Coleção SENAR

250

Irrigação: gestão e manejo

SENAR

SENAR
Serviço Nacional de Aprendizagem Rural

Presidente do Conselho Deliberativo
João Martins da Silva Junior

Entidades Integrantes do Conselho Deliberativo
Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil - CNA
Confederação dos Trabalhadores na Agricultura - CONTAG
Ministério do Trabalho e Emprego - MTE
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA
Ministério da Educação - MEC
Organização das Cooperativas Brasileiras - OCB
Confederação Nacional da Indústria - CNI

Diretor Executivo
Daniel Klüppel Carrara

Diretora de Educação Profissional e Promoção Social
Andréa Barbosa Alves

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL

Coleção SENAR

Irrigação: gestão e manejo

Senar – Brasília, 2019

© 2019, SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL – SENAR

Todos os direitos de imagens reservados. É permitida a reprodução do conteúdo de texto desde que citada a fonte.

A menção ou aparição de empresas ao longo desta cartilha não implica que sejam endossadas ou recomendadas pelo Senar em preferência a outras não mencionadas.

Coleção SENAR - 250
Irrigação: gestão e manejo

COORDENAÇÃO DE PRODUÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE MATERIAIS INSTRUCIONAIS
Bruno Henrique B. Araújo

EQUIPE TÉCNICA
Marcelo de Sousa Nunes / Valéria Gedanken

COLABORAÇÃO
Comissão Nacional de Irrigação da Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA) /Mauro Moura Muzell Faria / Rafael Diego Nascimento da Costa

AGRADECIMENTOS
À empresa NETAFIM por disponibilizar infraestrutura, máquinas, equipamentos e pessoal para a produção fotográfica.

FOTOGRAFIA
Tony Oliveira / Wenderson Araújo

ILUSTRAÇÃO
Bruno Azevedo / Maycon Sadala

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Serviço Nacional de Aprendizagem Rural.
Irrigação: gestão e manejo. / Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. – Brasília: Senar, 2019.
84 p; il. 21 cm (Coleção Senar, 250)

ISBN: ISBN 978-85-7664-211-4

1. Gestão e manejo de irrigação 2. Irrigação agrícola I. Título.

CDU 631.67

Sumário

Apresentação **5**

Introdução **7**

I. Entender o manejo e a gestão da irrigação **8**

1. Saiba o que é manejo da irrigação 9
2. Saiba o que é gestão de recursos hídricos 10
3. Entenda a importância da conservação do solo e da água 11

II. Conhecer os sistemas de irrigação **13**

1. Diferencie método de sistema de irrigação 14

III. Entender a relação água-solo-planta-atmosfera **23**

1. Conheça as características do solo 23
2. Entenda a curva de retenção de água no solo 24
3. Entenda como é determinada a necessidade hídrica das plantas 31
4. Saiba o que é balanço hídrico 37
5. Saiba das diferentes estratégias de irrigação 38

IV. Fazer o manejo da irrigação via solo **40**

1. Conheça o sensor artesanal "Irrigás" 40
2. Faça o manejo da irrigação usando o tensiômetro 49

V. Fazer o manejo da irrigação via clima **59**

1. Conheça uma estação meteorológica 59
2. Calcule a lâmina de irrigação necessária 62
3. Conheça o Irrigâmetro 64

VI. Conhecer os princípios básicos de hidráulica das tubulações **65**

1. Saiba o que é vazão 65
2. Entenda a relação entre velocidade de escoamento, perda de carga e pressão 66
3. Entenda como a topografia do terreno influencia no projeto de irrigação 68

4. Entenda como a presença de ar pode danificar o sistema de irrigação 68
5. Faça o diagnóstico de surtos de pressão em sistemas de irrigação 70

VII. Conhecer a estrutura de uma estação de bombeamento 73
1. Conheça o tipo de estação de bombeamento mais usada na irrigação 73
2. Faça a manutenção das bombas 75

VIII. Buscar a regularização do uso da água na agricultura 78
1. Conheça a outorga de direito do uso de recursos hídricos 78
2. Conheça o licenciamento ambiental 81

Considerações finais 83

Referências 84

Apresentação

O elevado nível de sofisticação das operações agropecuárias definiu um novo mundo do trabalho, composto por carreiras e oportunidades profissionais inéditas, em todas as cadeias produtivas.

Do laboratório de pesquisa até o ponto de venda no supermercado, na feira ou no porto, há pessoas que precisam apresentar competências que as tornem ágeis, proativas e ambientalmente conscientes.

O Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (Senar) é a escola que dissemina os avanços da ciência e as novas tecnologias, capacitando homens e mulheres em cursos de Formação Profissional Rural e Promoção Social, por todo o país. Nesses cursos, são distribuídas cartilhas, material didático de extrema relevância por auxiliar na construção do conhecimento e constituir fonte futura de consulta e referência.

Conquistar melhorias e avançar socialmente e economicamente é o sonho de cada um de nós. A presente cartilha faz parte de uma série de títulos de interesse nacional que compõem a Coleção SENAR. Ela representa o comprometimento da instituição com a qualidade do serviço educacional oferecido aos brasileiros do campo e pretende contribuir para aumentar as chances de alcance das conquistas a que cada um tem direito. Um excelente aprendizado!

Serviço Nacional de Aprendizagem Rural

www.senar.org.br

Introdução

Em tempos de escassez hídrica, os produtores rurais vivem um grande desafio: produzir mais gastando menos água. Os processos de irrigação são essenciais para garantir alta produtividade e retorno financeiro. É importante que os produtores rurais conheçam técnicas que garantam o uso eficiente da água para evitar desperdícios e diminuir os gastos com energia elétrica sem afetar a produção.

Para se conseguir o uso eficiente de água, deve-se investir em conhecimentos de manejo da irrigação e capacitação constante do produtor e do trabalhador rural, irrigando com base na demanda hídrica dos cultivos e não apenas no volume de água disponível.

Assim o objetivo desta cartilha é apresentar, de forma prática e objetiva, técnicas que permitam entender a hora certa de se irrigar, o quanto irrigar, os tipos de sistema de irrigação, princípios básicos de hidráulica e noções básicas das principais políticas púbicas para o bom uso da água.

I Entender o manejo e a gestão da irrigação

A área irrigada no Brasil corresponde a 6,9 milhões de hectares, representa apenas 10% da área plantada e é considerada pequena frente ao potencial estimado, quando comparada aos campeões em área irrigada em nível mundial: China e Índia, com cerca de 70 milhões de hectares cada; EUA, com 26,7 milhões de ha; Paquistão, com 20 milhões de ha; e Irã, com 8,7 milhões de ha.

A adoção da irrigação e a necessidade de melhoria da eficiência no uso de recursos e insumos é fundamental, considerando a estimativa de que, nas próximas duas décadas, 80% dos alimentos serão providos pelos cultivos irrigados.

A agricultura irrigada apresenta diversas vantagens, dentre elas:

- Aumento da produtividade em duas ou três vezes em relação ao cultivo de sequeiro;
- Elevação da renda do produtor;
- Menor oscilação de preço para o consumidor, devido à redução de sazonalidade na produção de alimentos;
- Favorecimento do processo de rotação de culturas e cobertura permanente do solo; e
- Geração de empregos diretos e indiretos.

A adoção da irrigação depende de adequada disponibilidade e de boa qualidade da água. Com manejo e gestão, a irrigação pode afetar esses parâmetros e contribuir para que se mantenham em condições favoráveis.

1. Saiba o que é manejo da irrigação

Na agricultura irrigada, a aplicação de água de forma inadequada, seja em excesso ou em déficit, acarreta sérios prejuízos ao produtor.

Quando em excesso, além do desperdício de água, ocorreu também o gasto excessivo de energia elétrica, a saturação do solo, a lixiviação de nutrientes e agrotóxicos, a salinização e o favorecimento ao aparecimento de doenças, entre outros fatores, são consequências indesejáveis.

Alerta ecológico

Lixiviação é o nome dado ao processo de "arraste" ou "lavagem" dos nutrientes, agrotóxicos e sais minerais presentes no solo pela água aplicada em excesso.

Por outro lado, quando a irrigação é praticada em déficit, há também o risco do desperdício de água, energia e dinheiro, uma vez que o cultivo irrigado poderá não responder de forma eficaz, não atingindo a produção esperada.

O manejo ou gerenciamento da irrigação tem, então, os seguintes objetivos:

- Promover o uso eficiente da água;
- Reduzir o custo de água e energia;
- Aumentar a produtividade da cultura;
- Melhorar a qualidade do produto;
- Aumentar a eficiência dos fertilizantes; e
- Diminuir a incidência de pragas e doenças.

Assim, a técnica de irrigação compreende duas etapas:

- Engenharia da irrigação ⟶ COMO IRRIGAR
- Ciência da irrigação ⟶ QUANDO E QUANTO IRRIGAR

Para saber como irrigar, quando e por quanto tempo, considere:

- Sistema de irrigação;
- Solo;
- Água;
- Planta; e
- Clima.

2. Saiba o que é gestão de recursos hídricos

A gestão de recursos hídricos pode ser definida como o conjunto de ações destinadas a regular o uso, o controle e a proteção dos recursos hídricos, em conformidade com a legislação e as normas pertinentes.

A gestão dos recursos hídricos compreende as ações que visam garantir os padrões de qualidade e quantidade da água dentro da sua unidade de gestão que é a bacia hidrográfica. A maioria dessas ações depende basicamente da participação dos produtores rurais, que devem:

- Fazer o uso consciente da quantidade de água disponível dentro de sua propriedade;
- Preservar e recuperar nascentes;
- Adotar práticas de conservação de solo;
- Prezar pela qualidade da água; e
- Evitar a poluição dos solos e cursos d'água.

Atenção

Fazer a gestão da água garante às gerações futuras o direito do uso dos recursos hídricos de qualidade. Para isso, todo produtor deverá planejar, administrar e diminuir a água utilizada na irrigação.

Alerta ecológico

A aplicação de fertilizantes químicos e agrotóxicos em excesso, associados à irrigação, são grandes agentes poluidores da água e do solo.

3. Entenda a importância da conservação do solo e da água

Além do manejo da irrigação e da boa gestão dos recursos hídricos, é fundamental que o produtor conheça e adote medidas de conservação do solo e da água em sua propriedade.

A conservação do solo visa protegê-lo, reduzindo a erosão e aumentando a disponibilidade de água, de nutrientes e atividade biológica do solo, criando condições adequadas ao desenvolvimento das plantas.

São inúmeras as técnicas que podem ser adotadas com esse objetivo, cabendo ao produtor, auxiliado por um técnico habilitado, definir quais se adequarão às condições do seu terreno. O terraceamento, o plantio direto, a proteção de nascentes, a rotação de culturas, a adubação e a calagem adequadas, além de técnicas, como as "barraginhas", se apresentam como medidas que podem ser adotadas.

Atenção

As barraginhas são pequenas bacias escavadas no solo com a função de captar água de enxurradas, controlando a erosão e armazenando a água no subsolo.

Exemplos de práticas de conservação do solo e da água:

- Em propriedades rurais com nascentes ou mananciais d'água, o produtor deve procurar técnicas de recuperação de vegetação nativa e conservação dessa área.
- O uso de matéria orgânica, restos de cultivos e adubos orgânicos no solo auxilia na retenção de água (pode reter até 20 vezes a mais a sua massa na água). Em áreas com muitos declives recomenda-se investir em curvas de nível.

II Conhecer os sistemas de irrigação

Para fazer um manejo da irrigação eficiente, é preciso adequar o sistema para os diferentes cultivos explorados: tipo de solo, relevo e água disponível.

Os sistemas de irrigação apresentam diferentes características operacionais e custos de implantação, que podem variar em função da região e tecnologia agregada.

Atenção

1. Não existe um sistema ideal ou melhor, devendo-se selecionar o mais adequado para uma certa condição e para atender aos objetivos desejados.

2. É fundamental manter uma rotina de manutenção do sistema de irrigação, pois o seu mal funcionamento pode causar um grande desperdício de água, queda da produtividade e aumento da conta de luz.

1. Diferencie método de sistema de irrigação

Método de irrigação é a forma pela qual a água pode ser aplicada às culturas. Basicamente, são quatro os métodos de irrigação: superfície, aspersão, localizada e subirrigação. Para cada método, há dois ou mais sistemas de irrigação que podem ser empregados.

1.1. Conheça o método de irrigação por aspersão

É o método mais utilizado no Brasil, principalmente em cultivo de grãos, cana-de-açúcar, pastos e hortaliças.

Vantagens:

- Exige menos mão de obra;
- Proporciona fácil aplicação de fertilizantes;
- Permite o tráfego de máquinas na área irrigada; e
- Não exige a construção de cabeçal de controle e sistemas de filtragem.

Desvantagens:

- A aplicação de água é influenciada pela ação do vento;
- Dependendo da sensibilidade da cultura, o impacto das gotas pode derrubar flores e danificar folhas, influenciando diretamente na produção; e
- Cria condições favoráveis para o desenvolvimento de doenças causadas por fungos.

Os sistemas mais comuns de irrigação por aspersão são:

- aspersão convencional;
- autopropelido;
- pivô central; e
- sistema linear.

1.1.1. Conheça a aspersão convencional

A aspersão convencional pode ser considerada o sistema mais básico de irrigação. Em geral, é constituída apenas por sistema de bombeamento, linha principal, linha lateral, tubo de elevação do aspersor e aspersor.

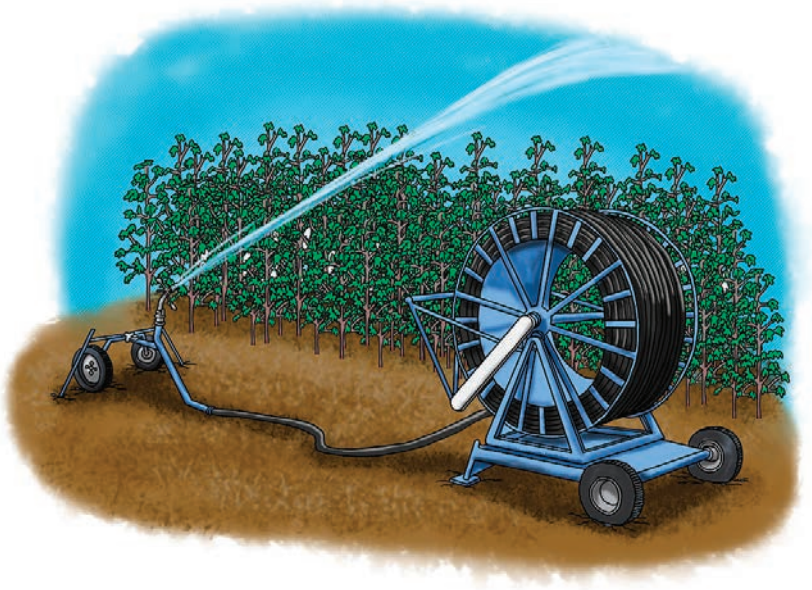
Ainda que existam sistemas convencionais móveis (toda tubulação é móvel) e semifixo (a tubulação principal é enterrada e as laterais são móveis), atualmente os principais sistemas convencionais são fixos/malha (toda rede de tubulação é fixa, sendo enterrada ou não).

1.1.2. Conheça os sistemas de aspersão mecanizada

Autopropelido

O autopropelido, ou carretel enrolador, é um sistema móvel que possui um único canhão hidráulico, que se desloca pelo terreno por meio do enrolamento da própria mangueira alimentadora de água.

Em geral, é constituído por aspersor tipo canhão, base do aspersor, mangueira, carretel enrolador, linha de recalque e sistema de bombeamento.



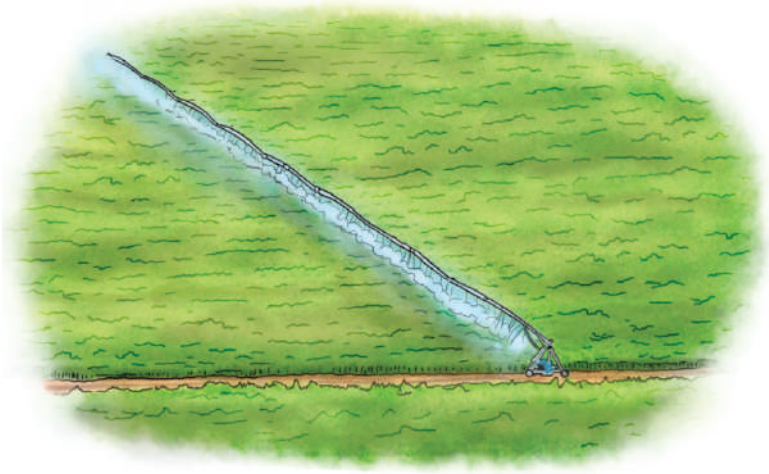
Pivô central

O pivô central é um sistema de movimentação circular que se desloca por meio do alinhamento de suas torres, que possuem movimentos independes por possuírem motores individuais.

O centro do pivô é constituído por uma tubulação vertical que conecta a adutora e a linha lateral móvel. O valor da lâmina de água aplicada é controlado pelo tempo de giro das torres.

Sistema linear

O sistema linear é semelhante ao pivô central, mas o deslocamento da linha principal se dá de forma lateral ao longo da área. Não possui um ponto central e todas as torres se movimentam ao mesmo tempo, razão pela qual irrigam áreas quadradas ou retangulares.



1.2. Conheça o método de irrigação localizada

É o método pelo qual a água é aplicada diretamente na área da raiz. É muito utilizado em irrigação de fruteiras, flores e algumas hortaliças.

Vantagens:

- Apresenta maior eficiência na aplicação de água;
- Propicia baixo consumo de energia;
- Diminui a incidência de plantas invasoras;
- É de fácil automação;
- Demanda menor mão de obra;
- Permite maior frequência de irrigação, sendo ideal para solos arenosos;
- Proporciona fácil aplicação de fertilizantes; e
- O vento e a declividade do terreno não limitam a irrigação.

Desvantagens:

- Apresenta muitos problemas de entupimento;
- Exige a construção de cabeçal de controle e sistema de filtragem eficientes;
- É de alto custo de implantação; e
- Exige uma rotina de manutenção do sistema rigorosa.

Os dois principais sistemas de irrigação localizada são:

- Gotejamento; e
- Microaspersão.

Irrigação por gotejamento

Na irrigação por gotejamento, a água é distribuída por uma rede de tubos de polietileno e os emissores utilizados são chamados de gotejadores, que aplicam água a baixas vazões, podendo variar entre 2 e 20 L/h (litros por hora).

Irrigação por microaspersão

Na irrigação por microaspersão, a água também é distribuída por uma rede de tubos de polietileno e os emissores utilizados são chamados de microaspersores, que aplicam água a vazões que podem variar de 20 a 150 L/h (litros por hora).

1.3. Conheça o método de irrigação por superfície

É um método não pressurizado pelo qual a aplicação e distribuição de água são feitas diretamente sobre a superfície do solo. Apesar de não apresentar restrições a nenhum tipo de cultivo, é culturalmente mais utilizado no cultivo de arroz na Região Sul do país. É conhecido por ser o método de irrigação que consome mais água quando comparado a outros sistemas.

Vantagens:

- É de baixo custo de implantação;
- Pode ser utilizado em áreas sem energia elétrica;
- Pode ser irrigado com água de baixa qualidade ou contendo resíduos orgânicos; e
- Demanda pouca mão de obra.

Desvantagens:

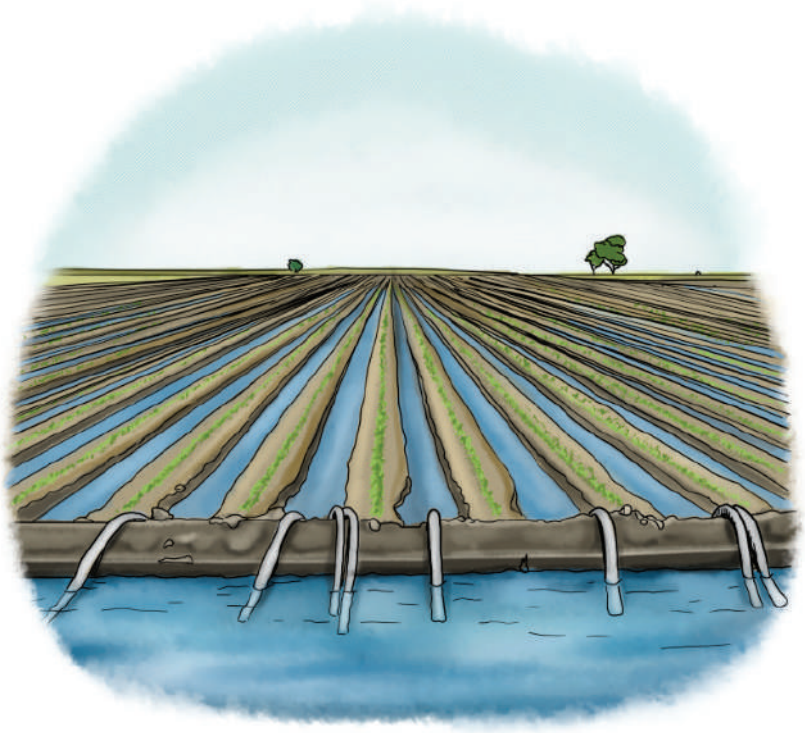
- Apresenta baixa eficiência de aplicação de água;
- Possui elevado consumo de água;
- É necessário fazer sistematização do terreno; e
- Apresenta dificuldade de operação e automação.

Os três principais sistemas de irrigação por superfície são:

- Sulcos;
- Inundação; e
- Faixa.

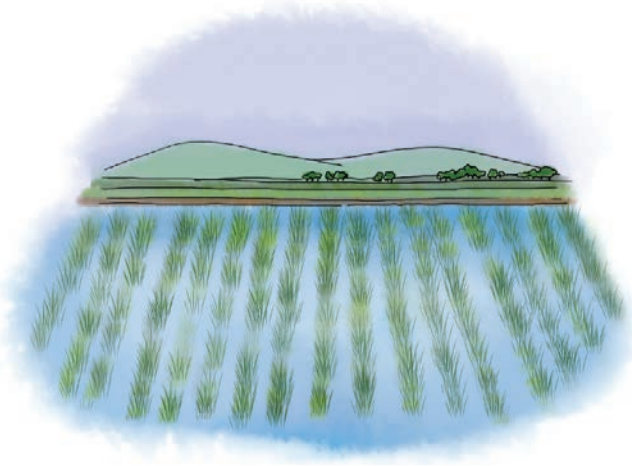
1.3.1. Saiba o que é um sistema de irrigação por sulco

No sistema de irrigação por sulcos, a água é aplicada utilizando pequenos canais que se adaptam a lavouras cultivadas por fileiras.



1.3.2. Saiba o que é um sistema de irrigação por inundação

Na irrigação por inundação, uma lâmina d'água é mantida constante em grande área e, por isso, se adapta melhor à cultura do arroz. É o método mais simples e mais usado no mundo.



1.3.3. Saiba o que é um sistema de irrigação por faixa

No sistema de irrigação por faixa, a água é aplicada em faixas de terra, com declividade calculada, em áreas que variam de 2 a 30 m de largura, separadas por diques.

III Entender a relação água-solo-planta-atmosfera

Existem muitas técnicas para fazer o manejo da irrigação, estando entre elas o manejo via solo e o manejo via clima. Todas as técnicas são boas e eficientes, devendo a escolha ser feita em função da que mais se adapta às condições do produtor rural, sejam elas físicas do local (solo, clima e disponibilidade de água), da planta e/ou a capacidade de investimento.

O manejo só será adequado se considerar as interrelações solo-água-planta-atmosfera, sendo imprescindível conhecer a realidade local antes de definir sua estratégia e as técnicas a serem adotadas e que ajudarão a identificar quando e quanto irrigar.

1. Conheça as características do solo

Cada tipo de solo apresenta uma capacidade de armazenar água. Em geral, solos mais argilosos retém mais água do que solos arenosos. Para conhecer com mais exatidão a quantidade de água que o solo consegue reter, é necessário que o produtor colete e envie amostras de solo para o laboratório e solicite a curva de retenção de água.

Atenção

1. A curva de retenção de água no solo é uma informação fundamental para o manejo da irrigação.

2. Várias instituições acadêmicas e centros de pesquisa oferecem esse serviço.

Quando se irriga sem conhecer a capacidade de retenção de água do solo, pode-se estar cometendo dois erros principais:

- **Aplicar mais água do que o solo é capaz de armazenar.**

Com isso, a água é perdida por percolação profunda, ou seja, se perde abaixo da profundidade da raiz. O ideal é irrigar de uma maneira que somente haja água onde a raiz puder absorver. Água abaixo da raiz é um desperdício.

- **Aplicar mais água no período noturno em solo com pouca capacidade de armazenamento (em geral solos arenosos).**

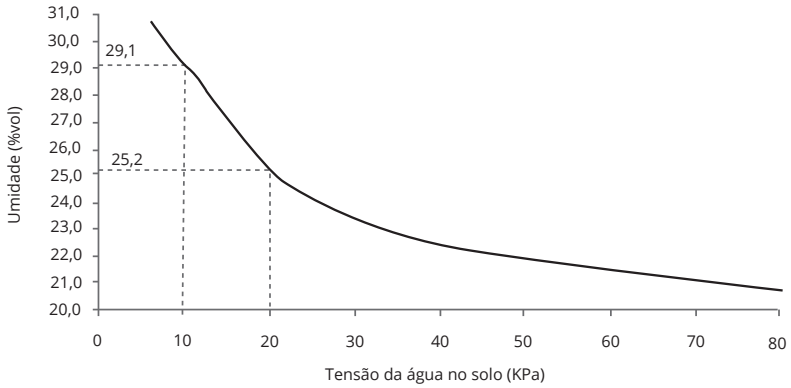
Com isso, água pode percolar durante a noite, fazendo com que a planta passe por estresse hídrico durante o dia. Sem água disponível durante o dia, a planta diminuirá sua produtividade.

2. Entenda a curva de retenção de água no solo

A curva de retenção de água no solo é um gráfico que relaciona a porcentagem de água retida com a tensão do solo. Quando se fala em tensão do solo, quanto maior o número, mais seco o solo se encontra.

Por exemplo: Um solo com tensão de 20 kPa está mais seco do que um solo com tensão de 10 kPa.

Figura 1. Exemplo de relação entre a tensão da água e a umidade do solo



Existem dois pontos do gráfico que são os mais importantes de se conhecer: o ponto de Capacidade de Campo (CC) e o Ponto de Murcha Permanente (PM).

2.1.Saiba o que é ponto de capacidade de campo

No gráfico da curva de retenção de água do solo, o ponto de capacidade de campo (CC) está bem no início. Diz respeito à umidade que este apresenta, chegando a 33 kPa em solos argilosos e 10 kPa em solos arenosos.

Diferente do que muitos pensam, a capacidade de campo não é o ponto em que o solo está saturado de água e sim o ponto em que consegue reter o máximo de água antes de começar a percolar.

A capacidade de campo é o ponto de maior capacidade de retenção de água do solo. A irrigação deve ser feita para, no máximo, atingir a capacidade de campo.

2.1.1. Entenda a dinâmica da água no solo

Com um exercício simples e material de fácil acesso, é possível entender a dinâmica da água no solo, a capacidade de retenção de água, o ponto de capacidade de campo e a lixiviação.

a) Reúna o material

- Um copo vazio de 200 ml
- Um copo de 200 ml com água
- Uma garrafa pet com tampa
- Uma faca
- Um punhado de terra

b) Pegue a garrafa pet e corte-a ao meio

c) Faça furos na tampa

d) Encaixe as partes da garrafa e coloque um pouco de terra na parte superior

e) Pegue dois copos iguais e encha com a mesma quantidade de água

f) Derrame a água do primeiro copo no solo

g) Observe o que acontece com o excesso de água

h) Derrame a água da garrafa de volta para o primeiro copo

i) Derrame a água do segundo copo no mesmo solo

j) Espere a água ser drenada até parar de pingar e observe que vai descendo mais lentamente

k) Derrame a água da garrafa de volta para o segundo copo e compare os dois copos

É possível observar o seguinte:

- A água do primeiro copo é mais escura do que a do segundo. Isso acontece porque ocorreu lixiviação e a água drenada do primeiro copo carregou os nutrientes do solo. Durante o segundo experimento, a água lixiviada tinha menos nutrientes do solo para carrear; e
- O segundo copo apresenta mais água do que o anterior. Durante o primeiro derramamento, o solo reteve a quantidade máxima de água. Depois que atinge esse ponto, toda a água aplicada é diretamente lixiviada, não sendo capaz de ficar retida no solo.

Atenção

Se a irrigação for excessiva, o solo ficará com a umidade acima da capacidade de campo, ou seja, o produtor estará desperdiçando água.

Alerta ecológico

A água aplicada acima da capacidade de retenção do solo será lixiviada e poderá levar fertilizantes e agrotóxicos para os reservatórios subterrâneos, causando poluição do lençol freático.

2.2. Saiba o que é ponto de murcha permanente

O ponto de murcha permanente (PM) é conhecido como o momento em que o solo atinge uma umidade tão baixa que a planta não consegue mais retirar água dele, entrando em murcha irreversível. Mesmo que volte a ser irrigada, não será recuperada.

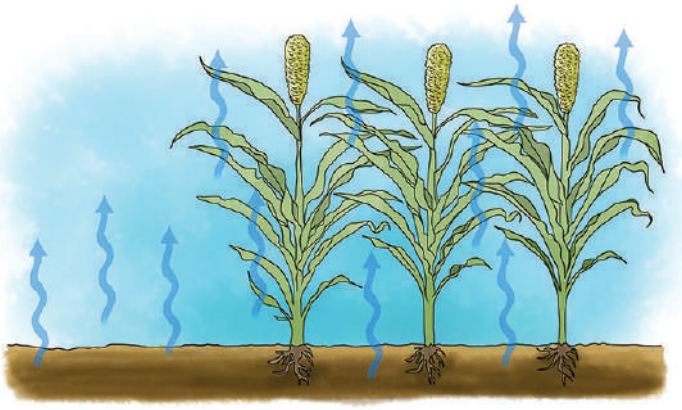
2.3. Saiba o que é infiltração da água no solo

A infiltração é o processo pelo qual a água penetra na superfície do solo. Conhecer a velocidade de infiltração da água no solo é fundamental para a definição da taxa de aplicação em sistemas de irrigação. É esse parâmetro que indica o comportamento da lâmina de água aplicada sobre o solo em relação ao tempo que ela gasta para infiltrar, o que é dado em cm/h ou mm/h.

3. Entenda como é determinada a necessidade hídrica das plantas

A quantidade de água a ser irrigada para suprir a necessidade da planta é chamada de lâmina de irrigação. Essa lâmina deve ser disponibilizada quando a quantidade de água do solo, somada ao volume de chuva, não for suficiente para manter a planta hidratada.

A necessidade hídrica da cultura é estimada por um processo chamado evapotranspiração, que consiste na perda de água do solo por meio da evaporação, somada à perda de água da planta pela transpiração.



3.1. Saiba o que é evapotranspiração de referência (ETo)

A evapotranspiração de referência (ETo) representa a demanda hídrica de uma região e depende exclusivamente das condições climáticas do local. A ETo é a evapotranspiração de uma cultura hipotética com características semelhantes às da grama. Como o próprio nome indica, esse parâmetro é uma referência para conseguir saber a quantidade de lâmina d'água de que os diferentes cultivos necessitam, sendo medida em milímetros de água (mm).

Atenção

Para calcular a (ETo), é necessário inserir dados climáticos em uma equação longa e complexa. Porém, hoje o produtor rural já pode fazer uso de equipamentos que informam o valor da ETo automaticamente, como as estações meteorológicas, por exemplo.

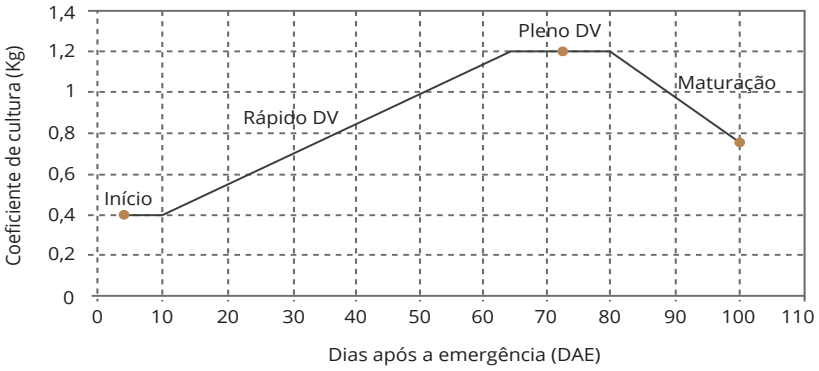
3.2. Saiba o que é evapotranspiração da cultura (ETc)

Evapotranspiração da cultura é a quantidade de água evapotranspirada por uma determinada cultura, determinada pela multiplicação da ETo pelo coeficiente da cultura (Kc), conforme a equação a seguir:

$$ETc = ETo \times Kc$$

3.3. Entenda o que é Kc

O coeficiente da cultura (Kc) reflete o efeito das características específicas de cada cultura sobre a sua necessidade de água. Esse coeficiente varia ao longo do ciclo do cultivo: começa pequeno durante o crescimento e desenvolvimento, atinge seu valor máximo durante a floração e frutificação e volta a diminuir durante a senescência.



Na Tabela 1 são apresentados valores de Kc para as três fases principais de desenvolvimento de algumas culturas, fornecidos e calibrados pela Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO).

Tabela 1. Valores referenciais de Kc

Culturas	Kc		
	Inicial	Médio	Final
Hortaliças de pequeno porte	**0,70**	**1,05**	**0,95**
Alface	0,70	1,00	0,95
Alho	0,70	1,00	0,70
Brócolis	0,70	1,05	0,95
Cebola-seca	0,70	1,05	0,75
Cebola-semente	0,70	1,05	0,80
Cenoura	0,70	1,05	0,95
Couve-de-Bruxelas	0,70	1,05	0,95
Couve-flor	0,70	1,05	0,95
Rabanete	0,70	0,90	0,85
Repolho	0,70	1,05	0,95
Hortaliças solanáceas	**0,60**	**1,15**	**0,80**
Berinjela	0,60	1,05	0,90
Pimentão	0,60	1,05	0,90
Tomate	0,60	1,15	0,70 - 0,90

Culturas	Kc		
	Inicial	Médio	Final
Hortaliças cucurbitáceas	**0,50**	**1,00**	**0,80**
Abóbora	0,50	1,00	0,80
Abobrinha	0,50	0,95	0,75
Melão cantaloupe	0,50	0,85	0,60
Melão	0,50	1,05	0,75
Melancia	0,50	1,00	0,75
Pepino	0,60	1,00	0,75
Hortaliças perenes	**0,50**	**1,00**	**0,80**
Aspargo	0,50	0,95	0,30
Morango	0,40	0,85	0,75
Cana-de-açúcar	0,40	1,25	0,75
Frutas tropicais e árvores			
Banana 1º ano	0,50	1,10	1,00
Banana 2º ano	1,00	1,20	1,10
Cacau	1,00	1,05	1,05
Café (solo nu)	0,90	0,95	0,95
Café (com plantas invasoras)	1,05	1,10	1,10
Palmáceas	0,95	1,00	1,00
Abacaxi (solo nu)	0,50	0,30	0,30
Abacaxi (cobertura vegetal)	0,50	0,50	0,50

Culturas	Kc		
	Inicial	Médio	Final
Planta oleaginosas	**0,35**	**1,15**	**0,35**
Canola	0,35	1,00 – 1,15	0,35
Gergelim	0,35	1,10	0,25
Girassol	0,35	1,10 – 1,15	0,35
Uvas			
Uva de mesa ou passa	0,30	0,85	0,45
Uva para vinho	0,30	0,70	0,45
Maçã, cereja e pera			
Em solo nu com geada	0,45	0,95	0,70
Em solo nu sem geada	0,60	0,95	0,75
Com plantas invasoras e geada	0,50	1,20	0,95
Com plantas invasoras sem geada	0,80	1,20	0,85
Ameixa e pêssego			
Em solo nu com geada	0,45	0,90	0,65
Em solo nu sem geada	0,55	0,90	0,65
Com plantas invasoras e geada	0,50	1,15	0,90
Com plantas invasoras sem geada	0,80	1,15	0,85
Abacate citros em solo nu	**0,60**	**0,85**	**0,75**
Cobertura do dossel 70%	0,70	0,65	0,70
Cobertura do dossel 50%	0,65	0,60	0,65
Cobertura do dossel 20%	0,50	0,45	0,55

Atenção

1. Deve-se usar, de preferência, o coeficiente do cultivo (Kc) calibrado para cada região. Na falta de dados locais o produtor pode utilizar os valores fornecidos pela tabela da FAO.

2. Caso não encontre o cultivo de interesse na tabela, consulte um profissional habilitado para conseguir a informação.

4. Saiba o que é balanço hídrico

O balanço hídrico nada mais é do que a contabilização das entradas e saídas de água no sistema solo-planta:

- A água entra no solo através da chuva ou da irrigação;
- Se a intensidade de aplicação da irrigação ou intensidade da chuva for maior do que a taxa de infiltração do solo, a água cai na superfície, parte se infiltra e outra causa escoamento superficial (erosão);
- Se a intensidade de aplicação da irrigação ou intensidade da chuva for menor do que a taxa de infiltração do solo, a água infiltra e é armazenada no solo;
- Se a água continuar infiltrando (devido ao longo tempo de irrigação ou de duração da chuva), o solo ficará saturado e a água se perderá por percolação profunda;
- Se na região existir a presença de um lençol freático próximo às raízes das plantas, a água do lençol poderá subir até elas e hidratá-las. Esse fenômeno é chamado de ascensão capilar; e
- A água somente sai do sistema solo-planta verticalmente pelo fenômeno da evapotranspiração (evaporação do solo + transpiração da planta).

5. Saiba das diferentes estratégias de irrigação

Para fazer o manejo da irrigação, o produtor pode adotar diferentes estratégias de aplicação de água.

5.1. Conheça a irrigação plena

A irrigação plena consiste em irrigar a lavoura para suprir 100% de sua necessidade hídrica, de modo a manter o solo sempre no ponto de capacidade de campo.

O risco de fazer a irrigação plena sem conhecer a curva de retenção de água no solo é aplicar água em excesso, deixando-o saturado e provocando lixiviação.

Atenção

O excesso de água no solo pode ser tão prejudicial para o cultivo quanto a falta dela. Ambos provocam queda da produção.

5.2. Conheça a irrigação com déficit hídrico

O produtor pode optar por fazer um plano de irrigação deficitário, ou seja, irrigar uma lâmina d'água menor do que a real necessidade hídrica da planta.

Estudos indicam que várias culturas atingem seu potencial máximo de produção quando irrigadas entre 80 e 90% de sua necessidade hídrica. Esse tipo de estratégia atende à proposta de se produzir cada vez mais utilizando cada vez menos água.

Atenção

Consulte um técnico antes de optar por essa estratégia. É preciso conhecer a cultura e sua resistência à falta de água no solo.

5.3. Conheça a irrigação com déficit hídrico por etapa do cultivo

O objetivo de tal procedimento é fazer a irrigação plena somente nas fases fenológicas mais sensíveis, quase sempre na etapa de florescimento. Nas demais etapas do ciclo deverá ser aplicada a irrigação com déficit hídrico.

Atualmente, essa é a estratégia usada com mais eficiência, uma vez que permite atingir alta produtividade e economizar água durante a safra.

Atenção

1. Faça o projeto de irrigação do empreendimento: contrate um profissional de engenharia ou agronomia devidamente habilitado e registrado no Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (Crea) para elaboração, execução e registro do projeto de irrigação e sua obra.

2. A Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) de obras de serviços é um registro feito pelo profissional habilitado a desenvolver projetos de irrigação e execução de obras hidráulicas. Todo profissional que possui vínculo contratual com o produtor rural deve registrar a ART junto ao Crea. A ART possuiu duas funções principais:

- Garante ao produtor rural que o serviço de irrigação contratado está sendo realizado por um profissional habilitado; e
- Valoriza o exercício das profissões, legaliza o profissional ou empresa contratada e assegura a responsabilidade técnica de cada obra ou serviço a ser realizado.

3. Os custos para registrar a ART de um projeto de irrigação variam em função do valor do contrato realizado entre o produtor rural e o profissional contratado e/ou empresa. Os valores da ART sofrem reajuste anual e estão disponíveis no site do Crea.

4. O Crea realiza fiscalização de obras e empreendimentos de irrigação. A não apresentação da ART junto a esse órgão, feita pelo profissional contratado, estará sujeita a multas.

IV Fazer o manejo da irrigação via solo

O manejo da irrigação via solo consiste em tomar a decisão de irrigar ou não observando a umidade do solo, de forma independente ou associada a outro método de manejo.

Uma vez definidos os limites da CC, do ponto de murcha (PM) e a estratégia de utilização de água, quando e quanto irrigar serão determinados mediante a avaliação da umidade do solo. Esse monitoramento de umidade pode ser feito diretamente, a partir da coleta de amostras e a determinação da umidade pelo método padrão de estufa, mas é mais comum que seja feito de forma indireta, por meio de sensores de umidade, que podem ser artesanais ou comerciais.

1. Conheça o sensor artesanal "Irrigás"

O Irrigás é um sensor simples e de baixo custo, desenvolvido pela Embrapa, que pode ser adquirido no mercado ou construído artesanalmente pelo produtor. Consta de uma cápsula porosa que se conecta a um tubo flexível até uma pequena cuba transparente. Ele indica o momento de irrigar, embora o tempo e a quantidade precisem ser definidos para cada situação.

1.1. Construa o sensor Irrigás

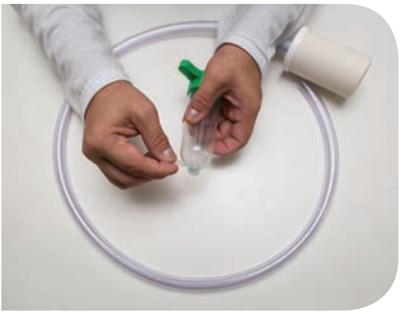
1.1.1. Reúna o material

- Vela de filtro
- Pedaço de mangueira
- Cola epóxi
- Bebedouro de passarinho
- Bolinha de isopor
- Faca

1.1.2. Cole a vela de filtro em uma extremidade da mangueira

1.1.3. Faça um furo na parte superior do bebedouro

1.1.4. Cole o bebedouro na outra extremidade da mangueira



1.1.5. Coloque a bolinha de isopor dentro do bebedouro e tampe-o

1.2. Instale o sensor Irrigás

1.2.1. Reúna o material

- Sensor Irrigás artesanal
- Trado
- Copo d'água

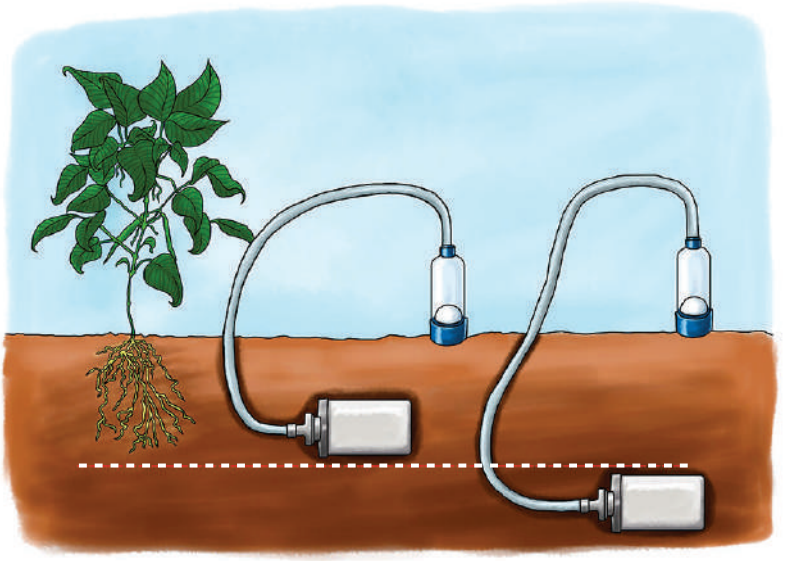
1.2.2. Faça uma abertura no solo

1.2.3. Instale o Irrigás no solo

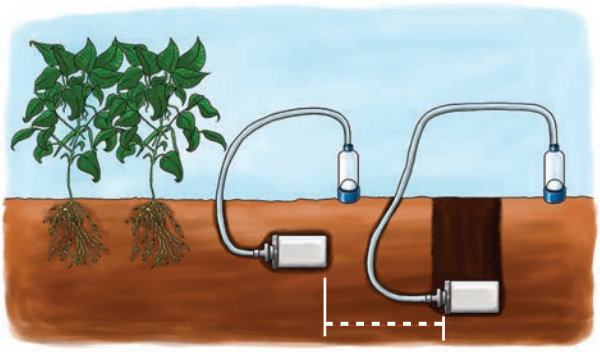
1.2.4. Tampe a abertura da instalação com mais solo

1.2.5. Faça a instalação de dois sensores

O primeiro sensor deve ser instalado na altura das raízes (para decidir se é hora de irrigar ou não) e o segundo abaixo delas (para mostrar se a irrigação foi exagerada e se perdeu água por percolação).

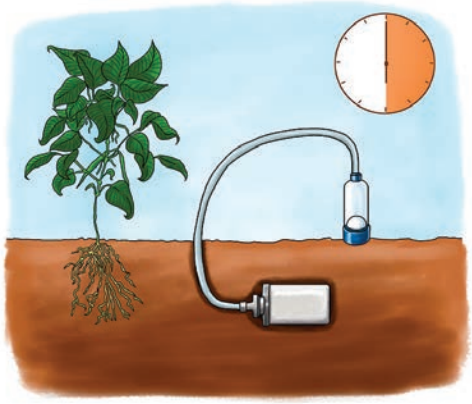


1.2.6. Instale os sensores



1.2.7. Aguarde seis horas após a instalação

Esse tempo garante que a umidade do solo entre em equilíbrio com a cápsula porosa.



1.3. Faça o manejo de água utilizando o sensor Irrigás

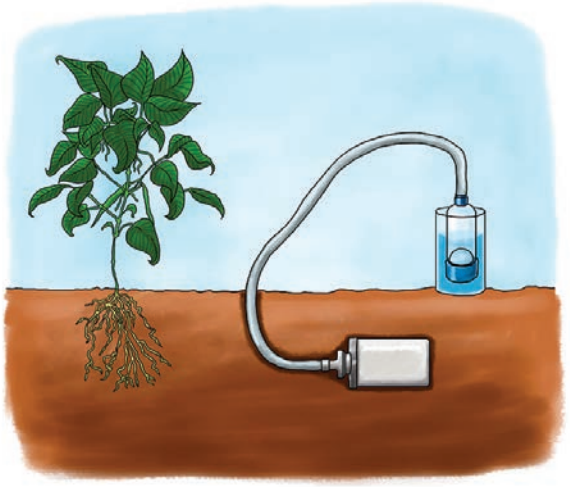
O Irrigás funciona da seguinte forma:

- A cápsula do sensor possui poros e por isso é oca por dentro, permitindo a passagem de ar entre o interior da cápsula e o solo quando está seco.

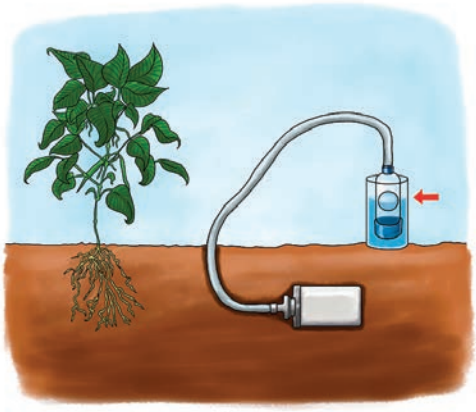
- Quando o solo está úmido, sua água tampa os poros da cápsula não permitindo a passagem de ar.

Para fazer o manejo da irrigação, é necessário um copo d'água para decidir se a cultura precisa ou não dela.

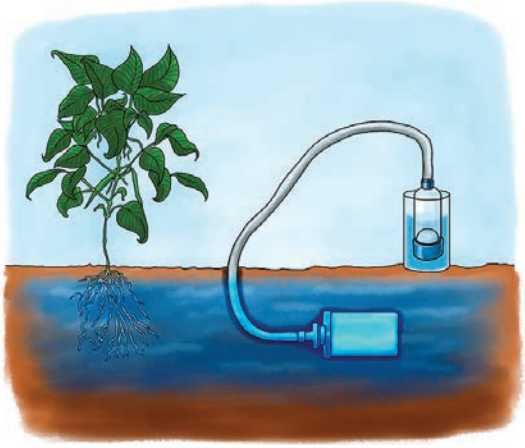
1.3.1. Coloque o bebedouro de passarinho dentro do copo com água



- **Se o solo estiver seco, a bolinha de isopor sobe**



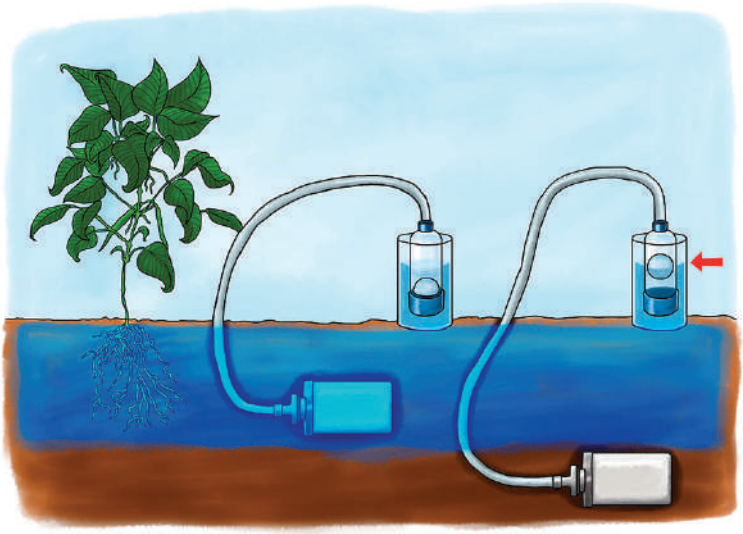
- **Se o solo estiver úmido, a bolinha de isopor não sobe**



- **Lembre-se de checar os dois sensores**
  - » O sensor menos profundo indica quando se deve irrigar, informando se o solo está seco ou não.
  - » O sensor mais profundo indica o quanto se deve irrigar, informando se o tempo de irrigação foi mais longo que o necessário.

1.3.2. Mantenha o sensor instalado abaixo das raízes

O ideal é sempre manter o sensor instalado abaixo das raízes indicando sempre solo seco. A boa irrigação é feita somente na profundidade do sistema radicular.



1.3.3. Observe o sensor que está mais profundo

Se o sensor mais profundo indicar solo úmido, o tempo de irrigação terá sido muito longo. Nesse caso, o produtor pode ir diminuindo o tempo de irrigação gradativamente até conseguir verificar que existe água nas raízes, mas sem percolação abaixo delas.

1.3.4. Instale três conjuntos de sensores

1.3.5. Faça a leitura de todos os sensores

Tome a decisão com base no resultado que a maioria dos sensores apresentar.

Atenção

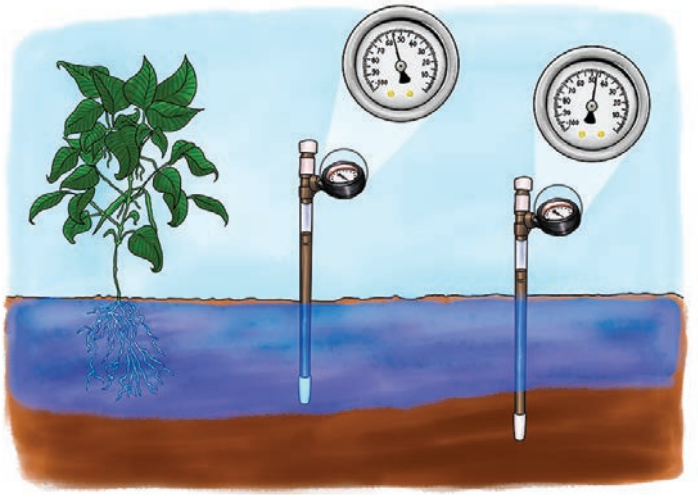
1. A tensão média encontrada na vela de filtro é de 25 kPa (kPa é a unidade de medida de pressão), o que ajuda a suprir a necessidade hídrica da maioria dos cultivos.
2. O Irrigás comercial é vendido em três versões, com cápsulas de 15, 25 e 40 kPa. O filtro de 15 kPa indica a hora de irrigar mais cedo do que o outro de 40 kPa:

- 15 kPa: possui poros mais grossos (prende a água com menos força e é indicado para culturas mais exigentes em água);
- 25 kPa: possui poros de diâmetro médio; e
- 40 kPa: possui poros bem pequenos (prende a água com mais força e é indicado para culturas menos exigentes em água).

2. Faça o manejo da irrigação usando o tensiômetro

O tensiômetro é um sensor prático e preciso. É constituído por uma cápsula porosa, conectada a um tubo de PVC que contém o instrumento de leitura (chamado tensímetro), sendo seu interior preenchido com água.

Quando instalado no solo, a água contida na cápsula tende a entrar em equilíbrio com a tensão da água do solo, chamada também de potencial matricial ou potencial mátrico, e assim identificar se ele está molhado ou seco (precisando de irrigação).



Atenção

Também são comercializados tensiômetros sem o equipamento de leitura, chamados tensiômetros de punção. Nesse caso, o produtor deve adquirir o equipamento de leitura (tensíometro ou vacuômetro) separadamente.

2.1. Instale o tensiômetro

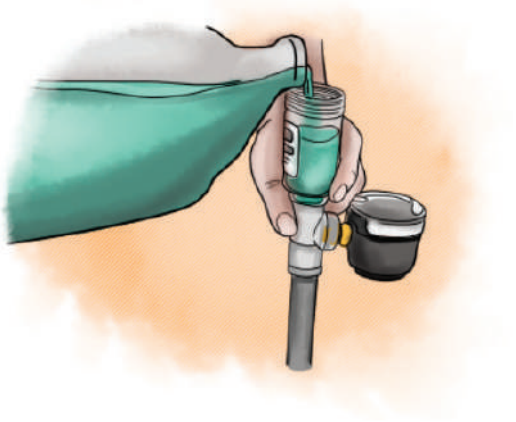
2.1.1. Prepare o tensiômetro

a) Reúna o material

- Sensor tensiômetro
- Trado
- Balde
- Recipiente com água comum
- Água destilada

b) Prepare o tensiômetro

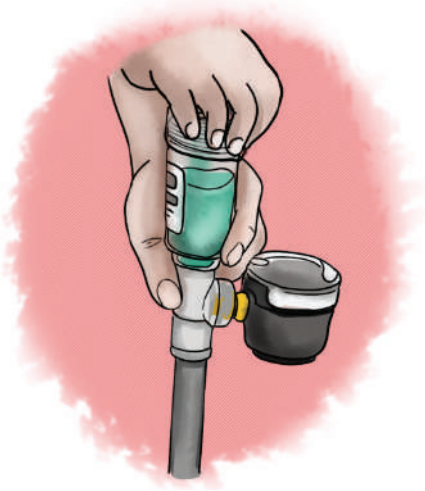
Um dia antes da instalação no campo, encha o interior do tensiômetro com água destilada e deixe o sensor destampado. O objetivo é evitar que se formem bolhas de ar dentro do equipamento.



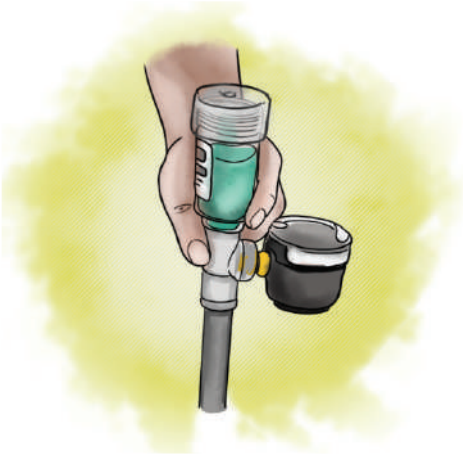
c) Deixe o tensiômetro de molho

O tensiômetro deve ficar em um balde com água destilada da noite para o dia (aproximadamente 12 horas). O objetivo é deixar a cápsula porosa saturada para o momento da instalação no campo.

d) Recoloque a tampa



e) Verifique se não há nenhuma bolha de ar



2.1.2. Instale o tensiômetro

A instalação não convencional garante uma maior aderência entre o solo e a cápsula porosa, evitando problemas futuros de erros de leitura.

Atenção

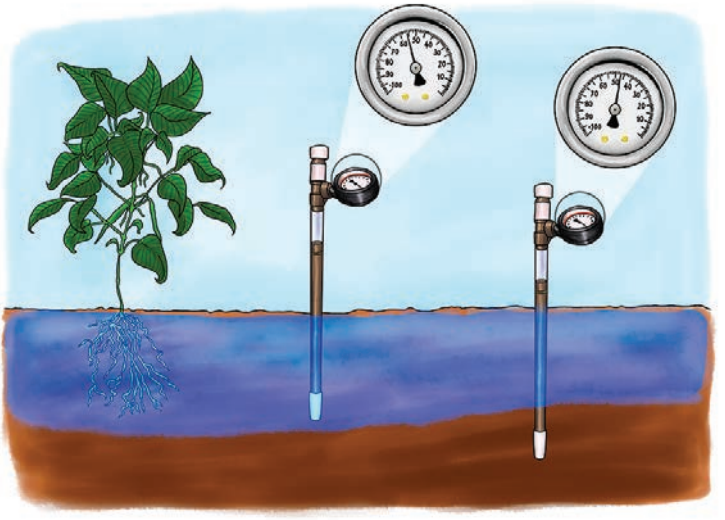
A maioria dos problemas de leitura do tensiômetro decorre de má instalação do sensor.

a) Faça uma abertura no solo

b) Derrame toda a terra do trado no balde

c) Instale o tensiômetro

O sensor deve ser instalado em duas profundidades. A primeira profundidade é na altura das raízes (para decidir se é hora de irrigar ou não) e a segunda, abaixo das raízes (para mostrar se a irrigação foi exagerada e se perdeu água por percolação).



d) Coloque água dentro do balde

Movimente a água junto com o solo até formar uma textura de lama não muito líquida. Aproveite para retirar, se for o caso, pedras ou qualquer tipo de material sólido que possam danificar a cápsula porosa do sensor.

e) Retorne a lama feita no balde para o buraco do sensor

f) Corte a válvula de segurança do sensor

Atenção

A ação do corte da válvula de segurança do sensor localizada ao lado do medidor de tensão pode variar em função da marca do tensiômetro.

2.1.3. Faça a primeira leitura

Espere pelo menos 48 horas para fazer a primeira leitura. Esse tempo será suficiente para a umidade do solo entrar em equilíbrio com a cápsula porosa.

Atenção

O tensiômetro não é indicado para solos muito arenosos. A precisão da leitura fica comprometida devido à falta de aderência do solo com a cápsula porosa.

2.2. Faça as leituras de tensão

A umidade do solo é determinada por meio das leituras de tensão (potencial matricial ou mátrico), em kPa ou bar, feitas no tensiômetro. Para transformar os resultados de tensão, lidos no tensiômetro, em dados de umidade do solo, é necessário traçar a curva de retenção de água do solo.

Cada cultura exige uma tensão ótima para se desenvolver e produzir adequadamente, além de apresentar uma tensão crítica, podendo a produção ficar comprometida pela falta de água abaixo de determinado valor de tensão. Na Tabela 2, na pág. 56, são apresentados exemplos de potencial matricial crítico para alguns cultivos.

Tabela 2. Tensão de água no solo crítica para definir o momento da irrigação para algumas culturas

Culturas	Tensão (bar)	Tensão (kPa)	Culturas	Tensão (bar)	Tensão (kPa)
Abacate	- 0,50	- 50	Maçã	- (0,50 - 0,80)	- (50 - 80)
Alface	- (0,20 - 0,30)	- (20 - 30)	Melancia	- (0,30 - 0,50)	- (30 - 50)
Alho	- (0,15 - 0,30)	- (15 - 30)	Melão	- (0,30 - 0,50)	- (30 - 50)
Banana	- (0,30 - 0,50)	- (30 - 50)	Milho grão	- (0,50 - 0,70)	- (50 - 70)
Batata	- (0,30 - 0,50)	- (30 - 50)	Milho verde	- (0,40 - 0,60)	- (40 - 60)
Cana-de-açúcar	- (0,80 - 1,50)	- (80 - 150)	Morango	- (0,10 - 0,35)	- (10 - 35)
Cebola	- (0,40 - 0,60)	- (40 - 60)	Pepino	- 1,00	- 100
Citros	- (0,50 - 0,70)	- (50 - 70)	Pimenta	- (0,20 - 0,40)	- (20 - 40)
Coco	- (0,20 - 0,60)	- (20 - 60)	Pimentão	- (0,30 - 0,50)	- (30 - 50)
Couve-flor	- (0,60 - 0,70)	- (60 - 70)	Repolho	- (0,30 - 0,50)	- (30 - 50)
Ervilha verde	- (0,20 - 0,30)	- (20 - 30)	Soja	- (0,50 - 0,80)	- (50 - 80)
Feijão grão	- (0,50 - 0,75)	- (50 - 75)	Tomate	- (0,10 - 0,25)	- (10 - 25)
Laranja	- (0,20 - 1,00)	- (20 - 100)			

Atenção

1. Caso não encontre a tensão crítica para o seu cultivo na tabela, busque auxilio técnico com profissional habilitado.

2. Os valores de tensão de água no solo são sempre negativos, uma vez que a tensão é uma 'pressão negativa', sendo comum se referir aos valores absolutos, sem o sinal de negativo.

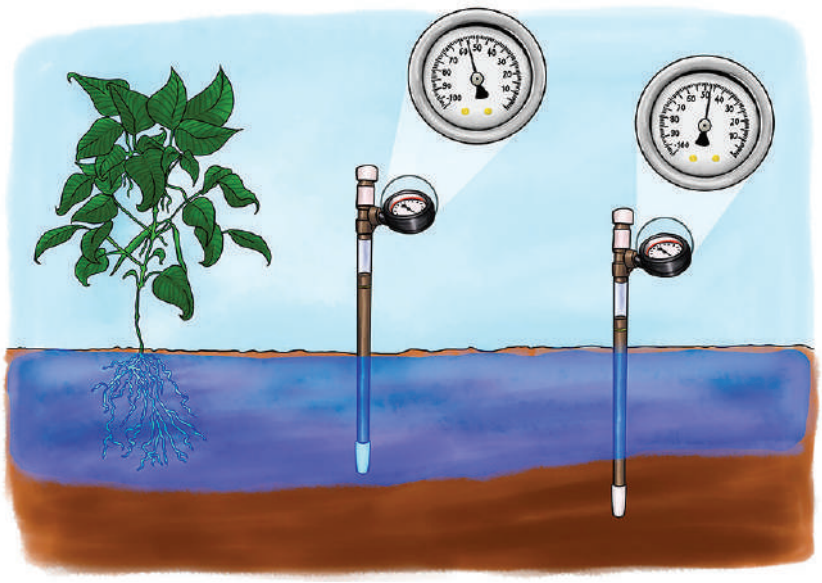
Com o sensor instalado e a informação da tensão crítica da cultura em mãos, o produtor pode começar a fazer o manejo da água no solo com o tensiômetro.

2.2.1. Faça a leitura do sensor mais superficial

A irrigação só precisa ser acionada quando o ponteiro do medidor ficar próximo ao valor crítico da cultura. Lembre-se de que, em se tratando de tensão da umidade do solo, quanto maior o valor absoluto mais seco o solo está.

2.2.2. Faça a leitura do sensor mais profundo

Esse sensor indica se a irrigação foi exagerada. Portanto, lembre-se de que ele pode/deve atingir valores mais altos do que a umidade crítica e assim evitar a perda de água por percolação profunda.



Atenção

Existem diversos sensores de umidade do solo no mercado que permitem e facilitam a automação dos sistemas, como os sensores conhecidos por TDR e FDR, entre outros.

V Fazer o manejo da irrigação via clima

O manejo da irrigação via clima pode ser feito pela reposição do consumo diário da cultura (evapotranspiração) ou pela soma do consumo dos dias anteriores, desde a data da última irrigação, considerando os fluxos de entrada e saída de água por meio do balanço hídrico no solo.

Para o cálculo do balanço hídrico e da lâmina de irrigação necessária são utilizados os dados meteorológicos. Além disso, outros métodos mais simplificados, como o Irrigâmetro, podem ser utilizados para o manejo da irrigação via clima.

1. Conheça uma estação meteorológica

A estação meteorológica é um equipamento que informa os dados meteorológicos da região. Em sua configuração mais básica, a estação meteorológica é capaz de informar dados como chuva, temperatura, radiação solar, umidade relativa do ar, velocidade e direção do vento, dados suficientes para o manejo da irrigação via clima.

Existem diversos modelos de estações meteorológicas, automáticos ou não. Hoje em dia, uma tendência pelos automáticas, dada sua praticidade e possibilidade de medir um grande número de variáveis.

Dependendo do modelo, os dados da estação meteorológica automática podem ser visualizados em um console, geralmente colocado até 200 m de distância da estação, descarregados em um computador ou transmitidos via rádio ou telemetria. A grande vantagem para o produtor rural é que, além dos dados climáticos, as estações também já fornecem os dados da ETo da região.

A estação meteorológica é capaz de registrar dados climáticos médios de uma grande região, desde que esta esteja sob a influência das mesmas condições climáticas. O local da estação deve ter as mesmas condições de temperatura, altitude e umidade do local da sua propriedade, ou seja, não é necessário que cada produtor invista na aquisição de uma estação, podendo a compra ser feita em conjunto com associações e/ou cooperativas.

Atenção

Existem estações meteorológicas públicas (federais e estaduais) que fornecem dados climáticos gratuitos. Fale com um profissional habilitado e informe-se sobre como conseguir esses dados na internet.

1.1. Saiba dos cuidados necessários na instalação da estação meteorológica

Em geral, as empresas que comercializam as estações meteorológicas prestam o serviço de instalação dos sensores e configuração dos programas que fornecem os dados, mas a busca da área onde deve ser instalada a estação deve atender alguns critérios:

- Instale a estação meteorológica em área gramada de, pelo menos, 100 m². Esse é um dos critérios para que a estação calcule corretamente o valor da ETo;
- Cuide da qualidade da grama que estará na área da estação. Mantenha-a aparada à altura de 10 cm e bem hidratada. Se for preciso, instale um pequeno sistema de irrigação localizada por microaspersão para fazer a irrigação da grama;
- Verifique se a área não tem influência de sombra em nenhuma hora do dia, o que pode comprometer os dados de radiação solar; e
- Procure instalar a estação longe de vias que tenham tráfego intenso de veículos. A trepidação do solo pode descalibrar os sensores climáticos.

Atenção

O custo médio de uma estação meteorológica automática com configuração básica necessária para fazer o manejo da irrigação via clima varia entre R$ 10.000,00 e R$ 25.000,00.

2. Calcule a lâmina de irrigação necessária

A evapotranspiração da cultura (ETc) é exatamente a lâmina de água que o cultivo precisa receber pela irrigação. Para calcular a ETc é necessário:

- Ter o dado da ETo do dia em mãos; e
- Ter o valor do Kc da fase do seu cultivo em mãos.

ETc = ETo x kc

Em que:

ETc = evapotranspiração da cultura, em mm dia -1;

ETo = evapotranspiração de referência, em mm dia -1; e

kc = coeficiente da cultura, de acordo com o estágio de

desenvolvimento, adimensional.

2.1.Calcule a necessidade de irrigação

Necessidade Líquida de Irrigação = ETc

Necessidade Bruta de Irrigação = ETc x Eficiência

Veja a diferença do resultado da evapotranspiração do milho (necessidade líquida e bruta) para duas cidades distintas nas Tabelas 3 e 4.

Tabela 3. Exemplo de cálculo da necessidade líquida de irrigação do milho

Local	Data	Cultura	Fase	ETo (mm)	Kc	Necessidade líquida de irrigação: ETc (mm)
Anápolis/ GO	15/09/17	Milho	Inicial (30 dias)	3,97	0,8	3,97 x 0,8 = 3,2
Acaraú/CE	15/09/17	Milho	Inicial (30 dias)	5,80	0,8	5,80 x 0,8 = 4,6

Tabela 4. Exemplo de cálculo da necessidade bruta de irrigação do milho

Local	Data	Cultura	Necessidade líquida de irrigação: ETc (mm)	Eficiência (%)	Necessidade líquida de irrigação: ETc (mm)
Anápolis/ GO	15/09/17	Milho	3,2	85	3,2 ÷ 0,85 = 3,8
Acaraú/ CE	15/09/17	Milho	4,6	85	4,6 ÷ 0,85 = 5,4

Atenção

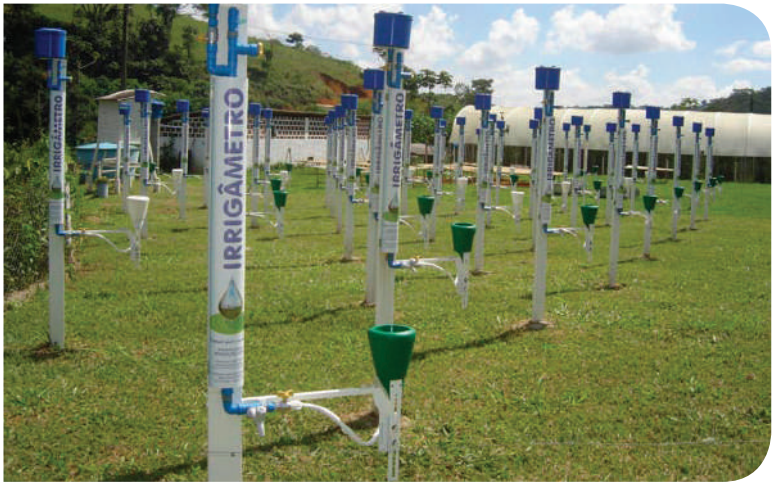
1. Cada planta possui um valor de evapotranspiração, que varia em função da etapa de desenvolvimento e localidade.

2. O milho produzido no Nordeste tem necessidade hídrica diferente do milho produzido no Centro-Oeste, o que explica a necessidade de cálculo da ETo em função das condições do clima local.

3. Conheça o Irrigâmetro

O Irrigâmetro é um aparelho desenvolvido e patenteado pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), cujo objetivo é oferecer um método simples para manejo da irrigação. É um aparelho preciso e pode ser ajustado para fornecer diretamente a evapotranspiração de referência ou a evapotranspiração da cultura, nas diversas fases de seu desenvolvimento.

Sua operação é simples, consistindo na abertura e no fechamento de válvulas existentes no aparelho. Indica diretamente quando se deve irrigar e o tempo de funcionamento do equipamento de irrigação, sem a necessidade de efetuar cálculos.



Atenção

1. O Irrigâmetro deve ser previamente ajustado para os tipos de solo e de cultura e para as características do equipamento de irrigação utilizado.

2. Nessa fase, há a necessidade da atuação de um profissional especializado.

VI Conhecer os princípios básicos de hidráulica das tubulações

1. Saiba o que é vazão

Vazão é a quantidade de água que passa por determinada área durante um período de tempo. Veja alguns exemplos na Tabela 5.

Tabela 5. Unidades de vazão

Unidades de vazão	
1.000 L/h	1 m³/h
1.000 L/min	1 m³/min
1.000 L/s	1 m³/s

Para calcular a lâmina d'água que o sistema de irrigação está aplicando, é necessário conhecer a vazão do emissor e a área que ele está irrigando.

$$\text{Lâmina (mm)} = \frac{\text{Vazão (L/h)}}{\text{Área (m}^2\text{)}}$$

Exemplo: Em uma área irrigada com aspersão convencional, o produtor usou um aspersor com vazão de 1.800 L/h, com espaçamento entre aspersores de 12 x 12 metros (144 m²).

$$\text{Lâmina (mm)} = \frac{1.800\ \text{(L/h)}}{144\ \text{(m}^2\text{)}} = 12{,}5\ \text{mm/h}$$

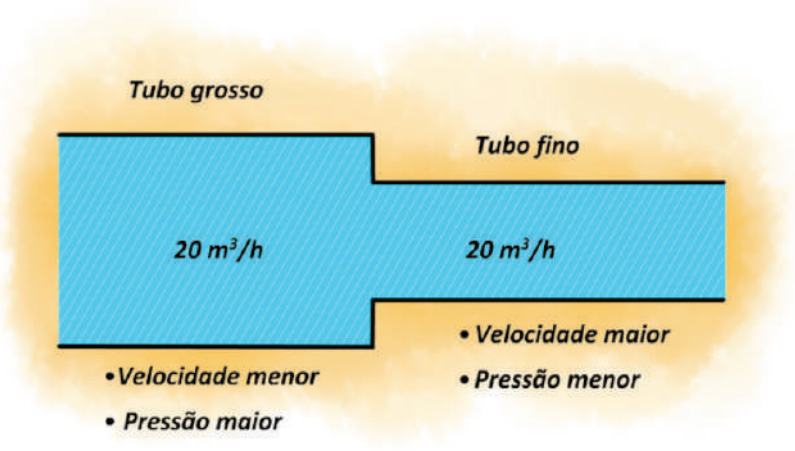
Ou seja, de acordo com o exemplo, se o produtor deixar o sistema de irrigação ligado por 1 hora, ele estará aplicando 12,5 mm de lâmina d'água.

Atenção

Para saber a vazão dos emissores, é preciso consultar o catálogo do fabricante, que acompanha o equipamento adquirido.

2. Entenda a relação entre velocidade de escoamento, perda de carga e pressão

- Quando a água escoa dentro da tubulação de um sistema de irrigação pressurizado, a vazão permanece igual.
- Se água passa de um tubo mais grosso para um tubo mais fino, para que a vazão permaneça a mesma, a velocidade de escoamento da água deverá aumentar.
- Quanto mais rápido a água passa, menor é a pressão naquele ponto, mas a vazão continua a mesma.



- Todo escoamento da água dentro da tubulação causa uma fricção entre a água e a parede do tubo, o que provoca uma perda de energia. Esse fenômeno é conhecido como perda de carga.
- Sendo assim, quanto mais longa a tubulação, maior a perda de carga. Por isso, a pressão no início do sistema é mais alta do que a pressão no final da tubulação.

Atenção

Toda peça, equipamento e acessório de qualquer sistema de irrigação causa perda de carga. Essa informação é essencial para fazer um projeto de irrigação adequado.

Tabela 6. Tabela para transformação de unidades de pressão

	PSI	BAR	Kgf/cm²	KPa	ATM	mca
PSI	1	0,069	0,070	6,895	0,068	0,703
BAR	14,504	1	1,019	100	0,987	10,197
Kgf/cm2	14,223	0,981	1	98,067	0,968	10
KPa	0,145	0,01	0,01	1	0,01	0,102
ATM	14,696	1,013	1,033	101,325	1	10,333
mca	1,422	0,098	0,1	9,806	0,1	1

3. Entenda como a topografia do terreno influencia no projeto de irrigação

A topografia é um importante critério a ser considerado na elaboração do projeto de irrigação. Quando projetado, o sistema deve ser estruturado para equilibrar as pressões, diminuir a exigência do sistema motobomba e, se possível, aproveitar a declividade do terreno para ganho de pressão.

- Na irrigação por superfície, o terreno sem sistematização (não aplainado) irá encharcar em algumas áreas e ficar com deficiência de água em outras.
- Na irrigação por pivô central e sistema linear, a topografia deve ser o mais plana possível para evitar problemas de deslocamento e variação de pressão.
- Na irrigação por aspersão convencional e localizada, tubulações instaladas em condições de aclive ou declive severo podem ocasionar oscilação na pressão e vazão devido à força da gravidade.

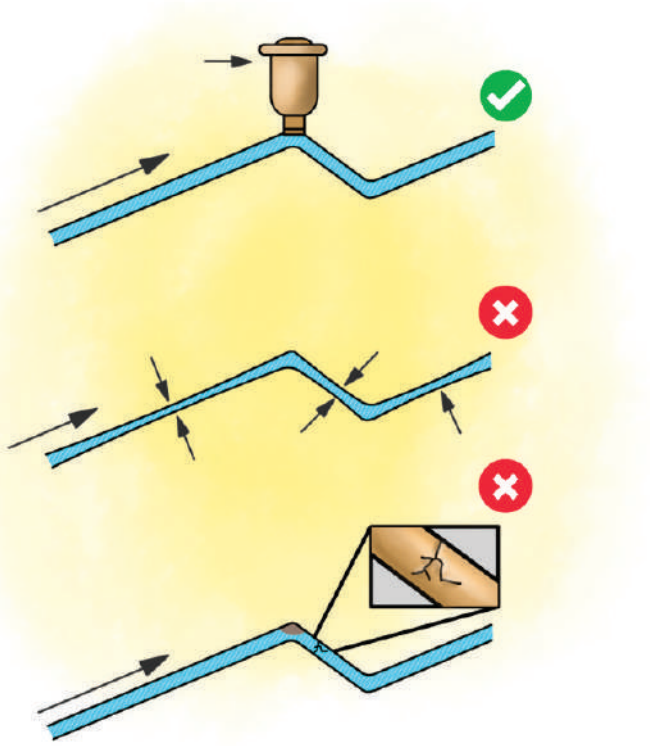
4. Entenda como a presença de ar pode danificar o sistema de irrigação

Ao acionar o sistema de irrigação pressurizado, a água irá preencher os espaços que antes estavam ocupados pelo ar. É comum que um pouco de ar fique retido nas tubulações durante esse processo, dando origem aos bolsões de ar que devem ser retirados do sistema por prejudicarem seu funcionamento.

Atenção

1. A presença das bolsas de ar pode causar a ruptura da tubulação e/ou impedir a passagem de água.
2. A completa falta de ar no sistema também é prejudicial, pois pode causar a implosão (amassamento) da tubulação.

Para evitar esses transtornos ocasionados pelas bolhas de ar ou vácuo, é preciso instalar válvulas de ar no sistema, também conhecidas como ventosas ou antivácuo.



Atenção

Existem ventosas fabricadas somente para a expulsão de ar (purgadoras) e ventosas que fazem as duas funções (expulsão e admissão de ar).

As ventosas devem ser instaladas em:

- Todos os pontos altos da rede;
- Nas extremidades de trechos horizontais (a cada 500 m);
- Em pontos de redução de declividade de trechos ascendentes; e
- Em pontos intermediários de trechos muito longos.

Atenção

Muitas vezes essas válvulas de ar são ignoradas em projetos de sistemas de bombeamento e irrigação, mas são equipamentos complementares indispensáveis ao bom funcionamento do sistema.

5. Faça o diagnóstico de surtos de pressão em sistemas de irrigação

É importante medir a pressão em diversos pontos-chave ao longo do sistema de irrigação: no início do sistema, no início e no final de cada zona de irrigação. No Quadro 1 são apresentados alguns dos principais e mais corriqueiros problemas de pressão encontrados nos sistemas de irrigação.

Quadro 1. Problemas que surtos de pressão podem ocasionar em diferentes sistemas de irrigação

Sistema	Problema	Possível causa	Procedimento e possível solução
Localizado	Cultura menos desenvolvida ao final da área irrigada.	Queda de pressão do sistema ao longo da linha de distribuição.	Verificar a pressão no cavalete e ao final da linha de irrigação. Checar as linhas de distribuição, que podem estar muito longas. Instalar uma tomada de pressão em todos os cavaletes. Verificar quantos setores podem funcionar ao mesmo tempo.
Localizado	Vazão dos emissores menor do que a vazão de catálogo.	Queda de pressão após o elemento filtrante e ao longo do sistema.	Instalar manômetros antes e após o sistema de filtragem. Fazer a lavagem dos filtros sempre que o diferencial de pressão exceder 0,6 bar.
Aspersão e Localizado	Encharcamento por vazamento subterrâneo.	Rachaduras nas tubulações causadas por estouros devido à alta pressão do sistema.	Instalar manômetros na saída da bomba, após o elemento filtrante. Instalar tomadas de pressão em cada cavalete para verificar a distribuição de pressão ao longo do sistema.

Sistema	Problema	Possível causa	Procedimento e possível solução
Pivô	Formação de um anel circular no meio ou ao final da área irrigada com cultura menos desenvolvida.	Variação de pressão ao longo da linha lateral.	Instalar manômetros na adutora, no central da torre e na última mangueira com emissor. Instalar válvulas reguladoras de pressão acima de cada emissor. Sempre respeitar a pressão de serviço dos emissores informada em catálogo.
Pivô	Queda de pressão ao longo do sistema	Vazamento na tubulação e nas conexões desgastadas. Falha no dimensionamento e na regulagem dos bocais.	Eliminar o vazamento renovando a tubulação e as peças de conexão. Instalar manômetros na saída da motobomba e fazer a manutenção do equipamento. Redimensionar a vazão e o diâmetro dos bocais. Manutenção das válvulas reguladoras de pressão.

VII Conhecer a estrutura de uma estação de bombeamento

1. Conheça o tipo de estação de bombeamento mais usada na irrigação

Uma estação de bombeamento é composta, basicamente, por linha de sucção, sistema motobomba e linha de recalque.

A bomba mais utilizada para a irrigação é a turbo bomba do tipo centrífuga, que possui duas partes principais:

- Rotor, que tem a finalidade de impulsionar o fluido; e
- Difusor, que coleta o fluido expelido pelo rotor e encaminha para o recalque.

A função da bomba é empurrar a água da fonte pela tubulação até alcançar o último emissor do sistema de irrigação. Para selecionar uma bomba, o projetista precisa saber:

- Altura manométrica: pressão necessária para bombear água vencendo os desníveis do terreno e a perda de carga do sistema, normalmente calculada em metros de coluna d'água (mca); e
- Vazão do sistema de irrigação.

Atenção

1. Antes do funcionamento, é necessário que a carcaça da bomba (difusor) e a tubulação de sucção estejam totalmente preenchidas com água (fazer a escorva).
2. Para instalar uma estação de bombeamento, consulte um projetista ou responsável técnico para fazer o projeto e a instalação.
3. Uma seleção ruim pode aumentar os custos operacionais e diminuir o tempo de vida da bomba. Isso causa impacto no desempenho e na confiabilidade de todo o sistema de irrigação.

A potência necessária para o acionamento da bomba deve ser calculada pelo projetista, e deve levar em consideração a vazão do recalque, a altura manométrica, o rendimento da bomba e o rendimento do motor.

Como medida de segurança, recomenda-se dar um acréscimo ao valor da potência calculada em projeto (ver Tabela 7, na página 75).

Tabela 7. Acréscimo recomendado para potência calculada

Tipo de motor	Potência calculada	Acréscimo
Elétrico	Até 2 cv	30%
	3 a 5 cv	25%
	6 a 10 cv	20%
	11 a 25 cv	15%
	Acima de 25 cv	10%
Diesel	**Qualquer potência**	**25%**
Gasolina	**Qualquer potência**	**50%**

2. Faça a manutenção das bombas

A manutenção da bomba pode ser preventiva ou corretiva. Para fazer a manutenção preventiva, o produtor deve consultar o manual de instalação, operação e manutenção da bomba, fornecido pelo fabricante, e criar uma rotina de verificação.

A manutenção corretiva deve ser feita ao se diagnosticar um problema. Deve-se buscar a causa e, em seguida, fazer a correção adequada. No Quadro 2 são apresentados problemas comuns que ocorrem com bombas e suas principais causas.

Atenção

Consulte um técnico especialista ou um responsável técnico para fazer o reparo ou caso não identifique a origem do problema.

Quadro 2. Problemas e possíveis causas do mau funcionamento das bombas

Problema	Possíveis causas (verificar)
A bomba não bombear	A bomba pode não estar escorvada; A rotação do rotor pode estar abaixo da ideal; A altura manométrica pode ser maior do que a informada/calculada em projeto; A altura de sucção pode estar maior do que a permitida; O rotor pode estar entupido; O rotor pode estar rodando em sentido contrário; e A Tubulação de sucção pode estar obstruída.
A bomba está bombeando pouca água	Pode haver entrada de ar na sucção; A rotação pode estar abaixo da ideal; A altura manométrica pode ser maior do que a informada/calculada em projeto; O rotor pode estar parcialmente obstruído; A válvula de pé pode estar obstruída; e O nível da água pode estar abaixo da válvula de pé.
A pressão está baixa	Pode haver vazamento na linha de sucção; O rotor pode estar rodando em sentido contrário; A altura manométrica pode ser maior do que a informada/calculada em projeto; Pode haver presença de materiais estranhos no rotor; O anel de desgaste pode estar desgastado; e O rotor pode estar corroído.

Problema	Possíveis causas (verificar)
A bomba está perdendo a escorva	Pode haver entrada de ar pela linha de sucção; A válvula de pé pode estar avariada; Pode haver entrada de ar pelas juntas; Pode haver vazamento na linha de sucção; O nível d'água pode estar abaixo da válvula de pé; e A aspiração pode estar alta demais.
A bomba está sobrecarregando o motor	A altura manométrica pode ser menor do que a informada/calculada em projeto; O diâmetro do rotor pode estar maior que o necessário; O rotor pode estar parcialmente obstruído; Pode haver desalinhamento; Os rolamentos podem estar gastos; e Pode haver atrito entre as partes móveis e fixas;
A bomba está trepidando muito	A bomba ou tubulação podem estar sem escorva; A válvula de pé pode ser muito pequena ou obstruída; O rotor pode estar obstruído; O eixo pode estar empenado; O eixo pode estar girando fora do centro; e Os rolamentos podem estar enferrujados ou não lubrificados.
A bomba está superaquecendo	A bomba pode não estar escorvada; Pode haver bolsões de ar dentro da bomba; Pode haver desalinhamento interno; Os rolamentos podem estar gastos; e Pode faltar lubrificação.

VIII Buscar a regularização do uso da água na agricultura

1. Conheça a outorga de direito do uso de recursos hídricos

A água é um bem público e, para usá-la na propriedade em projetos de irrigação, é preciso pedir autorização. A outorga de direito de uso de recursos hídricos é o ato administrativo por meio do qual o órgão competente gestor da água concede ao produtor o direito de seu uso.

Antes que uma outorga seja emitida, é preciso que o órgão gestor conheça ou estime a disponibilidade hídrica da bacia hidrográfica. Somente assim os gestores serão capazes de saber se será possível atender à demanda hídrica solicitada pelo produtor. Por isso, um dos critérios de análise de emissão da outorga é o estudo do balanço hídrico da bacia hidrográfica.

Atenção

Quando a emissão de outorga tem como finalidade a irrigação, estimar a disponibilidade hídrica da bacia hidrográfica e a demanda hídrica do empreendimento é fundamental na análise do pedido de outorga.

Qualquer empreendimento hidráulico – como projeto de irrigação, barramento, canalização, perfuração de poços ou qualquer outra interferência que altere o regime de vazões de corpos hídricos na superfície ou abaixo dela – está sujeito a outorga.

No entanto, existem casos em que o uso da água não é sujeito à outorga, ou seja, alguns usuários não precisam fazer esse pedido, sendo conhecidos como usuários de volume insignificante. Esses casos devem ser definidos pelo comitê da bacia hidrográfica na qual o usuário está inserido ou, na ausência do comitê, pela autoridade outorgante do corpo hídrico.

Mesmo sem a necessidade de outorga, esses usos definidos devem estar cadastrados junto com os usuários sujeitos a outorga no Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos (CNARH).

Atenção

O Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos (CNARH) foi implementado pela Agência Nacional de Águas (ANA), em parceria com autoridades estaduais gestoras de recursos hídricos, com o objetivo de conhecer os usuários de águas superficiais e subterrâneas em todo o território nacional.

O conteúdo do CNARH inclui informações sobre vazão utilizada, local de captação, denominação e localização do curso d'água, empreendimento do usuário e/ou atividade que pretende realizar.

1.1.Saiba onde pedir a outorga

A outorga é emitida pelas autoridades outorgantes da União, dos estados e do Distrito Federal, de acordo com a dominialidade do corpo hídrico.

Se a água do seu empreendimento fizer parte de rios e lagos que banham mais de um estado ou país, ou seja, corpos hídricos de domínio da União, a outorga é emitida pela ANA.

Se a água para sua irrigação pertencer a rios, lagos e açudes (assim como as águas subterrâneas) que percorrem somente um estado (estaduais), ou seja, corpos hídricos de domínio dos estados ou do Distrito Federal, a outorga é emitida pelo órgão gestor de água do estado ou do Distrito Federal.

Poços artesianos também requerem legalização no órgão, sendo que cada estado tem um volume mínimo que não requer renovação, mas que é necessário à sua regularização.

Atenção

1. As águas armazenadas em reservatórios administrados por entidades federais, como os açudes do DNOCS e da CODEVASF, por exemplo, são de domínio da União e, por isso, a outorga também é emitida pela ANA.
2. Para mais informações, pesquise no site de cada órgão responsável.
3. Conheça o órgão gestor de recursos hídricos de cada estado acessando o link http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/textos-das-paginas-do-portal/lista-de-orgaos-gestores-estaduais.

2. Conheça o licenciamento ambiental

Licenciamento ambiental é o procedimento pelo qual o órgão ambiental competente pode fornecer uma autorização para instalação, ampliação e operação de empreendimentos que utilizam recursos ambientais e que têm potencial para causar algum impacto sobre aquele ambiente.

Atenção

É necessário ter licença ambiental para começar um empreendimento de irrigação.

Para conseguir a concessão de um licenciamento ambiental, é preciso seguir e obedecer às seguintes etapas:

- Apresentar documentos, projetos e estudos ambientais;
- Fazer o requerimento;
- Aguardar a análise pelo órgão ambiental competente;
- Aguardar a solicitação de esclarecimento exigido pelo órgão ambiental competente;
- Caso necessário, aguardar a realização de uma audiência pública;
- Caso necessário, prestar esclarecimentos decorrentes da audiência pública;
- Aguardar a emissão de parecer técnico conclusivo; e
- Receber deferimento ou indeferimento do pedido de licença.

Atenção

A resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos nº 65/2006 resolveu estabelecer diretrizes para facilitar os procedimentos para obtenção da outorga e do licenciamento ambiental. Ela facilita a articulação entre o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e o Sistema Nacional de Meio Ambiente.

Essa resolução tenta diminuir a burocracia para o produtor rural, pois as entidades devem compartilhar informações das análises dos pedidos, obrigando, assim, que haja uma comunicação entre a autoridade outorgante competente e o órgão ambiental licenciador.

Considerações finais

O manejo da irrigação considera o uso responsável do recurso hídrico disponível, buscando o aumento da produtividade das culturas com a utilização eficiente da água, da energia, dos fertilizantes e de outros insumos empregados na produção, considerando, também, o aumento da receita líquida pelo volume de água aplicada ou pela área irrigada.

Há inúmeras possibilidades de realizar o manejo adequado da irrigação, dos mais simples aos mais sofisticados, com menor ou maior nível de precisão, mas todos têm sua utilidade e importância, se adequando às condições de cada produtor e empreendimento.

A atualização constante dos conhecimentos sobre o tema é que orienta o caminho a seguir na busca do uso eficiente da água e do manejo adequado da irrigação.

Referências

ALBUQUERQUE, P. E. P. de; DURÃES, F. O. M. **Uso e manejo de irrigação**. 2ª ed. Brasília: Embrapa, 2013. 528p.

ANA/INOVAGRI. **Manejo da Irrigação: quando, quanto e como irrigar**. Disponível em: https://capacitacao.ead.unesp.br/dspace/handle/ana/275. Acesso em 01/09/18.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 8ª ed. Editora UFV, Viçosa-MG, 2006. 625p.

MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. **Irrigação: princípios e métodos**. Viçosa: UFV, 2006. 318 p.

SENAR
Serviço Nacional de Aprendizagem Rural

Formação Profissional Rural

http://ead.senar.org.br

SGAN 601 Módulo K
Edifício Antônio Ernesto de Salvo • 1º Andar
Brasília-DF • CEP: 70.830-021
Fone: +55(61) 2109-1300

www.senar.org.br