



LEB 1571 IRRIGAÇÃO

Patricia Angélica Alves Marques
paamarques@usp.br



Introdução.



Métodos de Irrigação.



Relação água-solo.



Relações água-planta-atmosfera.



Irrigação por superfície.



Irrigação por aspersão.



Irrigação localizada.

1. INTRODUÇÃO

Definição de irrigação:

Aplicação artificial de água às plantas, visando suprir a falta, insuficiência ou má distribuição das chuvas.

ESTRATÉGIAS PARA MANEJO DA IRRIGAÇÃO

Irrigação total da irrigação.

Irrigação complementar

Irrigação com déficit

Irrigação de “salvação”

Irrigação suplementar

Vantagens da irrigação



INCORPORAÇÃO
DE ÁREAS
IMPRODUTIVAS A
PRODUÇÃO
AGRÍCOLA.



GARANTIA DE
PRODUÇÃO →
DEFICIÊNCIAS
HÍDRICAS.



COLHEITA NA
ENTRESSAFRA.



PERMITE MAIS
DE UMA SAFRA
POR ANO.



PERMITE A
FERTIRRIGAÇÃO.



GERAÇÃO DE
EMPREGOS.



MELHOR
QUALIDADE DA
PRODUÇÃO.



AUMENTO DA
PRODUTIVIDADE

Limitações da irrigação



ALTO CONSUMO
DE ÁGUA →
MANEJO DA
IRRIGAÇÃO.



ALTO CUSTO DE
IMPLANTAÇÃO.



FALTA DE MÃO-DE-
OBRA
ESPECIALIZADA.



SALINIZAÇÃO DE
SOLOS
INADEQUADAMEN
TE MANEJADOS.

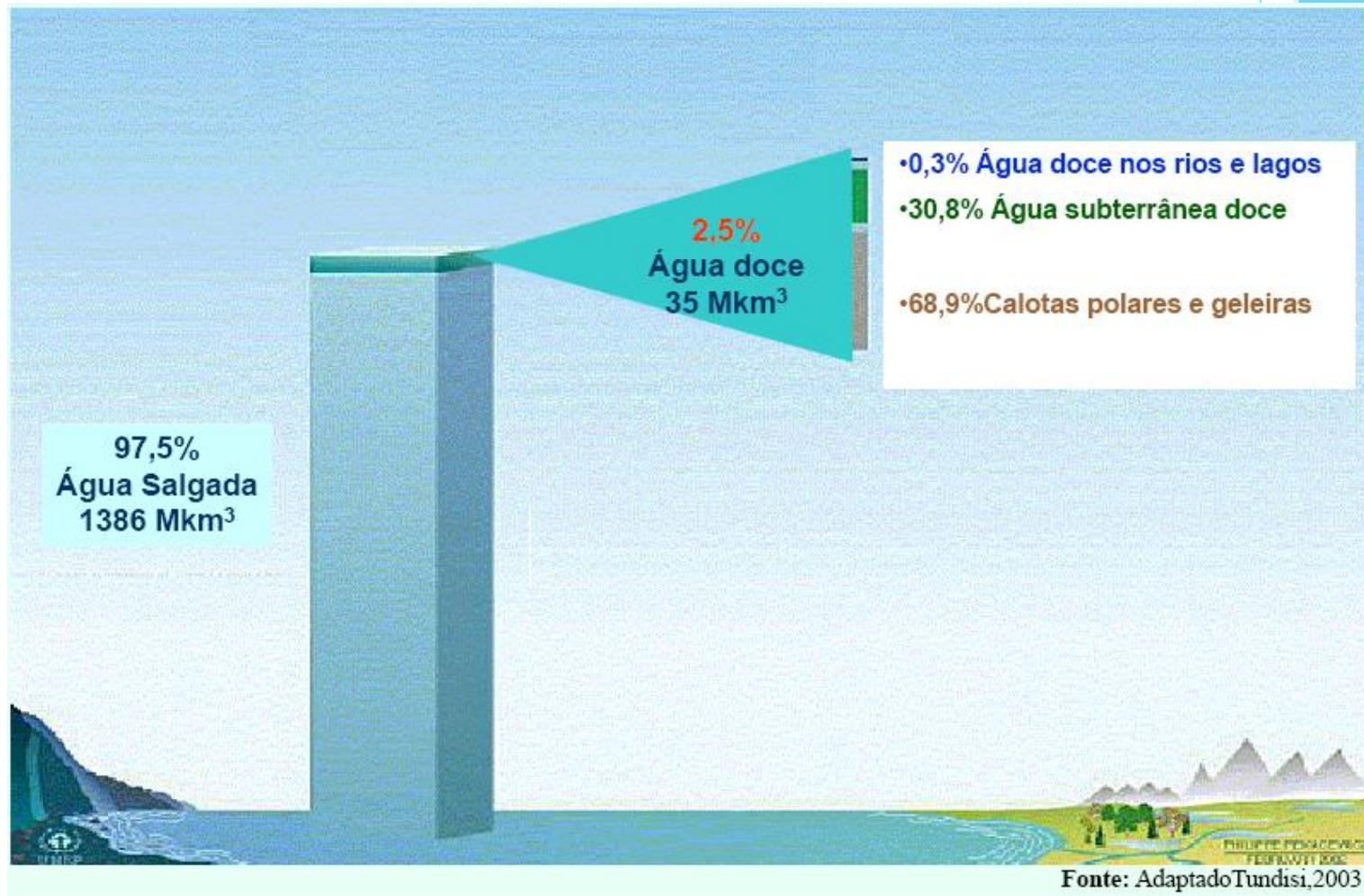


IMPACTOS
AMBIENTAIS.



DISPONIBILIDADE
HÍDRICA.

- ▶ A água está presente em 71% da superfície do planeta



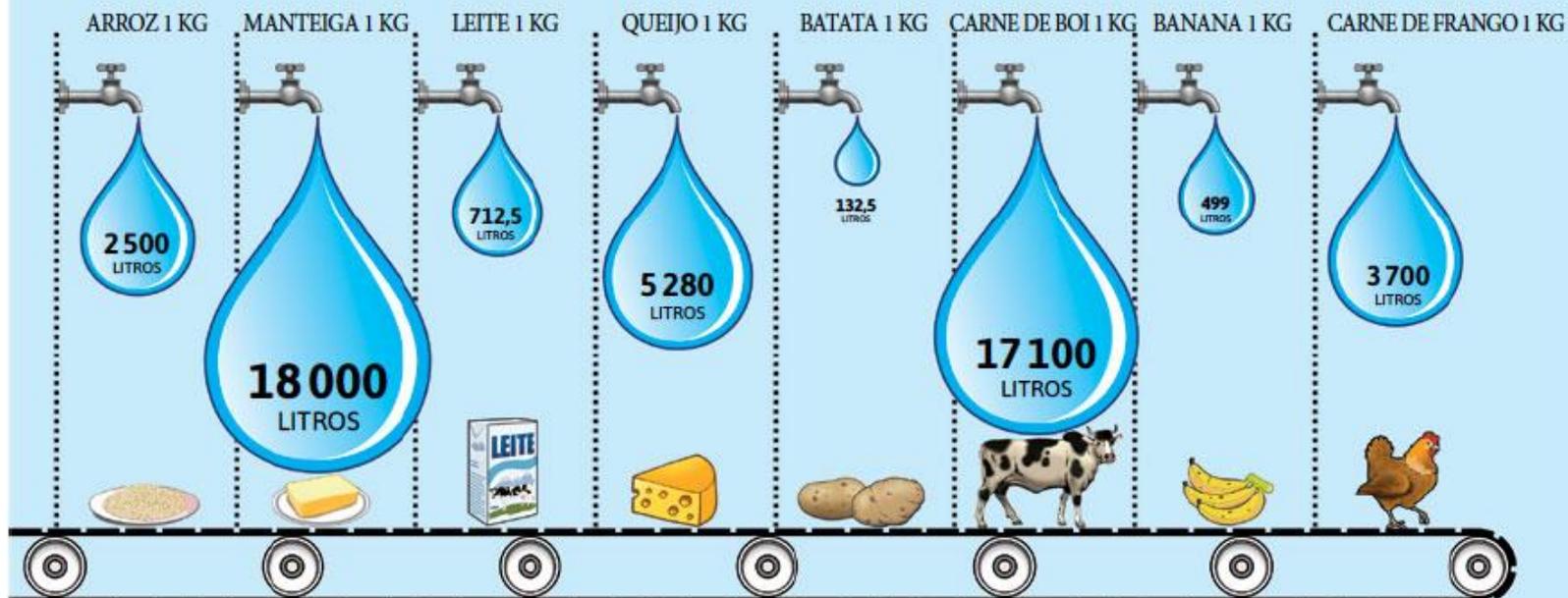


Pegada Hídrica



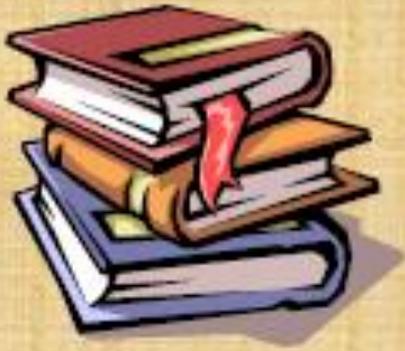
A ÁGUA QUE VOCÊ VÊ

Você consome sem perceber. Veja o quanto de água potável é necessário para produzir itens do seu cotidiano.



Fonte: Sabesp.

- ▶ 69% da água doce derivada de fontes, rios, lagos e aquíferos subterrâneos é utilizada para agricultura.
- ▶ 260 milhões ha irrigados → 17% área agrícola mundial
- ▶ Responsável por 40% da produção agrícola mundial
- ▶ Irrigação no mundo.
- ▶ No **Brasil** 5% da área agricultável é irrigada e responde por 16% da produção, o que gera 35% do valor econômico da produção agrícola nacional.



- ✓ **Outorga**
 - ✓ **Cobrança**
 - ✓ **Plano de Recursos Hídricos**
 - ✓ **Enquadramento dos corpos d'água em classes de uso preponderante**
 - ✓ **Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos**
- ✓ **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos**
 - ✓ **Cria o SNGRH (Conselho Nacional, Estadual, Comitês de Bacias, Agências de Águas, ANA)**
 - ✓ **Institui cinco instrumentos de gestão para atingir os objetivos da PNRH:**

USOS DOS RECURSOS HÍDRICOS

Usos previstos na legislação

- Abastecimento humano;
- Dessedentação de animais;
- **Irrigação;** 
- Abastecimento industrial;
- Hidroeletricidade;
- Navegação;
- Recreação e turismo;
- Pesca e aqüicultura;
- Controle de cheias;
- Diluição/transporte de efluentes.

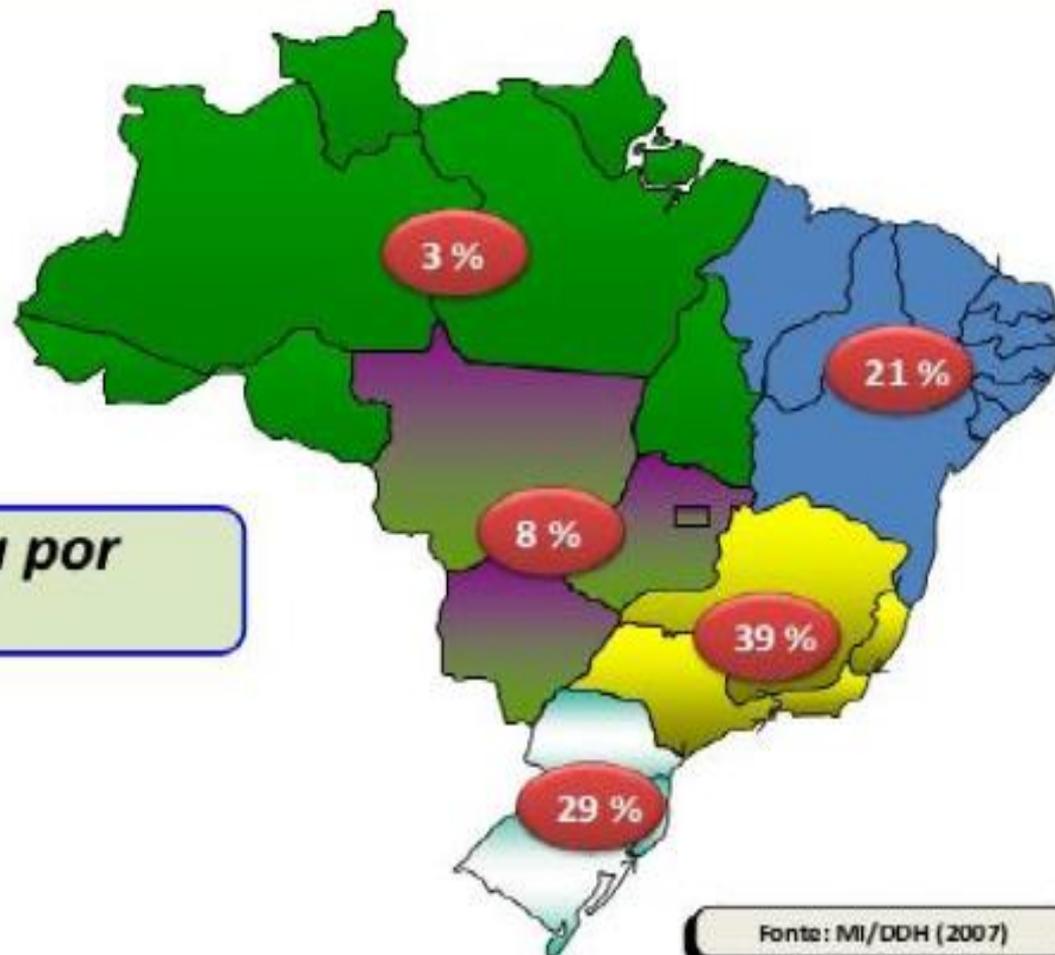


Foco sempre será a agricultura irrigada!!!!

ORGANIZAÇÃO DA GESTÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA



**Área irrigada por
Região**

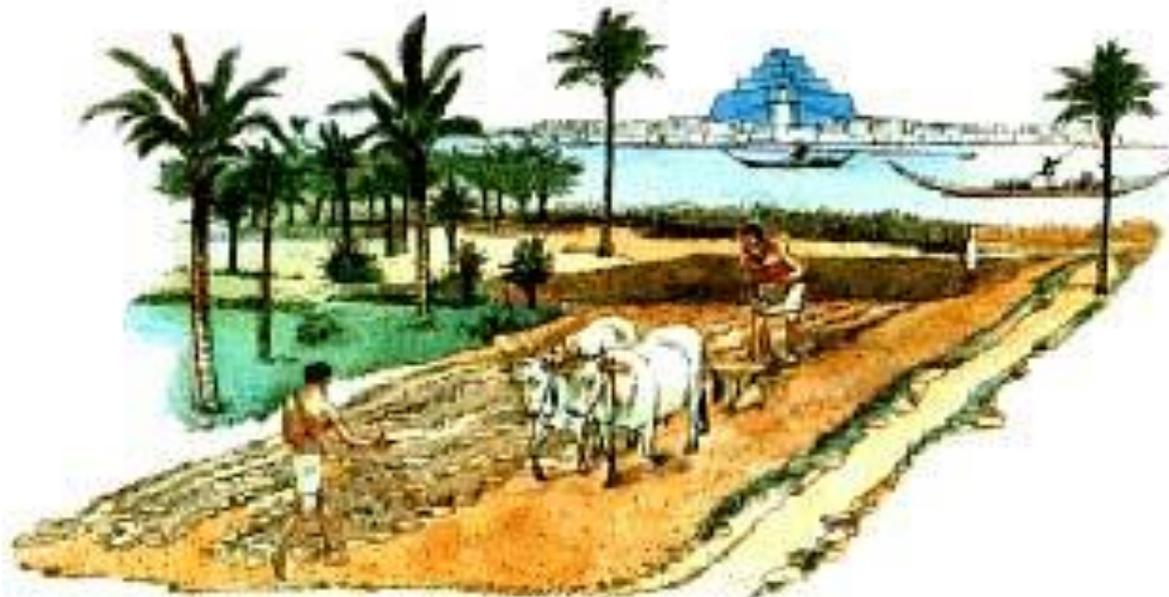


Fonte: MI/DDH (2007)

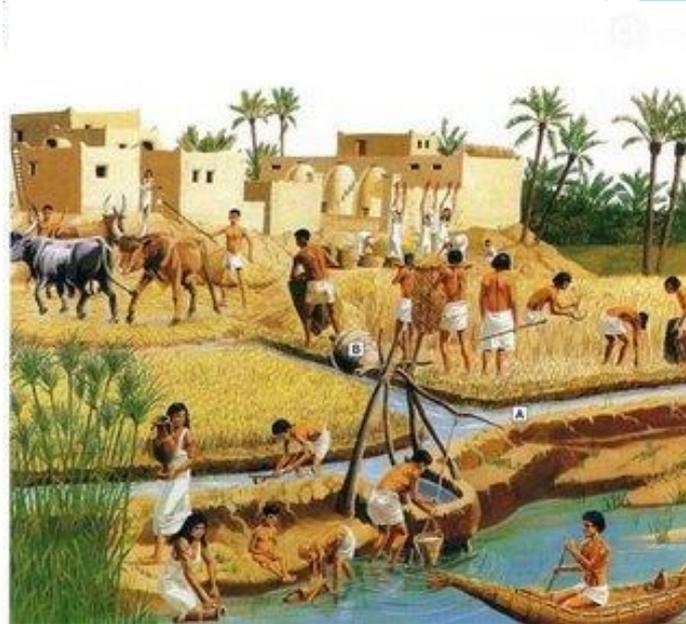
Quando e Como surgiu a irrigação ?



4.000 AC → Mesopotâmia → canais



▶ 3.000 AC → Egípcios



▶ 2.000 AC → China e Índia

► Itália → Aquedutos 312 AC



Brasil
1589

Jesuítas → Fazenda Santa Cruz Rio de Janeiro

Primeira lavoura arroz irrigado (RS) em 1904

Área irrigada no Brasil foi praticamente inexpressiva até meados dos anos 60.

Década de 70 e 80 → investimento em projetos públicos de irrigação com a construção de barragens e implantação de perímetros públicos de irrigação.



**ENGENHARIA DE
BIOSISTEMAS**
USP · ESALQ

Brasil – Área Irrigada

histórico até 1999	2.949.960	ÁREA TOTAL IRRIGADA / ANO - ha									
		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Pivô Central		47.320	50.540	57.820	59.500	47.600	26.600	17.500	19.600	49.000	49.500
Carretil		25.000	29.000	30.000	30.000	22.500	21.000	30.000	30.000	30.000	25.000
Convencional		16.200	15.300	14.650	17.500	15.000	15.000	15.000	16.500	20.000	17.000
Localizada		30.000	33.000	37.000	40.000	38.000	35.000	30.000	40.000	47.000	40.000
Total - ha/ano		118.520	127.840	139.470	147.000	123.100	97.600	92.500	106.100	146.000	131.500
Área totalizada		3.068.480	3.196.320	3.335.790	3.482.790	3.605.890	3.703.490	3.795.990	3.902.090	4.048.090	4.179.590

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Pivô Central	52.000	57.750	84.000	126.000	102.000	78.000	91.000	94.000	92.000
Carretil	30.000	32.500	32.500	32.500	10.500	6.000	18.000	14.000	13.750
Convencional	25.000	29.500	35.400	40.710	28.497	28.000	31.000	31.000	31.000
Localizada	50.000	56.000	60.480	72.576	79.834	75.000	75.000	64.000	64.000
Total - ha/ano	157.000	175.750	212.380	271.786	220.831	187.000	215.000	203.000	200.750
Área totalizada	4.336.590	4.512.340	4.724.720	4.996.506	5.217.337	5.404.337	5.619.337	5.822.337	6.023.087



Brasil – Área Irrigada

	2016	2017	2018
Pivô Central	91.000	94.000	92.000
Carretel	18.000	14.000	13.750
Convencional	31.000	31.000	31.000
Localizada	75.000	64.000	64.000
Total - ha/ano	215.000	203.000	200.750
Área totalizada	5.619.337	5.822.337	6.023.087

1.1 MÉTODOS DE IRRIGAÇÃO



4 MÉTODOS:



IRRIGAÇÃO POR SUPERFÍCIE



IRRIGAÇÃO POR ASPERSÃO



IRRIGAÇÃO LOCALIZADA



IRRIGAÇÃO POR SUBSUPERFÍCIE OU SUBIRRIGAÇÃO

- ▶ Utiliza a superfície do solo.
- ▶ Distribuem a água na superfície por gravidade.
- ▶ Nivelamento da superfície do solo.
- ▶ Simplicidade operacional.
- ▶ Baixo custo.
- ▶ Independe da altura das plantas.
- ▶ Exige de maior mão-de-obra.
- ▶ Necessita de muitos parâmetros de campo para projetos.
- ▶ Não permite a fertirrigação.
- ▶ Apresenta baixa eficiência de aplicação (em média 50%).

MÉTODO DE IRRIGAÇÃO POR SUPERFÍCIE

Sistemas de Irrigação:

- ▶ Irrigação por sulcos
- ▶ Irrigação por inundação
 - Faixas
 - tabuleiros



IRRIGAÇÃO POR SULCOS



IRRIGAÇÃO POR SULCOS





FAIXAS

Tabuleiros de Arroz





IRRIGAÇÃO POR SUPERFÍCIE - INUNDAÇÃO



MÉTODO DE IRRIGACÃO POR ASPERSÃO



A água é aplicada ao solo em forma de chuva por aspersores.



Pode ser usada em combate a geadas, aumentar a umidade relativa, reduzir o aumento da temperatura e descarte de resíduos.



Dispensa o preparo do solo.



Permite bom controle da lâmina de irrigação.



Alto custo de implantação e gastos de funcionamento.



Favorece desenvolvimento de algumas doenças.



Imprópria para água com alto teor de sais.

Sistemas de Irrigação:

- ▶ Irrigação Convencional → portátil
 - fixo - portátil
 - fixo - permanente

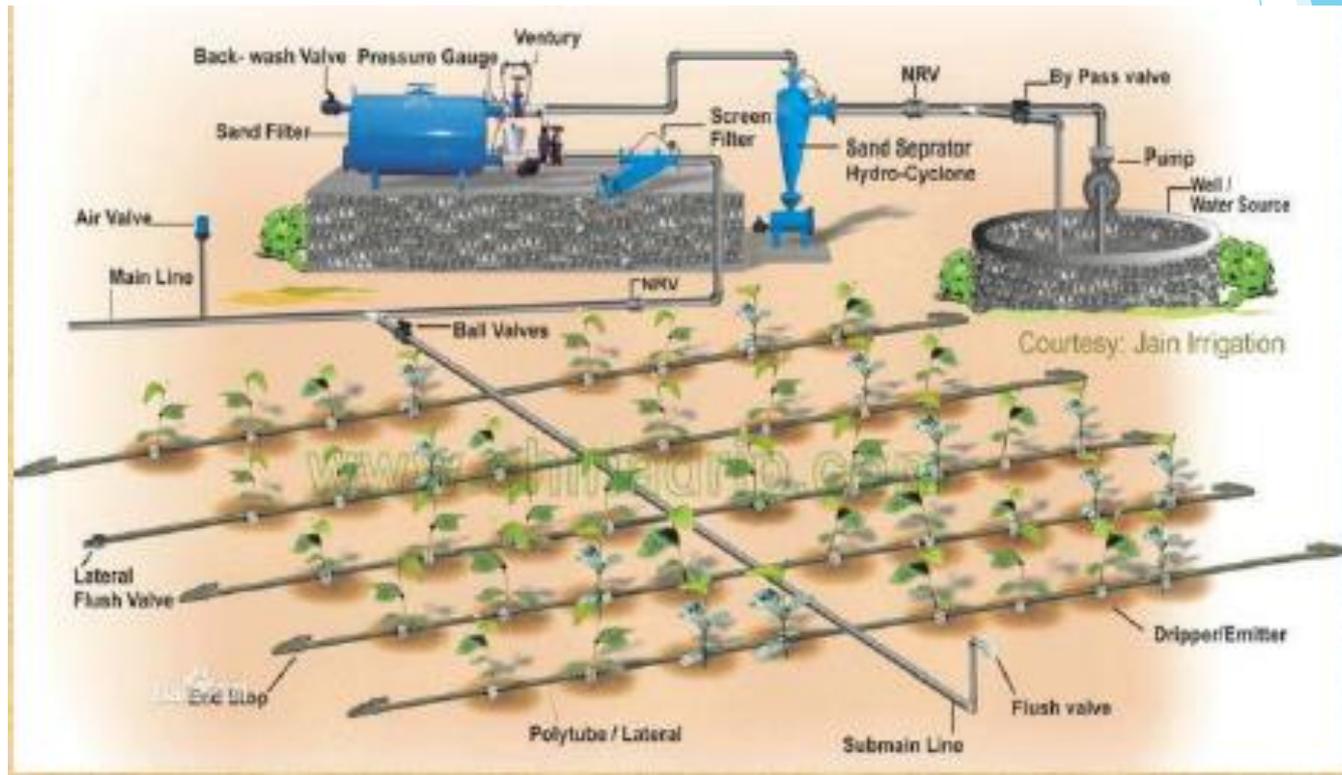
- ▶ Mecanizado → lateral rolante
 - pivô-central
 - sistema lateral
 - Montagem direta
 - autopropelido

Convencional





ASPERSÃO CONVENCIONAL FIXA





ASPERSÃO CONVENCIONAL FIXA - MALHA



Convencional
Fixo
permanente



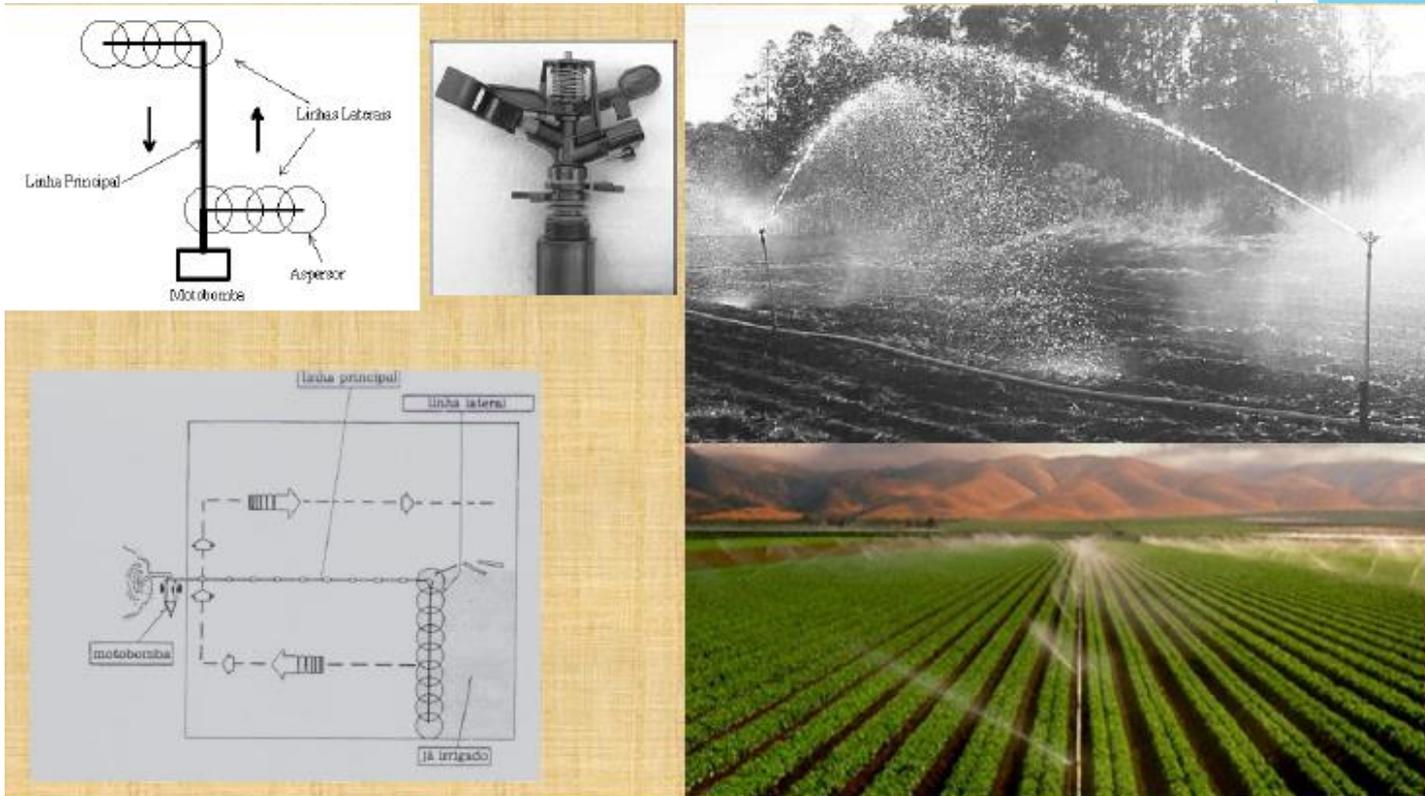


Mecanizado: Lateral rolante

Culturas de porte baixo
Teve pouco uso no Brasil



ASPERSÃO CONVENCIONAL MÓVEL





BOMBEAMENTO





BOMBEAMENTO



Mecanizado: Pivô Central



Redução no custo por hectare em função do aumento da área irrigada.

Caminhamento impulsionado por moto - redutores instalados em cada torre.



- ▶ Sistema mais utilizado na região cerrado brasileiro.
- ▶ Requer pouca mão-de-obra.











PIVÔ CENTRAL





PIVÔ CENTRAL

Unidade da Federação (UF) ▢	Número relativo de pivôs centrais (%) ▢	Área relativa irrigada por pivôs centrais (%) ▢
Minas Gerais ▢	31,74 ▢	31,70 ▢
São Paulo ▢	14,06 ▢	20,20 ▢
Goiás ▢	18,28 ▢	16,65 ▢
Bahia ▢	15,76 ▢	15,05 ▢
Rio Grande do Sul ▢	5,95 ▢	5,58 ▢
Mato Grosso ▢	6,26 ▢	3,33 ▢
Outras 16 UF's ▢	7,49 ▢	7,95 ▢

Mecanizado: Sistema Linear

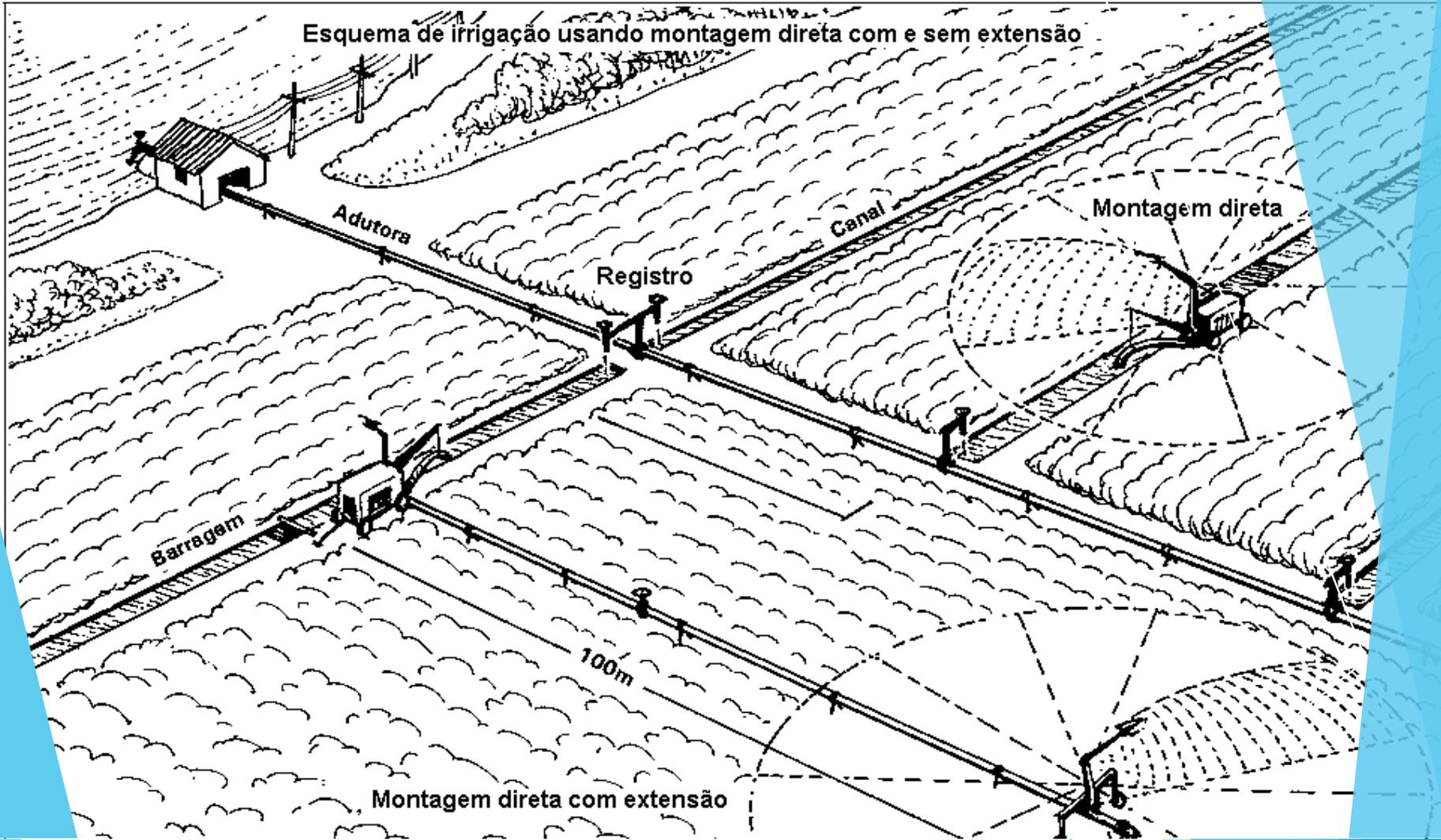
- ▶ Semelhante ao pivô central.
- ▶ Indicado para áreas retangulares.
- ▶ Utilizado para irrigação complementar.





LATERAL MÓVEL (“Pivô Lateral”)

Esquema de irrigação usando montagem direta com e sem extensão



Montagem direta com extensão

Mecanizado: Montagem Direta



Aplicação de vinhaça

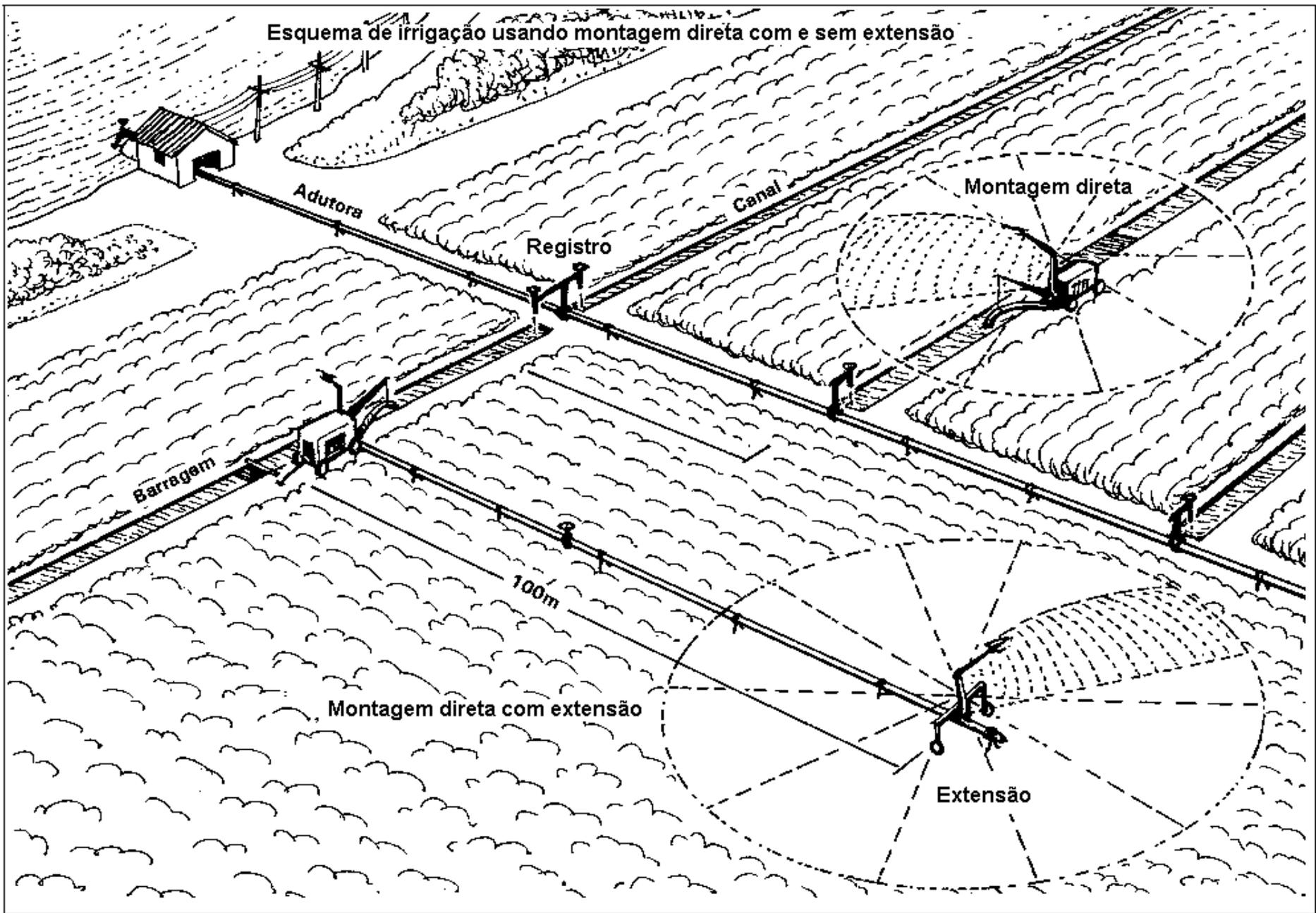
Composto por:

- canhão hidráulico
- bomba centrífuga
- sucção especial
- montados sobre chassi de 4 rodas geralmente tracionado por um trator





Esquema de irrigação usando montagem direta com e sem extensão



Mecanizado: Autopropelido

- ▶ Movimentado pela energia hidráulica
- ▶ Composto por : canhão; mangueira de alta pressão (até 500m), cabo de aço ou carretel enrolador



Cabo de aço





Carretel enrolador



MÉTODO DE IRRIGAÇÃO LOCALIZADA



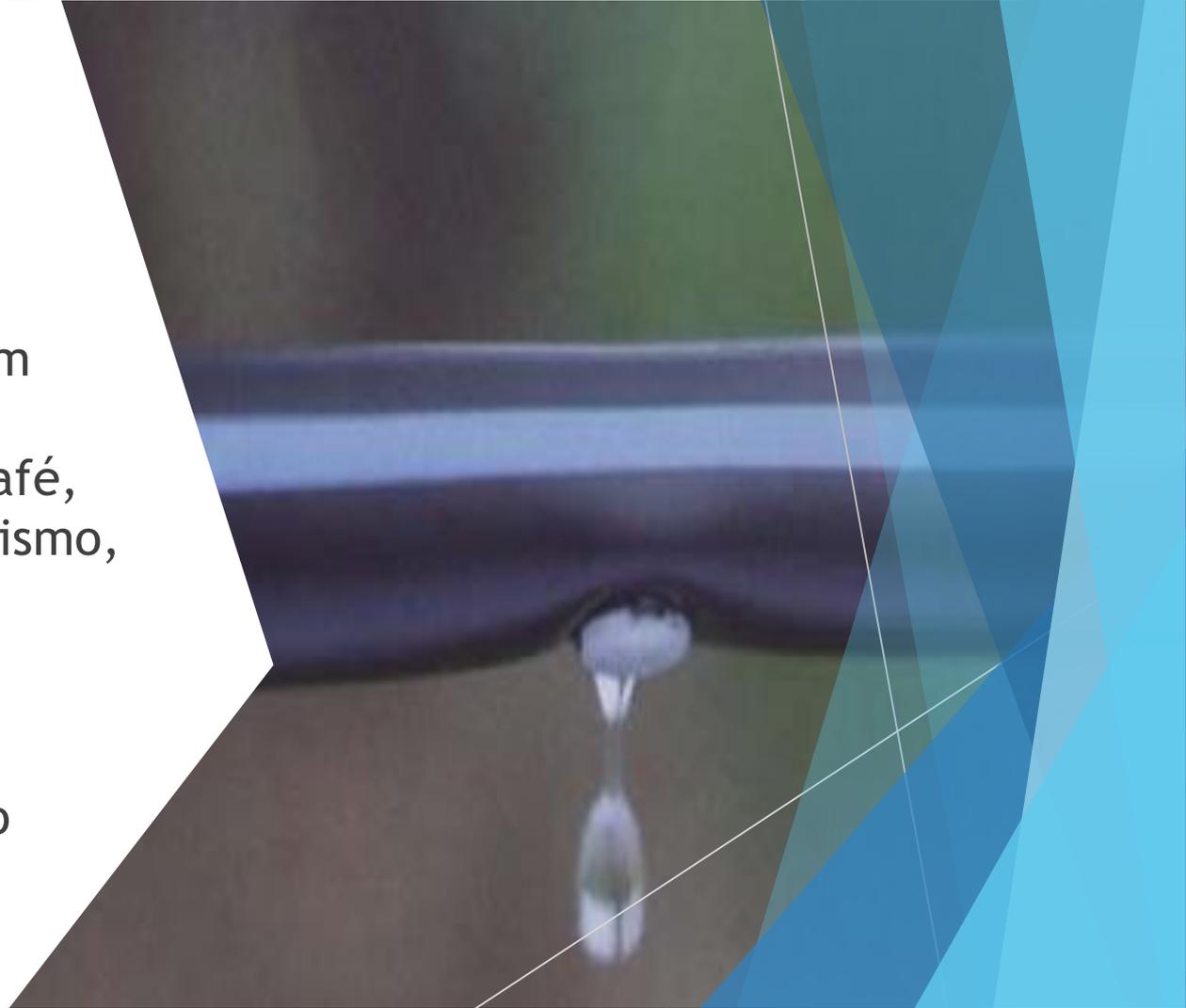
- ▶ A água é aplicada em pequenas vazões sob a copa das plantas, na região do sistema radicular.
- ▶ Reduz a superfície do solo molhada.
- ▶ Não molha as folhas.
- ▶ Reduz plantas invasoras.
- ▶ Alta eficiência de aplicação.
- ▶ Fertirrigação.
- ▶ Baixas pressões.
- ▶ Alto custo implantação.
- ▶ Sensível a entupimentos.

SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO LOCALIZADA:

- ▶ gotejamento Superficial
- ▶ -gotejamento Subsuperficial (enterrado)
- ▶ - microaspersão

Gotejamento superficial

- ▶ Bastante utilizado em árvores frutíferas, morango, tomate, café, plasticultura, paisagismo, ...
- ▶ Indicado culturas espaçadas ou de alto valor.



▶ Gotejamento em morango



- ▶ Gotejamento em linha dupla em banana





Gotejamento em café



IRRIGAÇÃO LOCALIZADA - GOTEJAMENTO



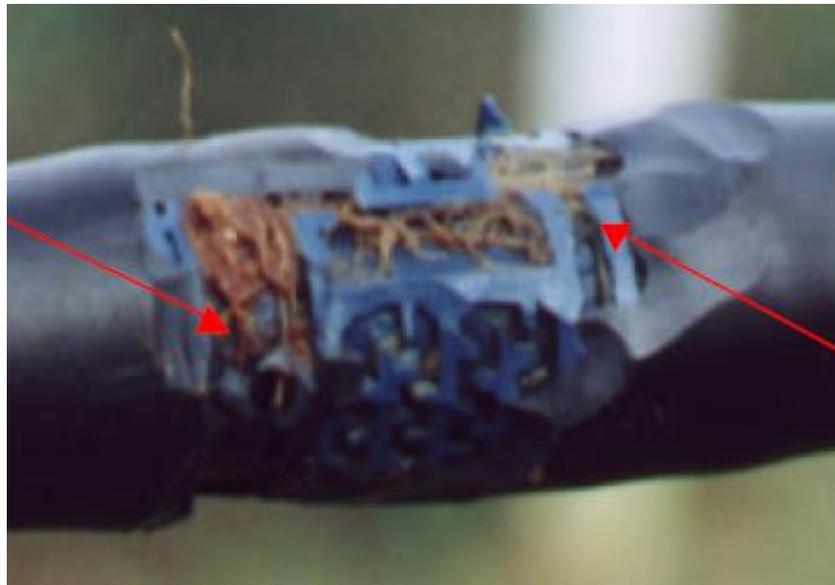
Gotejamento subsuperficial

- ▶ Sistema totalmente enterrado.
- ▶ Utilizado em cana-de-açúcar, tomate, melão, gramados e jardins.
- ▶ Aplicação de água residuária.
- ▶ Reduz perdas por evaporação na superfície do solo.



- Reduz a incidência de plantas invasoras.
- Estimula crescimento do sistema radicular.
- Alto custo de instalação.
- Dificuldade de manutenção.
- Apresenta problemas com intrusão radicular.





Gotejamento subsuperficial em tomate





IRRIGAÇÃO LOCALIZADA - GOTEJAMENTO



Microaspersão

- A água cobre uma pequena área próxima ou abaixo da copa da planta.
- Bastante utilizada em paisagismo e campos de golf.
- Menos problemas com entupimento.







Gotejamento em vasos





Tubos exudantes



IRRIGAÇÃO LOCALIZADA FILTROS

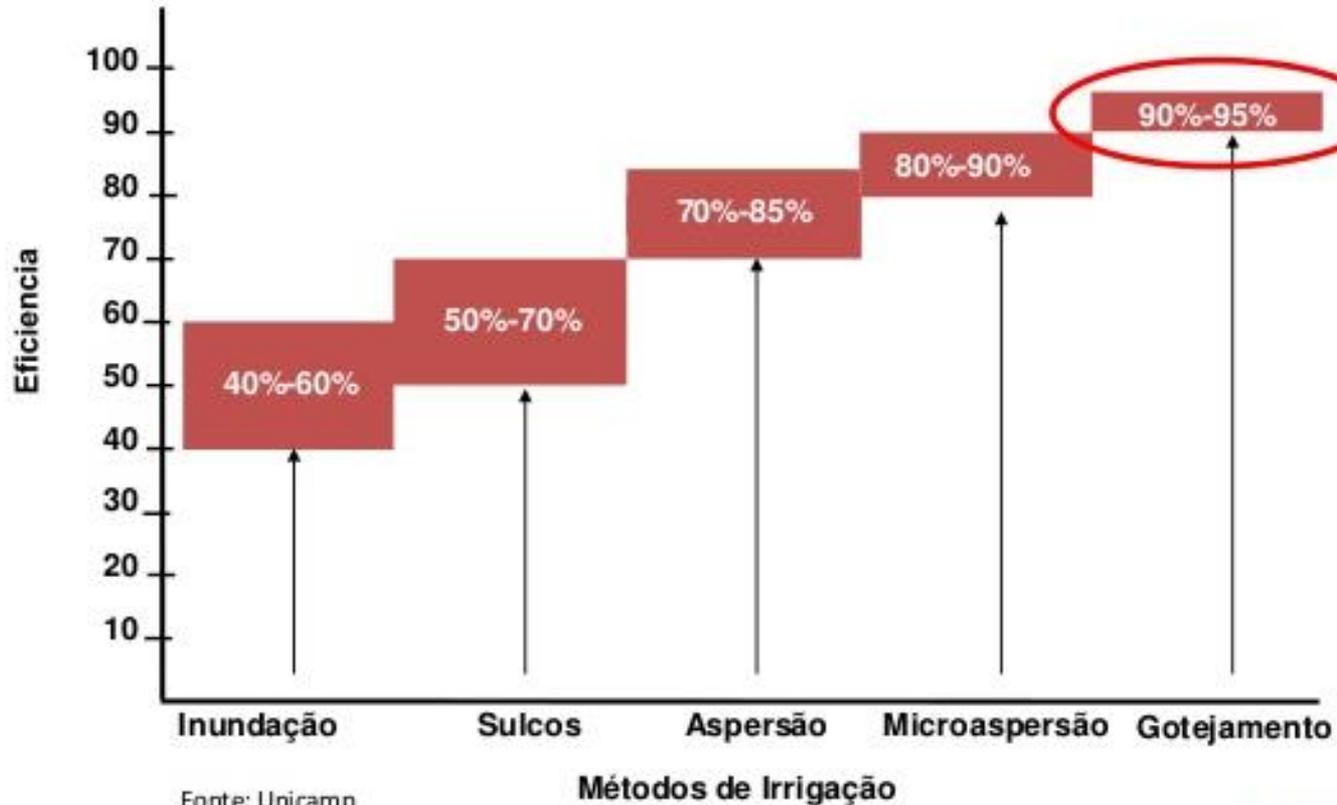


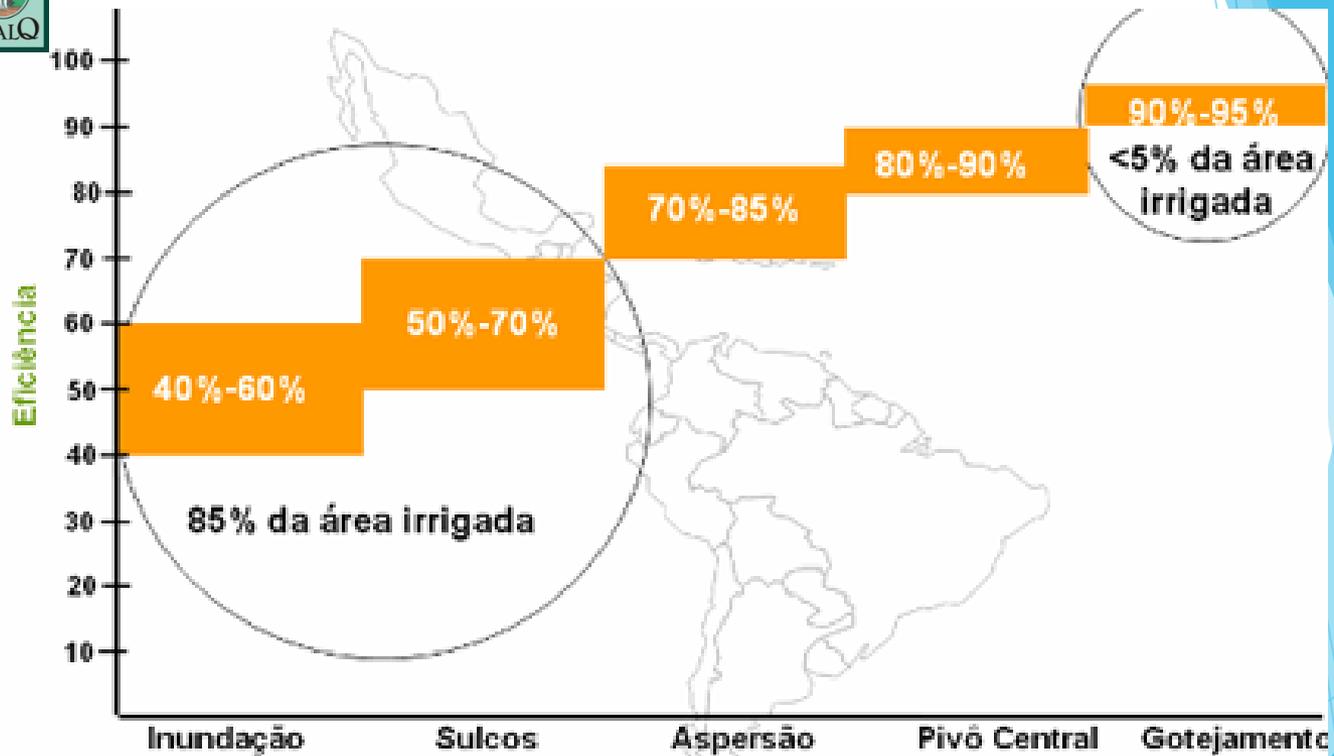
MÉTODO DE IRRIGAÇÃO POR SUBSUPERFÍCIE

- ▶ Também chamado de subirrigação
- ▶ Controle do lençol freático
- ▶ Irrigação associada à drenagem
- ▶ A ação capilar atrairá a água do solo para a zona radicular.



EFICIÊNCIA DE IRRIGAÇÃO





EFICIÊNCIA DE IRRIGAÇÃO



EFICIÊNCIA - ENERGIA - MÃO DE OBRA

Sistema	Custo inicial ¹ (R\$ ha ⁻¹)	Eficiência (%)	Energia ² (kWh mm ⁻¹ ha ⁻¹)	Mão-de-obra ³ (h ha ⁻¹ irrig ⁻¹)
Sulco	1.500 - 4.000	40 - 70	0,3 - 3,0	1,0 - 5,0
Convencional portátil	2.000 - 4.000	60 - 75	3,0 - 6,0	1,5 - 3,5
Convencional semiportátil	3.000 - 5.000	60 - 75	3,0 - 6,0	0,7 - 2,5
Convencional fixo	7.000 - 13.000	70 - 85	3,0 - 6,0	0,2 - 0,5
Autopropelido	4.000 - 6.000	60 - 70	6,0 - 9,0	0,5 - 1,0
Pivô central	4.500 - 7.500	75 - 90	2,0 - 6,0	0,1 - 0,5
Gotejamento	7.000 - 14.000	80 - 95	1,0 - 4,0	0,2 - 1,0

¹ Valores referentes à 2010/2011. Depende do nível de automação, qualidade de equipamento, tamanho da área, dentre outros. Inclui-se os custos de bombeamento/condução de água, adequação/sistematização do terreno e/ou aquisição/instalação do sistema.

² Estimado para uma altura de recalque entre 0-50 m. Dividir kWh mm⁻¹ ha⁻¹ por 3,2 para estimar litros de diesel mm⁻¹ ha⁻¹.

³ Depende do nível de automação do sistema, eficiência gerencial, tamanho de setores, dentre outros fatores.

Fonte: adaptado de Marouelli & Silva (2011)

1.2 CRITÉRIOS PARA SELEÇÃO DE SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO

SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO

CRITÉRIOS DE SELEÇÃO

1 - RECURSOS HÍDRICOS

POTENCIAL HÍDRICO
SITUAÇÃO TOPOGRÁFICA
QUALIDADE DA ÁGUA
CUSTO DA ÁGUA

SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO

CRITÉRIOS DE SELEÇÃO

1 - RECURSOS HÍDRICOS

POTENCIAL HÍDRICO
SITUAÇÃO TOPOGRÁFICA
QUALIDADE DA ÁGUA
CUSTO DA ÁGUA

2 - TOPOGRAFIA

DIMENSÕES E FORMA DA ÁREA
UNIFORMIDADE TOPOGRÁFICA
ACIDENTES TOPOGRÁFICOS

SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO

CRITÉRIOS DE SELEÇÃO

1 - RECURSOS HÍDRICOS

POTENCIAL HÍDRICO
SITUAÇÃO TOPOGRÁFICA
QUALIDADE DA ÁGUA
CUSTO DA ÁGUA

2 - TOPOGRAFIA

DIMENSÕES E FORMA DA ÁREA
UNIFORMIDADE TOPOGRÁFICA
ACIDENTES TOPOGRÁFICOS

3 - SOLO

CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA
CAPACIDADE DE INFILTRAÇÃO
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS
PROFUNDIDADE DO SOLO

SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO

CRITÉRIOS DE SELEÇÃO

1 - RECURSOS HÍDRICOS

POTENCIAL HÍDRICO
SITUAÇÃO TOPOGRÁFICA
QUALIDADE DA ÁGUA
CUSTO DA ÁGUA

2 - TOPOGRAFIA

DIMENSÕES E FORMA DA ÁREA
UNIFORMIDADE TOPOGRÁFICA
ACIDENTES TOPOGRÁFICOS

3 - SOLO

CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA
CAPACIDADE DE INFILTRAÇÃO
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS
PROFUNDIDADE DO SOLO

4 - CLIMA

PRECIPITAÇÃO
VENTO
TEMPERATURA
PODER EVAPORANTE DO AR

SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO

CRITÉRIOS DE SELEÇÃO

5 - CULTURA

SISTEMA E DENSIDADE DE PLANTIO
PROFUNDIDADE DO SISTEMA RADICULAR
ALTURA DAS PLANTAS
EXIGÊNCIAS FITOSSANITÁRIAS SISTEMÁTICAS
VALOR ECONÔMICO DAS CULTURAS

SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO

CRITÉRIOS DE SELEÇÃO

5 - CULTURA

SISTEMA E DENSIDADE DE PLANTIO
PROFUNDIDADE DO SISTEMA RADICULAR
ALTURA DAS PLANTAS
EXIGÊNCIAS FITOSSANITÁRIAS SISTEMÁTICAS
VALOR ECONÔMICO DAS CULTURAS

6- ASPECTOS ECONÔMICOS

CUSTOS DO CAPITAL (INVESTIMENTO INICIAL)
CUSTOS ANUAIS (OPERAÇÃO, MANUTENÇÃO, REPAROS, M.O)

SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO

CRITÉRIOS DE SELEÇÃO

5 - CULTURA

SISTEMA E DENSIDADE DE PLANTIO
PROFUNDIDADE DO SISTEMA RADICULAR
ALTURA DAS PLANTAS
EXIGÊNCIAS FITOSSANITÁRIAS SISTEMÁTICAS
VALOR ECONÔMICO DAS CULTURAS

6- ASPECTOS ECONÔMICOS

CUSTOS DO CAPITAL (INVESTIMENTO INICIAL)
CUSTOS ANUAIS (OPERAÇÃO, MANUTENÇÃO, REPAROS, M.O)

7 - FATORES HUMANOS

HÁBITOS
PREFERÊNCIAS
TRADIÇÕES
PRECONCEITOS
NÍVEL EDUCACIONAL

FIM