

IRRIGAÇÃO LOCALIZADA

JOSÉ ANTÔNIO FRIZZONE – frizzone@esalq.usp.br



SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO LOCALIZADA

Gotejamento



Microaspersão



- **Área irrigada no Brasil por sistemas localizados – 350.000 ha**

IRRIGAÇÃO LOCALIZADA



A indústria de irrigação localizada é o setor mais promissor da irrigação, sendo a que apresenta atualmente a maior taxa de crescimento no setor.

O crescimento desta indústria nos países desenvolvidos está ocorrendo com base na conversão de sistemas por superfície, visando otimizar o uso dos recursos hídricos disponíveis, por exigência de políticas de gerenciamento (outorgas) ou por interesses econômicos dos proprietários de terras (venda de cotas de água para as cidades e indústrias).

Particularidade importante das indústrias de IL - a grande capacidade de internacionalização de suas atividades, com base nas comunidades Israelenses existentes no mundo e que atuam com escritórios e fábricas em diferentes países.

Os Israelenses foram os que mais se dedicaram ao desenvolvimento e divulgação da IL no mundo, tanto é que das empresas existentes no mercado, as que apresentam maior diversidade de produtos são as Israelenses.

IRRIGAÇÃO LOCALIZADA



Os sistemas de IL são considerados os de maior interesse comercial atualmente, porém existem evidências suficientes de que esses sistemas podem ser muito ineficientes, como resultado de problemas técnicos associados à qualidade da água, ao manejo inadequado da irrigação e à grande exigência de manutenção dos sistemas, resultando sérios problemas de obstrução dos emissores.

Outros pontos a serem destacados em favorecimento da IL:

Forte apoio jornalístico (televisão, jornal, revistas especializadas) como solução técnica para otimização dos recursos hídricos na agricultura.

Forte apoio político de consulados e embaixadas israelenses em proximidades ao governo federal.

Forte poder intuitivo do método em disseminar a idéia de alta eficiência para o público leigo em geral.

Aptidão natural das empresas israelenses em coordenar e difundir atividades de assistência técnica e extensão rural.

Sistemas de irrigação muito flexíveis adaptando-se a diferentes condições topográficas e geometrias de áreas, inclusive a cultura perenes já implantadas.

IRRIGAÇÃO LOCALIZADA

ATENÇÃO:

Observa-se em termos de legislação de recursos a nível nacional e mundial, uma preferência intuitiva pelos sistemas de IL em detrimento a outros sistemas de irrigação. Tecnicamente, essa preferência generalizada pode ser contestada por especialistas da área de irrigação. Mas o gerenciamento dos recursos hídricos é feito por membros dos comitês de bacias que nem sempre possuem conhecimentos técnicos suficientes para efetuarem essa autocrítica.

IMPORTANTE:

Sistemas de irrigação não consomem água. As plantas consomem água pelo processo de evapotranspiração.

Por mais que um sistema de IL possa ser bem operado e bem mantido, a eficiência de irrigação nem sempre pode superar a eficiência alcançada por todos os outros sistemas de irrigação.

Não existe um único sistema de irrigação considerado ideal, ou seja, capaz de atender a todas as condições do meio físico, a todos os interesses envolvidos, a todas as variedades de culturas e aos objetivos econômico-sociais.

TERMOS E DEFINIÇÕES

Irrigação localizada - processo de aplicação de água em alta frequência e baixo volume, sobre ou abaixo da superfície do solo, mantendo com alto grau de umidade um pequeno volume de solo que contém o sistema radicular das plantas.

Emissor é o dispositivo instalado em uma linha lateral de irrigação e projetado para descarregar água na forma de gotas, de fluxo contínuo ou por microaspersão em pontos discretos ou contínuos.

TERMOS E DEFINIÇÕES



Emissor "in-line" é aquele que foi projetado para instalação entre dois trechos de tubo em uma lateral de irrigação



Emissor "on-line" é aquele que foi projetado para instalação na parede de uma lateral de irrigação, quer diretamente ou indiretamente por meio de microtubos.

TERMOS E DEFINIÇÕES

Tubo emissor - tubo contínuo, incluindo tubo colapsável (fita), com perfurações ou com outros dispositivos hidráulicos modelados ou integrados no tubo durante o processo de fabricação e projetados para descarregar água na forma de gotas ou fluxo contínuo.



fita gotejadora com labirintos modelados



Gotejador integrado – tipo bob



Gotejador integrado – tipo pastilha

TERMOS E DEFINIÇÕES

Microaspersor tipo difusor fixo autocompensante (regulado)

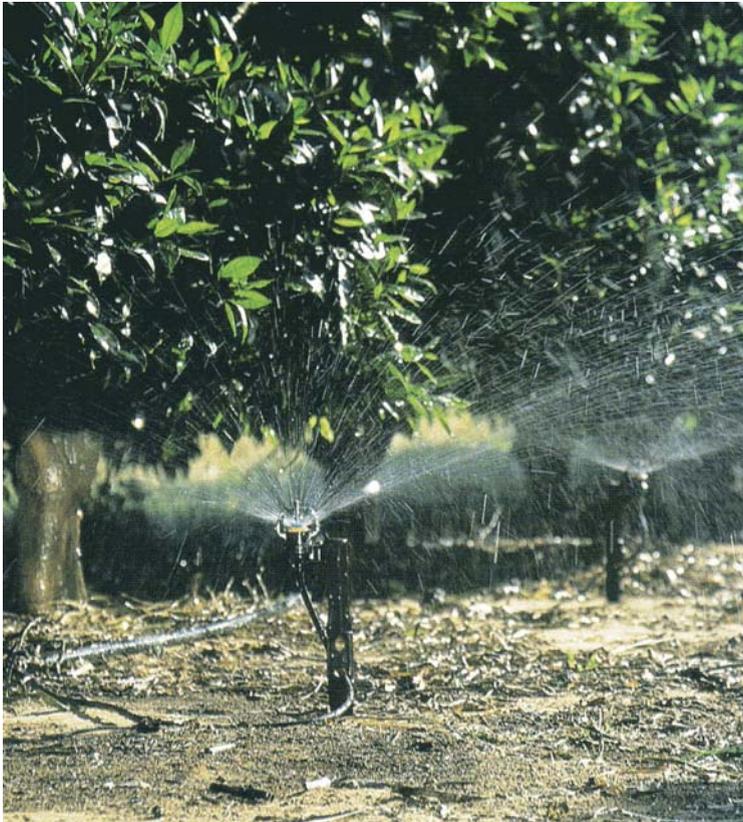


Proporciona maior superfície de solo molhado, em relação ao gotejamento, a um menor custo fixo. Em solos arenosos e na irrigação de cultivos arbóreos a utilização de microaspersores, em geral, é mais vantajosa que a utilização de gotejadores, além do que são menos susceptíveis à obstrução e menos exigentes em filtragem da água.

MICROIRRIGAÇÃO

EMISSORES

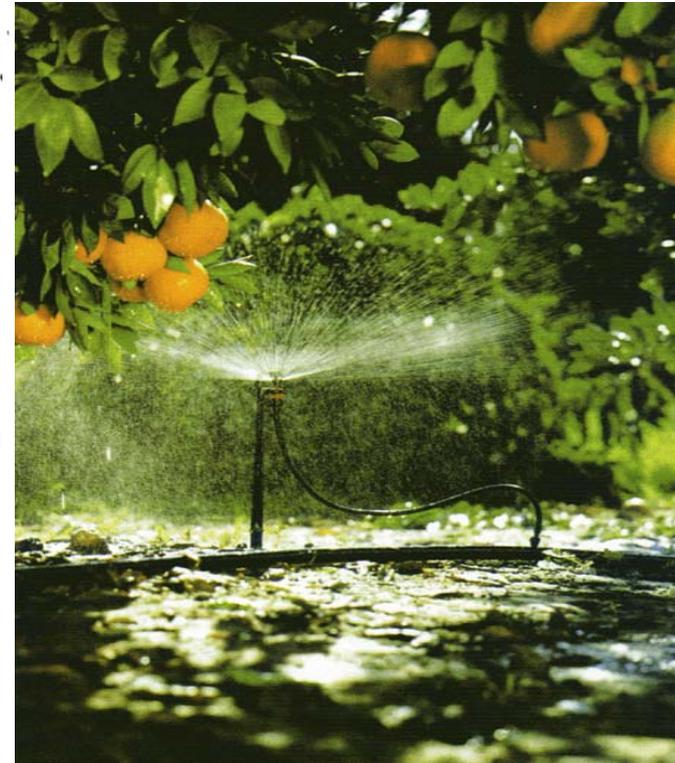
Microaspersor autocompensante (regulado) com asa giratória



Operam a pressões e vazões maiores que os gotejadores (100 kPa a 200 kPa ; 30 L h^{-1} a 200 L h^{-1}) e, portanto, aumentam o consumo de energia. Nos sistemas regulados, tanto na microaspersão como no gotejamento, o consumo de energia é aumentado. São susceptíveis à deriva e evaporação.

TERMOS E DEFINIÇÕES

Microaspersor não regulado com asa giratória



SELEÇÃO DE EMISSORES

FATORES INTERVENIENTES

- Tipo de solo a ser irrigado
- Necessidades de água das plantas
- Vazão do emissor
- Qualidade da água
- Vazão disponível
- Condições de vento e demanda evaporativa da atmosfera
- Características topográficas do terreno
- Custos do emissor e riscos inerentes ao sistema
- Porcentagem de área molhada

Geralmente os emissores que oferecem as características mais desejáveis e oferecem os menores riscos ao sistema são mais caros.

SELEÇÃO DE EMISSORES

QUALIDADES DESEJÁVEIS

- Apresentar vazão pequena e pouco sensível às variações de pressão;
- Apresentar pequena sensibilidade à obstrução;
- Apresentar resistência à ação química e do ambiente;
- Apresentar estabilidade temporal da relação vazão-pressão;
- Apresentar pequena variação de fabricação;
- Apresentar pequena sensibilidade às variações de temperatura;
- Produzir pequena perda de carga no sistema de conexão emissor-lateral;
- Possuir baixo custo.

SELEÇÃO DE EMISSORES

CONDIÇÕES QUE JUSTIFICAM O USO DE EMISSORES REGULADOS

- Quando o custo do emissor regulado é compensado pela redução do custo das linhas laterais devido à redução do diâmetro.
- Em terrenos com pouca uniformidade topográfica. À medida que a uniformidade topográfica da superfície diminui, com variações da direção ou no gradiente de declive, ou em ambos, os sistemas com emissores regulados devem ser preferidos para possibilitar irrigação com maior uniformidade.
- Quando a pressão da água é proporcionada pela energia de posição, sem necessidade de bombeamento e, conseqüentemente, sem custos de energia.

SELEÇÃO DE EMISSORES

BENEFÍCIOS DO USO DE EMISSORES REGULADOS

- Possibilita o controle do tamanho das gotas reduzindo o efeito dos ventos, mantendo uniforme o padrão de aplicação de água e o diâmetro da área molhada por microaspersores;
- O projetista pode optar por redução do diâmetro das tubulações das linhas laterais e de derivação, para um comprimento fixo, ou manter o diâmetro e aumentar o comprimento, especialmente quando se dispõe de alta pressão, reduzindo os custos fixos associados às tubulações nas subunidades de irrigação;
- A uniformidade de aplicação de água é mantida em terrenos com baixa uniformidade topográfica. Isso é particularmente importante nos cultivos em terrenos acidentados;
- Os reguladores de fluxo podem prolongar a vida dos emissores e reduzir o desgaste e o rompimento dos dispositivos rotativos dos microaspersores;
- Para um determinado tipo de regulador de fluxo pode-se combinar diferentes tamanhos de bocais, possibilitando modificações no padrão de aplicação de água por microaspersores e no tamanho das gotas.

SELEÇÃO DE EMISSORES

LIMITAÇÕES DO USO DE EMISSORES REGULADOS

- Requer energia adicional, o que significa maior custo operacional
- O emissor regulado é um item caro e um grande número de emissores pode aumentar significativamente o custo total do sistema. Aumentando a distância entre emissores é mais provável obter benefício econômico do mecanismo de regulação
- O mecanismo de regulação do emissor é um componente adicional com potenciais problemas: depósitos de fertilizantes, cálcio e ferro e ações de ácidos e cloro podem danificar as membranas de regulação e prejudicar o funcionamento normal do emissor
- Altas pressões de operação podem reduzir a vida útil dos tubos de polietileno além de facilitar o escape de emissores on-line da tubulação, principalmente quando exposta ao sol
- Tem-se observado que alguns emissores regulados, submetidos continuamente a altas pressões, em inícios de linhas laterais, têm menor durabilidade de funcionamento normal.

CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DOS SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO LOCALIZADA

- ✓ A aplicação de água é feita nas proximidades das plantas , em um ou mais pontos de emissão, molhando apenas uma fração da área cultivada.
- Culturas com grandes espaçamentos (árvores):
Climas úmidos - área molhada máxima de 67% e mínima de 20% da área total ocupada pela árvore.
Clima árido e semi-árido – área molhada mínima de 33%.
- Culturas anuais em fileiras, deve-se umedecer uma faixa contínua de solo para beneficiar uma ou duas fileiras, mantendo-se a área molhada entre 33% e 67%.
- ✓ A aplicação de água é feita em pequenas vazões e baixas pressões, sobre ou abaixo da superfície do solo, ou por pulverização da água no ar;

CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DOS SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO LOCALIZADA

- ✓ Ao reduzir o volume de solo molhado e, portanto, o volume de água armazenado, deve-se irrigar com a frequência necessária para manter no solo um alto grau de umidade.
- ✓ A uniformidade de aplicação de água depende da uniformidade de vazão dos emissores e a estratégia de dimensionamento do sistema deve focar a obtenção de alta uniformidade de emissão.
- ✓ O balanço entre água aplicada e evapotranspiração é mantido em períodos entre 24 h e 72 h.

POTENCIAL DE USO DA IRRIGAÇÃO LOCALIZADA

- ✓ a água é restrita e cara;
- ✓ os solos são arenosos, pedregosos e com topografia irregular;
- ✓ as culturas são de alto valor econômico;
- ✓ o agricultor tem adequado nível educacional.

IRRIGAÇÃO LOCALIZADA - VANTAGENS

Economia de água

Favorece o desenvolvimento e produção das plantas

Reduz o risco da salinidade para as plantas

Alta eficiência na aplicação de fertilizantes e outros produtos químicos

Limita o desenvolvimento e a disseminação de ervas daninhas

Reduz a exigência de mão-de-obra para operação

Reduz o consumo de energia

Facilita as práticas culturais

Justifica o uso de terras marginais na agricultura

IRRIGAÇÃO LOCALIZADA - LIMITAÇÕES

Permanente necessidade de manutenção

- obstrução dos emissores (química, física, biológica, formigas, insetos)
- rompimento de tubulações
- danos e falhas em acessórios e equipamentos
- danos às tubulações de PE por animais roedores e acidentes nas práticas culturais

Minimização da obstrução - São duas as alternativas (a) desenvolvimento de emissores menos sensíveis à obstrução; (b) manutenção preventiva incluindo filtragem da água e tratamento químico; lavagem das linhas laterais e inspeções de campo. Isto significa aumento dos custos de manutenção, de reposição de peças, de recuperação e de inspeção

Acumulação de sais próximo às plantas

Limita o desenvolvimento do sistema radicular

IRRIGAÇÃO LOCALIZADA - LIMITAÇÕES

Limitações técnicas e econômicas

- Há grande necessidade de constantes aperfeiçoamentos técnicos no projeto de emissores, sistemas de filtragem e de controle.
- Desenvolvimento de técnicas para prevenir ou corrigir os problemas de obstrução dos emissores e falhas de equipamentos nem sempre tem alcançado sucesso.
- Dificuldades são encontradas no desenvolvimento de métodos para injeção de fertilizantes e outros produtos químicos.
- São necessários melhores projetos, programas de manejo e manutenção. Como esses sistemas operam a baixa pressão, pequenas variações na pressão dos emissores podem causar grandes variações de vazão e, como consequência, a uniformidade de distribuição de água pode ser reduzida a níveis indesejáveis.

MICROIRRIGAÇÃO

LIMITAÇÕES

Limitações técnicas e econômicas

- Os sistemas de IL são fixos e requerem grandes quantidades de tubulações e acessórios. Conseqüentemente, o investimento de capital no sistema é elevado.
- Do custo inicial total de um sistema de IL, as tubulações representam cerca de 60% a 70%. As linhas laterais podem corresponder a 40%, os emissores 5 a 10% e o cabeçal de controle entre 10% e 20%.
- Em 1 ha de citros utilizam-se aproximadamente 1900 m de linhas laterais e 500 a 1500 emissores enquanto, em videiras, utilizam-se até 3000 m dessas tubulações e cerca de 2000 emissores.

IRRIGAÇÃO LOCALIZADA

ESQUEMAS DE INSTALAÇÃO E OPERAÇÃO

DEFINIÇÕES

- **SUBUNIDADE DE IRRIGAÇÃO**

É a superfície dominada por um regulador de pressão. Essa superfície é irrigada simultaneamente a partir do ponto onde se regula a pressão de entrada de água. No caso limite em que cada lateral tem um regulador de pressão, a subunidade de irrigação estaria formada por uma única lateral. Constitui a base de dimensionamento da linha de derivação.

- **UNIDADE DE IRRIGAÇÃO**

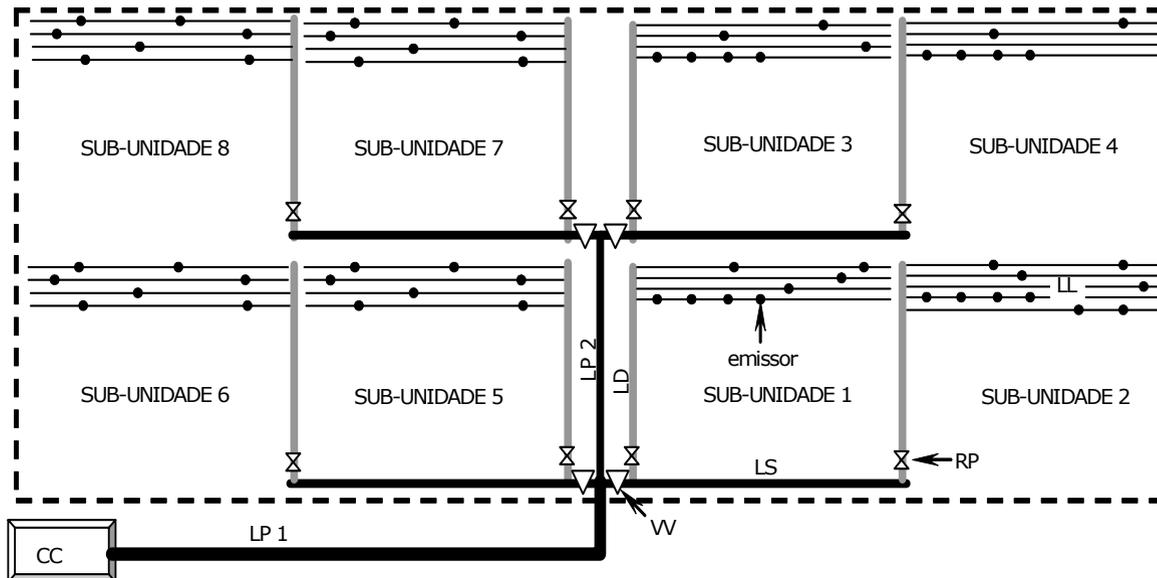
É a superfície formada pelo conjunto de subunidades de irrigação operando simultaneamente a partir do mesmo ponto onde se controla o volume de água, caso se utilize uma válvula volumétrica, ou o tempo de irrigação, caso se utilize uma eletroválvula. Constitui a base de dimensionamento da linha secundária.

- **UNIDADE OPERACIONAL DE IRRIGAÇÃO**

É a superfície formada pelas unidades de irrigação que operam simultaneamente a partir do mesmo cabeçal de controle. Constitui a base de dimensionamento linha principal, do cabeçal de controle e do conjunto motobomba.

IRRIGAÇÃO LOCALIZADA

ESQUEMAS DE INSTALAÇÃO E OPERAÇÃO



CC - Cabeçal de controle

LP 1 - Linha principal

LP 2 - Linha principal conduzindo 50% da vazão de PL 1

LS - Linha secundária

LD - Linha de derivação

LL - Linha lateral

W - Válvula volumétrica

RP - Regulador de pressão

UNIDADE 1 = SUB-UNIDADE 1 + SUB-UNIDADE 2

UNIDADE 2 = SUB-UNIDADE 3 + SUB-UNIDADE 4

UNIDADE 3 = SUB-UNIDADE 5 + SUB-UNIDADE 6

UNIDADE 4 = SUB-UNIDADE 7 + SUB-UNIDADE 8

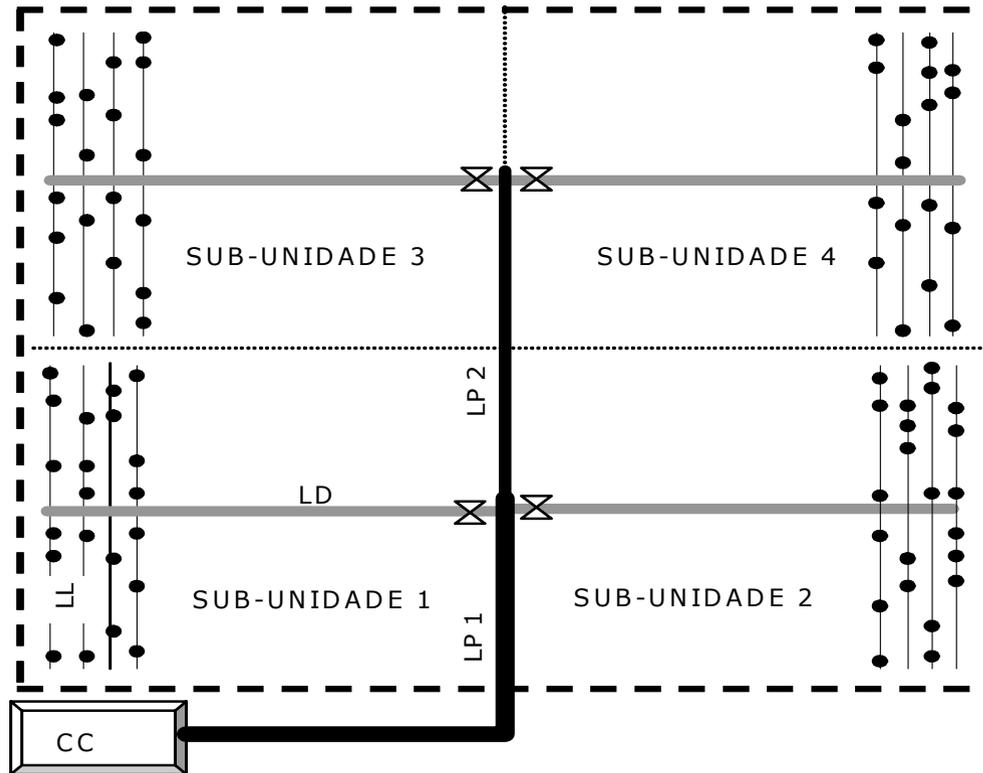
UNIDADES OPERACIONAIS DE IRRIGAÇÃO (UOP):

UOP 1 = UNIDADE 1 + UNIDADE 2

UOP 2 = UNIDADE 4 + UNIDADE 4

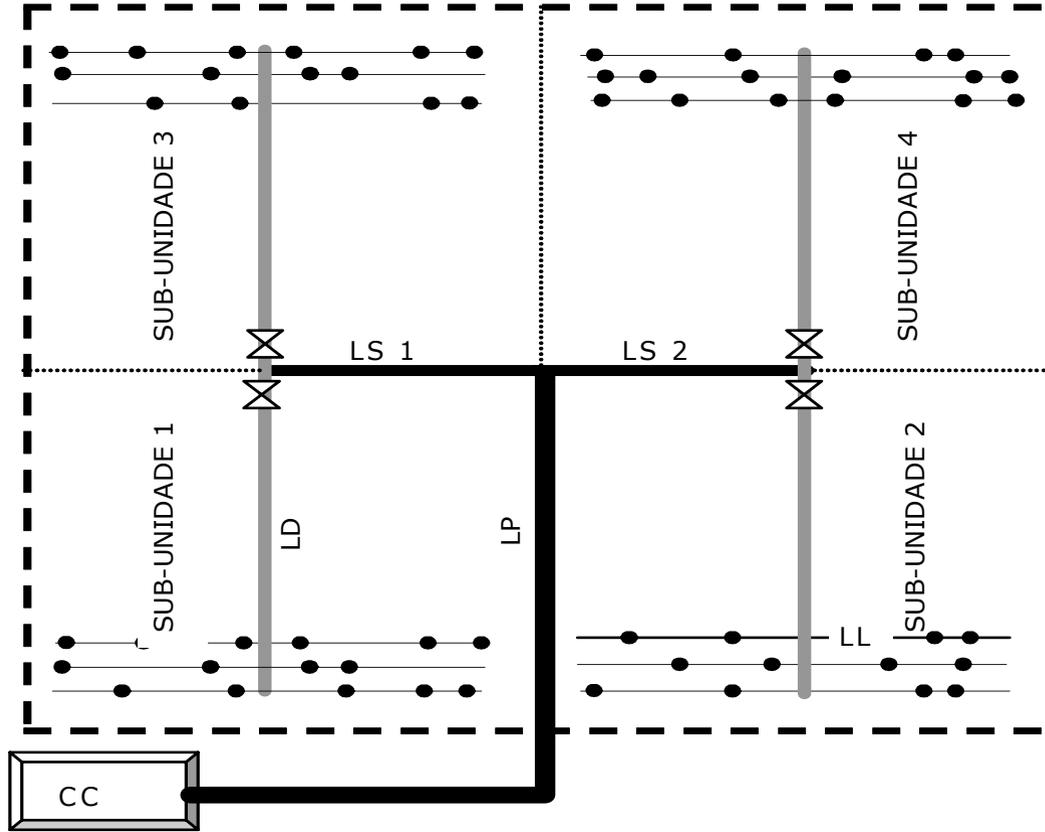
IRRIGAÇÃO LOCALIZADA

ESQUEMS DE INSTALAÇÃO E OPERAÇÃO



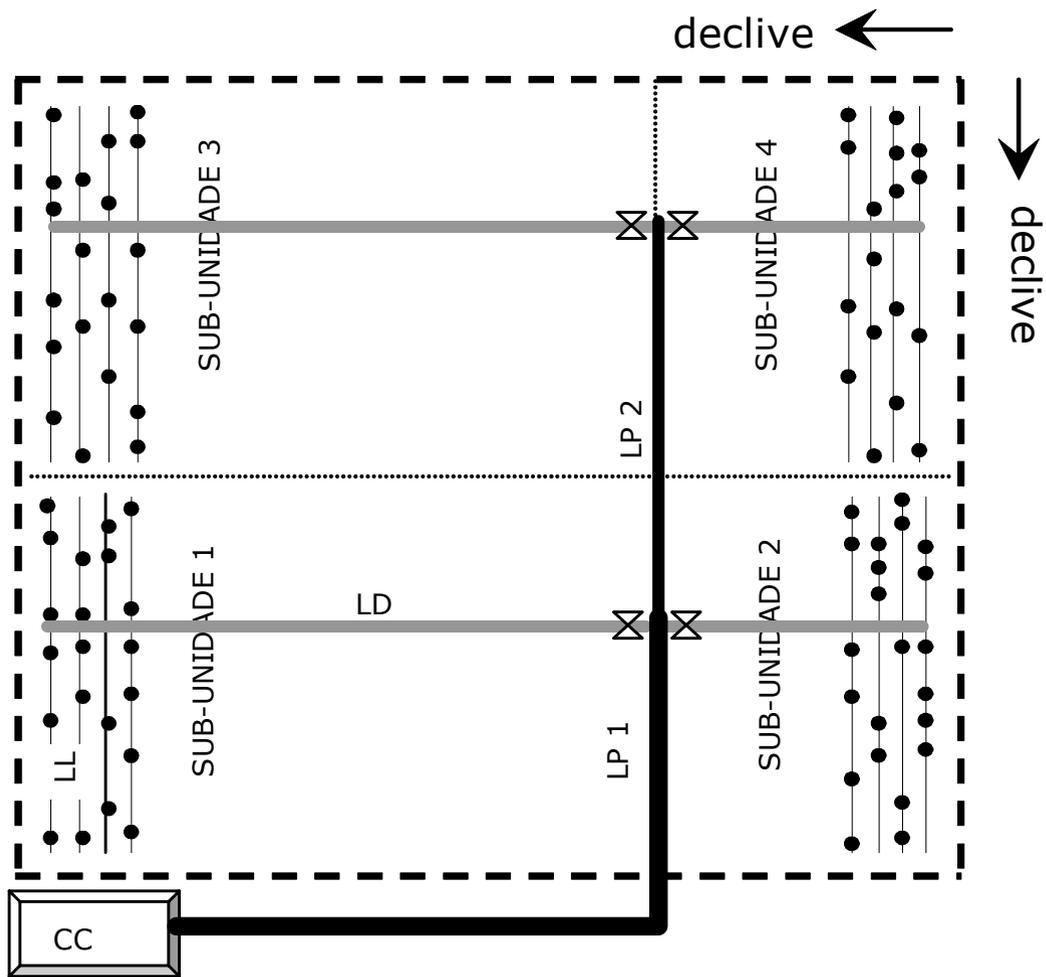
IRRIGAÇÃO LOCALIZADA

ESQUEMAS DE INSTALAÇÃO E OPERAÇÃO



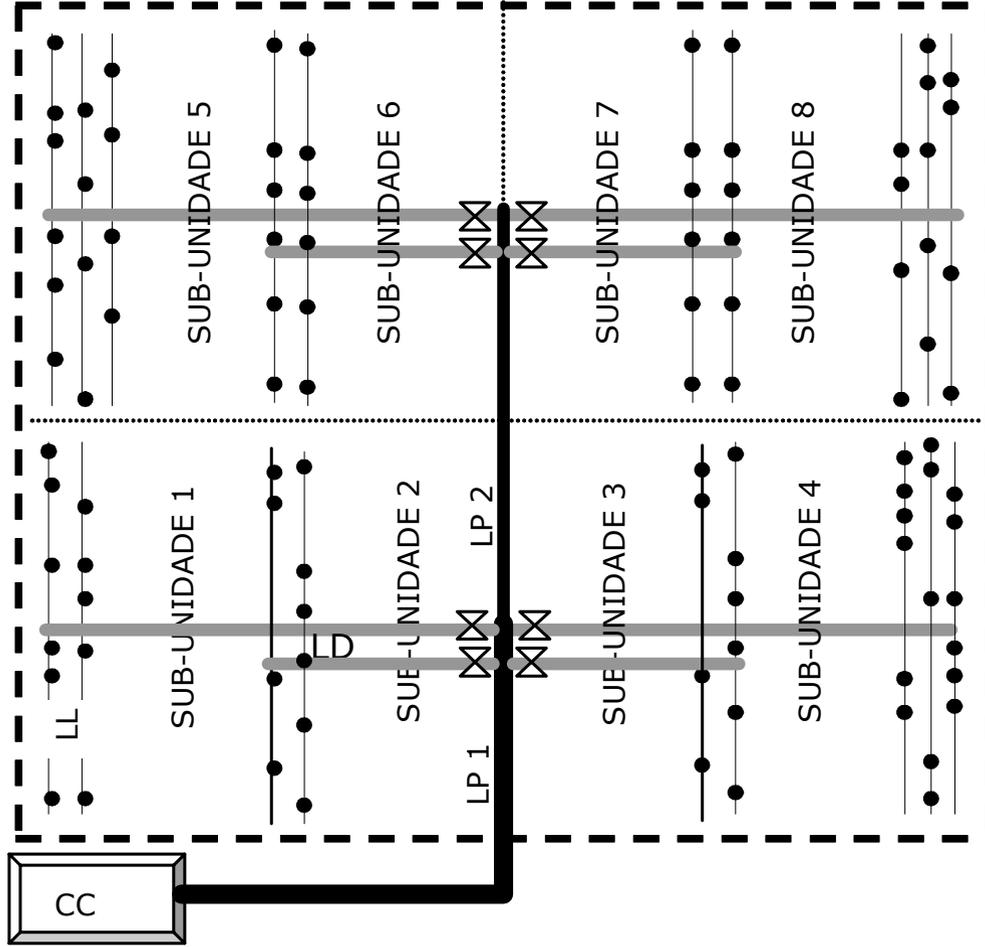
MICROIRRIGAÇÃO

ESQUEMAS DE INSTALAÇÃO E OPERAÇÃO



IRRIGAÇÃO LOCALIZADA

ESQUEMAS DE INSTALAÇÃO E OPERAÇÃO



CABEÇAL DE CONTROLE



LINHAS DE DERIVAÇÃO E LATERAIS



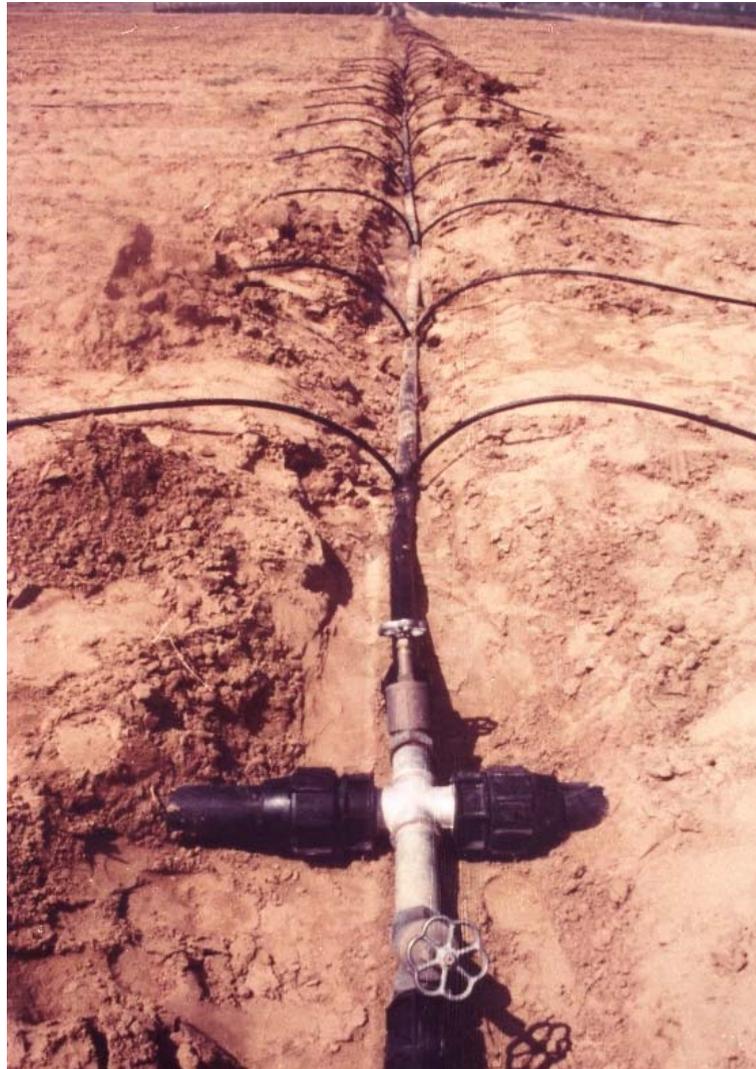
REGULADOR DE PRESSÃO



LINHAS DE DERIVAÇÃO E LATERAIS



LINHAS LATERAIS ENTERRADAS



IRRIGAÇÃO LOCALIZADA

CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS DOS EMISSORES

- **RELAÇÃO VAZÃO-PRESSÃO**

$$q = k H^x$$

q : vazão do emissor (L h⁻¹);

K : constante ou coeficiente de descarga característico do emissor e corresponde à vazão do emissor na pressão unitária;

H : pressão hidráulica na entrada do emissor (mca ou kPa; 1 mca=10 kPa);

X : expoente de descarga do emissor, caracterizado pelo regime de fluxo dentro do emissor e pelos dispositivos de dissipação de energia e/ou de regulação.

Valores típicos do expoente de descarga (x) dos emissores

Microtubo - > 0,75

Helicoidal - 0,65 a 0,75

Orifício, labirinto - 0,45 a 0,60

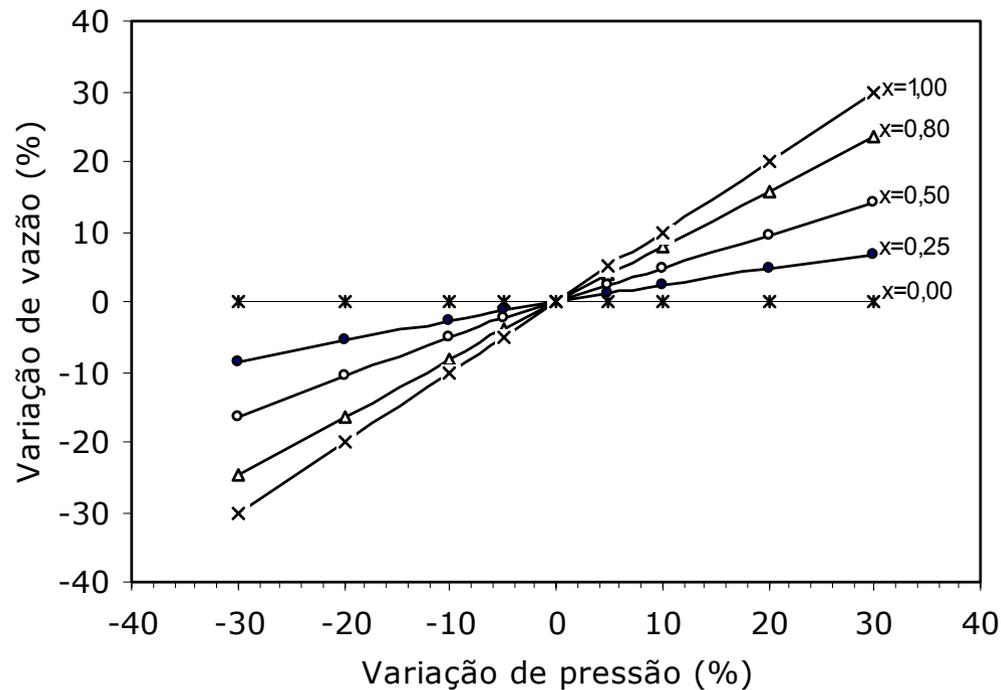
Vórtice - 0,40 a 0,45

Regulados - < 0,40

IRRIGAÇÃO LOCALIZADA

CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS DOS EMISSORES

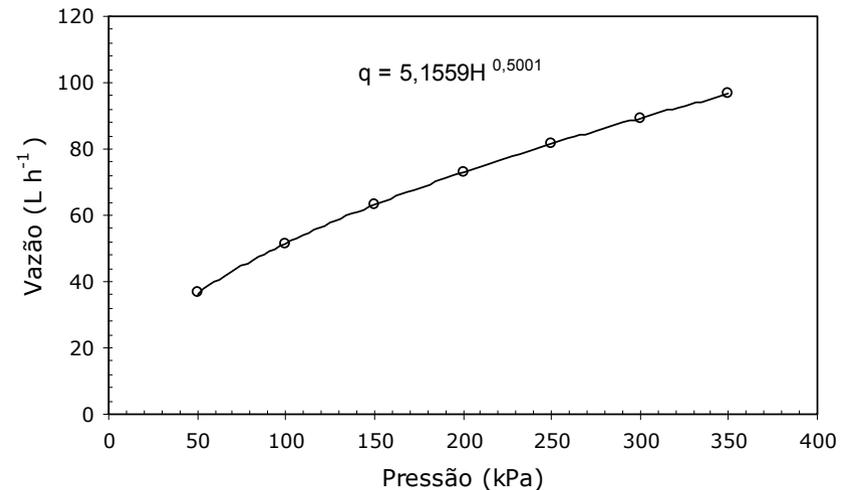
Relação entre variação de vazão e variação de pressão



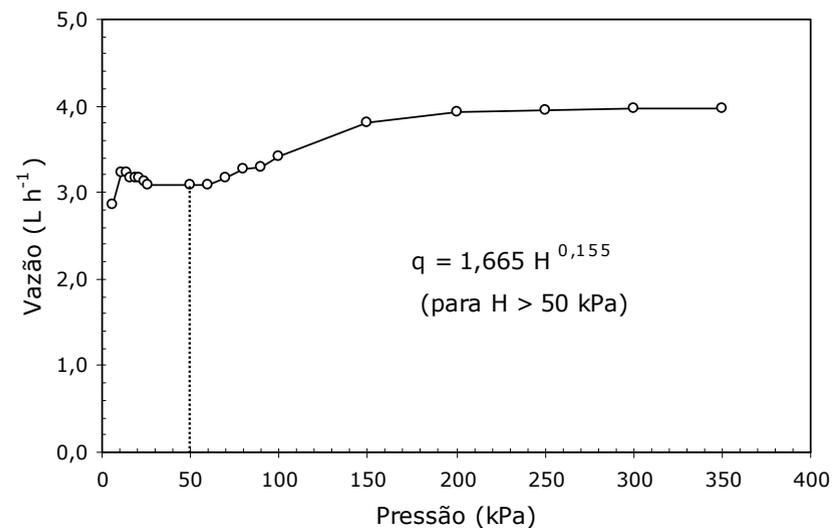
IRRIGAÇÃO LOCALIZADA

CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS DOS EMISSORES

- Curva características de um microaspersor não regulado



- Curva característica de um gotejador regulado



IRRIGAÇÃO LOCALIZADA

CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS DOS EMISSORES

- **COEFICIENTE DE VARIAÇÃO DE FABRICAÇÃO**

$$CVF = \frac{S_q}{q_m}$$

A norma EP 405.1 (ASAE, 1999) classifica os emissores da seguinte forma:

Para gotejadores e microaspersores

$CVF \leq 0,05$	Uniformidade excelente
$0,05 < CVF \leq 0,07$	Uniformidade média
$0,07 < CVF \leq 0,10$	Uniformidade baixa
$0,10 < CVF \leq 0,15$	Uniformidade marginal
$CVF > 0,15$	Uniformidade inaceitável.

Para tubos gotejadores

$CVF \leq 0,10$	Uniformidade boa
$0,10 < CVF \leq 0,20$	Uniformidade média
$CVF > 0,20$	Uniformidade marginal a inaceitável

IRRIGAÇÃO LOCALIZADA

CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS DOS EMISSORES

A ISO 9261 (2004) e a ABNT/CE 04:015.08-016 (2005) classificam os emissores em duas categorias de uniformidade

Categoria de uniformidade	Desvio da vazão observada em relação à vazão nominal, na pressão de serviço (%)	<i>CVF</i> (%)
A	≤ 5	≤ 5
B	≤ 10	≤ 10

IRRIGAÇÃO LOCALIZADA

CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS DOS EMISSORES

Resultados do ensaio de um microaspersor não regulado (pressão = 150 kPa; vazão nominal $q_n = 64 \text{ L h}^{-1}$)

Emissor	Vazão (L h ⁻¹)	Emissor	Vazão (L h ⁻¹)	Emissor	Vazão (L h ⁻¹)
1	57,95	11	59,80	21	60,52
2	61,20	12	61,58	22	61,82
3	62,00	13	62,58	23	62,95
4	62,23	14	62,66	24	63,12
5	62,40	15	62,73	25	63,25
6	63,38	16	63,80	26	64,15
7	63,60	17	63,88	27	64,25
8	63,75	18	63,98	28	64,53
9	64,75	19	65,24	29	66,08
10	64,88	20	65,48	30	67,22

$$q_m = 63,2 \text{ L h}^{-1}; S_q = 1,89 \text{ L h}^{-1}; CVF = 2,99 \%$$