriormente seja bombeada para fora da área, ou se infiltre no subsolo.

## 3. DRENAGEM (como retirar a AGUA)

### 3.1. DESAGUAMENTO CONTINUO OU POR GRAVIDADE:

*Usado quando o nível do terreno for mais alto do que o canal de descarga.*

Constitui o nível mais simples e mais barato de drenagem quando a diferença de nível é relativamente grande.

### 3.2. CANAL DE CINTURA OU PERIFERICO

O canal de cintura ou periférico, aberto entre o terreno a ser drenado e os terrenos adjacentes, tem por finalidade *impedir que as AGUAS das terras altas venham a se juntar às do primeiro (AGUAS baixas), tornando mais difícil o serviço de desaguamento.*

### 3.3. DESAGUAMENTO INTERMITENTE

Aplica-se este tipo de drenagem superficial, quando o *nível do terreno, normalmente, e inferior ao recipiente de drenagem.* E comum ao longo de rios encontrarmos durante as enchentes AGUAS superiores às lavouras. Por isso constroem-se muros ao longo de rios com o objetivo de impedir que as altas AGUAS saiam de seu leito.

### 3.4. DESAGUAMENTO POR ELEVAÇÃO MECANICA

Usado somente quando o *nível do terreno for inferior ao recipiente de descarga.* Só conseguimos uma drenagem deste tipo mediante bombeamento.

### 3.5. DESAGUAMENTO VERTICAL

E possível quando, abaixo da camada impermeável que retêm o excesso de AGUA, e encontrada uma camada permeável capaz de receber e evacuar a AGUA drenada. Exemplo de desaguamento vertical seria a *escavação de poços* em diferentes pontos da area. Estes devem ser preenchidos com material filtrante (de preferencia pedras). A AGUA, encontrando a escavação desaparece para o fundo do solo.

## 4. DRENAGEM SUPERFICIAL e SUBDRENAGEM ( gravuras )

A forma ideal para canais a céu aberto e a trapezoidal com as proporções indicadas.

Proporção: largura da boca = dobro da largura do fundo

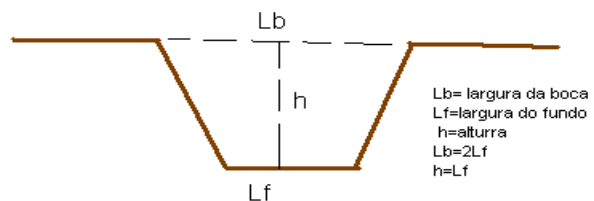
Largura do fundo = profundidade

### DRENOS COBERTOS

a) Valas com pedras



Forma do dreno aberto



b) Valas com telhas



c) Valas com feixes de madeiras (faxina) ou taquara (bambu)



d) Valas com triangulos de pedras chatas



e) Valas com tubos de ceramica



IRRIGAÇÃO

## 1. HISTÓRICO E DIFUSÃO DA IRRIGAÇÃO

**1.1. ORIGEM** - Data de tempos muito remotos. Sua história se confunde, na maioria das vezes, com a história do desenvolvimento agrícola e da prosperidade econômica do povo.

É interessante observar que as antigas civilizações tiveram suas origens em regiões áridas, onde a produção só era possível graças à irrigação.

Assim, as grandes aglomerações que há mais de 4.000 anos se fixaram nas margens dos rios Huang e Lang-tse-quiang, no vasto império da China, no Nilo, do Tigre e do Eufrates, na Mesopotâmia e do Ganges, na Índia, foram nascidas e conservadas graças à utilização eficiente de seus recursos hidráulicos, só mais tarde, há cerca de 1.500 anos, e que a humanidade foi se desenvolvendo em regiões úmidas, onde a irrigação perdeu sua necessidade vital, transformando-se unicamente em prática subsidiária e pouco usada. À medida que cresceram as grandes concentrações humanas, que foram formadas, para sua subsistência, a explorar quase todo o solo arável. Com o contínuo crescimento demográfico, a humanidade se viu novamente compelida a usar recursos da irrigação, não só para complementar as chuvas nas regiões úmidas, como também, para tornar produtivas as zonas áridas e semi-áridas do globo, que constituem cerca de 58% de sua área continental. Atualmente, mais da metade da população mundial depende de alimentos que só são produzidos em virtude da prática da irrigação, estimando-se em 192 milhões de hectares a área total irrigada, sendo que a conquistada nos últimos 16 anos excede o incremento verificado nos 100 anos anteriores.

**1.2. AMÉRICA DO SUL** - Na América do Sul a irrigação era processada pelos Incas no Peru, no Norte do Chile e no Norte da Argentina.

A Argentina possui atualmente cerca de 1.200.000 hectares irrigados, sendo famosas as regiões de Mendoza, Córdoba, Tucumán, San Juan, Rio Negro, Salta e Santiago del Estero. Não se falando de outras culturas, as grandes plantações de hortaliças e árvores frutíferas e os intermináveis alfaias que, por intermédio da irrigação por gravidade, aí puderam ser cultivados e tornaram riquíssimas aquelas zonas.

Promovendo a irrigação das províncias de Tucumán, Salta, Jujuy e Santiago del Estero, a Argentina conseguiu produzir todo o açúcar necessário ao seu consumo, liberando-se do fornecimento brasileiro daquele produto.

### 1.3. BRASIL

Alguns dos órgãos encarregados do saneamento no Brasil ao longo dos anos.

Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS). SUDENE (Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste). Comissão do Vale São Francisco (CVSF) denominada hoje Superintendência do Vale São Francisco (SUVALE). SUDESUL (Superintendência de Desenvolvimento Sul). DNOS (Departamento Nacional de Obras e Saneamento). Companhia Agrícola Minas Gerais (CAMIG). Serviço do Vale do Paraíba (SVP) e Grupo Executivo de Irrigação para o Desenvolvimento agrícola (GEIDA)

O Brasil não possuindo clima completamente árido e zonas facilmente irrigáveis, como no caso do Egito, Argentina, etc., não baseou sua agricultura na irrigação de suas terras.

A nossa região mais seca, o polígono das secas do Nordeste Brasileiro, além de não estar sujeito a clima totalmente árido, não é cortado por nenhum rio perene, com terras marginais de fácil distribuição de água. Daí a falta de uma tradição de irrigação, pois os agricultores nordestinos sempre contam com as chuvas que, embora de distribuição irregular, ainda lhes permitem algumas colheitas. No Sul do Brasil, encontram-se muitos exemplos de irrigação nos pampas gaúchos. Há extensas áreas cobertas de arrozais e irrigação pelo processo de submersão. Embora a precipitação pluviométrica seja elevada, há deficiência de chuva no período de crescimento do arroz. Este fator aliado às favoráveis condições do solo e topografia, contribuiu para o desenvolvimento dessa cultura irrigada no RGS. O principal problema consiste na elevação da água de córregos e riachos para o terreno, havendo também áreas irrigadas por gravidade, graças à constru-

ção de pequenas barragens e a derivação do líquido. No bombeamento de AGUA e muito comum o emprego de bombas centrifugas acionadas por maquinas a vapor (locomóveis) e por motores Diesel.

Nos últimos anos a área beneficiada com a irrigação chega ultrapassar 1.200mil hectares irrigados.

## 2. IMPORTANCIA DA IRRIGAÇÃO

Sabe-se que a característica básica da produção é o fator econômico, assim com subentende-se por produção econômica: produzir o maximo, o melhor, na menor area, no menor espaço de tempo pelo minimo custo.

Tratando-se de agricultura, não basta que a semente seja ótima, que o terreno seja rico e que se processe um perfeito combate a pragas e doenças, a fim de que a produção satisfaça o ponto de vista economico. Para produzir economicamente, torna-se essencial satisfazer a fisiologia do vegetal, fornecendo à planta, no momento preciso, a quantidade de AGUA necessária para que ela se desenvolva normalmente e produza o máximo de seu rendimento.

Não se deve chegar ao exagero de dizer que AGUA + calor = vegetação. Todavia, pode-se afirmar que:

**agua + calor + fertilidade do solo = produção econômica.** Esta equação e de suma importancia, convindo estuda-la resumidamente.

- O 3º elemento (fertilidade) pode ser controlado facilmente pelo agricultor, seja pela escolha do terreno apropriado para as diversas culturas, seja pela adubação, pela rotação, etc.
- O 2º elemento (calor) e controlado pelos agricultores, escolhendo-se a epoca do ano para o plantio, ou trabalhando com estufas de clima controlado.
- O 1º elemento (AGUA) comumente só e remediado pelos agricultores com a escolha da melhor epoca do ano para o plantio. Todavia o agricultor pode controla-la definitivamente usando de duas praticas: a irrigação em caso de deficiencia e drenagem para corrigir o excesso de AGUA no solo. Com essas duas praticas resolve-se, satisfatória e definitivamente, o problema importante da AGUA necessaria à vida do vegetal.

### 2.1. VANTAGENS DA IRRIGAÇÃO

São as seguintes as principais vantagens da irrigação:

1. Produção garantida, pois se deixa de ser escravo da chuva, pouco importando a sua boa ou ma distribuição;
2. Maior produção por unidade de area;
3. Obtenção de colheitas fora de época normal;
4. Obtenção de mais de uma colheita por ano;
5. Controle de ervas daninhas, como no caso da cultura do arroz.

## 3. CONCEITO DE IRRIGAÇÃO

A irrigação e basicamente uma operação agricola, que supri a necessidade de AGUA da planta. Não funciona em separado, mas integrado com outras operações agricolas. Podem assim funcionar em harmonia com outras como o sistema de drenagem, permitindo um solo úmido, mas arejado para as raizes, ou se mal usado sobrecarregar o sistema e possivelmente destrui-lo. Do mesmo modo a AGUA corretamente aplicada torna os nutrientes prontamente disponiveis a planta, em excesso possa lavaldo do solo.

**3.1. IRRIGAR** - E aplicar AGUA no solo cultivado na quantidade necessaria e no tempo certo. A irrigação junto com outras praticas agricolas (drenagem, preparo correto) pode tornar possivel a produção de alimentos em terras improdutivas.

Para conseguir os resultados desejados, o irrigante precisa fazer o manejo correto da irrigação, sem **prejudicar** as culturas e sem prejudicar o solo.

#### **4. ESTUDO DE VIABILIDADE**

Antes de se começar a investir num projeto de irrigação, o projetista deve receber informações precisas referentes a todos os fatos de interesse. Esta fase preliminar toma a forma de um pre-investimento, ou estudo de viabilidade que para trabalhos de irrigação é feito por profissionais habilitados ou uma firma de consultores técnicos ligados a área..

##### **4.1. SEUS PRINCIPAIS PONTOS SÃO:**

- a. Levantamento dos recursos de solo e AGUA.
- b. Estudo da situação agrícola do momento.
- c. Sugestões para um novo tipo de agricultura irrigada.
- d. Anteprojeto para os trabalhos de engenharia, com estimativa de custos e comparação de esquemas alternativos.
- e. Análise econômica, prevendo os resultados financeiros do plano.

##### **Os relatórios e as conclusões são apresentados em forma de relatório.**

Os **mapas topográficos** de levantamento do solo e do **potencial agrícola são reunidos em atlas** e apresentados separadamente.

#### **5. RECURSOS – SOLO – AGUA E CLIMA**

Existem quatro fatores básicos a considerar em uma área apta para a agricultura irrigada.

- a. Terreno e irrigável.
- b. Solo potencialmente fértil.
- c. Condições climáticas para a cultura se desenvolver.
- d. Fonte de AGUA com capacidade e qualidade adequada.

##### **5.1. LEVANTAMENTO DO SOLO**

O objetivo deste é definir as características de drenagem e o potencial agrícola, baseadas em suas características, físicas e químicas, tais como; Valores do PH, fertilidade, estrutura, permeabilidade, tipo de solo, profundidade, topografia, etc.

##### **5.2. RECURSOS HIDRÍCOS**

Executa-se um levantamento hidrológico para determinar os recursos de AGUA disponível. Registra-se a vazão de rios e da qualidade da AGUA durante longos períodos de tempo. Se estes dados não existem devem ser instalados imediatamente medidores de vazão e estações meteorológicas. Para AGUA subterrâneas a disponibilidade é estimada com a perfuração e testes de poços artesianos.

###### **5.2.1. DEVEM SER CONSIDERADAS AS INFORMAÇÕES SOBRE:**

- a. Regime de rios e sua descarga, a produção de poços;
- b. Sólidos totais em suspensão;
- c. Sólidos totais dissolvidos;
- d. Tipos de substâncias em suspensão.

#### **6. LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO**

De acordo com as necessidades do projeto faz-se o detalhamento adequado com relação às áreas potencialmente irrigáveis, acrescidas da locação de canais, edifícios, estradas e estruturas hidráulicas disponíveis.

#### **7. LEVANTAMENTO CLIMATOLÓGICO RELACIONADO AO CONSUMO DE AGUA PELAS PLANTAS**

O clima é considerado como um recurso natural. O ideal seria que existissem informações, sobre chuvas, temperatura, umidade do ar, horas de insolação e evaporação. As necessidades de AGUA das culturas podem ser estimadas a partir de dados climatológicos, desde que disponíveis e de análise de comportamento da cultura no local. Há que se registrar que muitas vezes os dados

existentes, se referem a outros países com áreas semelhantes, o que torna as informações um pouco inadequadas.

## **8. AGRICULTURA**

A finalidade da irrigação “e a cultura” e não a condução de AGUA. Deve ser projetado um sistema efetivo de distribuição de AGUA para sobrepujar as limitações e ressaltar as vantagens do sistema de cultivo.

Algumas considerações agrícolas devem ser consideradas;

- a. nº e distribuição de propriedades (por tamanho),
- b. Métodos de exploração,
- c. Áreas cultivadas e irrigadas,
- d. Nº e tipo de maquinaria existente,
- e. Produção das culturas por ha,
- f. Produção total das culturas e o seu custo,
- g. Disponibilidade de mão de obra para as operações agrícolas.

Os direitos tradicionais e a legislação vigente sobre a terra e AGUA impõe limitações aos projetos de irrigação, pois os mesmos devem ser respeitados.

Outro ponto a considerar é o transporte e o mercado que devem atender ao aumento de produção resultante da irrigação.

## **9. SELEÇÃO DO METODO DE IRRIGAÇÃO**

A seleção baseia-se na VIABILIDADE TÉCNICA e em FATORES ECÔNOMICOS.

A irrigação de superfície apresenta menores custos, desde que em condições favoráveis. Outros tipos de irrigação exigem altos retornos financeiros, dependendo principalmente do tipo de cultura.

## **10. CRITÉRIOS DE SELEÇÃO**

a. PREPARO DO SOLO – Para irrigação de superfície o declive deve ser uniforme e suave. Declives fortes eliminam a possibilidade do método em favor do gotejo e da aspersão. A correção da superfície do terreno para utilização de irrigação encarece e pode trazer problemas de exposição do subsolo.

b. VARIABILIDADE DOS TIPOS DE SOLO - Solos de alta permeabilidade tendem a desperdiçar AGUA por percolação profunda, trazendo aumento de mão de obra e dificuldades para mecanização pela necessidade de irrigação mais frequentes. Em áreas heterogêneas a aspersão e o gotejo adaptam-se melhor.

c. QUANTIDADE E QUALIDADE DE AGUA – Quando a disponibilidade de AGUA é pequena não se aconselha irrigação de superfície a menos que se possa armazená-la nos intervalos de uso. Não conseguindo armazená-la se deve optar por aspersão ou gotejo. Por outro lado, a presença de sedimentos na AGUA traz problemas para aspersão e gotejo o que não ocorre nos sistemas de superfície.

d. CLIMA – Ventos acima de 15 km/h prejudicam o funcionamento dos aspersores. Chuvas fortes após a irrigação de superfície podem inundar o terreno devendo-se preferir a aspersão como suplemento em culturas cujo ciclo coincidem com a época das chuvas.

e. CULTURA - Plantas de porte alto dificultam os trabalhos com tubos e aspersores. De resto não há muita importância ao tipo de cultura para escolha do método de irrigação.

f. SISTEMA OPERACIONAL – A facilidade da aspersão e do gotejo constitui o maior argumento em favor destes dois tipos, tanto no projeto como na distribuição da AGUA.

## **11. PRÁTICA DE IRRIGAÇÃO**

A irrigação destina-se a transferir a AGUA de um sistema de condutos ou canais para a camada do solo que contem as raízes das plantas. Os meios de atingir este objetivo são:

- a. Fazer a AGUA escorrer pela superfície do terreno de modo a se infiltrar no solo;
- b. Colocar a AGUA a certa profundidade de onde, pela ação capilar, seria transferida até a zona das raízes;
- c. Deixar a AGUA cair sobre o terreno, sem prejudicar a planta e o solo.

Esses são os métodos básicos de aplicação de AGUA conhecidos como: irrigação superficial, irrigação de subsuperfície, irrigação localizada e irrigação por aspersão.

## **12. SOLO PARA IRRIGAÇÃO**

O objetivo da irrigação é assegurar a planta um suprimento adequado de AGUA na zona das raízes para garantir a máxima produção.

A importância da AGUA começa com a germinação da semente e continua com a nutrição e o crescimento das plantas, até a colheita ou maturação...

O solo é formado por camadas:

1. A camada superficial é formada por grande quantidade de MATERIA ORGANICA; restos apodrecidos de plantas, insetos, e fezes de animais. Esta MO constitui o adubo natural do solo também chamado de HÚMUS, que é rico em sais minerais e ajuda o solo a ficar fofo e bom para ser cultivado.
2. A Segunda camada é formada por grãos bem pequenos de diferentes tamanhos, areia, argila e limo; esta é a camada que constitui o SOLO MINERAL.
3. A terceira camada é formada por pedras ou pedaços de rocha; esta camada pode ser rasa ou mais profunda, pode aflorar na superfície. O tipo de rocha e os efeitos do clima é que define a sua existência.
  - O solo **AGRICOLA** é o solo onde as plantas desenvolvem suas raízes e buscam os nutrientes para o seu desenvolvimento.
  - O conjunto de camadas forma o perfil.
  - O solo pode ser raso ou profundo.

A **TEXTURA** do solo depende das quantidades de areia, argila, e limo ou silte que o compõem. Arenoso – textura grossa      Misto - textura média      Argiloso – textura fina

A **ESTRUTURA** do solo depende de como a areia, argila e limo presente se juntam formando um solo mais ou menos poroso.

Dependendo da estrutura e da textura do solo a AGUA e o ar que nele existem são retirados pelas raízes das plantas com maior ou menor facilidade.

## **13. COMO A AGUA SE COMPORTA NO SOLO**

A AGUA a ser colocada no solo se espalha superficialmente e verticalmente, conduzindo os nutrientes para onde as raízes irão aproveitá-las formando a zona úmida. Dependendo do tipo de solo se infiltrará mais rapidamente.

Quando há bastante AGUA na zona úmida mas o solo ainda não está encharcado, dizemos que o solo está em sua CAPACIDADE DE CAMPO.

Quando a AGUA vai diminuindo e fica tão pouca que as raízes não podem mais absorvê-la, a planta começa a murchar, então ela atinge o seu PONTO DE MURCHAMENTO, que pode ser temporário ou permanente.

Um solo adequado para irrigação deve preencher algumas condições:

- Deve ter pouca declividade ou ondulações.
- Deve ter porosidade para permitir a aeração e o armazenamento de AGUA.



- A velocidade de infiltração deve ser pequena para evitar a rápida infiltração da AGUA e consequentemente perda de nutrientes.
- Deve ser profundo o suficiente para permitir o desenvolvimento das raízes.
- Deve possuir uma quantidade de nutrientes adequados ao desenvolvimento normal das plantas.

### **13.1. AGUA PARA IRRIGAÇÃO**

- As chuvas ou precipitações provocam a transferencia de AGUA da atmosfera para o solo.
- O escoamento superficial transporta a AGUA da superfície terrestre para os rios, córregos, lagos e mares.
- O escoamento subterrâneo leva a AGUA ao interior do solo, alimentando os lençóis de AGUA subterrâneos.
- A evaporação e a transpiração são responsáveis pela transferencia da AGUA para a atmosfera.

### **13.2. REGIME DE CHUVAS**

Para conhecer o regime de chuva de uma região é necessário conhecer a duração, a intensidade e a frequência das chuvas nesta região.

- **DURAÇÃO** – e o tempo entre o inicio e o fim da chuva.
- **INTENSIDADE** – e a quantidade de AGUA (chuva em mm) que cai por hora ou determinado tempo.
- **FREQUENCIA** – corresponde ao numero de vezes que chove num determinado tempo.

Conhecendo estes três elementos voce pode calcular a camada ou LAMINA D'AGUA fornecida pela chuva ao solo, esta informação é de grande importancia para definir o uso da irrigação.

O instrumento utilizado para obter esta informação é o pluviômetro.

OBS: Estes dados se consegue também com a assistência técnica local ou cooperativas por ser dados de interesse comum.

## **14. PERDA DE AGUA**

PERDAS DE AGUA - Evaporação e evapotranspiração.

Escoamento.

Infiltração ( percolação, solo arenoso).

ACUMULO DAGUA NO SOLO - \*Baixa infiltração ( solo compacto, argiloso).

\*Excesso de suprimento de AGUA.

\*Deficiencia no escoamento.

\*Baixa declividade ou inclinação.

\*Lençol freático muito próximo da superfície.

**EVAPOTRANSPIRAÇÃO** – e a ocorrência ao mesmo tempo da evaporação da AGUA do solo e da transpiração da planta.

As características e a fase de desenvolvimento das plantas e a sua localização influenciam o grau de evapotranspiração.

A evaporação e a evopotranspiração propiciam a volta da AGUA a atmosfera na forma de vapor.

# Com o auxílio de aparelhos (tanque classe A) é possível medir a evaporação e a evopotranspiração para os diferentes climas e tipos de culturas. Esse conhecimento ajuda a definir a quantidade e as épocas que devemos fornecer AGUA as culturas permitindo praticar uma irrigação adequada.

### **14.1. QUANDO AS PLANTAS NECESSITAM DE MAIS AGUA**

\* As plantas que produzem sementes ou frutos devem receber maiores cuidados na época de floração e no inicio da frutificação.

\* Para as hortaliças folhosas, como couve e a alface, e as forrageiras, o fornecimento de AGUA deve ser mantido até o corte.

\* Para as raízes como batata, cenoura, o fornecimento de AGUA deve ser mantido durante todo o crescimento dos tubérculos.

## 15. A INTENSIDADE DE IRRIGAÇÃO

A **INTENSIDADE** de irrigação representa a quantidade de AGUA necessaria a ser aplicada por dia.

**FREQÜENCIA** – depende da planta, do solo, do clima e tambem do manejo da cultura.

**EFICIENCIA** – na irrigação e preciso avaliar a quantidade de AGUA aproveitada pelas plantas e as perdas de AGUA durante o seu crescimento. Os fatores a ser considerados são:

- TIPO DE SOLO
- TIPO DE CULTURA
- O SISTEMA DE IRRIGAÇÃO E O PREPARO DO SOLO
- A HABILIDADE DO AGRICULTOR NO MANEJO DA AGUA.

### **INFLUENCIA DOS FATORES, PLANTA, SOLO, CLIMA E MANEJO NA FREQUENCIA DE IRRIGAÇÃO**

<b>FATORES</b>	<b>IRRIG FREQUENTES</b>	<b>IRRIG. MENOS FREQUENTES</b>
PLANTA	* Planta de raizes rasas esparsas e de crescimento lento * Que tem maior desenvolvimento no periodo das secas.	* Planta de crescimento rapido, raizes profundas. * Desenvolvimento na epoca das chuvas.
SOLO	* Solo raso ou mal estruturado, com baixa aeração, infiltração e drenagem lenta. * Solos salinos ou irrigado com alta concentração de sais * Com fertilidade e nutrientes concentrados na superficie.	* Profundo bem estruturado, com boa infiltração, aeração e drenagem satisfatória. * Solo com lençol de AGUA pouco profundo.
CLIMA	* Regiões aridas ou semi aridas, com ausencia de chuvas no periodo de crescimento das plantas.	* Regiões úmidas com boas chuvas no periodo de crescimento.
MANEJO AGRICOLA	* Plantio no inicio das secas * Valor de mercado dependendo do peso verde.	* Plantio na estação chuvosa * Valor de mercado determinado pelo peso seco.

AGUA NA PLANTA - Veicula de absorção de alimentos

Componentes fisicos da planta

ABSORÇÃO DA ÀGUA PELA PLANTA - Atraves das raizes

Atraves das folhas (principio osmótico)

## 16. CAPTAÇÃO E CONDUÇÃO DE AGUA

- Antes de implantar um sistema de irrigação, voce precisa escolher bem o manancial ou fonte de AGUA.

O local onde e feita a captação e conhecido como tomada d'AGUA.

A AGUA pode ser captada da fonte atraves de um sifão, pôr derivação ou pôr bombeamento.

POR SIFÃO→FORÇA DA GRAVIDADE ↘ IRRIGAÇÃO DE

PÔR DERIVAÇÃO→DESVIO DE AGUA ↗ SUPERFICIE

No sistema por bombeamento e utilizado o seguinte material: valvula de pe, tubulação de sucção, crivo, bomba e motor.

E a valvula de pe que não permite o retorno da AGUA para o manancial quando a bomba esta desligada, mantendo a bomba cheia.

O crivo e uma tela que protege a valvula de pe evitando a entrada de sujeira ou peixes.

A bomba succiona a AGUA do manancial e tambem fornece pressão a AGUA para fazer funcionar o sistema de irrigação. (bomba de sucção ou bomba afogada).

A condução de AGUA pode ser em canais abertos ou em tubulação.

\* EM CANAIS ABERTOS → Canais escavados no solo ou canais elevados. Em canais escavados pode-se aumentar a resistencia diminuindo a infiltração, fazendo uma proteção ou uma impermeabilização com soda caustica ou cimento; ou ainda com madeira, concreto ou alvenaria.

Os canais elevados podem ser construidos com telhas de cimento amianto, meios tubos metalicos, concreto ou alvenaria.

### **17. CONTROLE E CONDUÇÃO EM CANAIS**

Vertedor triangular → para medir a vazão composta- caixa de distribuição.

TABELA PARA VERTEDOR TRIANGULAR:

Altura da AGUA em cm	Vazão da AGUA em l/s	
6	1	$V = \frac{d \cdot l \cdot pm}{t}$ <p>V = vazão L/s d = distancia l = largura pm = profundidade media t = tempo</p>
8	2,5	
10	4,4	
12	7,0	
14	10,3	
16	14,3	
18	19,2	
20	25	
22	31,8	
24	39,5	
26	48,5	
28	58	
30	69	
35	101	
40	142	
50	247	

### **18. CONDUÇÃO EM TUBULAÇÃO FECHADA**

Para conduzir a AGUA em tubulação fechada e evitar que ela perca pressão, a tubulação não pode ter aberturas nem furos. Voce pode utilizar tubos dos mais diversos materiais; normalmente são utilizados tubos de ferro fundido, fibrocimento, aço zincado, aluminio, plastico (PVC) polietileno ou borracha.

- ENGATES → permanentes ou rapidos.

Controle de AGUA nas tubulações e feito atraves de registros; ou valvulas de pressão que podem ser automaticas ou manuais.

### **19. ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO**

E preciso escolher a bomba que forneça a vazão e a pressão adequada ao seu sistema de irrigação.

O motor deve ser escolhido de acordo com a rotação e a potencia necessarias a bomba.

### **20. OS DIFERENTES METODOS DE IRRIGAÇÃO**

Existem varias maneiras de se fazer irrigação. Assim podemos irrigar diferentes tipos de culturas em diferentes tipos de solo, clima e tamanho de propriedade.

#### **20.1. IRRIGAÇÃO POR ASPERSÃO CONVENCIONAL**

Basicamente o sistema e constituído por uma fonte supridora de AGUA, uma unidade de bombeamento, um sistema tubular de condução de liquido e um sistema de aspersores que lançam a AGUA para o ar, de onde ele cai em forma de gotas.

A linha principal a que conduz a AGUA ate as linhas laterais é chamada de linha adutora.

Nas linhas laterais estão presos os aspersores que varia de altura, atraves dos tubos de subida, de acordo com a cultura.

Usando aspersores diferentes, podemos conseguir a distribuição da AGUA em gotas maiores ou menores.

- Canhão: gotas maiores – culturas de porte grande (milho, cana, citros, pomares).
- Aspersores convencionais – hortigranjeiros e culturas de pequeno porte.

O sistema pode ser móvel, semifixo ou portátil.

Os sistemas de irrigação por aspersão convencional adaptam-se facilmente as diversas condições de solo e topografia.

E possível aplicar fertilizantes na AGUA de irrigação, mas para isso e necessario utilizar um equipamento apropriado para misturar o fertilizante com a água.

Os sistemas de aspersão convencional exigem cuidados especiais como engates e o transporte de tubos quando são do tipo portátil e semiportátil.

Em media, a eficiencia de 60 a 80% no uso da AGUA. De cada 100 litros, 60 a 80 são fornecidos para a planta, o resto se perde.

### 20.2. ASPERSORES GIRATÓRIOS

O tipo mais comum de aspersor e o giratório. Consta de uma ou duas saidas (bocais), inclinadas, montadas em um corpo que gira ao redor de um eixo vertical, pela ação de uma lamina de deflexão. Normalmente e montado em um tubo vertical de 25 mm (1”) e este ao tubo alimentador de AGUA.

Os aspersores classificam-se em tres grandes grupos: baixa, media e alta pressão, com as características abaixo.

Tipo	Pressão Kg/cm <sup>2</sup>	Alcance dia- metro/metros	Vazão m <sup>3</sup> /hora	Equivalencia/chuva mm/hora	Distribuição uniformidade
Baixa pressão	0,7 a 2,0	9 a 25	0,15 a 1,5	2,5 a 25	Md a boa
Media pressão	2,0 a 5,0	20 a 43	0,55 a 5,5	3,3 a 45	Boa
Alta pressão	5,0 a 10,0	35 a 120	4,0 a 110,0	7,0 a 48	Deficiente
Canhão aspersor	1,4 a 5,0	20 a 60	10,0 a 40,0	5,0 a 18,0	Deficiente

Para se selecionar um aspersor leva-se em conta:

- Intensidade de precipitação, em função da vazão, alcance e espaçamento.
- Uniformidade de aplicação.
- Tamanho da gota em função do diametro do bocal e pressão.
- Custo.

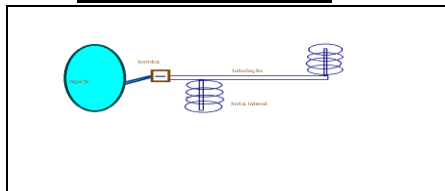
A maxima infiltração aceitavel e aquela igual a velocidade de infiltração, porem são preferiveis intensidades menores para reduzir os danos a estrutura e o arejamento do solo.

### 20.3. SISTEMA PORTATIL

Basicamente composto pôr uma bomba centrifuga móvel ( as vezes acionada pela tomada de potencia do trator), tubos leves de 75 a 150mm (3 a 6”) de diametro e aspersores de pressão media instalados em tubos suportes.

Aciona-se alternadamente as linhas laterais. Enquanto uma e acionada a outra, e desmontada e trocada de local

### 20.4. SISTEMA SEMIFIXO



Para grandes areas, torna-se vantajoso usar a tubulação principal enterrada, que a proteja de danos causados pela maquinaria agricola, podendo ser usada para fornecer AGUA para o consumo domestico ou abastecer reservatórios.

E necessario que o bombeamento seja tambem fixo e a tubulação seja provida de hidrante distribuidos nas bordas principais dos talhões para a ligação de condutos secundarios ou linhas laterais.

### 20.5. SISTEMA FIXO

Neste caso, somente o suporte do aspersor e removivel, fechando-se a saida do tubo. Aplica-se a condições peculiares, como: mão-de-obra escassa e cara; solo arenoso com baixa retenção de umidade; alta taxa de evaporação e cultura de alto valor.

Ex: pomares de citricos dos solos arenosos da Califórnia.

## **21. IRRIGAÇÃO PÔR ASPERSÃO MECANIZADA**

### **21.1. PIVÔ CENTRAL**

1. Entrada de AGUA no pivô e pôr onde entra a AGUA da adutora.
2. Centro do pivô central e uma estrutura metalica na forma de uma piramide, ao redor deste ponto gira todo equipamento do pivô.
3. Torres apóiam a tubulação que leva a AGUA, um pivô pequeno tem cinco torres e os maiores podem chegar a 15 torres, + ou – 130 ha.
4. Tubulação de alimentação pôr onde a AGUA chega aos aspersores aproximadamente 2,7m do chão.
5. Aspersores ou sprays distribuem a AGUA pela plantação em pequenas gotas. Os sprays não giram, portanto a AGUA pode vir com menor pressão.
6. Canhão final serve para aumentar a area irrigada.
7. Rodas cada torre fica em cima de duas rodas que fazem as torres caminharem.
8. Motor cada torre tem um motor eletrico que movimenta as rodas.
9. Caixa de controle de alinhamento as torres caminham uma de cada vez. Pôr isso e preciso controlar o alinhamento.
10. Painel de controle ou de comando o pivô pode caminhar para frente e para traz. E no painel de controle que ligamos e desligamos , regulamos a velocidade e verificamos o funcionamento da parte eletrica.

### **21.2. AUTO PROPELIDO**

1. Aspersores grande tipo canhão joga uma grande vazão, fazendo cair uma “cortina” de AGUA.
2. Carrinho sobre rodas que carrega o aspersor.
3. Mangueira de borracha conduz a AGUA do hidrante para o carrinho.
4. Turbina fica dentro, uma parte da AGUA passa antes pela turbina para fazer o tambor rodar, movimentando o carro.
5. Tambor ele vai rodando e enrolando o cabo de aço.
6. Cabo de aço ele tem uma ponta presa no tambor e outra numa ancora, no lugar onde o carrinho deve ir.
7. Tubo de subida atraves dele a AGUA chega ao aspersor.

§ Obs. O auto propelido necessita de uma rede adutora central e pode irrigar praticamente todo tipo de cultura: irriga aproximadamente 28000 pôr passagem, dependendo das condições do vento.

### **21.3. MONTAGEM DIRETA**

Canhão montado junto a bomba, normalmente utilizado nos canaviais para distribuição de vinho-to. Muito utilizado na região canavieira.

### **21.4. LATERAL ROLANTE**

Podem irrigar cultura de porte baixo, hortigrangeiros, etc..

## **22. IRRIGAÇÃO LOCALIZADA**

Alem do conjunto igual dos outros sistemas de derivação, cabeçal de controle e emissores.

E recomendado para fruteiras em geral, tem sido muito usada tambem em cafe, cacau, coco, flores e alguns tipos de hortaliças.

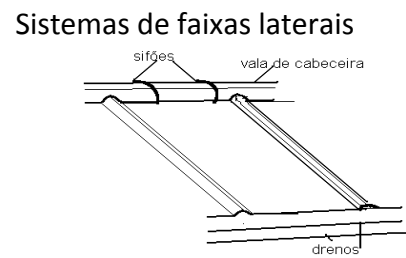
Este sistema e recomendado quando existe pouca AGUA no local ou a AGUA e cara e dificil de conseguir.

Como os emissores são muito pequenos necessita que a AGUA seja isenta de sujeiras, pôr isso necessita de um filtro bastante eficiente.

### **22.1. LINHAS DE TUBOS PERFURADOS**

Consiste, basicamente, em uma tubulação plastica com orificios, distribuidos a intervalos regulares. Existem varios tipos de linhas de tubos perfurados que podem ser removidos, enrolados em





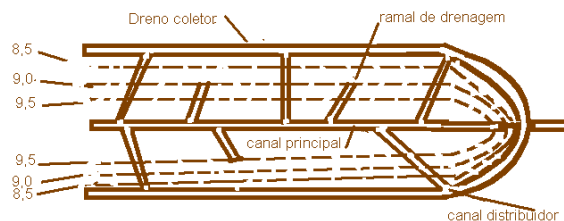
### 23.3. BACIAS DE INUNDAÇÃO

Uma bacia de inundação é constituída de uma pequena área cercada pôr camalhões (taipas). Aplica-se este método para solos com declividade baixa (até 0,1%) e com permeabilidade baixa a moderada. Seu emprego é indicado para forrageiras e cereais de grãos pequenos.

Sua construção é feita, removendo-se inicialmente as pequenas ondulações do terreno; a seguir, efetua-se o levantamento altimétrico, nivelando-se seções espaçadas de 25 em 25 metros para terrenos com declividade zero. Para áreas com pequeno desnível, as taipas em contorno são construídas com um desnível máximo de 80 milímetros, os canais principais são locados nas partes mais altas da área e, os de drenagem, nas mais baixas.

Os canais secundários seguem a maior declividade do terreno e, terminam no canal de escoamento. Os drenos secundários começam no meio do camalhão inferior da bacia mais alta e correm paralelos aos canais secundários de abastecimento, descarregando no dreno principal de escoamento. Os camalhões margeiam todos os canais e drenos. A AGUA escoa pôr um vertedouro ou sifão do canal de abastecimento para a bacia e, através de uma comporta e descarregado no canal de drenagem ou bacia inferior.

#### IRRIGAÇÃO POR BACIA

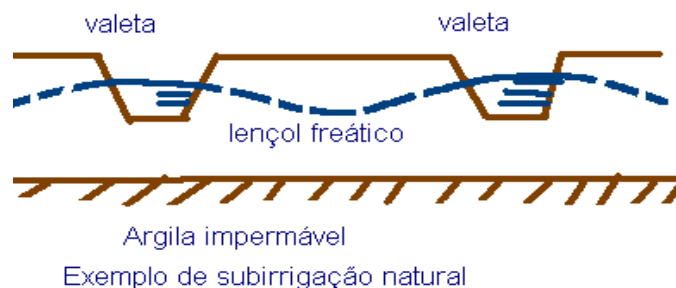


### 23.4. INUNDAÇÃO DESCONTROLADA

É empregada ainda hoje. Um dos cordões do canal de irrigação é removido, deixando que a AGUA se espalhe de forma descontrolada sobre o terreno adjacente; em seguida refaz-se ou repara-se o cordão. A aplicação é completamente irregular, resultando em alagamento ou salinização de certas áreas.

### 23.5. IRRIGAÇÃO DE SUBSUPERFICIE

Quando se encontra condições de executar este tipo de irrigação as vantagens são inúmeras. Há redução de perdas pôr evaporação em relação às da superfície livre da AGUA, ou, da superfície molhada do solo, a eliminação de tubos e valetas que acarretam dificuldades ao emprego da máquinas agrícolas.



### 23.5.1. IRRIGAÇÃO DE SUBSUPERFÍCIE NATURAL

A irrigação de subsuperfície oferece algumas vantagens, como redução de perdas por evaporação e eliminação de tubos e valetas.

É possível em terrenos planos com camada superficial espessa e de alta permeabilidade lateral e substrato impermeável, situada entre dois e sete metros de profundidade.

Todo o suprimento de AGUA à planta é feito no sentido vertical, de baixo para cima, a partir do lençol freático, o mesmo ocorrendo com o movimento de sais indesejáveis quando existentes. A falta de chuvas pode ocasionar o acúmulo de sais na superfície ou próximo dela; nesse caso deve-se fazer a lavagem com abundante aplicação de AGUA na superfície e a respectiva drenagem.

### 23.5.2. IRRIGAÇÃO DE SUBSUPERFÍCIE ARTIFICIAL

Este tipo requer o emprego de um sistema de tubulações perfuradas e enterradas, através das quais, sob pressão, a AGUA passa ao solo, e só funciona quando ele possui permeabilidade horizontal alta e vertical baixa. O sistema é caro, exige a instalação de tubos enterrados a profundidade de 50cm e espaçados de 45cm, e sujeito a danos quando se realiza cultivo profundo. Durante a operação, a AGUA é mantida sob pressão no interior dos tubos, que pode ser conseguido pôr bombeamento ou construindo um reservatório elevado. Não é prático para emprego no campo.

## 24. IRRIGAÇÃO ORGANICA

É distribuição de restos orgânicos, como resíduos dos estabulos ou pocilgas que vão para um tanque onde são misturadas e agitadas, depois lançados através de aspersores tipo canhão, com bocal de grande diâmetro, as vezes de borracha. São retirados do tanque por uma bomba capaz de triturar a palha e outros materiais semi-sólidos. É em geral aplicado em pastagens.

### 25. TABELAS E FORMULAS PARA PROJETOS DE IRRIGAÇÃO

Os dados básicos para elaboração de um projeto devem, sempre que possível, ser obtidos em campo. Na impossibilidade deste trabalho, pode-se lançar mão de tabelas que ofereçam dados próximos aos da realidade, como as a seguir apresentadas.

#### 25.1. DETERMINAÇÃO DA VELOCIDADE BÁSICA DE INFILTRAÇÃO, CAPACIDADE DE CAMPO, PONTO DE MURCHA E DENSIDADE APARENTE.

TEXTURA DO SOLO	VIB	DENSIDADE APARENTE - Da	CAPACIDADE DE CAMPO - Cc	PONTO DE MURCHA - Pm
	( cm/h)	( g/cm <sup>3</sup> )	( %)	( %)
Arenoso	5 (2,5 – 22,5)	1,65 (1,55- 1,80)	9 ( 6 – 12)	4 ( 2 – 6 )
Barro arenoso	2,5( 1,3 – 7,6)	1,5 ( 1,4 – 1,6 )	14 ( 10 –18 )	6 ( 4 – 8 )
Barro	1,3 ( 0,8 – 2,0)	1,4 ( 1,35 – 1,50)	22 ( 18 –26 )	10 ( 8 –12 )
Barro argiloso	0,8 ( 0,25 – 1,5 )	1.35 ( 1,30- 1,40)	27 ( 23 – 31 )	13 ( 11 – 15 )
Argilo-arenoso	0,25 ( 0,03- 0,5 )	1,3 ( 1,25 -1,35 )	31 ( 27 –35 )	15 ( 13 – 17 )
Argiloso	0,05 (0,01 – 0,1 )	1,25 ( 1,2 – 1,3 )	35 ( 31 –39 )	17 ( 15 – 19 )

∩ VIB – velocidade básica de infiltração

#### 25.2. DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DE DISPONIBILIDADE (f)

Grupo	Culturas									
1	Cebola, pimenta, batata									
2	Banana, repolho, uva, ervilha, tomate									
3	Alfafa, feijão, citricas, abacaxi, girassol, melancia, trigo									
4	Algodão, milho, azeitona, açafrão, sorgo, soja, beterraba, cana-de- açúcar, fumo									
Grupo de Cultura	Etm ( mm/dia) ( Evapotranspiração media)									
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	0,500	0,425	0,354	0,300	0,250	0,225	0,200	0,200	0,175	
2	0,675	0,575	0,475	0,400	0,350	0,325	0,275	0,250	0,225	
3	0,800	0,700	0,600	0,500	0,350	0,425	0,375	0,350	0,300	
4	0,875	0,800	0,700	0,600	0,550	0,500	0,450	0,425	0,400	



## 26. ESCOLHA DO ASPERSOR

A correta escolha dos aspersores depende, fundamentalmente, de tres fatores basicos:

1º) Que sua intensidade de aplicação seja menor que a velocidade de infiltração básica do solo (VIB).

$I^a = \frac{Q_{asp} \times 1000}{E^1 \times E^2} = \text{mm/h}$	<p>Onde: <math>I^a</math> = intensidade de aplicação em mm/hora.  <math>Q_{asp}</math> = vazão do aspersor <math>\text{m}^3/\text{h}</math> (Tabela na ultima folha do polígrafo).  <math>E^1</math> = espaçamento entre aspersores na linha, em metros  <math>E^2</math> = espaçamento entre linhas, em metros.</p>
--	--

2º) Que o grau de pulverização do aspersor se enquadre dentro dos limites indicados para a cultura correspondente, conforme quadro abaixo.

<p>Determinação do GP  <math>GP = \frac{PS}{\varnothing \text{ bocal}}</math></p> <p>Tabela 26.1</p>	<p>Onde: <b>GP</b> = grau de pulverização do aspersor  <b>PS</b> = pressão de serviço do aspersor, em m.c.a (Tabela na ultima folha do polígrafo).  <math>\varnothing</math> do bocal = diametro do <b>maior</b> bocal do aspersor, em mm.(tem com um bocal e dois bocais)</p>
--	--

### 26.1. AVALIAÇÃO DO GRAU DE PULVERIZAÇÃO DO ASPERSOR ( GP )

Culturas	Classificação	Tipo de chuva	Grau Pulverização
Pastagens	Insensíveis	Grossa	< -3,0
Forrageiras	Pouco sensível	Semi- grossa	3,1 – 5,0
Pomares	Moderadamente	Semi- fina	4,1 – 5,5
Feijão, flores	Sensíveis	Fina	5,1 – 6,0
Hortaliça deli- cada	Muito sensíveis	Finissima	> - 6,0

3º) Que os espaçamentos entre os aspersores,  $E^1$  e  $E^2$ , sejam definidos de acordo com as condições do vento. Isto e multiplicando-se o diametro de alcance do aspersor pôr fatores de correção, conforme indicado na tabela:

### 26.2. CORREÇÃO DO ESPAÇAMENTO

Velocidade do vento	Fator de correção
Calmo ou sem vento	0,65
Ventos ate 7,2 km/h	0,60
Ventos de 7,2 a 14,4km/h	0,50
Ventos acima de 14,4 km/h	0,30

### 26.3. FATOR DE MULTISAIDAS (F), PARA CORRIGIR AS PERDAS DE CARGA NAS LINHAS LATERAIS

Nº de aspersores na linha (saidas)	F	Nº de aspersores na linha (saidas)	F
1	1,000	9	0,408
2	0,639	10	0,402
3	0,534	11	0,397
4	0,485	12	0,393
5	0,457	13	0,390
6	0,438	14	0,387
7	0,425	15	0,385
8	0,416	16	0,382

### 26.4. PROFUNDIDADE EFETIVA DAS RAIZES (Pef)

Profundidade efetiva das raizes (1 e 2)			
cultura	Profundidade (cm)	Cultura	Profundidade (cm)
Arroz	40	Pastagem	35
Aveia	40	Soja	50
Trigo	35	Alho	45
Milho	60	Cana	50
Feijão	25		

Cultura	Profundidade (cm)	Cultura	Profundidade (cm)
Abacaxi	20	Laranja	60
Alcachofra	50	Linho	20
Alface	20	Melancia	30
Alfafa	60	Melão	30
Algodão	60	Milho	40
Amendoim	30	Pastagem	30
Arroz	20	Pimenta	50
Banana	40	Rami	30
Batata	30	Soja	30
Cafe	50	Tabaco	30
Cana	40	Tomate	40
Cebola	20	Trigo	30
Feijão	40	Videira	50

Fontes: (1) Manual da Emater (MG)- "Irrigação pôr Aspersão- (2) Manual a CESP/CPFL – Eletrocamp (SP)

### 26.5. COEFICIENTE DE CULTURA (KC), PARA ESTIMAR A EVAPOTRANSPIRAÇÃO REAL (Etr)

Cultura	*KC medio c/ cobertura total	**KC medio p/ todo o ciclo
Cultura extensiva e oleaginosa c/ feijão, mamona, milho, algodão, linho (fibra), amendoim, batata, açafreão, soja, sorgo, beterraba, tomate e trigo.	<u>1,15</u>	<u>0,90</u>
Citrus	0,75	0,75
Frutas caducifólias (pessego, ameixa e noz).	0,95	0,70
Frutas caducifólias invasoras	<u>1,25</u>	<u>1,00</u>
Uva	0,75	0,60
Alfafa	1,35	1,00
Gramma	1,00	1,00
Trevo	<u>1,15</u>	---
Adubo verde	1,10	0,95
Cana-de-açúcar	1,25	1,00
Hortaliças	1,15	0,85

## 27. LAMINA DE IRRIGAÇÃO

### 27.1. CALCULO DA AGUA DISPONIVEL

A AGUA disponivel de um solo pode ser facilmente calculada desde que se conheçam os teores de umidade correspondentes à «Cc» e ao «Pm», as propriedades fisicas do solo e a profundidade do solo que consideraremos. Em irrigação, esta profundidade considerada nada mais e do que a profundidade efetiva do sistema radicular da cultura.

A disponibilidade total ou real d'AGUA deve ser expressa em altura de lamina d'AGUA, por profundidade do solo, geralmente de mm d'AGUA por cm de solo ou em volume d'AGUA por unidade de area de solo (1mm/ha = 10m<sup>3</sup>. Estes calculos podem ser feitos, usando-se as equações.

### 27.2. DISPONIBILIDADE TOTAL D'AGUA DO SOLO (DTA)

DTA = disponibilidade total d'AGUA, em mm/cm de solo;	em que: (tab. 25.1)
DTA = $\frac{(Cc - Pm)}{100} \times Da \cdot Pef = \text{mm/cm de solo}$	Cc = capacidade de campo, % em peso;
	Pm = ponto de murchamento, % em peso;
	Da = densidade aparente do solo, em g/cm <sup>3</sup> .
	Pef = profundidade efetiva da raiz em mm;
	Ou $V = (Cc - Pm) \times Da = \text{m}^3 \text{ de H}_2\text{O/ha}$
<b>em que:</b> V = m <sup>3</sup> de AGUA disponivel, por hectare, em cada cm de profundidade do solo.	

### 27.3. DISPONIBILIDADE REAL D'AGUA DO SOLO (DRA)

Em irrigação, nunca se deve permitir que o teor de umidade do solo atinja o ponto de murchamento, isto e, devemos somente usar, entre duas irrigações sucessivas, uma fração da disponibilidade total d'AGUA, ou seja:

DRA = DTA x f = mm/cm	em que: DRA = disponibilidade real d'AGUA do solo, em mm/cm de solo; f = fator de disponibilidade, (evapotranspiração media) sempre menor do que 1. (tab. 25.2)
-----------------------	---

Este fator, em geral, varia de 0,3 a 0,7. O menor valor (0,3) deve ser usado para culturas mais sensíveis ao deficit d'AGUA no solo, e o maior valor (0,7) para culturas mais resistentes.

E muito usado o valor de f = 0,5. (média)

#### 27.4. EVAPOTRANSPIRAÇÃO REAL (Etr)

Etr = Etp.kc                      Etp = evapotranspiração potencial                      Kc = coeficiente da cultura

#### 27.4. QUANTIDADE REAL D'AGUA NECESSARIA (QRN)

Em irrigação, deve-se aplicar AGUA no perfil do solo que esteja ocupado pelo sistema radicular da planta, e por isso a quantidade real d'AGUA necessaria e calculada para a profundidade do solo correspondente à profundidade efetiva do sistema radicular da cultura a ser irrigada, ou seja:

QRN = DRA x Z	em que: QRN = quantidade real d'AGUA necessaria, em mm; DRA = disponibilidade real d'AGUA do solo, em mm/cm; Pef = Z = profundidade efetiva do sistema radicular, em cm. (tab 26.4)
---------------	--

A profundidade efetiva do sistema radicular deve ser tal que, pelo menos, 80% do sistema radicular da cultura esteja nela contida e ser igual ou menor do que a profundidade do solo.

#### 27.5. QUANTIDADE TOTAL D'AGUA NECESSARIA (QTN)

A quantidade total d'AGUA necessaria e a quantidade d'AGUA que se aplicara por irrigação, ou seja, a quantidade real necessaria dividida, pela eficiencia de irrigação, em decimal, assim,

$QTN = \frac{QRN}{E} = \text{mm}$	em que: QTN = quantidade total d'AGUA necessaria, em mm; QRN = quantidade real d'AGUA necessaria, em mm; E = eficiencia de irrigação, em decimal
-----------------------------------	--

Substituindo-se as equações teremos:

$$QTN = \frac{(Cc - Pm) \times Da \times f \times Z}{IO \times E}$$

Exemplo:

Calcular a disponibilidade d'AGUA em um solo com as seguintes características:

Cc = 32% (% em peso)

Pm = 18% (% em peso)

Da = 1,2g

$$DTA = \frac{(32 - 18)}{10} \times 1,2 = 1,68 \text{ mm/cm de solo ou } 16,8 \text{ m}^3/\text{ha/cm de solo}$$

Considerando o fator disponibilidade da cultura a ser Irrigada (f) igual a 0,5, tem-se:

$$DRA = 1,68 \times 0,5 = 0,84 \text{ mm/cm de solo}$$

ou 8,4 m<sup>3</sup>/ha/cm de solo

Considerando a profundidade efetiva do sistema radicular da cultura (Pef=Z) irrigada igual a 50 cm, tem-se:

$$QRN = 0,84 \times 50 = 42 \text{ mm}$$

ou 420 m<sup>3</sup>/ha

Considerando que a eficiencia de irrigação e igual a 70%, tem-se:

$$QTN = \frac{42}{0,7} = 60 \text{ mm,}$$

ou 600 m<sup>3</sup>/ha

A «disponibilidade total d'AGUA» geralmente aumenta à medida que a textura do solo vai diminuindo. No Quadro 27.6. tem-se os limites comumente encontrados nas texturas básicas, em mm d'AGUA, por cm de solo.

**27.6. Limites de «disponibilidade total d'AGUA», em mm d'AGUA, por cm de solo, para diferentes texturas (DTA) «disponibilidade total d'AGUA» em Textura**

Textura	mm/cm do solo			m <sup>3</sup> /ha por cm do solo		
Grossa	0,4	a	0,8	4	a	8
Media	0,8	a	1,6	8	a	16
Fina	1,2	a	2,4	12	a	24

**28. LAMINA DE IRRIGAÇÃO**

A seqüência de fórmulas seguintes serve para determinar-se o turno de rega e a lamina de irrigação

Disponibilidade total de AGUA (DTA) $DTA = \frac{Cc - Pm \cdot Da \cdot Pef}{100}$	Disponibilidade real de AGUA (DRA) $DRA = DTA \cdot f$ evapotranspiração real (Etr) $Etr = Etp \cdot KC$
Turno de rega (TR) $TR = \frac{DRA}{ETr}$	Lamina bruta de irrigação (LBI) $LBI = \frac{TR \cdot Etr}{Ef}$
Onde: DTA = disponibilidade total de AGUA em mm; Cc = capacidade de campo em %; Pm = ponto de murcha em %; Da = densidade aparente em g/cm <sup>3</sup> ; Pef = profundidade efetiva da raiz em mm; DRA = disponibilidade real de AGUA em mm; f = coeficiente de disponibilidade	Etr = evapotranspiração real em mm/dia; Etp = evapotranspiração potencial em mm/dia KC = coeficiente de cultura; (tab. 26.5) TR = turno de rega; LBI = lamina bruta de irrigação em mm; TR* = turno de rega ajustado em dias; Ef = eficiencia do sistema.

**29. CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA**

As fórmulas seguintes permitem definir a vazão necessária do projeto (bombeamento), o número necessário de aspersores e respectivos tempos pôr posição.

Vazão necessária (Qnec) $Qnec = \frac{A \times LBI \times 100}{PI \times Td \times 10}$	Vazão necessária corrigida (Qnec*) $Qnec* = Qasp \times Nasp*$
Nº de aspersores funcionando (Nasp) $Nasp = \frac{Qnec}{Qasp}$	Tempo irrigado pôr posição (TIP) $TIP = \frac{LBI}{IA}$
Qnec = vazão necessária em m <sup>3</sup> /h; LBI = lamina bruta de irrigação em mm PI = periodo de irrigação em dias; Td = tempo disponível em horas; A = area a ser irrigada em ha; Nasp = número de aspersores;	Qasp = vazão do aspersor em m <sup>3</sup> /h; Qnec* = vazão necessária corrigida em m <sup>3</sup> /h; Nasp* = número de aspersores corrigidos; TIP = tempo de irrigação pôr posição; IA = intensidade de aplicação em mm/h

**30. DIMENSIONAMENTO DA TUBULAÇÃO**

Para determinação dos diâmetros das tubulações de irrigação, usualmente emprega-se formulas e abacos ou metodos de tentativas.

A seqüência a seguir, trata exclusivamente do “metodo das tentativas” pôr ser o mais pratico.

### 30.1. LINHA LATERAL

1º) Determinação da perda de carga admissível (h<sub>fadm</sub>)

$$h_{fadm} = 0,2 \times PS \times \Delta Z$$

onde: 0,2 = constante.

PS = pressão de serviço e o aspensor em m .c. a.

$\Delta Z$  = diferença de nível entre o início e o fim da linha lateral.

+ = linha em declive.

- = linha em aclave.

### 30.2. LINHA PRINCIPAL

1º) Determinação da perda de carga admissível:

$$h_{fadam} = 0,15 \text{ ou } 0,2 \times PS \times \Delta Z$$

∅ Caso o  $\Delta Z$  supere o valor da h<sub>fadm</sub> adota-se o critério da velocidade.

Neste caso, o valor da velocidade não deve superar a 2,0m/s.

### 30.3. LINHA ADUTORA

Para determinação do diâmetro da linha adutora, adota-se o mesmo critério utilizado para a linha principal.

### 30.4. DIMENSINAMENTO DA MOTOBOMBA

Para o dimensionamento do conjunto motobomba deve-se, inicialmente determinar a altura manométrica total (H<sub>man</sub>), isto é:

$$H_{man} = H_s + H_r + H_{ft} + P_s + h_a + h_{loc}$$

Onde: H<sub>man</sub> = altura manométrica total.

H<sub>s</sub> = altura geométrica de sucção em m;

H<sub>r</sub> = altura geométrica de recalque, em m;

H<sub>ft</sub> = soma de perda de cargas totais das tubulações, em:

P<sub>s</sub> = pressão de serviço do aspensor em m.c.a:

h<sub>a</sub> = altura do aspensor, em m;

h<sub>loc</sub> = perda de carga localizada total, em m;

### 30.5. POTENCIA DA BOMBA

$$\text{Dada pela fórmula: } POT = \frac{Q \times H_{man}}{2,7 \times \eta}$$

onde: POT = potencia absorvida pela em CV;

Q = vazão do sistema em m<sup>3</sup>/h;

H<sub>man</sub> = altura manométrica total, em m.c.a.

$\eta$  = rendimento da bomba em %.( consultar o catalogo do fabricante);

2,7 = constante de transformação.

### 30.6. POTENCIA DO MOTOR

Para o calculo da potencia do motor, deve-se acrescentar à potencia absorvida pela bomba, um coeficiente que pode ser obtido do quadro abaixo.

POT <sub>m</sub> = POT x Coef	POTENCIA	COEFICIENTE
	Ate 2 CV	1,50
2 a 5 CV	1,30	
5 a 10 CV	1,20	
10 a 20 CV	1,15	
> 20 CV	1,10	

#### BIBLIOGRAFIA:

BASTOS, Edna, Manual de Irrigação, Técnica Para Instalação de Qualquer Lavoura, Icone Editora, 1987.

COQUEIRO, Erycson Pires, et al, Curso Basico de Irrigação, Projeto: Teleeducação Para Agricultura Irrigada, Fundação Roberto Marinho.

IRRIGA-IP, Boletim da Tigre Tubos e conexões.

WITHERS, Bruce & Vipond, Stanley, Irrigação Projeto e Prática, MEC, Editora da Universidade de São Paulo. 1977.

ASPERSOR PARA APLICAÇÃO GERAL DE CAPACIDADE MEDIA

Propicia maior diametro de cobertura com pressões baixas e medias. Ideal para fortes ventos  
Vazão reduzida permitindo pequenos espaçamentos sem aumentar a intensidade de precipitação.

Recomendado para todas as culturas, especialmente hortaliças e viveiros.

TABELA DE APLICAÇÃO

Diametro do bocal em mm	Pressão em bar	Vazão em M <sup>3</sup> /hora	Diametro de cobertura	Espaçamento em metros Precipitação em mm/h						
				6 x 12	12 x 12	12 x 15	12 x 18	12 x 24	18 x 18	
MD 20 A	3,2	2,0	0,62	26	8,7	4,3				
		2,5	0,68	26	9,5	4,7				
		3,0	0,76	27	10,6	5,2	4,3			
		3,5	0,80	28	11,2	5,5	4,5			
		4,0	0,86	28	12,0	5,9	4,8			
		4,5	0,90	28	12,6	6,2	5,0			
3,5	2,0	0,69	26	9,6	4,8	3,8	3,2	2,4	2,1	
	2,5	0,77	27	10,7	5,3	4,3	3,6	2,7	2,4	
	3,0	0,82	28	11,4	5,7	4,6	3,8	2,8	2,5	
	3,5	0,88	29	12,2	6,1	4,9	4,1	3,1	2,7	
	4,0	0,93	30	12,9	6,5	5,2	4,3	3,2	2,9	
	4,5	0,99	30	13,8	6,9	5,5	4,6	3,4	3,1	
4,0	2,0	0,94	27	13,1	6,5	5,2	4,4	3,1	2,9	
	2,5	1,04	28	14,4	7,2	5,8	4,8	3,6	3,2	
	3,0	1,13	29	15,7	7,8	6,3	5,2	4,0	3,5	
	3,5	1,22	30	16,9	8,5	6,8	5,6	4,2	3,8	
	4,0	1,31	31	18,2	9,1	7,3	6,1	4,5	4,1	
	4,5	1,38	31	19,2	9,6	7,7	6,4	4,8	4,4	
4,5	2,0	1,16	28	16,1	8,0	6,4	5,3	4,0	3,6	
	2,5	1,29	29	17,9	9,0	7,2	6,0	4,5	4,0	
	3,0	1,41	30	19,6	9,8	7,8	6,5	4,9	4,4	
	3,5	1,52	31	21,1	10,6	8,4	7,0	5,3	4,7	
	4,0	1,61	32	22,4	11,2	8,9	7,5	5,6	5,0	
	4,5	1,71	32	23,8	11,9	9,5	8,0	6,0	5,3	
5,0	2,0	1,27	30	17,8	8,8	7,1	5,8	4,4	3,9	
	2,5	1,43	31	20,0	9,9	8,0	6,6	5,0	4,4	
	3,0	1,56	32	21,8	10,8	8,7	7,2	5,5	4,8	
	3,5	1,68	33	23,5	11,6	9,4	7,7	5,9	5,2	
	4,0	1,79	34	25,1	12,4	10,0	8,2	6,3	5,5	
	4,5	1,89	34	26,5	13,0	10,6	8,7	6,6	5,9	
5,2	2,0	1,45	30	20,3	10,0	8,1	6,7	5,1	4,5	
	2,5	1,62	31	22,7	11,2	9,1	7,5	5,7	5,0	
	3,0	1,77	32	24,8	12,2	9,9	8,1	6,2	5,5	
	3,5	1,91	33	26,7	13,2	10,7	8,8	6,7	5,9	
	4,0	2,02	34	28,3	13,9	11,3	9,3	7,1	6,3	
	4,5	2,12	34	29,7	14,6	11,9	9,8	7,4	6,6	
5,7	2,0	1,75	31	24,5	12,1	9,8	8,1	6,1	5,4	
	2,5	1,94	32	27,2	13,4	10,9	8,9	6,8	6,0	
	3,0	2,13	33	29,8	14,7	11,9	9,8	7,5	6,6	
	3,5	2,29	34	32,4	15,8	12,8	10,5	8,0	7,1	
	4,0	2,46	35	34,4	1,0	13,8	11,3	8,6	7,6	
	4,5	2,58	36	36,1	17,8	14,4	11,9	9,0	8,0	
5,0	2,71	36	37,9	18,7	15,2	12,5	9,5	8,4		
6,3	2,0	1,99	32	27,9	13,7	11,1	9,2	7,0	6,2	
	2,5	2,22	33	31,1	15,3	12,4	10,2	7,7	6,9	
	3,0	2,43	34	34,0	16,8	13,6	11,2	8,5	7,5	
	3,5	2,60	35	36,4	17,9	14,6	12,0	9,1	8,1	
	4,0	2,79	36	39,1	19,3	15,6	12,8	9,8	8,7	
	4,5	2,95	36	41,3	20,4	16,5	13,8	10,3	9,1	
5,0	3,10	36	43,4	21,4	17,4	14,3	10,9	9,6		
MD 20 A	3,1 x 2,5	2,0	0,83	26	11,5	5,8	4,6			
		2,5	0,93	26	12,9	6,5	5,2			
		3,0	1,02	27	14,2	7,1	5,7			
		3,5	1,10	28	15,3	7,6	6,1			
		4,0	1,17	28	16,3	8,1	6,5			
		4,5	1,24	28	17,2	8,6	6,9			
3,4 x 2,5	2,0	0,95	26	13,3	6,6	5,3	4,4			
	2,5	1,06	27	14,8	7,3	5,9	4,9	3,3		
	3,0	1,17	28	16,4	8,1	6,6	5,4	3,6		
	3,5	1,26	29	17,6	8,7	7,1	5,8	3,9		
	4,0	1,34	30	18,8	9,2	7,5	6,2	4,1		
	4,5	1,42	30	19,9	9,8	8,0	6,6	4,4		
5,0	1,49	31	20,9	10,3	8,3	6,9	4,6			
3,9 x 2,5	2,0	1,15	27	16,1	7,9	6,4	5,3	3,5		
	2,5	1,31	28	18,3	9,0	7,3	6,1	4,0		
	3,0	1,42	29	19,9	9,8	7,9	6,5	4,4		
	3,5	1,53	30	21,4	10,6	8,6	7,0	4,7		
	4,0	1,63	31	22,8	11,2	9,1	7,5	5,0		
	4,5	1,72	31	24,1	11,9	9,6	7,9	5,3		
5,0	1,80	31	25,2	12,4	10,1	8,3	5,6			
4,4 x 2,5	2,0	1,30	28	18,2	9,0	7,3	6,0	4,0		
	2,5	1,44	29	20,2	9,9	8,1	6,6	4,4		
	3,0	1,56	30	21,9	10,7	8,7	7,2	4,8		
	3,5	1,67	31	23,4	11,5	9,4	7,7	5,2		
	4,0	1,78	32	24,9	12,3	10,0	8,2	5,5		
	4,5	1,88	32	26,3	13,0	10,5	8,6	5,8		
5,0	1,98	33	27,7	13,7	11,1	9,1	6,1			
4,9 x 2,5	2,0	1,57	30	22,0	10,8	8,8	7,2	4,9		
	2,5	1,76	31	24,6	12,1	9,9	8,1	5,5		
	3,0	1,93	32	27,0	13,3	10,8	8,8	6,0		
	3,5	2,06	33	28,8	14,2	11,5	9,4	6,4		
	4,0	2,19	34	30,7	15,1	12,3	10,1	6,8		
	4,5	2,31	34	32,3	15,9	12,9	10,6	7,2		
5,0	2,44	34	34,2	16,8	13,7	11,2	7,6			
5,6 x 2,5	2,0	1,89	31	26,5	13,0	10,6	8,7	5,9		
	2,5	2,1	32	29,4	14,5	11,8	9,7	6,5		
	3,0	2,30	33	32,2	15,9	12,9	10,6	7,1		
	3,5	2,47	34	34,6	17,0	13,8	11,4	7,7		
	4,0	2,63	35	36,8	18,1	14,7	12,1	8,2		
	4,5	2,78	36	38,9	19,2	15,6	12,8	8,6		
5,0	2,93	36	41,0	20,2	16,4	13,5	9,1			
6,2 x 2,5	2,0	2,36	32	33,0	16,3	13,2	10,9	7,3		
	2,5	2,63	33	36,8	18,1	14,7	12,1	8,1		
	3,0	2,88	34	40,3	19,9	16,1	13,2	8,9		
	3,5	3,10	35	43,4	21,4	17,4	14,3	9,6		
	4,0	3,32	36	46,5	22,9	18,6	15,3	10,3		
	4,5	3,50	36	49,0	24,2	19,6	16,1	10,9		
5,0	3,71	36	51,9	25,6	20,8	17,1	11,5			

$I = \frac{Q \times 1000}{B \times L}$

B x L

Q = vazão em m<sup>3</sup>/h

I = precipitação em m<sup>3</sup>/h

B = distancia entre aspersores

L = distancia entre linhas

Obs. As areas destacadas não serão recomendadas

Fonte: Dantas irrigação Ltda.

## TRABALHOS DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM PARA 2017

### 1º TRI

Devera ser feito um croqui de uma propriedade a ser determinada em (ha).

### 2º TRI

devera ser feito um sistema de drenagem para a área determinada, indicando o material que sera utilizado se os drenos forem cobertos e se forem abertos quanto de area sera perdida.

### 3º TRI

devera ser feito um sistema de irrigação para esta area contendo todo o material utilizado para implementar este sistema e um desenho na planta da distribuição dos mesmos.

## NORMAS PARA A APRESENTAÇÃO DE TRABALHOS NA DISCIPLINA DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM

A apresentação do trabalho deve seguir, basicamente, os seguintes moldes: **capa, resumo, sumário, introdução, desenvolvimento, considerações finais e referências bibliográficas.**

### 1. Capa

Deve conter os seguintes elementos essenciais à identificação do documento:

- identificação da escola;
- título do trabalho (centrado), na parte superior da página;
- nome do autor, abaixo do título e abaixo deste a série que pertence (centrado);
- nome da disciplina (centrado);
- Cidade, Estado, País, centrados, na parte inferior da página, e abaixo, mês e ano, centrados.

### 2. Sumário ou indice

No sumário deve conter os títulos e os sub-títulos com as devidas páginas.

### 3. Introdução

Na introdução é feita a apresentação do tema do trabalho e caracterizada a sua importância.

### 4. Desenvolvimento

No desenvolvimento, o tema do trabalho é aprofundado com base na literatura.

### 5. Considerações finais – conclusões.

São as deduções lógicas baseadas e fundamentadas no texto. Aqui o autor poderá tecer comentários sobre as implicações práticas diretas, do assunto abordado no trabalho, para a sociedade e dar sugestões sobre aspectos que poderiam ou deveriam ser explorados em trabalhos futuros.

### 6. Referências Bibliográficas (Anexo XI)

As citações devem seguir as normas estabelecidas pela ABNT.

### 7. Anexos se houver

**OBS: OS TRABALHOS DEVERÃO SER ENTREGUES NA DATA MARCADA**

## RELATORIOS E PROJETOS

### Preparo dos Originais

#### Papel

O papel no qual o documento será impresso é o A4 (210x297mm), (papel profissional para copadoras e impressoras laser e jato de tinta), branco, gramatura de no mínimo 64g/m<sup>2</sup>.

#### a. Tipo e corpo de fonte

A fonte a ser utilizada dever ser **Arial – tamanho 12**.

Nas figuras, havendo necessidade, pode-se usar fontes com corpo (tamanho) menor, mas **não inferior do que 8**, pois pode comprometer a qualidade e legibilidade da leitura após a impressão do documento.

#### b. Margens

A fixação correta das margens é muito importante, pois determina a formatação adequada do documento:

- margem superior - é a distância entre o número da página e a borda superior da mesma, deve estar entre 20-25mm, a primeira linha de texto, desta forma, inicia a cerca de 30-35mm da borda superior da página;
- margem inferior - indica a distância entre a última linha e a borda inferior da página, deve situar-se entre 20-25mm;
- margem esquerda - uma distância de 35-40mm da borda esquerda da página permite uma encadernação adequada do documento;
- margem direita - a distância das linhas do texto da borda direita da página deve estar em torno de 20mm.

#### c. Margem para início de parágrafo

O parágrafo deve iniciar a nove espaços simples (nove toques) da margem esquerda do documento, o que corresponde a uma distância de cerca de 2,0cm.

#### d. Margem para título principal

O título principal inicia um capítulo, em nova página, devendo estar centralizado e distante a 70mm da borda superior do papel. O título principal deve ser escrito em letras maiúsculas, em negrito.

**e. Margem para títulos e subtítulos**

Os títulos e subtítulos obedecem ao mesmo critério para início de parágrafo, ou seja, devem iniciar a nove espaços simples da margem esquerda do documento. Os subtítulos devem ser em negrito com a letra inicial maiúscula e as demais minúsculas.

**f. Espaçamentos**

Nas páginas da capa e Resumo, utilizar **espaçamento simples** entre as linhas de texto.

Nas demais páginas utilizar **espaçamento duplo** entre as linhas de texto. Na relação da literatura citada, usar **espaçamento simples**, deixando uma linha em branco entre cada citação.

**g. Numeração das diferentes partes do documento**

Os diferentes capítulos do trabalho são divididos em partes e subpartes.

Exemplos:

- 1. Título Principal
- 1.1 Subtítulo
- 1.1.1 Sub-subtítulo
- 1.1.1.1 Sub-sub-subtítulo

**h. Paginação**

A numeração das páginas iniciais do documento é feita em algarismos arábicos. O número deve ser colocado na parte superior da folha, à direita. As folhas que iniciam capítulos são contadas, mas não numeradas.

**i. Impressão do documento**

As impressoras a laser e as a jato de tinta permitem ótima qualidade de impressão, conferindo, desta forma, qualidade nas cópias a serem efetuadas dos originais.

**OS MAPAS DEVERÃO SER ENTREGUES EM FOLHA MILIMETRADA**

**FUNDAMENTOS DE DESENHO TÉCNICO**

Referências: UFRGS-FA-DEG-NDP

**FORMATOS DE PAPEL**

Esta aula tem como objetivo apresentar, de forma sintética, os principais tópicos das normas e convenções usuais referentes às folhas para representação de desenhos técnicos.

**1.1 DIMENSÕES DAS FOLHAS (SEQÜÊNCIA "A" DE FOLHAS)**

As normas acima referidas adotam a seqüência "A" de folhas, partindo da folha A0, com área de aproximadamente 1,0m<sup>2</sup> e reduzindo a dimensão de cada folha na medida em que se avança seqüencialmente (A1, A2, ...).

Cada folha na seqüência possui dimensão igual a metade da folha anterior – por exemplo, a folha A1 possui a metade da área da folha A0, a folha A2 possui a metade da área da folha A1 e assim por diante.

A seguir são apresentadas as dimensões de cada uma destas folhas e alguns desenhos explicativos.

Tabela 1 - Dimensão das folhas

FOLHA	LARGURA (MM)	ALTURA (MM)
A0	841	1189
A1	594	841
A2	420	594
A3	297	420
A4	210	297

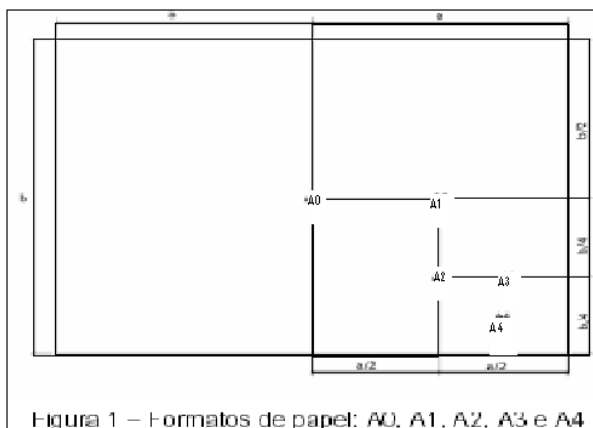


Figura 1 – Formatos de papel: A0, A1, A2, A3 e A4



## 1.2 MARGENS

Segundo as referidas normas, cada tamanho de folha possui determinadas dimensões para suas margens, conforme tabela a seguir.

Tabela 2 - Margens

FORMATO	ESQUERDA (MM)	OUTRAS (MM)
A0	25	10
A1	25	10
A2	25	7
A3	25	7
A4	25	7

## 1.3 CONFIGURAÇÃO DAS FOLHAS

Convencionalmente existem posições determinadas nas folhas de desenho para que sejam expressos cada tipo de conteúdo.

A legenda deve ser posicionada na região inferior direita da folha, com dimensões tais que mesmo com a folha dobrada a legenda possa ser integralmente observada. Veremos a seguir as regras para efetuar a dobragem das folhas, mas podemos adiantar que a legenda terá, para atender a esta condição de ficar sempre visível mesmo com a folha dobrada, uma largura máxima de 178mm. Sua altura máxima usual é de 100mm.

A região acima da legenda normalmente é reservada para marcas de revisão (assunto tratado mais adiante nesta aula), convenções, observações, carimbos de aprovação e/ou de liberação de órgãos públicos ou outros, não sendo, portanto, uma região da folha adequada para a apresentação do desenho propriamente dito.

A região inferior da folha, a esquerda da legenda também se constitui em região usualmente utilizada para a colocação do convenções, podendo, entretanto, ser também utilizada para a apresentação do desenho principal;

O restante da folha destina-se a apresentação do desenho propriamente dito.

A seguir são apresentadas as diversas regiões da folha de desenho e a posição de cada um dos elementos nas mesmas.



Figura 2 – Configuração na folha

## 1.4 Posição de leitura

Como regra geral na representação e leitura de desenhos deve se observar que os mesmos possam ser lidos da base da folha de desenho ou de sua direita. As posições inversas a estas (leitura de cima para baixo ou da esquerda para a direita) são consideradas “de cabeça para baixo”. Vide desenho a seguir.

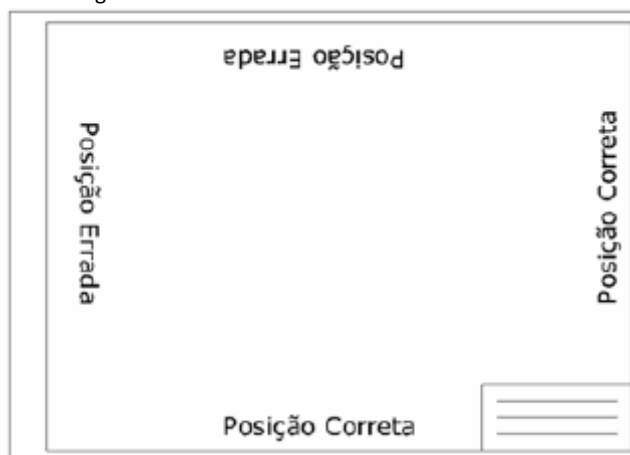


Figura 3 – Posição de leitura

## 1.5 Dobragem

As normas da ABNT (NBR 13142 – DOBRAMENTO DE CÓPIA) recomendam procedimentos para que as cópias sejam dobradas de forma que estas fiquem com dimensões, após dobradas, similares as dimensões de folhas tamanho A4.

Esta padronização se faz necessária para arquivamento destas cópias, pois os arquivos e as pastas possuem dimensões padronizadas.

A seguir são reproduzidos os desenhos constantes na referida Norma indicando a forma que as folhas de diferentes dimensões devem ser dobradas.

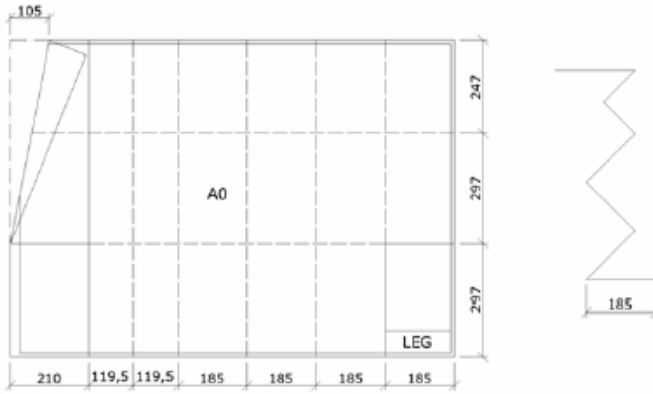


Figura 4 – Dobragem A0

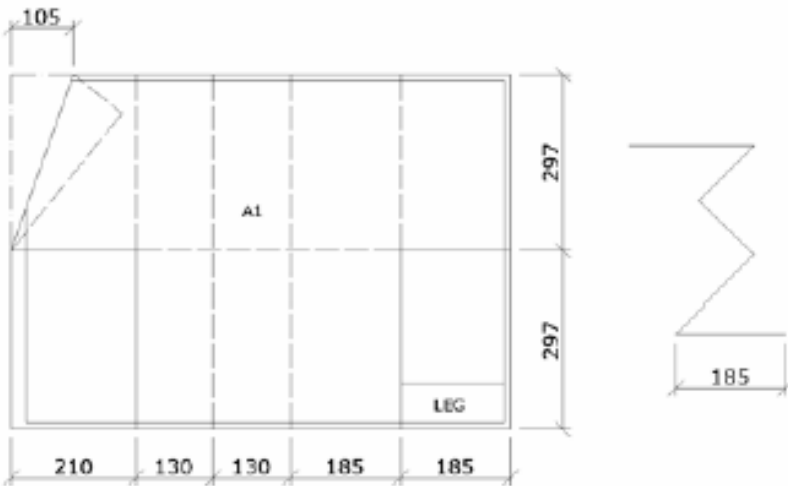


Figura 5 – Dobragem A1

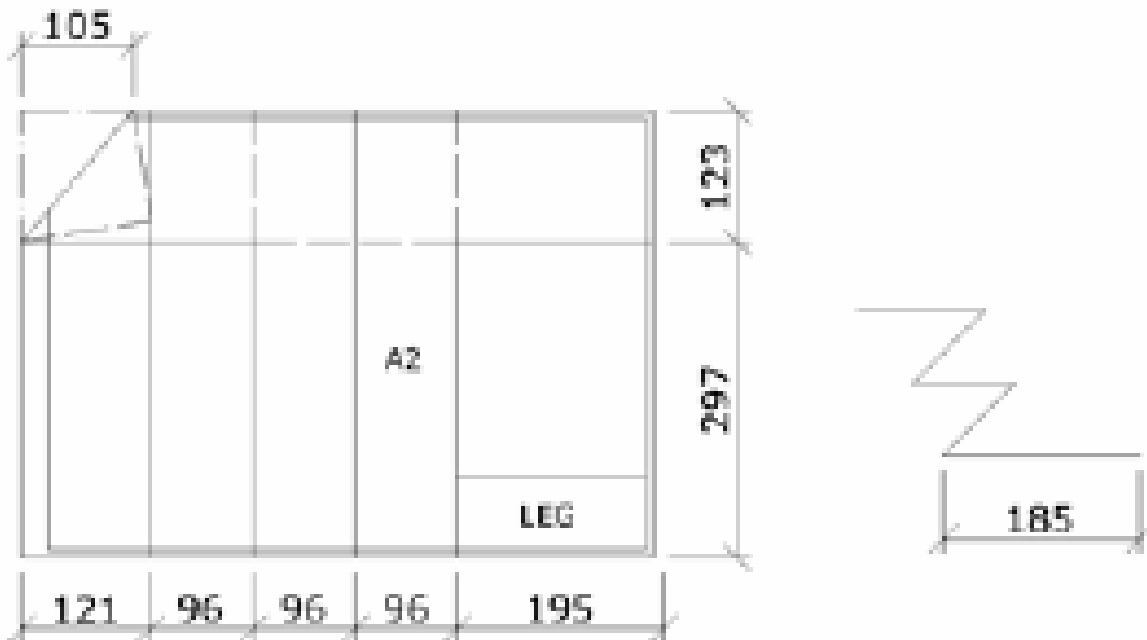


Figura 6 – Dobragem A2

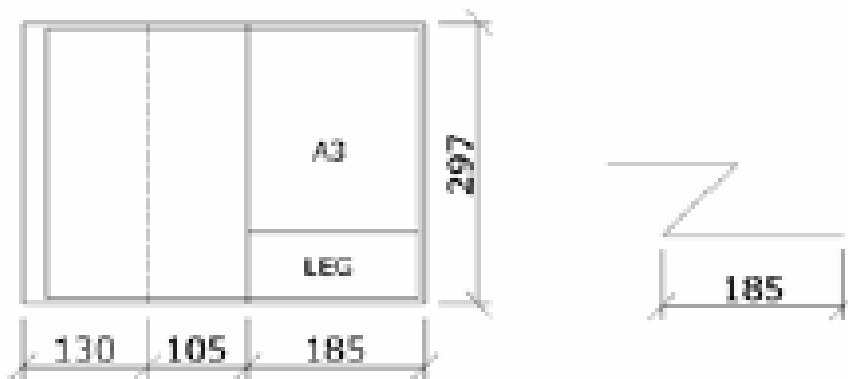


Figura 7 – Dobragem A3

**1.6 Selo ou legenda**

Segundo a NBR 10582, a legenda de um desenho técnico deve conter as seguintes informações:

- Designação da firma;
- Projetista desenhista ou outro responsável pelo conteúdo do desenho;
- Local, data e assinatura;
- Nome e localização do projeto;
- Conteúdo do desenho;
- Escala;
- Número do desenho;
- Designação da revisão;
- Indicação do método de projeção;
- Unidade utilizada no desenho.

O local em que cada uma destas informações deve ser posicionada dentro da legenda pode ser escolhido pelo projetista, devendo sempre procurar destacar mais as informações de maior relevância. O número da prancha deve ser posicionado sempre no extremo inferior direito da legenda.

A seguir é apresentada uma legenda a título exemplificativo.

<b>UFRGS – Faculdade de Arquitetura</b> <b>Departamento de Expressão Gráfica</b> <b>Desenho Técnico II</b>			
Assunto: ASSUNTO			
Nome:			
Conceito:	Curso: CURSO		Código
	Escala: ESCALA	Data:	H56

Figura 8 – Exemplo de legenda (vulgo selo)

**1.7 Marcas de revisão (ou tábua de revisão)**

Conforme a NBR 10582, a tábua de revisão é utilizada para registrar correções, alterações e/ou acréscimos feitos no desenho. Busca registrar com clareza as informações referentes ao que foi alterado de uma versão do desenho para outra. Deve conter, segundo a referida norma:

- Designação da revisão (numeração das revisões);
- Número do lugar onde a correção foi feita (nem sempre é usado);
- Informação do assunto da revisão;
- Assinatura do responsável pela revisão;
- Data da revisão.

A Tábua de revisão é posicionada sobre a legenda, possuindo o formato a seguir representado. É preenchida de baixo para cima, ou seja, a primeira revisão é registrada na linha inferior da tábua, a segunda na linha acima desta e assim por diante.

### 1.8 Tabelas diversas

Muitos projetos exigem uma tabela anexa além da tabela das convenções, como uma tabela de materiais a serem utilizados, quantidades, tipos de tubulações, cores de fios elétrico, etc. Essas tabelas devem estar preferencialmente na mesma folha do desenho a que elas se referem, para facilitar a visualização dos elementos, e podem ficar em qualquer parte utilizável da da folha, sendo que o mais comum é que fiquem próximos as margens.

Desig.	Nº	Descrição	Verif.	Data	

> 100

Figura 9 – Exemplo de tabela

## 2 NORMAS

Os elementos fundamentais do desenho são as linhas, que representam superfícies, arestas, contornos de objetos, e o texto que complementa os objetos, sob forma de símbolos, dimensões e observações. Os métodos de realização de desenho são basicamente três: desenho a mão-livre; desenho com instrumentos e desenho com computador.

Apesar das diferenças entre os métodos de realização o desenho técnico, no entanto, segue normas e convenções genéricas que visam fixar a linguagem gráfica de maneira a facilitar sua interpretação. No Brasil há uma série de normas, as quais regem a linguagem do desenho técnico em seus mais diversos parâmetros, estas normas são:

- NBR 10647 Desenho técnico – Norma Geral.
- NBR 10068 Folha de desenho – leiaute e dimensões.
- NBR 10582 Conteúdo da folha para desenho técnico.
- NBR 13142 Dobramento de cópia de desenho técnico.
- NBR 8196 Emprego de escala em desenho técnico.
- NBR 8402 Execução de caracteres para escrita em desenho técnico.
- NBR 8403 Aplicação de linhas em desenhos – Tipos de linhas – Larguras de Linhas.
- NBR 10126 Cotagem em desenho técnico.
- NBR 6492 Representação de projetos de arquitetura.

Conforme os títulos das normas sugerem, elas fixam os mais diversos parâmetros para a execução de desenhos técnicos. Estas convenções devem ser obedecidas na execução de um bom desenho e para a correta compreensão deste. Assim nas páginas a seguir transcreveu-se os principais tópicos de algumas das normas citadas acima, com objetivo de introduzir a linguagem técnica por meio de desenho. Em caso de necessidade de informações complementares é possível encontrar os textos completos nas publicações da ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS: São Paulo).

## 3 TIPOS DE LINHA

A NBR 8403 fixa os tipos e o escalonamento de larguras de linhas para uso em desenhos técnicos e documentos semelhantes.

### 3.1 Largura das linhas

A relação entre as larguras de linhas larga e estreita não deve ser inferior a 2.

As larguras das linhas devem ser escolhidas, conforme o tipo, dimensão, escala e densidade de linhas no desenho, de acordo com o seguinte escalonamento: 0,13; 0,18; 0,25; 0,35; 0,5; 0,7; 1,00; 1,4 e 2,00mm.










**Obs.:** As larguras de traço 0,13 e 0,18mm são utilizadas para originais em que a reprodução se faz em escala natural. Não é recomendada para reproduções que pelo seu processo necessitem redução.

Para diferentes vistas de uma peça, desenhadas na mesma escala, as larguras das linhas devem ser conservadas.

### 3.2 Espaçamento entre linhas

O espaçamento mínimo entre linhas paralelas (inclusive a representação de hachuras) não deve ser menor que duas vezes a largura da linha mais larga, entretanto recomendase que esta distância não seja menor que 0.70mm.

### 3.3 Tipos de linhas

Linha	Denominação	Aplicação geral
A	 Contínua larga	A1 contornos visíveis A2 arestas visíveis
B	 Contínua estreita	B1 linhas de interseção imagináveis B2 linhas de cotas B3 linhas auxiliares B4 linhas de chamada B5 hachuras B6 contornos de seções rebatidas na própria vista B7 linhas de centros curtas
C	 Contínua estreita a mão-livre	C1 limites de vistas ou cortes parciais ou interrompidos se o limite não coincidir com linhas traço-ponto.
E	 Traçada larga	E1 contornos não visíveis E2 arestas não visíveis
F	 Traçada estreita	F1 contornos não visíveis F2 arestas não visíveis
G	 Traço-ponto estreita	G1 linhas de centro G2 linhas de simetrias G3 trajetórias
H	 Traço-ponto estreita, longa nas extremidades e na mudança de direção	H1 planos de corte
J	 Traço-ponto larga	J1 indicação das linhas ou superfícies com indicação especial
K	 Traço dois pontos estreita	K1 contornos de peças adjacentes K2 posição limite de peças imóveis K3 linhas de centro de gravidade K4 cantos antes da conformação K5 detalhes situados antes do plano de corte

Se existirem duas alternativas de um tipo de linha no mesmo desenho, só deve ser aplicada uma opção.

A representação gráfica de peças ou objetos de desenho técnico pode ocorrer de diferentes formas em uma folha de papel. Dependendo das medidas reais dessas peças ou objetos, porém, é complicado realizar essa representação em tamanho natural.



Figura 10 – Planta baixa exemplo

Para resolver esse problema, pode-se representar o mesmo prédio em escala apropriada, de forma que o mesmo caiba em uma folha de papel.

De acordo com MONTENEGRO (1978), escala “é a relação entre cada medida do desenho e a sua dimensão real no objeto” (figura 7.2).

$$E = \frac{d}{D}$$

Figura 11 – Relação entre a medida gráfica e a real de um objeto: Onde:

E = escala;

d = medida gráfica;

D = medida real.

As escalas são expressas sempre na relação 1 para algum número ou algum número para 1. Exemplos: 1/5 ou 1:5, 1/2000 ou 1:2000; ou ainda 5/1 ou 5:1 e 100/1 ou 100:1

No primeiro exemplo temos uma escala de redução. Isto significa que uma medida gráfica (no papel) do objeto é cinco vezes menor que a medida real. Já no segundo exemplo, verifica-se que a medida gráfica é cinco vezes maior que a medida real do objeto. Esta última escala é chamada de escala de ampliação.

As escalas podem ser escritas também da seguinte forma: E = d:D. Assim, pode-se ter

E = 1:5 ou 5:1. As escalas de ampliação e de redução são conhecidas como escalas numéricas.

Nas escalas numéricas, o número 1 sempre indicará o valor de 1 (um) metro. Assim, pode-se dizer que um desenho representado na escala 1:5 teve a medida de um metro reduzido cinco vezes, isto é, o valor da unidade da medida gráfica corresponderá a 1/5 = 0,20 m ou 20 cm.

Uma escala 1:1 significa que o objeto foi representado em tamanho natural e dessa forma a escala 1:1 é conhecida como escala natural. Veja outros exemplos de objetos em escala na figura 4.

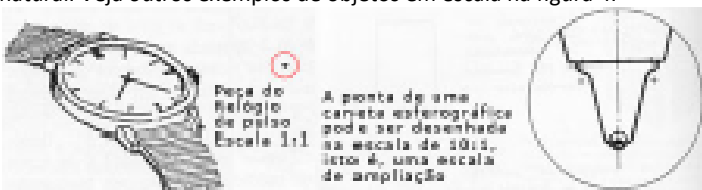


Figura 12 – Diferentes escalas para diferentes situações

Porém, existem algumas situações que objetos representados em escala podem ter suas escalas alteradas quando submetidos a algum tipo de reprodução (fotográfica, xerográfica, dentre outros). Assim, caso um projeto de um dado objeto representado em escala 1:50 seja submetido a uma redução xerográfica, a leitura da escala 1:50 ficará alterada. Esse problema pode ser solucionado se o desenhista ou projetista colocar próximo ao desenho uma escala gráfica (figura 7.5). A escala gráfica nada mais é do que a representação gráfica da escala numérica. Esse tipo de escala é bastante utilizado no desenho de mapas (figura 7.6).



Figura 13 – Escala gráfica

Para o desenho da escala gráfica (figura 7.5), o primeiro segmento à esquerda é dividido em 10 partes iguais para possibilitar a leitura de grandezas que possuem um único algarismo decimal (MONTENEGRO, 1978). Este tipo de escala é conhecida como escala gráfica simples.

Contudo, caso seja necessária leitura da medida com uma segunda casa decimal, deve-se lançar mão da escala gráfica de transversais.

Para o desenho da escala gráfica de transversais é necessário, inicialmente, identificar qual a escala numérica que servirá de base para a construção da escala gráfica (MONTENEGRO, 1978). Para exemplificar tomemos o caso da escala 1:20. Um desenho de um objeto representado nessa escala informa ao leitor que suas medidas gráficas foram reduzidas 20 vezes do tamanho natural do objeto.

Assim,  $1/20 = 0,05 \text{ m} = 5 \text{ cm}$ . MONTENEGRO (1978) complementa os passos para o traçado da escala gráfica de transversais: “Façamos traços verticais para baixo de cada uma das divisões principais; sobre eles marcamos um segmento qualquer a ser dividido em dez partes iguais por meio de retas horizontais. Transportamos as divisões do primeiro segmento da escala simples para a horizontal do extremo inferior. Desenhemos linhas oblíquas, isto é, transversais ligando cada divisão da horizontal superior com a divisão seguinte na horizontal inferior. Está concluída a escala de transversais”.

#### 4.2 Escalímetro

O escalímetro é um instrumento de desenho técnico utilizado para desenhar objetos em escala ou facilitar a leitura das medidas de desenhos representados em escala. Podem ser planos ou triangulares, como o apresentado na figura 7.1.1.



Figura 14 – Exemplo de escalímetro ou escala triangular

O escalímetro, escala ou régua triangular, é dividido em três faces, cada qual com duas escalas distintas. Pode-se, nesse caso, através da utilização de múltiplos ou submúltiplos dessas seis escalas, extrair um grande número de outras escalas.

O escalímetro convencional utilizado na engenharia e na arquitetura é aquele que possui as seguintes escalas 1:20; 1:25; 1:50; 1:75; 1:100; 1:125.

Cada unidade marcada nas escalas do escalímetro correspondem a um metro. Isto significa que aquela dada medida corresponde ao tamanho de um metro na escala adotada (figura 7.1.2).

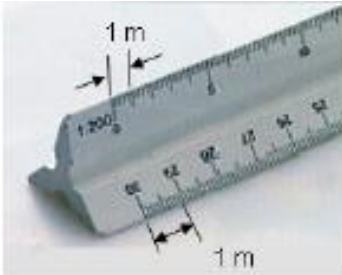


Figura 15 – Cada unidade do escalímetro corresponde a um metro

##### 4.2.1 Escalímetro Convencional

Como o escalímetro convencional apresenta escalas de redução, é necessário que convertamos inicialmente a escala 2:1 para uma escala de redução próxima de uma conhecida.

Isto significa que a escala 2:1 = 1:0,5. Como esta última é uma escala de redução, basta tentarmos verificar no escalímetro convencional uma escala mais próxima para podermos trabalhar. Essa escala é a 1:50 que é 100 vezes menor que a escala de 1:0,5. Assim, para desenhar um objeto na escala 1:0,5 ou 2:1 basta ler as unidades do escalímetro 1:50. A diferença é que cada unidade em vez de corresponder a 1 m, será igual a  $1\text{m}/100 = 1 \text{ cm}$  ou 10 mm. Assim, em vez de ler 1m para cada unidade, deve-se ler, para cada unidade, o valor de 1 cm ou 10 mm.

##### 4.2.2 Escalas Utilizadas na Engenharia

De acordo com a NBR 8196, as escalas utilizadas na engenharia são, em geral:

Tabela 3 – Escalas utilizadas na engenharia

Tabela 3 – Escalas utilizadas na engenharia

REDUÇÃO	NATURAL	AMPLIAÇÃO
1:2	1:1	2:1
1:5		5:1
1:10		10:1

Contudo, em geral, costuma-se utilizar as escalas 1:20; 1:25; 1:50; 1:75; 1:100; 1:125, uma vez que o escalímetro comumente empregado na representação de peças e desenhos da engenharia utilizam tais escalas. Exceção a essa regra deve ser feita para a Engenharia Cartográfica, uma vez que as escalas normalmente empregadas são bem inferiores as apresentadas (1:500; 1:1000; dentre outras).

##### 4.2.3 Escalas Utilizadas na Arquitetura

As escalas de redução recomendadas pela NBR 6492 para a representação de projetos de arquitetura são: 1:2; 1:5; 1:10; 1:20; 1:25; 1:50; 1:75; 1:100; 1:200; 1:250; 1:500.

#### 4.3 Exercícios

- 1) Uma janela que numa escala 1:25 mede 0,04 m (4cm) de largura, que dimensão terá na realidade?
- 2) Um terreno mede 200 m e está representado no papel por 0,4 m, em que escala está representado?

- 3) A distância gráfica entre A e B é 8 cm, e a distância real é de 84 KM. Qual é a escala utilizada?
- 4) Deseja-se representar um retângulo com as dimensões de 10 m X 15 m, na escala 1:150. Quais as dimensões gráficas em centímetros?
- 5) A distância gráfica entre duas cidades A e B é 6 cm e a distância real é de 15km, então qual a escala utilizada no mapa?
- 6) Uma escultura foi representada em um desenho com 84 mm de altura, na escala 1:200. Qual a dimensão real desta escultura? E se ela for representada na escala de 1:50 quanto mediria?

## DESENHO ARQUITETÔNICO – UFRGS- FA - DEG

### 1. A REPRESENTAÇÃO DE UM PROJETO

O projeto de uma edificação se desenvolve através de etapas distintas em que as soluções são gradualmente discutidas e detalhadas de acordo com a participação de diferentes profissionais, arquiteto, engenheiro estrutural, engenheiro de instalações (elétrica e hidrossanitárias), construtor, entre outros. A base da comunicação entre estes profissionais é geralmente a representação gráfica das soluções propostas.

A representação de um projeto arquitetônico pode dispor das duas formas tradicionais de desenho projetivo (vistas ortográficas e perspectivas), optando conforme a necessidade por uma ou outra. A perspectiva cônica por exemplo serve para uma apresentação ao cliente leigo, pois aproxima-se à visão humana sendo de fácil compreensão. Porém este tipo de perspectiva deixa a desejar em termos de rapidez de execução, exatidão e volume informações representadas.

A perspectiva isométrica, conforme visto anteriormente, tem sua execução mais simplificada e como seu fator de redução permite o trabalho com as dimensões proporcionais nos três eixos (X, Y, Z), o que facilita sua utilização como recurso de representação rápida (Fig.1). No entanto, esta perspectiva pode conter ambigüidades e não demonstrar todas as informações necessárias de forma resumida. Por isto a representação mais usual de uma edificação, nas etapas intermediária e final de projeto, são aquelas que derivam das vistas ortográficas. No projeto de edificações as vistas recebem nomes específicos:

Vista Superior é denominada Planta-Baixa;

Vistas Laterais são indicados em planta-baixa e denominados Cortes ou Fachadas.

#### 1.1 PLANTA-BAIXA:

As plantas-baixas são seções horizontais da edificação e representam informações relativas à largura e comprimento (eixos X,Y).

Convenciona-se que a edificação é “cortada” na altura 1,50m, o que acarreta uma diferença entre as linhas visíveis e não visíveis e suas respectivas representações.

#### Planta-Baixa

Estas representações podem ser executadas em diferentes escalas conforme a informação desejada. Em um projeto para aprovação em órgão competente por exemplo, é necessário mostrar a localização do terreno em relação ao seu entorno e a disposição da edificação dentro do terreno. Estas plantas-baixas específicas são denominadas:

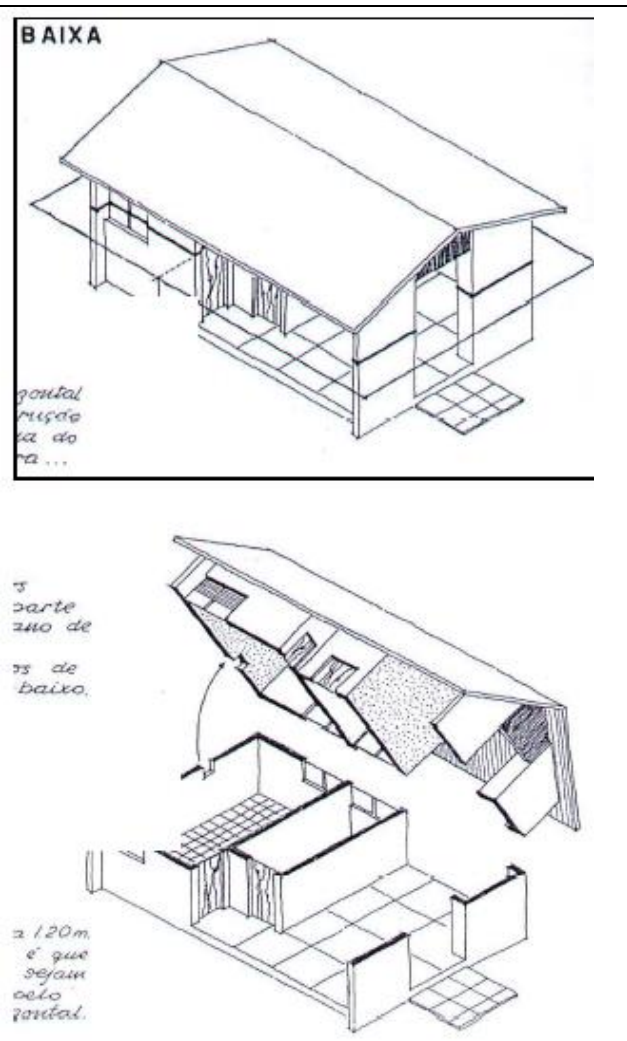


Figura 1 – Isométrica que representa a seção da

#### 1.1.1 Planta de Situação



Situa o lote dentro da quadra, conforme figura2, ou em caso de propriedades maiores situa a área em relação às estradas e perímetro urbano mais próximo. Como área que esta planta engloba é significativa e não é necessário alto grau de detalhamento, a escala utilizada é geralmente 1/1000 Esta planta deve conter informações exigidas pelo órgão regulador e **outras básicas como:**

447.1

**Orientação Solar**, representada pelo norte que deve estar posicionado na direção vertical da folha de desenho e direcionado para cima;

O nome das ruas que limitam a quadra;

Forma e dimensões do terreno;

Número do lote Uma cota (dimensão) de amarração à esquina mais próxima.

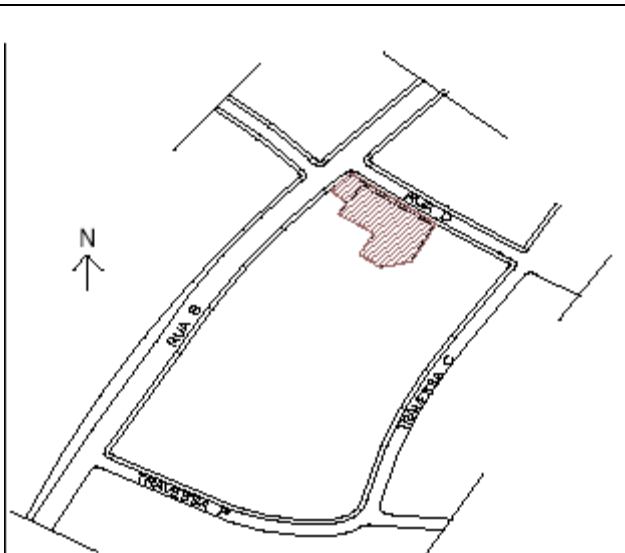


Figura 2 – Planta de Situação

### 1.1.1 Planta de Localização:

Situa a projeção da edificação (área coberta) no terreno, conforme mostra a figura 3.

Nesta planta geralmente é utilizada a escala 1/200.

Da mesma forma que a Planta de Situação, esta planta deve conter informações exigidas pelo órgão regulador e outras básicas como:

☒☒Orientação Solar, representada pelo norte que deve estar posicionado na direção vertical da folha de desenho e direcionado para cima;

☒☒Forma e dimensões do terreno;

☒☒Alinhamento, linha que separa o terreno do espaço público;

☒☒Passeio, faixa destinada ao trânsito de pedestres (calçada);

☒☒Meio fio, linha que separa o passeio da pista para veículos;

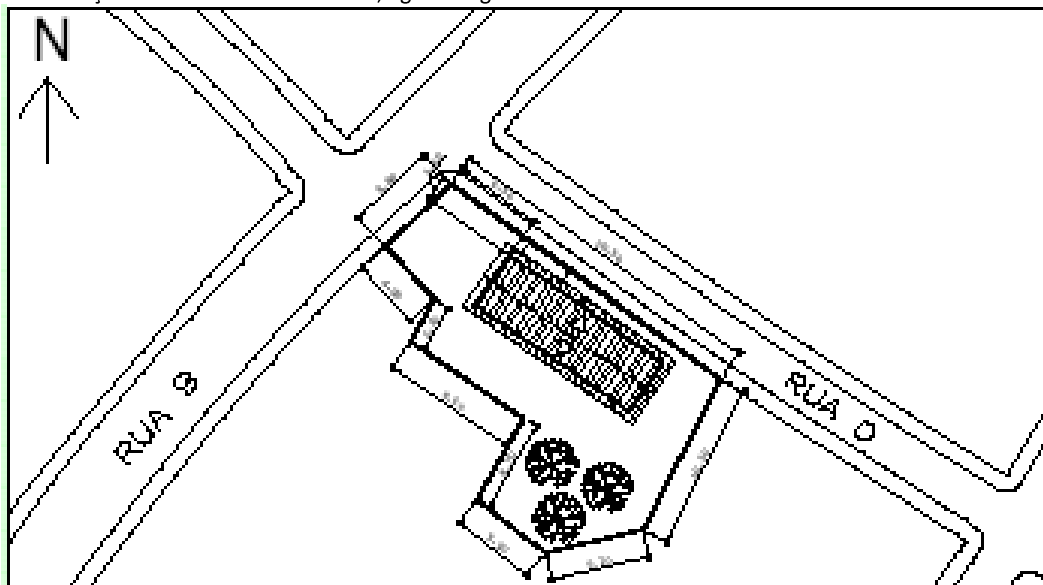
☒☒Cotas que localizam a edificação no terreno;

☒☒Curvas de nível;

☒☒Recuos (afastamento da edificação ao alinhamento), afastamentos laterais e de fundo);

☒☒Muros, com suas respectivas alturas e árvores;

☒☒Ponto de alimentação das redes de eletricidade, água e esgotos.



## 1.1 Cortes e Fachadas

Os cortes são seções verticais da edificação e representam informações relativas aos ambientes internos e principalmente às alturas (eixo Z) de paredes (pé-direito), peitoris de janelas, elementos de cobertura, etc.

As fachadas são vistas externas ao objeto e procuram mostrar a aparência da edificação conforme o conceito de vista ortográfica.

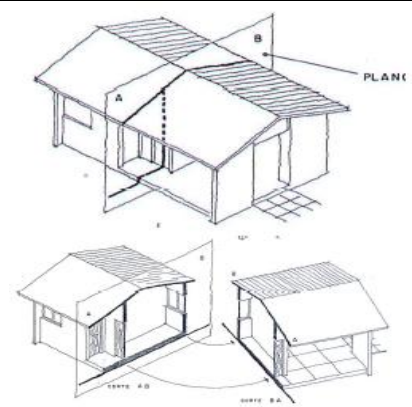


Figura 4 – Corte

## 2 COTAGEM

### 2.1 Princípios gerais

A Norma NBR 5984 (Norma Geral de Desenho Técnico) tem como princípios gerais:

☒☒ Todas as cotas necessárias à caracterização do objeto devem ser indicadas diretamente sobre o desenho de modo a não exigir, posteriormente o cálculo ou a estimativa de medidas.

☒☒ A cotagem deve ser executada considerando a função, a fabricação e a inspeção do objeto.

☒☒ As cotas devem ser indicadas com a máxima clareza de modo a admitir uma única interpretação.

☒☒ Não devem ser colocadas no desenho outras cotas além das indispensáveis para definir o objeto. Deve ser evitada a repetição de cotas.

☒☒ Cada cota deve ser indicada na vista que mais claramente representar a forma do elemento cotado.

### 2.1 Representação

☒☒ As linhas de cota são representadas por traço fino, limitadas pelas linhas de extensão.

☒☒ Nunca se deve usar como linhas de cota: eixos, linhas de centro, arestas e contornos do objeto.

☒☒ Deve-se evitar na medida do possível que linhas de cota se cruzem entre si ou com linhas do desenho.

☒☒ As linhas de extensão são representadas por traço fino e não devem tocar o contorno do objeto e prolongam-se um pouco além da última linha da cota que abrangem.

☒☒ As linhas de extensão são usualmente perpendiculares à linha de cota.

☒☒ A terminação das linhas de cotas pode variar (traço, ponto, seta), como mostram as figuras 1, 2 e 3 abaixo. Aconselha-se a utilização de traços inclinados a 45°.

☒☒ Os números que expressam as dimensões são escritos de preferência no centro do vão da cota. Podem ser escritos em intervalo aberto pela interrupção dessa linha ou acima da mesma, a qual neste caso não é interrompida (fig.4).

☒☒ Os números podem ser escritos na direção da linha de cota ou unidirecionalmente.

Porém, deve-se representar apenas uma destas opções num mesmo desenho. É importante salientar que em caso de cotas verticais os números deverão ser escritos obedecendo ao sentido de leitura de baixo para cima (fig. 1, 2, 3 e 4).

☒☒ A colocação das cotas interna ou externamente ao contorno do elemento a que se referem, deve atender aos requisitos de maior clareza, compreensão e facilidade de execução do desenho. Aconselha-se, porém, dispor as cotas fora do contorno externo do objeto.

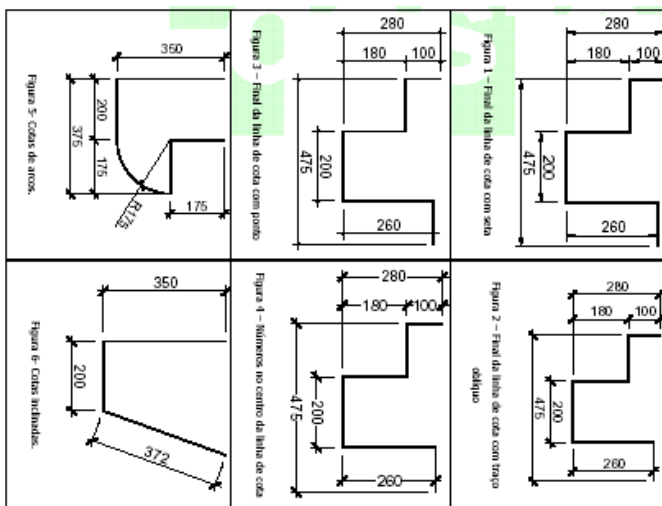
☒☒ Cada cota deve ser ligada por linhas de extensão a apenas uma das vistas onde o detalhe cotado seja representado.

☒☒ As cotas de maiores dimensões são colocadas por fora das menores (fig. 1, 2, 3 e 4).

☒☒ Cotagem de arcos de círculo se faz indicando o raio. A cotagem de círculos e esferas se faz indicando o valor do diâmetro ou do raio.

☒☒ OBS.: Prevalece sempre o valor indicado na cota sobre o valor medido em escala no desenho.

### 2.1 Diferentes execuções de cotas



UFRGS-FA-DEG-NDP TRAÇADO E LETREIRO 1/18

## TRAÇADO E LETREIRO

Referências: [www.ufrgs.br/destec](http://www.ufrgs.br/destec)

### SUMÁRIO

#### 1 TRAÇADO 1

1.1 Esboço à mão livre .....	1
1.2 Técnica para Traçado das Linhas.....	1
<b>2 LETREIROS.....</b>	<b>6</b>
2.1 Introdução.....	6
2.2 Instrumentos utilizados no traçado de letreiros.....	6
2.3 Traçado das letras e algarismos .....	6
2.3.1 Condições de um bom Letreiro .....	7
2.4 Composição de palavras .....	9
2.4.1 Combinações normais de letras .....	10
2.4.2 Combinações peculiares de letras .....	11
2.5 Composição de frases .....	11
2.5.1 Letras estreitas e largas .....	12
Sinais de pontuação .....	12
2.5.2 Letreiro em curva.....	12
2.5.3 Títulos e letreiros .....	12

#### ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1– Traçado das letras e algarismos .....	7
Figura 2 – Estilo e regra de estabilidade .....	9

#### 1 TRAÇADO

##### 1.1 Esboço à mão livre

O esboço é aceito, geralmente, como um meio universal e eficaz de comunicação, tanto entre técnicos com entre leigos. Mas existe uma função do esboço que, apesar de constantemente utilizada, não é conscientemente percebida, nem avaliada em toda a sua importância. Essa função é a de auto-informação, a qual desempenha um papel primordial na atividade criativa do projeto.

##### 1.2 Técnica para Traçado das Linhas

Inicialmente é necessário desenvolver a técnica para o traçado de linhas razoavelmente retas, fazendo a união de dois pontos dados. Neste caso, é importante que se atente para os pontos extremos da linha, que definem a sua direção e, portanto, aquela do traço a ser executado. Assim, a principal dificuldade consiste, pois, em vencer-se o condicionamento estabelecido desde a infância, quando aprendemos a acompanhar atentamente os movimentos da ponta do lápis, ao escrever.

Evitando esse condicionamento, pode-se com extrema leveza e de modo bastante espontâneo, desenhar uma linha razoavelmente reta, entre os dois pontos, com traços sucessivos (1a técnica). Após examinar o resultado conseguido, é fácil corrigir, também levemente, qualquer erro maior. Consegue-se, assim, esboçar uma linha aceitável, por pior que tenha sido o seu traçado inicial.

Para linhas longas, como alternativa, alguns autores preconizam um traçado contínuo, obtido com amplos movimentos de todo o braço (2a técnica). Sem o lápis tocar no papel fazem-se rápidas e sucessivas tentativas para obter a direção desejada; quando for julgada bem definida, traça-se a linha de modo contínuo.

Tendo-se obtido, com qualquer das duas técnicas acima, um leve e satisfatório esboço da linha, deve-se reforçá-la. A linha poderá ser passada a limpo com traços descontínuos ou contínuos, cuidando-se que, no primeiro caso, as interrupções sejam mínimas em relação ao comprimento dos traços. Pode-se, então, aplicar qualquer das duas técnicas; normalmente, porém, o principiante encontrará maior facilidade na de traços descontínuos.

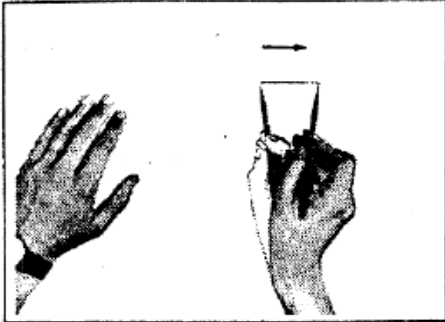
No esboço à mão livre é natural uma certa tremura nos traços, não sendo a mesma indesejável, dentro de certos limites. Após praticar o traçado de linhas retas isoladas, o estudante procurará aplicá-lo no desenho de paralelas e perpendiculares.

A seguir, deverá ser feito o aprendizado do traçado de curvas, especialmente de circunferências e elipses. O desenho dessas curvas deverá ser, normalmente, precedido pelo esboço do quadrado ou retângulo circunscrito; podendo, também facilitar-se o desenho com a marcação de alguns pontos intermediários de passagem.

Qualquer desses processos auxiliares deve ser usado com moderação, posto que é indispensável desenvolver a habilidade de traçar curvas com toda a espontaneidade e sem qualquer auxílio; só assim será adquirida a rapidez de execução condizente com os objetivos do esboço à mão livre. É importante, no esboço à mão livre, desenhar sempre muito de leve para que, posteriormente, se corrijam os eventuais erros, após uma verificação atenta do que foi feito.

## TÉCNICAS PARA TRAÇADOS DE RETAS A MÃO LIVRE

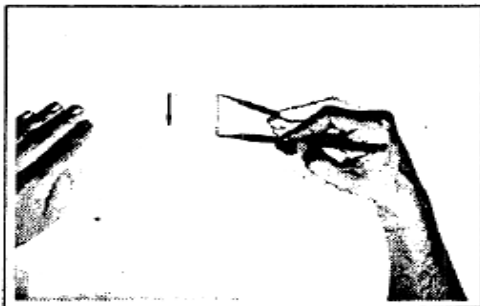
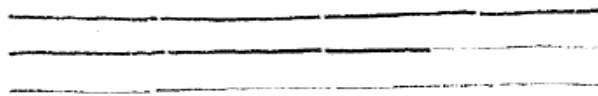
### TRAÇOS SUCESSIVOS



A linha é esboçada por meio de pequenos traços sucessivos, sendo após reforçada do mesmo modo.

#### RETAS HORIZONTAIS:

Os pequenos traços sucessivos são desenhados da esquerda para a direita, com um movimento giratório da mão, em torno da articulação do pulso.



#### RETAS VERTICAIS:

Os pequenos traços sucessivos são desenhados de cima para baixo, por meio de uma contração dos dedos.



### TRAÇOS CONTÍNUOS



O lápis é colocado no ponto inicial do segmento de reta a traçar e, fixando-se o olhar no ponto terminal do mesmo, a linha é traçada com um único movimento.

#### RETAS HORIZONTAIS:

são desenhadas da esquerda para a direita, com um movimento giratório do antebraço em torno da articulação do cotovelo. O dedo mínimo apoia no papel e a curvatura do movimento é compensada pela contração dos dedos que seguram o lápis.





### RETAS VERTICAIS:

são desenhadas de cima para baixo, com um movimento de todo o braço, que usa as articulações do ombro e do cotovelo. Somente o dedo mínimo deve apoiar no papel.

### TRAÇANDO AS LINHAS INCLINADAS:

04

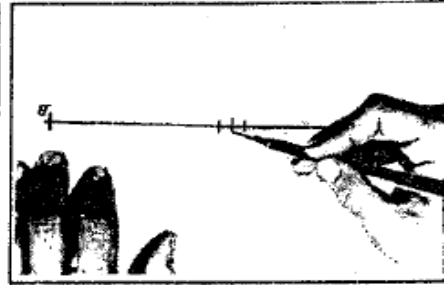
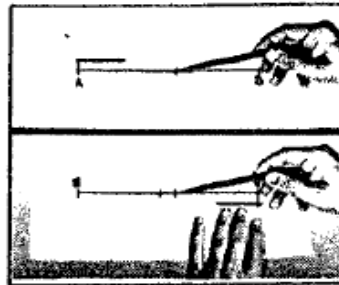
a) para a esquerda, como verticais;

b) para a direita, como horizontais.

### TRAÇADO: DIVISÃO DA RETA EM PARTES IGUAIS - TRANSPORTE DE MEDIDAS

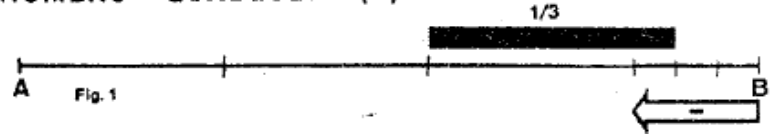
#### DIVISÃO DE UM SEGMENTO AO MEIO:

- Marque, a partir do ponto B, uma distância arbitrária, aproximadamente igual à metade do segmento AB.
- Mantendo imóvel a mão, gire o papel e marque novamente a mesma distância, agora a partir de A.
- Divida o erro ao meio.

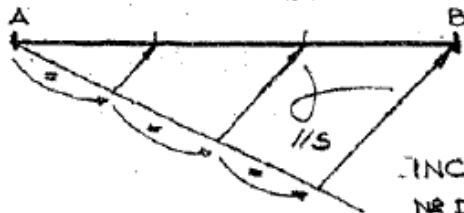


#### DIVISÃO DE UM SEGMENTO EM NÚMERO QUALQUER (N) DE PARTES IGUAIS:

- Marque, a partir do ponto A, uma distância arbitrária, aproximadamente igual a  $1/N$  do segmento AB.
- Repita a marcação do segmento estimado, N vezes.
- Na Fig. 1. ( $N=3$ ), o erro acumulado será distribuído, aumentando-se o segmento inicial de  $1/3$  da falta.
- A Fig. 2. ( $N=5$ ), ilustra uma avaliação errada para mais, e a indicação da correção a ser feita.



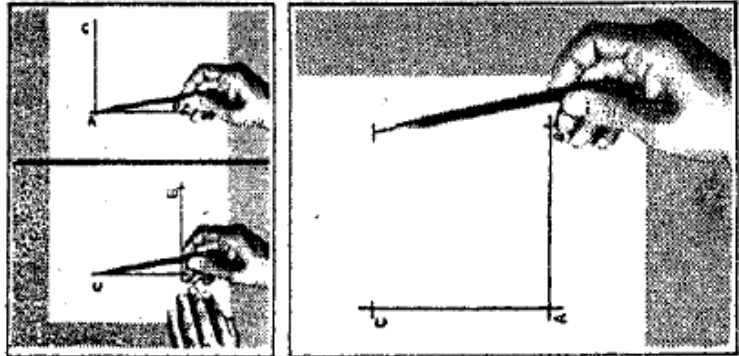
#### OUTRA ALTERNATIVA DE DIVISÃO EM (N) PARTES IGUAIS



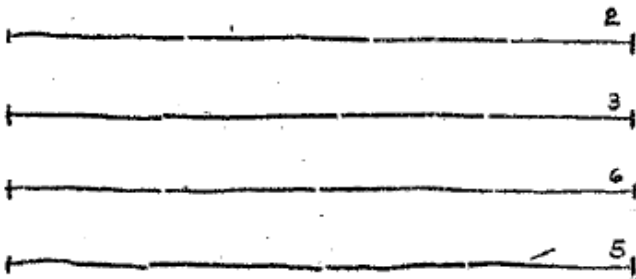
INCONVENIENTE:  
Nº DE LINHAS DE CONSTRUÇÃO  
SOBRE DESENHO MAIS COMPLEXO

**CONSTRUÇÃO DO QUADRADO:**

- a) Marque, a partir do vértice A da intersecção de duas perpendiculares, o lado AB do quadrado.
- b) Mantendo a mão imóvel, gire o papel e marque a medida AB sobre a direção AC.
- c) Pelos pontos assim obtidos, trace paralelas, concluindo a construção.



**DIVIDA OS SEGMENTOS ABAIXO, NO NÚMERO DE PARTES IGUAIS INDICADO.**



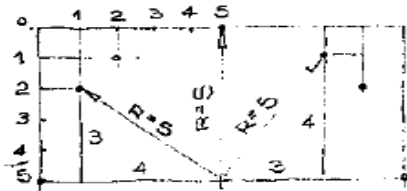
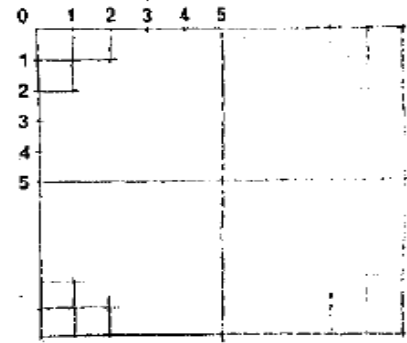
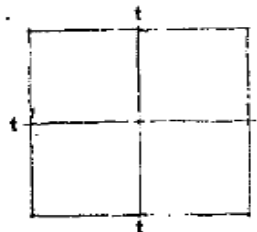
**CONSTRUA QUADRADOS A PARTIR DOS LADOS FORNECIDOS**



**TÉCNICAS PARA TRAÇADOS DE CIRCUNFERÊNCIAS E ELIPSES A MÃO LIVRE**  
**TRAÇADO DA CIRCUNFERÊNCIA.**

- 
- a) Desenhe o quadrado circunscrito, marque os pontos médios dos lados e una-os.
  - b) Trace os arcos tangentes aos lados, nos pontos t.
  - c) Amplie os arcos até obter o esboço da circunferência.

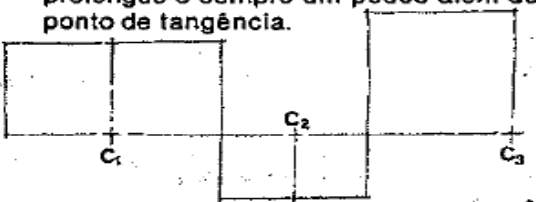
**DESENHE AS CIRCUNFERÊNCIAS INSCRITAS NOS QUADRADOS A SEGUIR:**



$3^2 + 4^2 = 5^2$   
 PITÁGORAS

**TRACE AS SEMI-CIRCUNFERÊNCIAS**

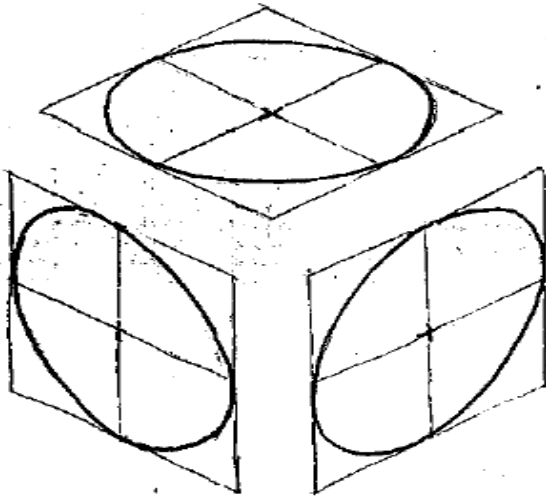
Ao traçar um arco de circunferência, prolongue-o sempre um pouco além do ponto de tangência.



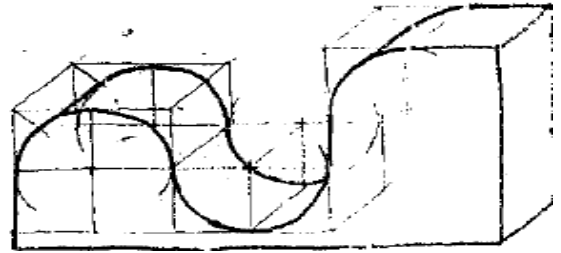
**IMPORTANTE**  
 AO TRAÇAR UMA CIRCUNFERÊNCIA SEMPRE INICIAR PELO QUADRADO CIRCUNSCRITO

A CONSTRUÇÃO MAIS FÁCIL E RÁPIDA É A A, B, C INDICADA ACIMA - B  
IS TREINAR - TRAÇADO DE CIRCUNFERÊNCIAS E ELIPSES NA PERS

### PERSPECTIVA ISOMÉTRICA



### PERSPECTIVA CAVALEIRA



## 2 LETREIROS

### 2.1 Introdução

O letreiro é indispensável ao Desenho Técnico, para que o mesmo possa realizar plenamente seus objetivos. Somente os letreiros permitem definir nos desenhos técnicos o título e outros dados identificadores; as especificações de materiais; os trabalhos de acabamentos e as dimensões.

Os letreiros, em Desenho Técnico, são geralmente realizados à mão livre. O estilo dos mesmos deve ser normatizado, perfeitamente legível e de execução fácil e rápida. Nos desenhos instrumentais, os letreiros podem ser executados com aparelhos denominados normógrafos ou, ainda, com técnicas especiais, como a das letras decalcáveis. Entretanto, no trabalho do Engenheiro e do Arquiteto a quase totalidade dos letreiros é feita à mão livre.

### 2.2 Instrumentos utilizados no traçado de letreiros

Tanto os desenhos técnicos como os seus letreiros são, sempre, executados a lápis, mesmo que, eventualmente, sejam passados a limpo com tinta nanquim. Para o traçado dos letreiros deve-se escolher um lápis cuja grafite (HB ou B) seja um ou dois graus mais macia que a utilizada no desenho correspondente. A ponta da grafite deve ser afiada em forma de cone alongado, com extremidade levemente arredondada para não ficar tão aguda, como a necessária ao traçado das figuras.

### 2.3 Traçado das letras e algarismos

A maneira correta e cômoda de segurar o lápis ou caneta está indicada na Fig. 1. O lápis é mantido entre os dedos polegar, indicador e médio, enquanto o anular e o mínimo apóiam na folha. Para garantir a precisão dos traços curtos, empregados em letreiros, a extremidade dos dedos deve ficar próxima da ponta do lápis. A pressão com o lápis deve ser constante e firme, mas não excessiva, a fim de evitar sulcos no papel.

# TRAÇADO DAS LETRAS E ALGARISMOS

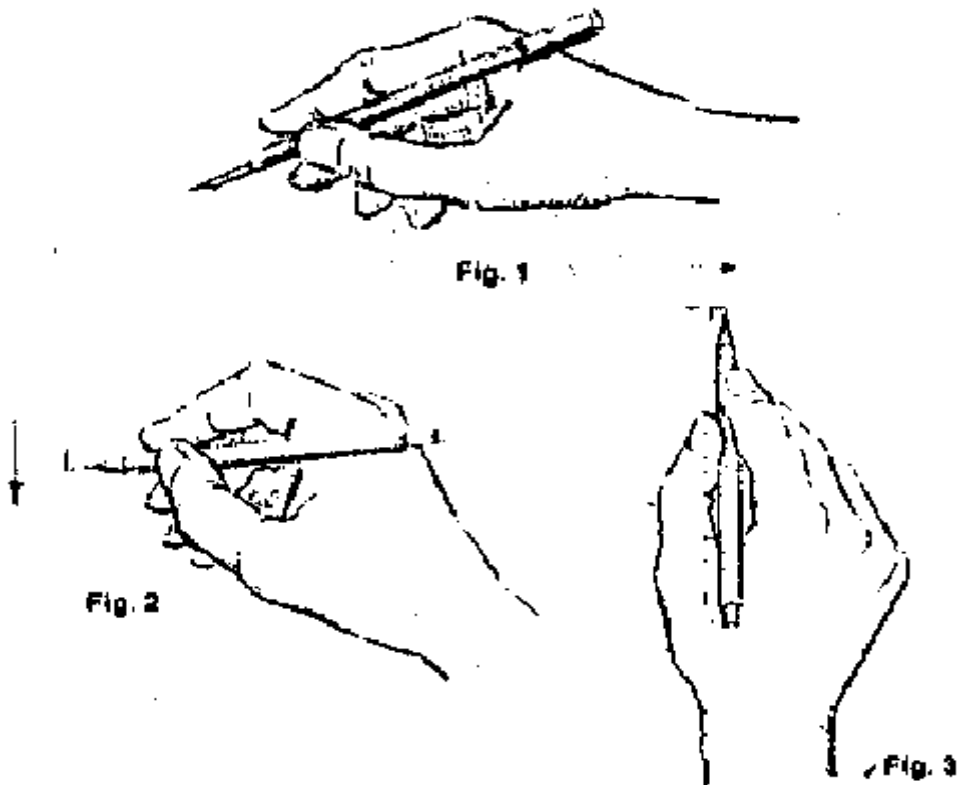


Figura 1– Traçado das letras e algarismos

Os traços verticais, inclinados e curvos são obtidos com um movimento preciso e contínuo de contração dos dedos. Fig. 2. Os traços horizontais são praticados com um movimento de giro de toda a mão em torno da articulação do pulso Fig. 3.

## 2.3.1 Condições de um bom Letreiro

**Estilo uniforme:** significa que deve ser rigorosamente obedecido o estilo adotado, assegurando a estética e legibilidade das palavras;

- Altura uniforme: para garanti-la, basta que antes de iniciar qualquer letreiro sejam traçadas sempre duas linhas finas que limitem superior e inferiormente as letras - as linhas de pauta;
- Verticalidade ou inclinação uniforme dos traços: quando esta condição não for alcançada através da prática de letreiros, poderão ser traçadas, a intervalos regulares, algumas linhas de referência, verticais ou inclinadas;
- Espessura uniforme dos traços: pode ser assegurada mantendo sempre afiado o lápis ou limpa a pena, exercendo pressão constante da ponta sobre o papel e, principalmente, nunca retocando qualquer traço mal executado. O treinamento, adquirido através da execução dos exercícios, fará que essas e outras regras da composição dos letreiros se incorporem aos hábitos de trabalho do aluno. Isso permitirá que além de executar os letreiros de norma, mais fáceis, ele se lance a composições mais ousadas, visando efeitos gráficos especiais.

• **Estilo dos letreiros:** O estilo dos letreiros, adotado nas diversas normas técnicas, baseia-se no denominado “gótico comercial” e se caracteriza por usar letras de traços uniformes, isto é, com espessura uniforme de traços, o que as distingue das letras dos estilos “romântico” e “gótico antigo” (old English e German text), cujos traços são de espessura variável. O estilo “gótico comercial” satisfaz a condição de “fácil e rápida execução”, quando suas letras são desenhadas com traços simples; isto significa que cada traço da letra tem a espessura de um único traço, quer seja de lápis ou pena. Não se trata, pois, de letras construídas e preenchidas posteriormente, mas de um estilo de letreiros cuja execução é quase tão rápida e espontânea como a da escrita cursiva. Para dominar este estilo, devem ser estudadas:

a forma das letras;

a proporção das mesmas;

a ordem e direção dos seus traços:

É fundamental aprender a forma das letras, pois ela foi estabelecida tendo em vista a máxima legibilidade e simplicidade do traçado das mesmas. Também deve ser cuidadosamente obedecida a proporção das letras, a fim de garantir o aspecto uniforme e harmonioso dos letreiros. A razão disso é que letras de formas diferentes, se forem desenhadas com larguras iguais, dão impressão de dimensões não uniformes Fig. 4.





Fig. 4

## REGRA DA ESTABILIDADE

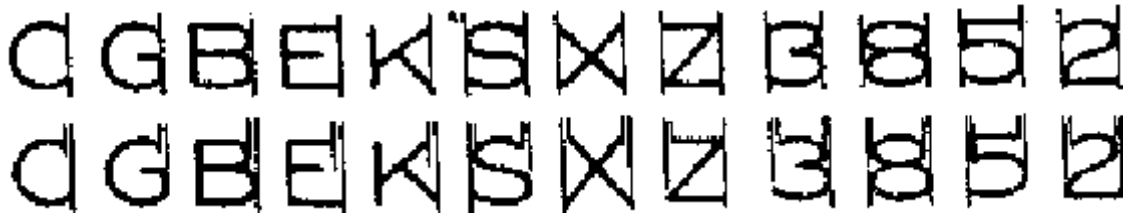


Figura 2 – Estilo e regra de estabilidade

Para os letreiros parecerem estáveis, a parte superior de certas letras e algarismos deve ser desenhada um pouco menor que a inferior e os traços horizontais, intermediários, colocados um pouco acima do meio Fig. 5.

### 2.4 Composição de palavras

Tão importante como o traçado individual das letras é a composição das mesmas, em palavras e frases. Nesta folha é analisado o problema e são fornecidas algumas normas para resolvê-lo. Tais normas serão úteis enquanto a experiência de cada um não possibilitar uma composição correta, baseada predominantemente no próprio senso de observação. Uma das principais condições para a boa composição é o aspecto uniforme do letreiro, o qual depende primordialmente de um correto espaçamento das letras nas palavras e destas na frase. Este espaçamento correto não é obtido, como poderia parecer intuitivo, escrevendo as letras a distâncias iguais, porque a forma diferente das letras determina espaços em branco, cujas áreas, também diferentes, dão impressão de espaçamento desigual. Exemplo:

A L T I P L A N O

Face ao acima exposto, a regra para obtermos a impressão de espaçamento uniforme é a seguinte:

**As letras serão escritas à distâncias variáveis, em função da forma das mesmas, de modo que as áreas dos espaços em branco sejam aproximadamente iguais.**

**(Regra das Áreas).**

Como a impressão de área relaciona-se com o tipo de combinação de letras, estudarseão a seguir os grupamentos mais característicos.

#### 2.4.1 Combinações normais de letras

Intervalos limitados por traços retos paralelos: o espaçamento básico será da ordem de meia altura da pauta. Exemplo: H I L L M N A V N D

Intervalos limitados por traços retos não paralelos: o espaçamento continua sendo da ordem de meia altura da pauta, medido na metade do traço inclinado.

Exemplos: A D M V A B V I

Intervalos limitados por traços verticais e curvos: a impressão de maior área entre as letras deverá ser compensada, espaçando-as um pouco menos que no caso anterior.

Exemplos: I C M O O P O L

Intervalos limitados por traços inclinados e curvos: o espaçamento deverá ser igual ao do caso anterior, medido na metade do traço inclinado. Exemplo: V O A G

Intervalos limitados por traços curvos: como traços curvos aumentam a impressão de área entre as letras, estas devem ser ainda mais aproximadas do que nos casos anteriores. Exemplos: D O O C O G

#### 2.4.2 Combinações peculiares de letras

Existem letras, tais como F, J, L, P, T e X, cujas formas abertas, em virtude da grande área vazia que determinam, exigem o máximo de aproximação com as letras adjacentes, chegando, em alguns casos, até a superposição:

L V F A T A L T

Combinações, tais como LA, FT etc., condicionam um aumento no espaçamento de todas as letras da palavra à qual pertencem, admitindo-se também, em certos casos, o encurtamento dos traços horizontais do L, do F ou do T.

Exemplos: F L A N G E N A F T A

Deve ficar bem claro que as distâncias sugeridas anteriormente são apenas ponto de partida e que a única regra a ser observada é a das áreas. Demasiada confiança em qualquer sistema de medida torna-se um empecilho para o principiante e retarda o desenvolvimento do seu senso de medida e de observação.

### 2.5 Composição de frases

O intervalo entre as palavras deve parecer igual, a fim de completar a impressão de uniformidade do letreiro. A forma das letras, que iniciam e finalizam as palavras, determinam a impressão de área e, portanto, de espaçamento entre as mesmas. Para levar-se em conta este fato, far-se-á a composição das frases supondo a letra I intercalada entre as palavras, como se delas fizesse parte.

Exemplo: D I M E N S I O N A M E N T O D E F E R R O P E R F I L A D O

#### 2.5.1 Letras estreitas e largas

As proporções estudadas para as diversas letras destinam-se a fornecer relações harmoniosas entre as mesmas, isso não impede que as letras possam, em conjunto, ser alargadas ou estreitadas desde que sejam mantidas aquelas relações. Exemplo:

LETRAS LARGAS	LETRAS ESTREITAS
SÃO UTILIZADAS EM	SÃO UTILIZADAS EM
ESPAÇOS MAIORES	ESPAÇOS LIMITADOS

Para uma determinada altura de pauta as letras largas são sempre mais legíveis. Por essa razão são especialmente utilizadas em letras de pequena altura.

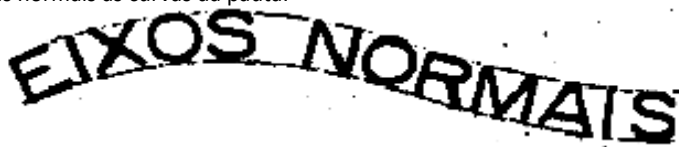
*Sinais de pontuação*

Considera-se qualquer sinal de pontuação como uma letra pertencente à palavra que o antecede.

., : ; ! ? ( ) [ ] " " "

*2.5.2 Letreiro em curva*

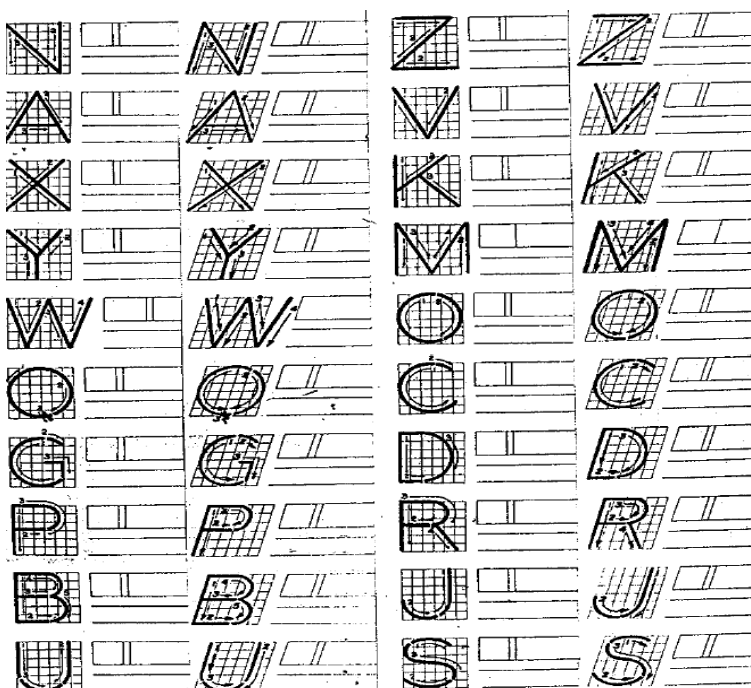
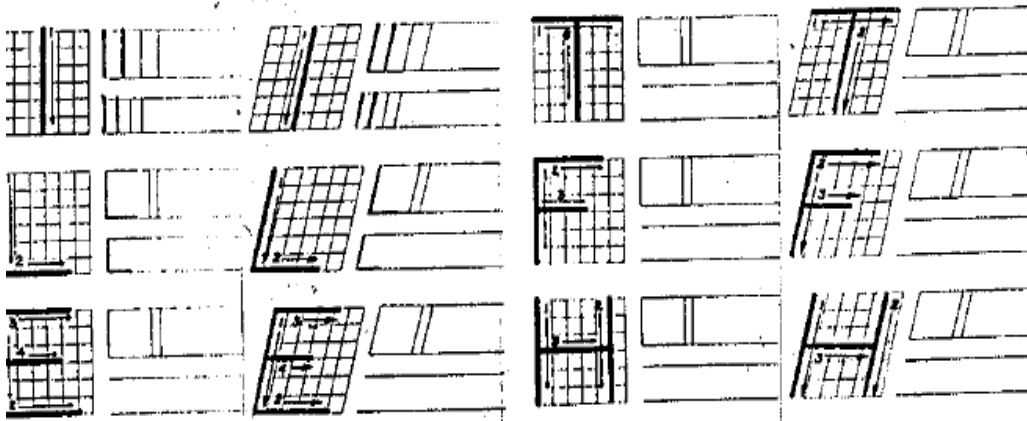
Quando for necessário denominar figuras curvas, como rios, estradas, etc..., são utilizados letreiros que acompanham a curvatura da figura. Para executá-los, é traçada, à mão livre, uma pauta eqüidistante da curva dada. A direção dos eixos verticais das letras seria, agora, a das normais às curvas da pauta.



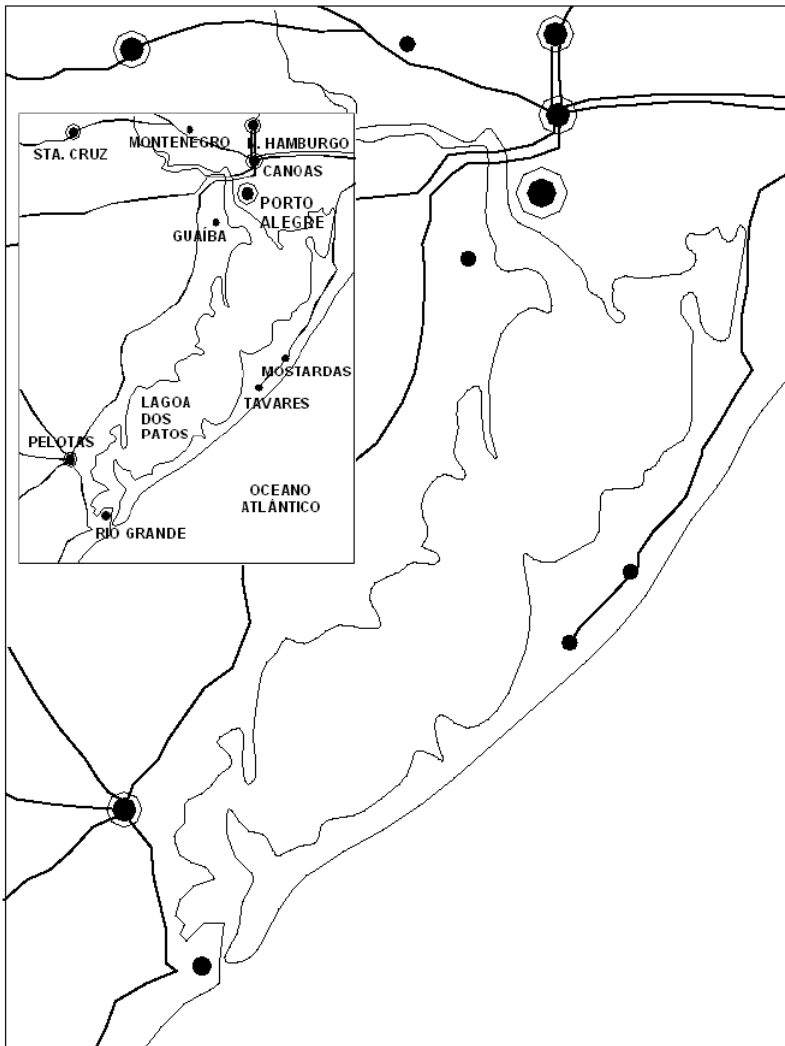
Exemplos:

*2.5.3 Títulos e letreiros*

Para escrever um texto determinado num espaço previamente estabelecido, após arbitrada a altura conveniente de pauta, com vistas á legibilidade, esboça-se o letreiro numa tira de papel à parte. Obtida, por tentativa, a composição correta, esta é reproduzi-da, colocando-se a tira escrita paralelamente à pauta em branco.



Transcrever os nomes das localidades descritas no mapa A para o mapa B. Atenção: é necessário fazer pauta e a letra deve ser maiúscula.



## TERMINOLOGIA E SIMBOLOGIA EM DRENAGEM AGRÍCOLA

### 1. Introdução

Neste capítulo são apresentadas as definições e os símbolos mais comumente utilizadas em drenagem agrícola, o que contribui para a uniformização da linguagem entre os técnicos da área. As definições e símbolos aqui utilizados constam de uma relação parcial extraída da NBR 14145, estando portanto sujeitas a modificações sempre que a norma citada for revisada.

### 2. Terminologia - definições

#### 2.1. Área de influência do dreno:

Área efetiva da qual a água em excesso é captada e removida pelo dreno.

#### 2.2. Base de drenagem:

Cota mínima ou cota de chegada de um sistema de drenagem. Indica se a área será drenada por gravidade ou bombeamento.

#### 2.3. Caixa de inspeção:

Estrutura intercalada na linha de dreno subterrâneo entubado para facilitar a inspeção e a manutenção do sistema.

#### 2.4. Camada impermeável ou barreira:

Camada de solo cuja condutividade hidráulica vertical saturada é igual ou inferior a 1/10 da média ponderada da condutividade hidráulica saturada das camadas superiores.

#### 2.5. Carga hidráulica:

Potencial de pressão expresso em altura equivalente a uma coluna de água em relação a um plano de referência (mca)

#### 2.6. Coeficiente de drenagem subterrânea ou recarga:

Taxa de remoção do excesso de água do solo, expressa em altura de lâmina de água por dia (m/dia).

#### 2.7. Coletor:

Condutor aberto ou subterrâneo destinado a receber as águas de outros drenos e conduzi-las ao ponto de descarga.

#### 2.8. Condutividade hidráulica saturada (k):

Propriedade hidráulica de um meio poroso saturado que determina o fluxo em função do gradiente hidráulico (m/dia):

#### 2.9. Dique:

Obra hidráulica, de terra ou concreto, de proteção contra inundações.

#### **2.10. Drenagem:**

Processo de remoção do excesso de água da superfície do solo e/ou subsolo.

#### **2.11. Drenagem agrícola:**

Processo de remoção do excesso de água da superfície do solo e/ou subsolo visando o aproveitamento agrícola.

#### **2.12. Drenagem natural do solo:**

Escoamento natural do excesso de água do solo e/ou subsolo.

#### **2.13. Drenagem superficial:**

Processo de remoção do excesso de água da superfície do solo para torná-lo adequado ao aproveitamento agrícola.

#### **2.14. Drenagem subterrânea:**

Processo de remoção do excesso de água do solo, com a finalidade de propiciar condições favoráveis de umidade, aeração, manejo agrícola e prevenir a salinização ou remover excesso de sais.

#### **2.15. Dreno:**

Condutor aberto ou subterrâneo, tubular ou de material poroso, destinado a remover o excesso da água proveniente de sua área de influência.

#### **2.16. Dreno interceptor:**

Dreno que tem por finalidade interceptar fluxo superficial e/ou subterrâneo de áreas adjacentes situadas à montante.

#### **2.17. Dreno de encosta:**

Dreno interceptor situado em pé-de-morro ou encosta.

#### **2.18. Dreno subterrâneo:**

Conduto subterrâneo utilizado para coletar e conduzir, por gravidade, a água proveniente do lençol freático de sua área de influência.

#### **2.19. Dreno vertical:**

Condutor vertical através de camada impermeável, pelo qual a água de drenagem da superfície ou subsuperfície é escoada.

#### **2.20. Duração de chuvas:**

Tempo utilizado para a determinação da chuva de projeto em bacias que possuam áreas de acumulação de água. Pode ser igual ao tempo de concentração ou ao tempo de drenagem.

#### **2.21. Envoltório:**

Material mineral, sintético ou vegetal, colocado ao redor do tubo de drenagem com a finalidade de facilitar o fluxo da água para o seu interior e minimizar a desagregação e o carreamento de partículas do solo.

#### **2.22. Escoamento superficial:**

Fração da água de precipitação ou irrigação que alcança os cursos d'água através do fluxo de superfície.

#### **2.23. Fluxo:**

Volume de água que atravessa uma dada seção transversal de solo por unidade de tempo.

#### **2.24. Franja capilar:**

Faixa do solo acima do nível freático onde o valor da tensão da água é inferior a 6 Kpa.

#### **2.25. Gradiente hidráulico:**

Expressão numérica da variação da carga hidráulica por unidade de distância (adimensional).

#### **2.26. Infiltração:**

Movimento vertical descendente da água no solo (cm/h).

#### **2.27. Infiltração básica:**

Lâmina de água que flui através de um solo, por unidade de tempo, após a estabilização do fluxo (cm/h).

#### **2.28. Linhas de isoprofundidade (isóbatas):**

Linhas que unem pontos de mesma profundidade do lençol freático.

#### **2.29. Linha piezométrica:**

Linha que representa a distribuição da pressão ao longo de condutos ou meios porosos.

#### **2.30 Macro drenagem:**

Sistema de drenos escavados para coletar os excedentes de águas de chuvas e subterrâneas de sua área de influência.

#### **2.31. Nível freático:**

Medida da profundidade da superfície freática num determinado ponto do perfil do solo.

### **Drenagem como Instrumento de Dessalinização e Prevenção da Salinização de Solos**

#### **2.32 Permeabilidade:**

Propriedade do solo de conduzir água.

#### **2.33. Piezômetros:**

Tubo de medição pontual da pressão piezométrica (hidrostática) de aquífero subterrâneo. Indica a direção do movimento vertical da água no solo.

#### **2.34. Poço de observação do lençol freático:**

Furo de trado no solo, revestido ou não por tubo perfurado, com a finalidade de medir o nível freático.

#### **2.35. Ponto de descarga:**

Ponto final de um sistema de drenagem, onde ocorre o deságüe por gravidade.

#### **2.36. Porosidade drenável:**

Volume de poros de um volume de solo, saturado, que fica livre de água quando submetido a uma tensão de 6 KPa.

#### **2.37. Porosidade total:**

Relação entre o volume de poros e o volume total de solo, expressa em porcentagem.

#### **2.38. Pressão artesianas:**

Pressão hidráulica existente em um aquífero subterrâneo confinado, como consequência da situação **do** nível freático **do** aquífero em ponto mais elevado.

**2.39. Queda:**

Estrutura que visa a dissipação de energia da água em ponto localizado.

**2.40. Rede de fluxo:**

Representação gráfica das linhas de fluxo e das linhas equipotenciais.

**2.41. Sistema de drenagem:**

Conjunto de drenos, estruturas e equipamentos interligados visando o escoamento **do** excesso de água de sua área de influência.

**2.42. Sistema de drenagem subterrânea:**

Conjunto de drenos subterrâneos, coletores, estruturas e equipamentos, que tem por finalidade controlar o nível de ascensão **do** lençol freático de sua área de influência.

**2.43. Sistema de drenagem superficial:**

Conjunto de drenos, estruturas e equipamentos interligados, visando o escoamento **do** excesso de água superficial de sua área de influência.

**2.44. Superfície freática:**

Superfície da água livre no **solo** ou na sua superfície, submetida à pressão atmosférica.

**2.45. Tempo de concentração:**

Tempo que a água de escoamento superficial leva para se deslocar **do** ponto mais distante da bacia de captação até ao ponto de descarga.

**2.46. Tempo de drenagem:**

Tempo de escoamento de toda a água acumulada em uma área.

**2.47. Tempo de recorrência ou período de retorno:**

Período, em anos, que uma chuva de intensidade igual ou superior, apresenta a probabilidade de ocorrer pelo menos uma vez.

**2.48. Vazão:**

Volume de um fluido que atravessa uma seção transversal por unidade de tempo ( $m^3/s$ ).

**2.49. Velocidade de escoamento superficial:**

Velocidade com que a água escoar sobre uma dada superfície **do** terreno.

**2.50. Talude:**

Inclinação das paredes de dreno.

## **1º. TRIMESTRE**

1. Defina ANA?
2. Quando foi criada a ANA e para que?
3. A ANA é responsável porquê
4. Quais os fundamentos da ANA?
5. Quais os instrumentos utilizado pela ANA?
6. Quem compõe a ANA?
7. Quanto equivale 2,5m<sup>3</sup> em \_\_\_\_\_ litros e \_\_\_\_\_ dm<sup>3</sup>.
8. Uma lamina de 3mm equivale a quantos \_\_\_\_\_ m<sup>3</sup>/ha que equivale a \_\_\_\_\_ litros.
9. Quantos litros e quantos m<sup>3</sup> da lamina de 1mm em 1 ha e 10 ha?
10. Defina drenagem?
11. Qual a origem da drenagem?
12. Cite alguns benefícios que a drenagem nos traz?
13. O que deve ser observado para se dimensionar um sistema de drenagem?
14. Quais as modalidades de drenagem?
15. O que caracteriza o desaguamento contínuo?
16. O que caracteriza o canal de cintura?
17. O que caracteriza o desaguamento intermitente?
18. O que caracteriza o desaguamento por elevação mecânica?
19. O que caracteriza o desaguamento vertical?
20. O que caracteriza o sistema natural de drenagem?
21. O que caracteriza o sistema em camalhões?
22. O que caracteriza o sistema de drenos cobertos?
23. O que caracteriza o sistema valetas laterais paralelas?
24. Diga duas vantagens dos drenos abertos?
25. Diga duas vantagens dos drenos cobertos?
26. Diga duas desvantagens dos drenos abertos?
27. Diga duas desvantagens dos drenos cobertos?
28. Quando é utilizado o sistema de alinhamento natural de drenos?
29. Quando é utilizado o sistema intersecção?
30. Quando é utilizado o sistema espinha de peixe?
31. Quando é utilizado o sistema duplo principal?
32. Quando é utilizado o sistema agrupamento?
33. Porque o espaçamento e a profundidade são os principais parâmetros no dimensionamento de uma drenagem?
34. Como funciona o método direto de espaçamento dos drenos?
35. Onde deve ser locados os coletores?
36. Como definir o comprimento dos drenos?
37. Quais os cuidados recomendados ao se executar um serviço de drenagem?
38. Qual o melhor formato pra drenos abertos?
39. Diga 3 materiais que podem ser utilizados como material drenante? (drenos cobertos)
40. Como você distribui o material drenante dentro da vala? (dreno coberto)

## **2º TRIMESTRE**

41. Os mapas topográficos são entregues em forma de \_\_\_\_\_, e os relatórios em forma de \_\_\_\_\_.
42. Como ocorre as perdas de água na agricultura?
43. Quais as causas de acúmulo de água no solo?
44. Diga 2 finalidades da água para a planta?
45. Por onde a água é absorvida?
46. Defina irrigação?
47. Quem faz os estudos preliminares para ver a viabilidade técnica de um sistema de irrigação?
48. Quais os pontos principais, estudados pelos profissionais, que são levados em conta no estudo da viabilidade técnica?
49. Quais os fatores básicos a considerar para que uma área seja apta a agricultura irrigada?
50. Quais os objetivos do levantamento do solo?
51. Porque se verifica os recursos hídricos antes de se instalar um sistema?
52. Como se utiliza as águas subterrâneas?
53. Porque se faz um levantamento topográfico?
54. Num levantamento climatológico quais os itens que são levados em conta?
55. Quem faz o estudo da viabilidade técnica de um projeto de irrigação?
56. Quais os principais pontos do estudo da viabilidade técnica? (3)

57. Diga quais as informações que devem ser consideradas nos recursos hídricos?
58. O que se faz quando não existem dados sobre o levantamento climatológico?
59. Quais as características que o levantamento do solo procura definir?
60. Cite (5) considerações que devem ser levadas em conta para que haja irrigação?
61. No que se baseia a seleção do método de irrigação?
62. Quais os critérios que devem ser considerados no processo de seleção da área a ser irrigada?
63. Quais os meios utilizados para atingir os objetivos da irrigação?
64. Qual o objetivo da irrigação?
65. Onde inicia a importância da água na planta:

### **3º. TRIMESTRE**

66. Quais os componentes de cada camada do solo?
67. Defina solo agrícola:
68. Como a água se comporta no solo?
69. Defina capacidade de campo:
70. Defina ponto de murchamento:
71. Quais as características que um solo deve apresentar para ser o mais adequado para irrigação?
72. O que é necessário conhecer para saber o regime de chuvas de uma região?
73. Qual o instrumento utilizado para medir a quantidade de chuva?
74. O que é evapotranspiração?
75. Quando as plantas necessitam de mais água:
76. Defina intensidade, frequência e eficiência de irrigação:
77. Quais os fatores que devem ser considerados para que haja eficiência na irrigação?
78. Por onde a água é absorvida?
79. Quais os fatores que devem ser considerados para que haja eficiência na irrigação?
80. Calcule o GP, a intensidade de aplicação. Indique para que grupo de cultura este equipamento é indicado. Para os 2 espaçamentos de aspersores e para as 3 medidas de pressão ( 6 calculos p/GP e 6 la). Tabela do fim do poligrafo.  
(E1=12 e E2=12) e (E1=12 e E2=18), pressão 2bar, 3bar e 4bar.
81. A intensidade de aplicação cujo espaçamento é: (E1=12 e E2=12) e (E1=18 e E2=18)  
Pressão de serviço do aspersor = 2bar, 3,5bar e 4bar e 5bar. E diâmetro do aspersor 5,6x2,5.  
Grau de pulverização.
82. Disponibilidade total de água:
  - capacidade de campo = 9% ponto de murcha = 4% profundidade efetiva das raízes 35cm
  - densidade aparente = 1,65g/cm<sup>3</sup>
83. capacidade de campo = 31% ponto de murcha = 15% profundidade efetiva das raízes 15cm  
densidade aparente = 1,3g/cm<sup>3</sup>
84. Disponibilidade real de água: Coeficiente de disponibilidade = 4 e 6 (Para os dados do 82 e 83)
85. Quantidade real de água, cuja profundidade das raízes e 30cm e 0,45m (Para os dados ddo 82 e 83)
86. Quantidade total de água cuja eficiência esta em 80% e 90% (Para os dados do 82 e 83)