

MANEJO DA IRRIGAÇÃO: QUANDO, QUANTO E COMO IRRIGAR



INTRODUÇÃO

Maior disponibilidade de alimentos com menor utilização de água: Necessidade de melhorias na sustentabilidade e na produtividade de água

Alimentos

- Aumento do consumo global, o aumento da renda, mudanças na dieta
- Oportunidades limitadas de expansão na área cultivada, pela degradação do solo e por culturas não alimentares.
- Aumento do rendimento, atingindo um limite em muitos lugares

Água

- O aumento da concorrência por outros usuários da água - principalmente cidades (pessoas e empresas)
- A diminuição de qualidade, bem como a quantidade
- Crescentes preocupações de sustentabilidade - exige a satisfação das necessidades de água e do meio ambiente
- Mudanças climáticas

INTRODUÇÃO

Questões que poderiam ser dirigidas sobre Manejo da Irrigação:

- ❖ Como o irrigante poderia decidir quando e quanto irrigar?
- ❖ Como ele sabe que aplicou suficiente quantidade de água?
- ❖ É eficiente a forma como o irrigante opera o sistema de irrigação em função da sua experiência? Ou com pequenos ajustes, ele consegue diminuir seus custos de produção?

INTRODUÇÃO

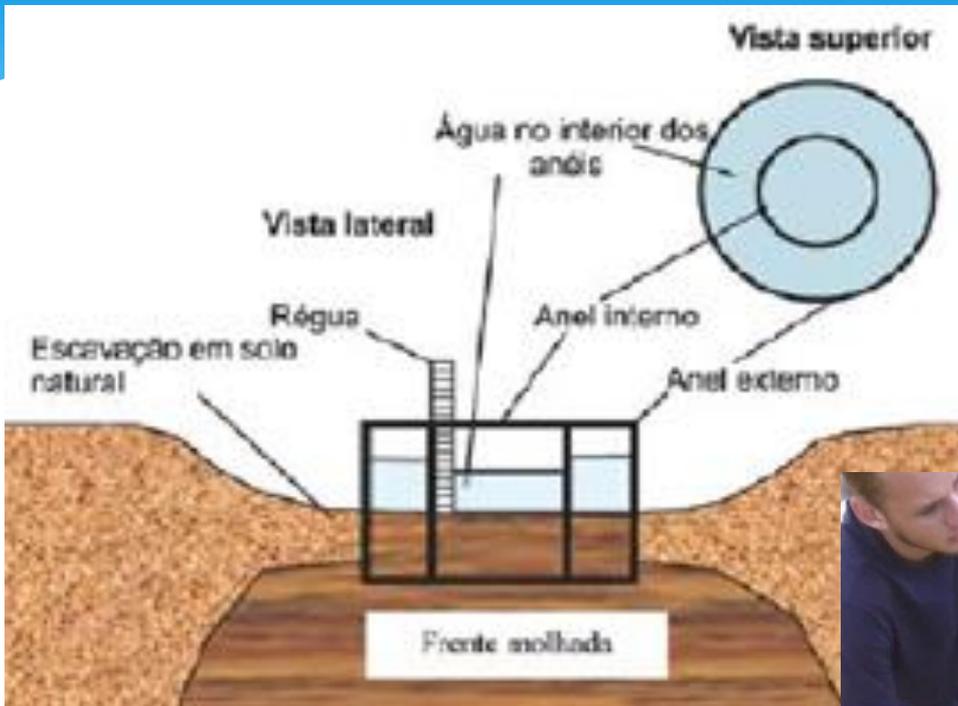
❖ Quando e quanto irrigar?

Necessidade hídrica da cultura;

Características do solo (capacidade de armazenar água)

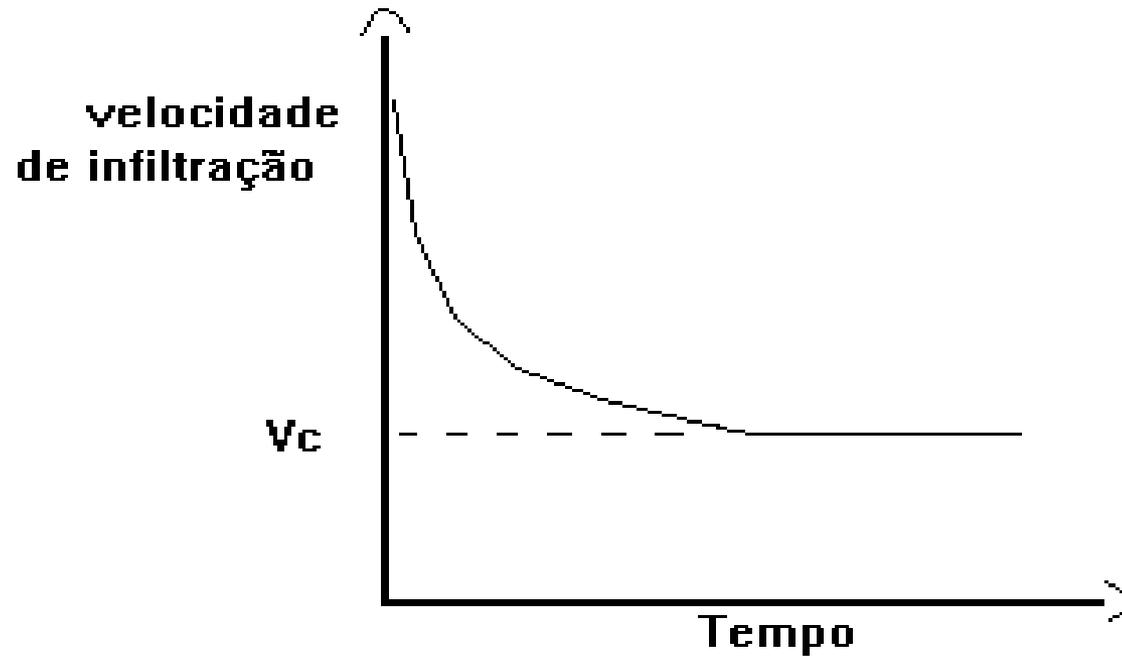
❖ Como e tempo de irrigação?

Características de infiltração da água no solo



Teste da Velocidade de Infiltração da Água





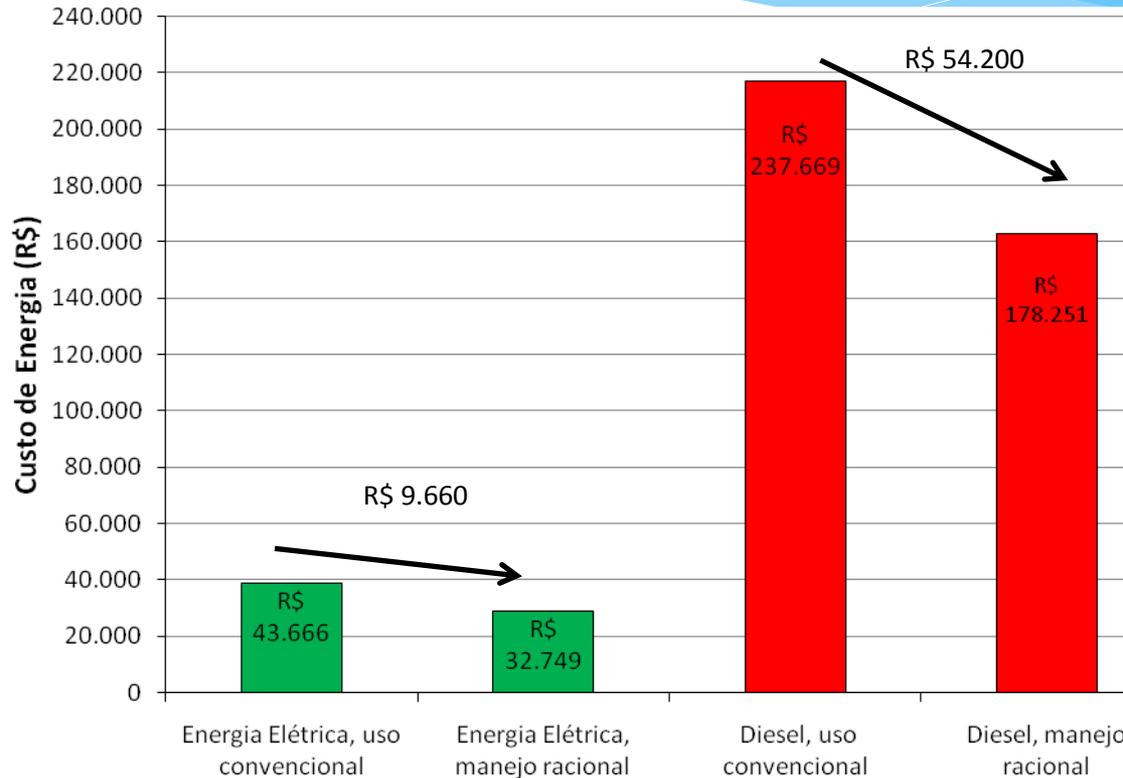
Ajuda a tomar decisão sobre a escolha do aspersor

**Outro ponto a ser considerado no manejo da irrigação
é a eficiência do sistema**

- Uniformidade de aplicação de água

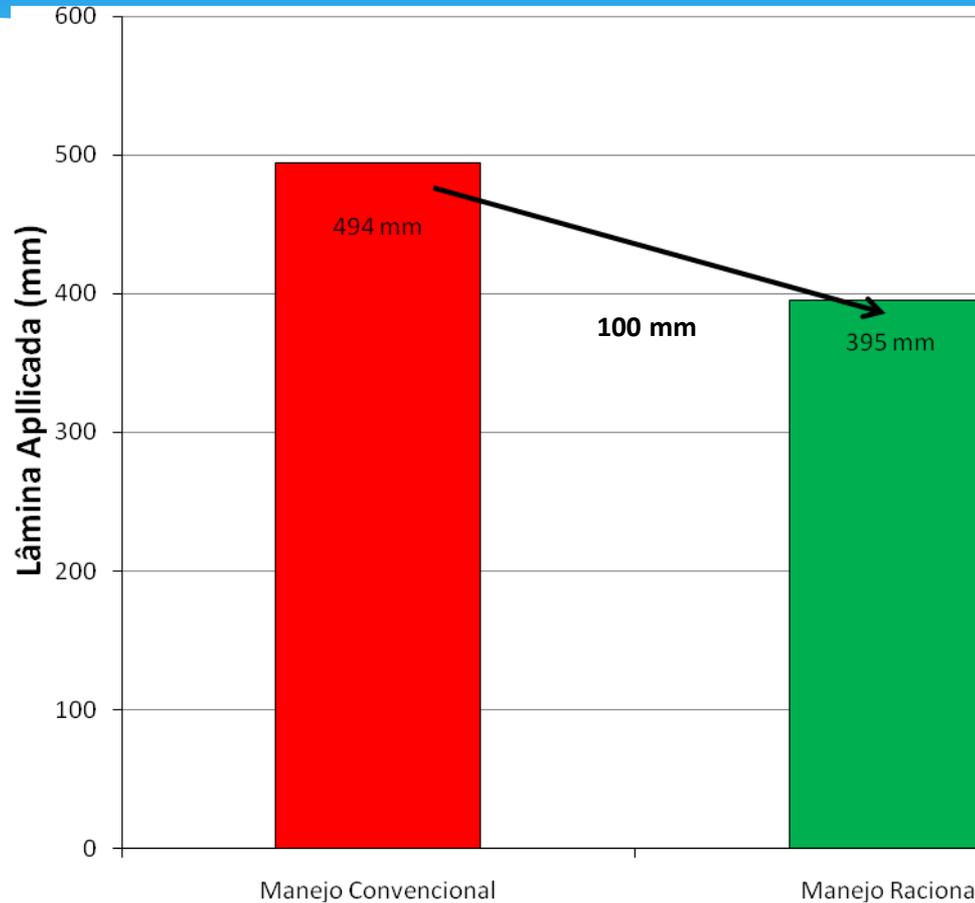


INTRODUÇÃO



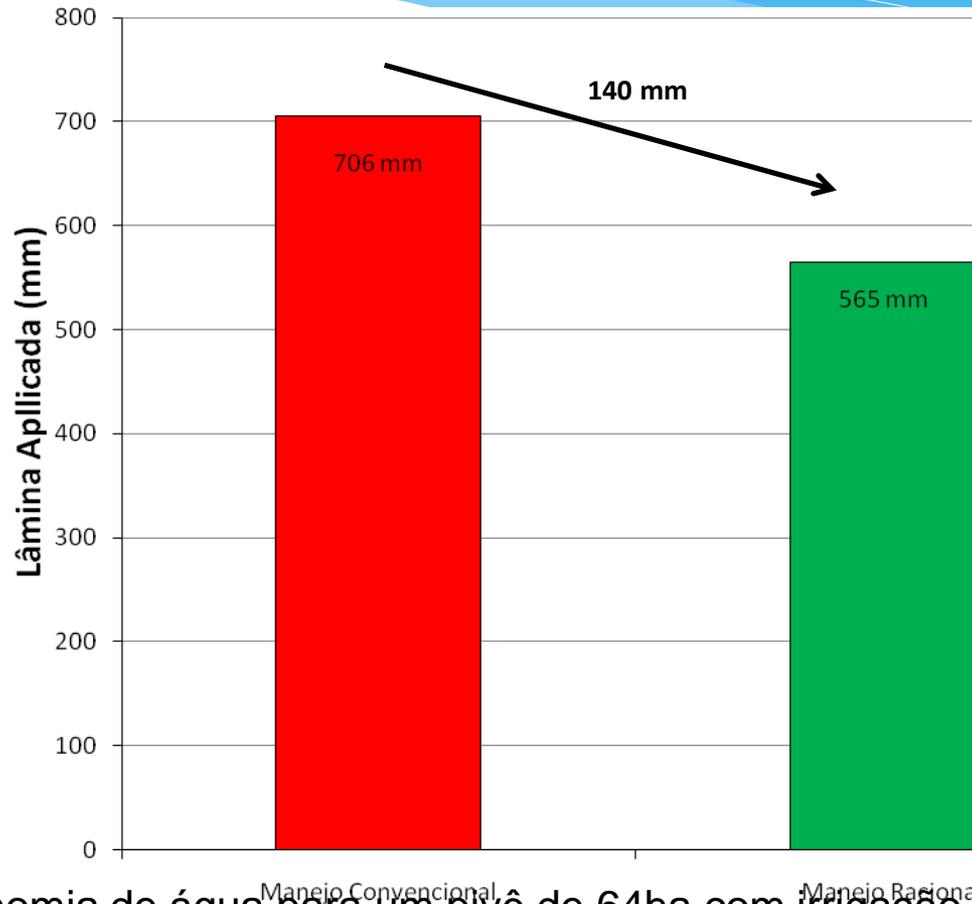
Economia de energia para um pivô de 64ha com irrigação plena em uma cultura com ciclo de 120 dias

INTRODUÇÃO



Economia de água para um pivô de 64ha com irrigação plena em uma cultura com ciclo de 120 dias em ambiente com baixa demanda atmosférica

INTRODUÇÃO



Economia de água para um pivô de 64ha com irrigação plena em uma cultura com ciclo de 120 dias em ambiente com alta demanda atmosférica

IRRIGAÇÃO COM E SEM DÉFICIT

- **Irrigação sem déficit:**

Irrigação plena.

Riscos de cometer excessos

- **Irrigação com déficit:**

Durante todo o ciclo (PAG. 5 pgf 2.)

Controlado por etapa

INTRODUÇÃO

Tabela 1 - Estratégias de irrigação da cultura da melancia na região dos Tabuleiros Costeiros do Piauí, considerando-se $c_w = \text{R}\$0,30 \text{ mm}^{-1} \text{ ha}^{-1}$ e quatro preços do produto.

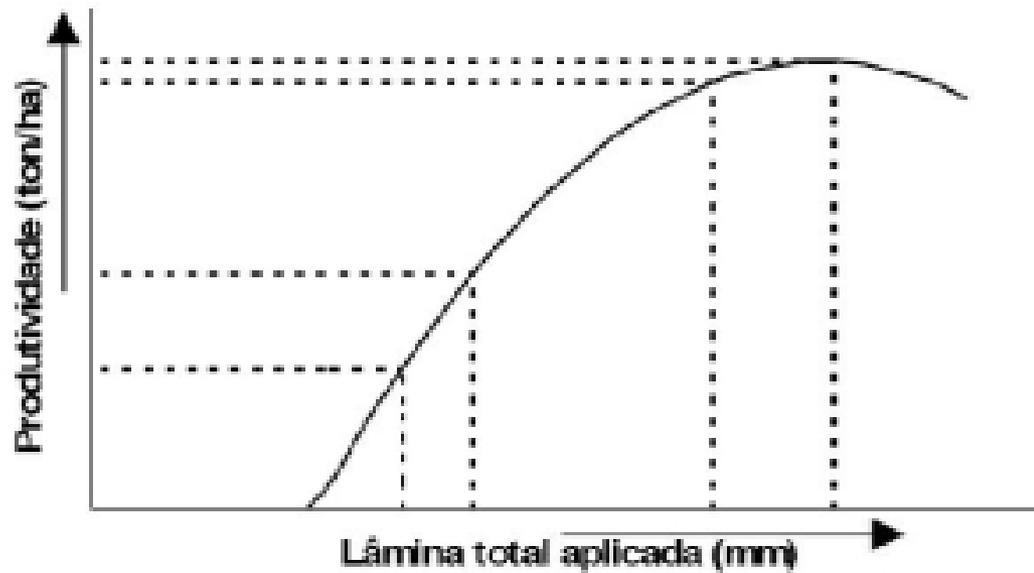
p	Uso de água	Déficit	y(w)	z(w)	Área irrigada	Produção
(R\$ kg ⁻¹)	(mm)	(%)	(kg ha ⁻¹)	(R\$ m ⁻³)	(ha)	(kg)
0,05	w _m = 356		43.855,3	0,24	1,00	43.855,3
	w* = 260	27	40.884,5	0,27	1,37	56.011,8
	w _{ew} = 190	47	34.989,5	0,24	1,87	
0,10	w _m = 356		43.855,3	0,85	1,00	43.855,3
	w* = 170	52	32.727,7	1,16	2,09	68.400,9
	w _{ew} = 81	77	19.549,4	0,85	4,40	
0,15	w _m = 356		43.855,3	1,47	1,00	43.855,3
	w* = 127	64	26.995,3	2,18	2,80	75.474,8
	w _{ew} = 45	87	12.774,8	1,47	7,91	
0,30	w _m = 356		43.855,3	3,32	1,00	43.855,3
	w* = 56	84	14.933,1	5,74	6,36	94.974,5
	w _{ew} = 9	98	5.168,5	3,32	39,55	

p – preço de venda da melancia; w_m – lâmina de água necessária para a produtividade máxima; w* - lâmina de água para a produtividade econômica; w_{ew} – lâmina de água inferior a w* que propicia uma receita líquida igual àquela que se obtém com w_m; c_w – custos associados à irrigação.

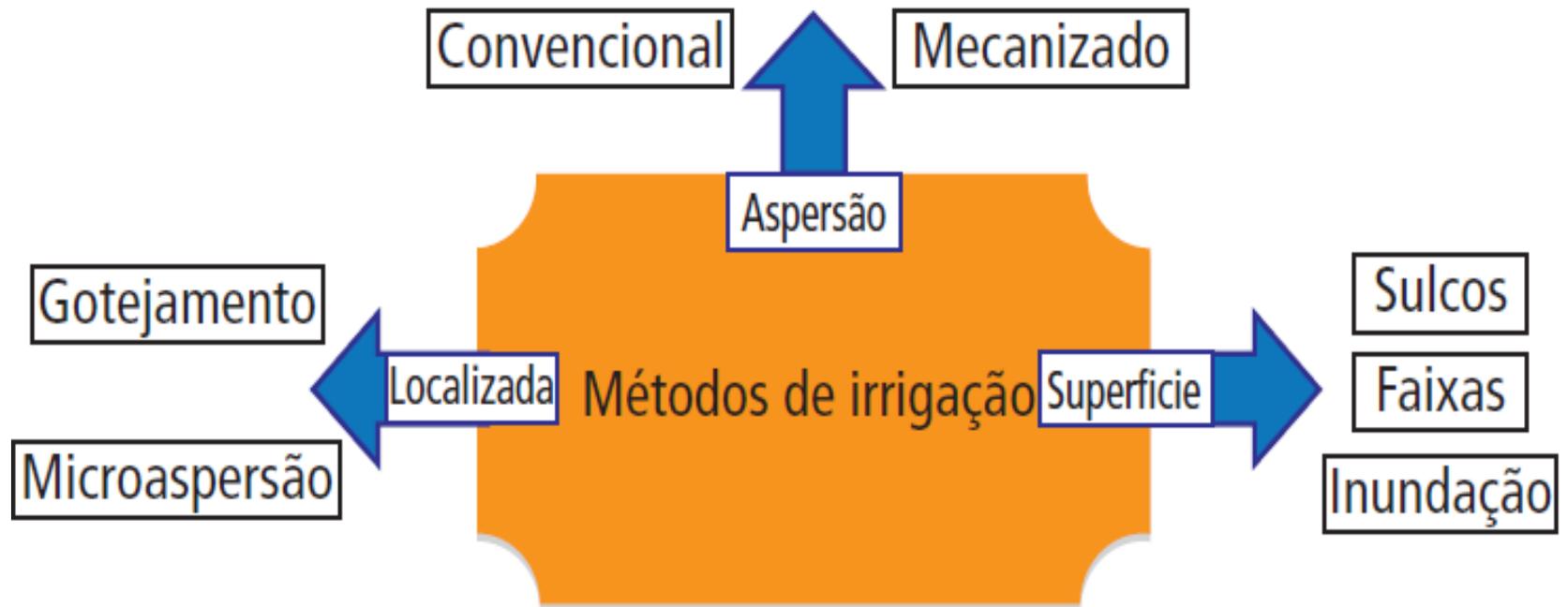
**Estresse hídrico pode impactar na senescência e na
maturação**



FUNÇÃO DE PRODUÇÃO DE UMA CULTURA



MÉTODOS DE IRRIGAÇÃO



Aspersão



Aspersão convencional

Aspersão mecanizada



Localizada



Microaspersão

Gotejamento



Superfície



Sulco

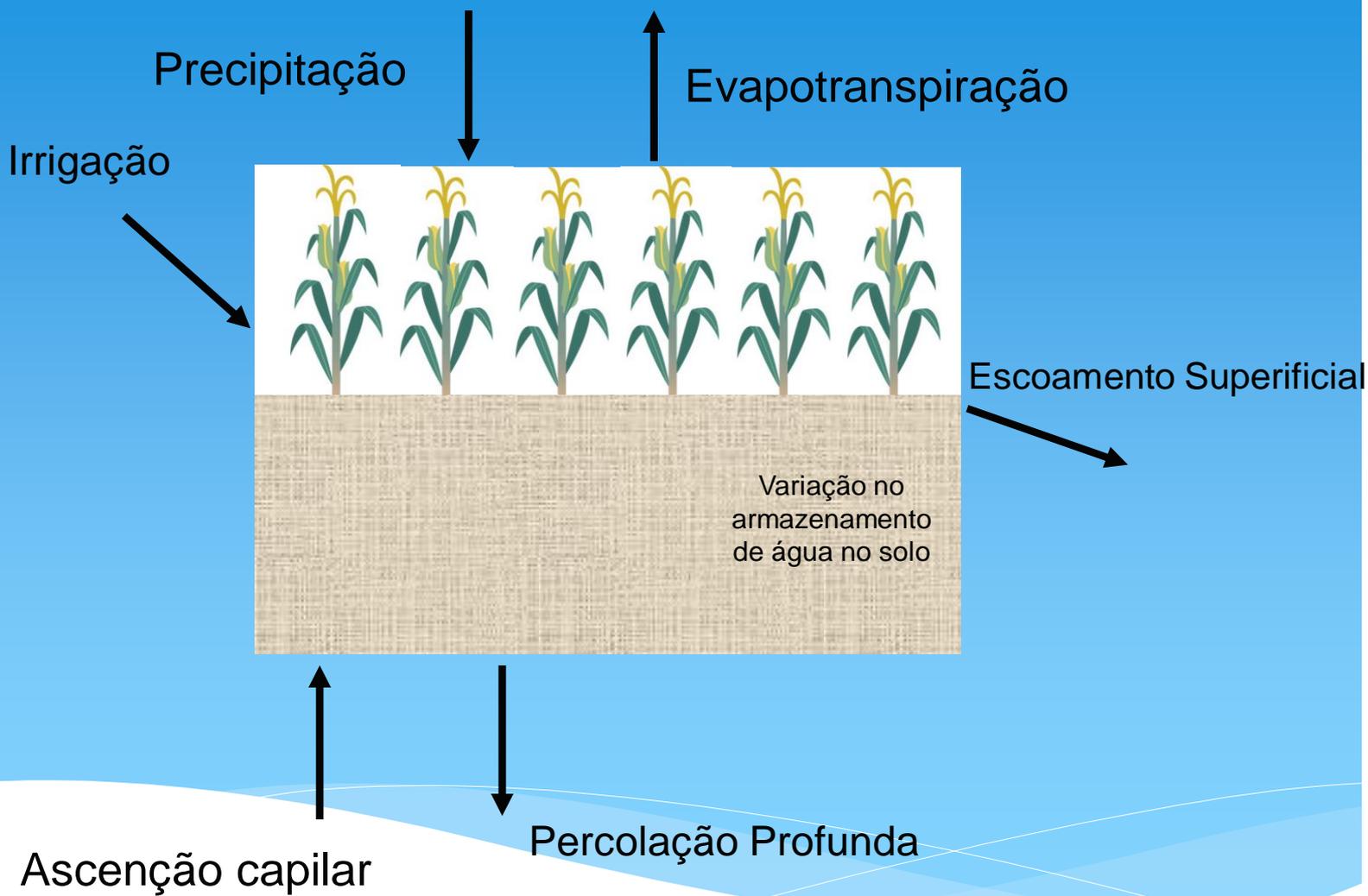


Faixa



Inundação

Balanço Hídrico

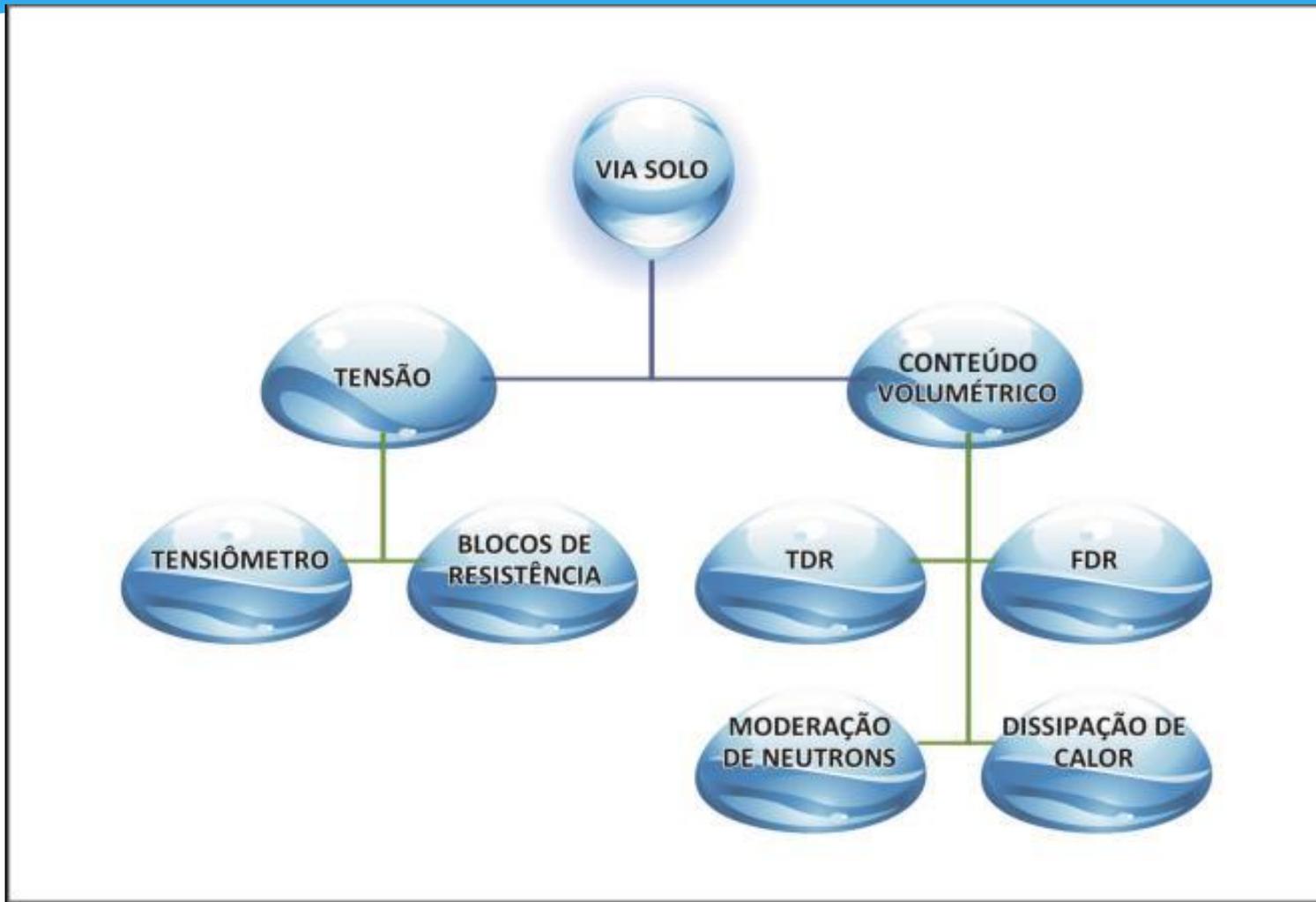




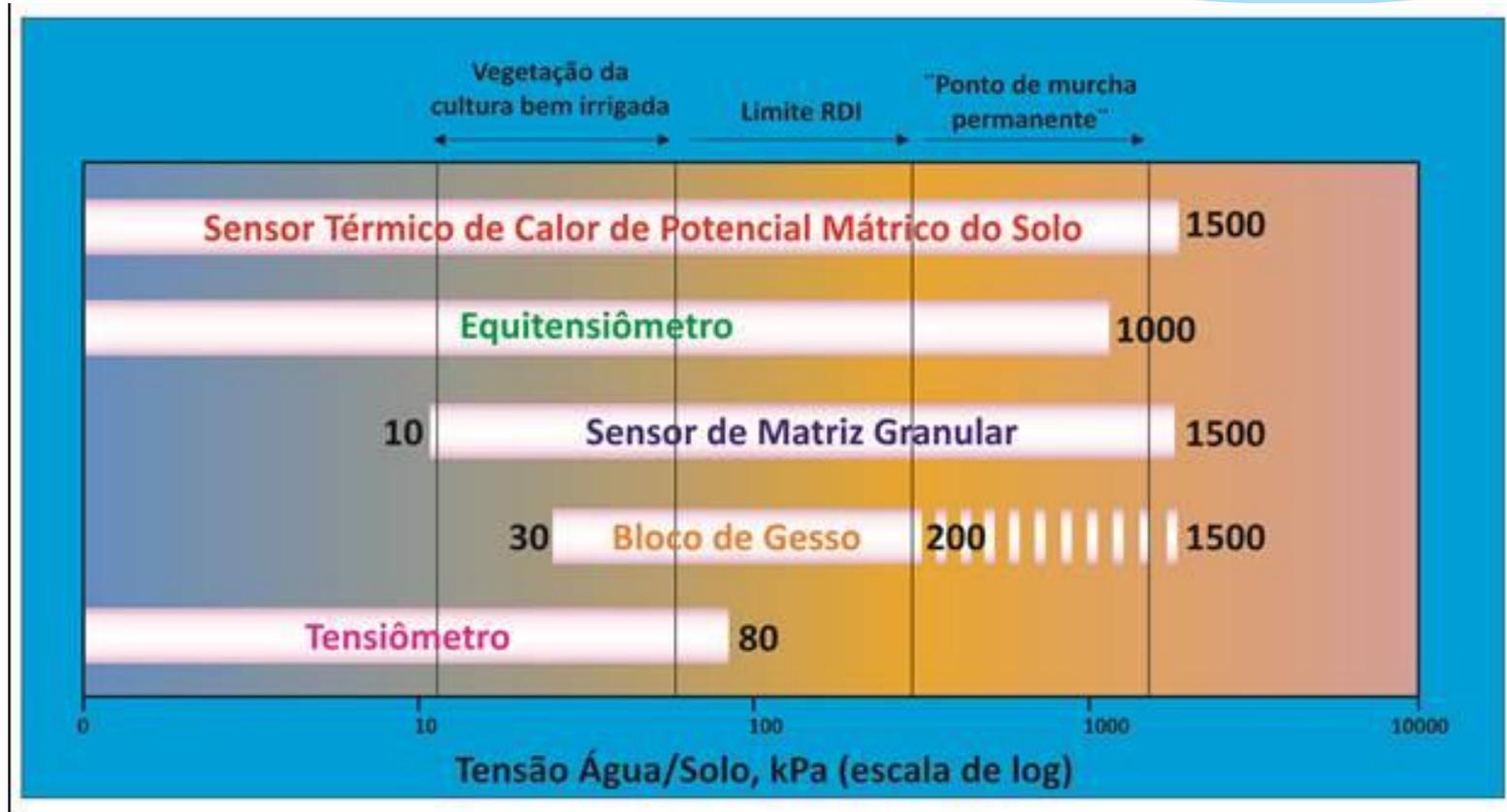
MANEJO DA IRRIGAÇÃO VIA SOLO, CLIMA E PLANTA



MANEJO VIA SENSORES DE SOLO

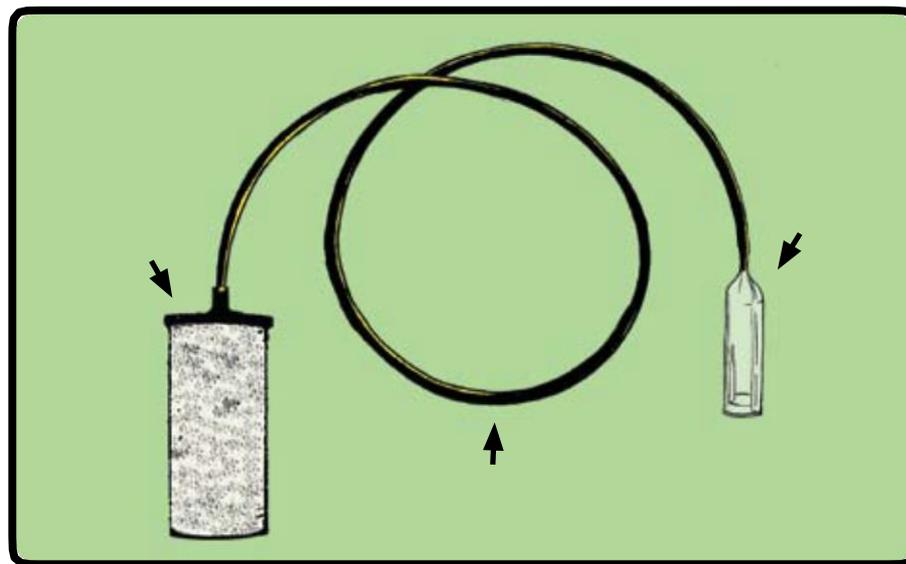


TECNOLOGIAS PARA MEDIR O ESTADO DA ÁGUA NO SOLO



TECNOLOGIAS PARA MEDIR O ESTADO DA ÁGUA NO SOLO

SISTEMA IRRIGÁS



TECNOLOGIAS PARA MEDIR O ESTADO DA ÁGUA NO SOLO

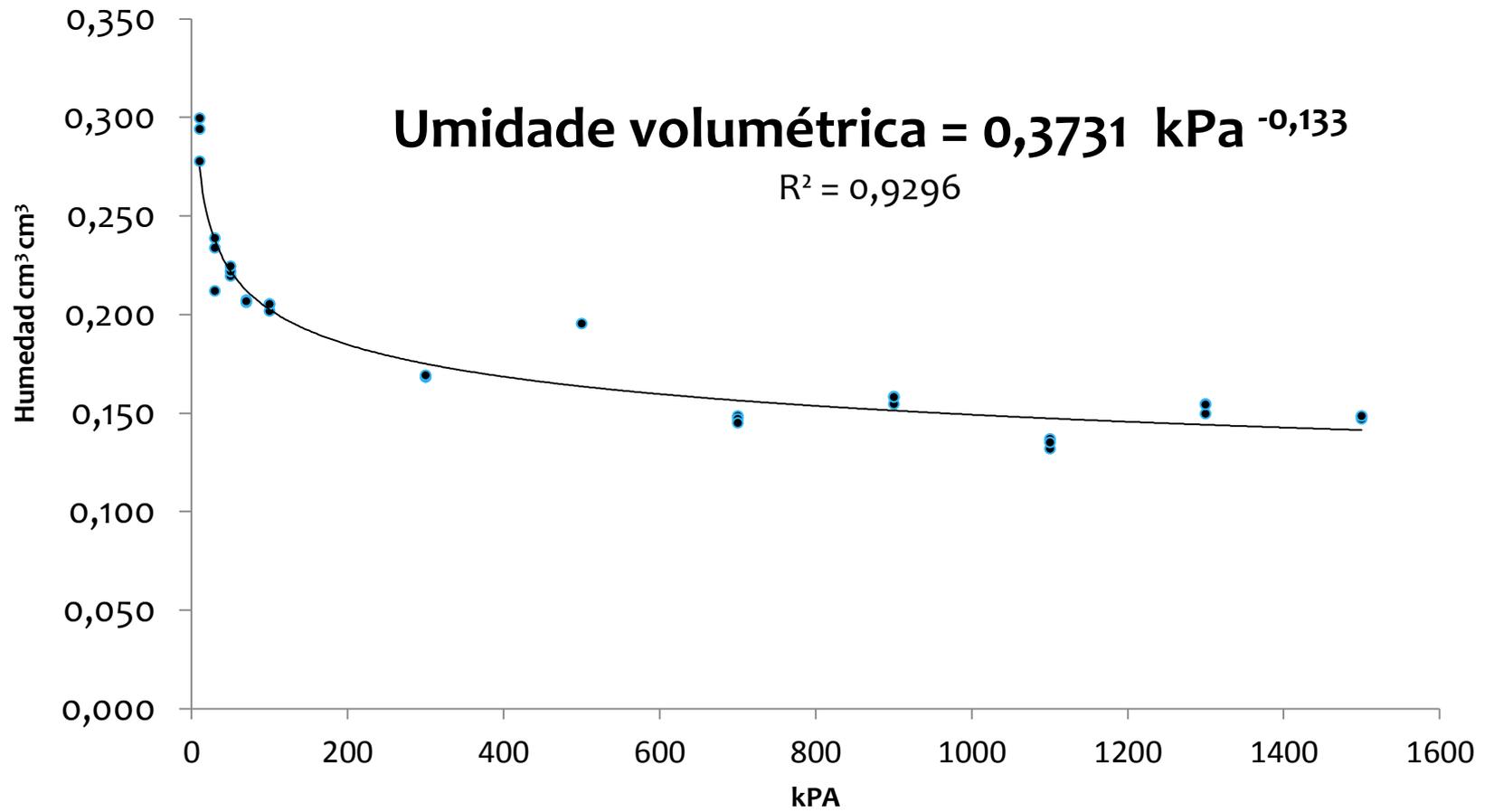
MÉTODOS ELETROMÉTRICOS / BLOCOS DE RESISTÊNCIA





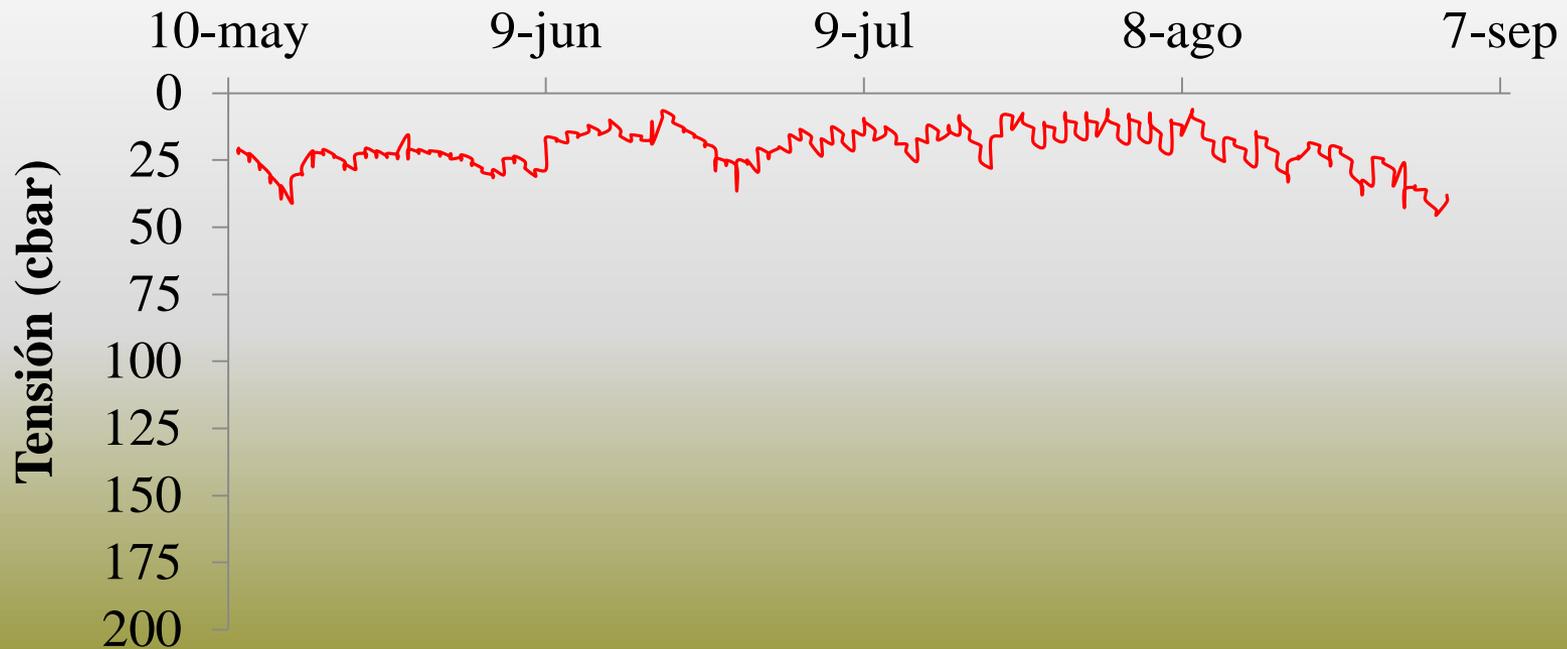
CURVA CARACTERÍSTICA DA UMIDADE DO SOLO





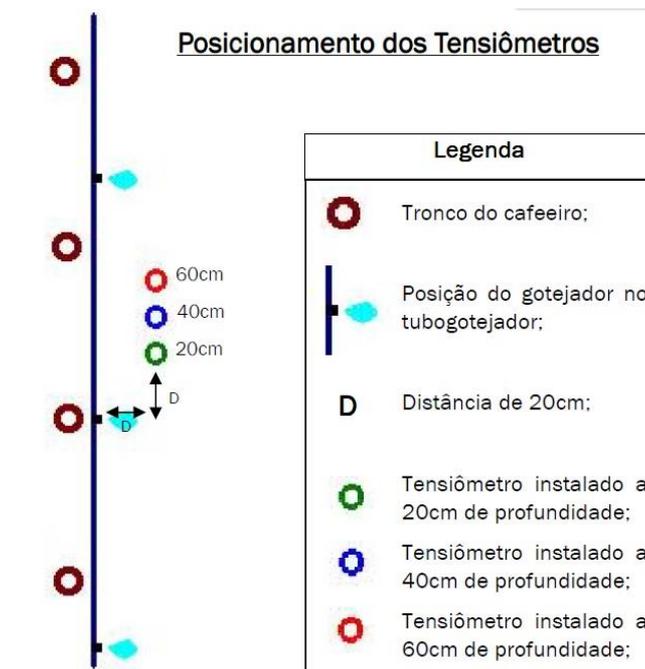
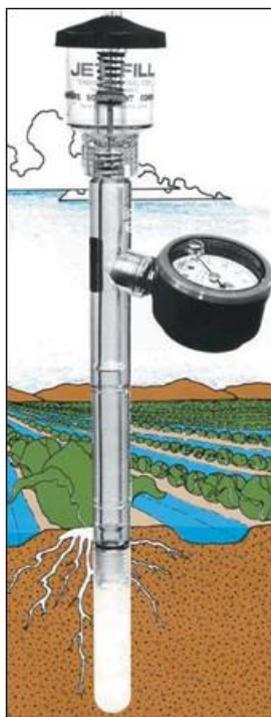
CASO NÃO TENHA A CURVA CARACTERÍSTICA DO SOLO:

EVOLUÇÃO DA TENSÃO DO SOLO



TECNOLOGIAS PARA MEDIR O ESTADO DA ÁGUA NO SOLO

MÉTODO TENSIOMÉTRICO



TECNOLOGIAS PARA MEDIR O ESTADO DA ÁGUA NO SOLO

MÉTODO TENSIOMÉTRICO



TENSIOMETRIA

✓ CONTROLE DA IRRIGAÇÃO POR MEDIDAS DO POTENCIAL MÁTRICO DO SOLO

INTERPRETAÇÃO DAS LEITURAS DOS TENSIÔMETROS

Interpretação específica

Momento da irrigação para produtividade máxima

Culturas	Potencial mátrico crítico (bar)	Culturas	Potencial mátrico crítico (bar)
Repolho	0,30-0,50	Pimenta	0,20-0,40
Ervilha verde	0,20-0,30	Feijão grão	0,50-0,75
Milho verde	0,40-0,60	Soja	0,50-0,80
Milho grão	0,50-0,70	Melão	0,30-0,50
Cebola	0,40-0,60	Citros	0,50-0,70
Batata	0,30-0,50	Uva	0,40-0,60
Alface	0,20-0,30	Banana	0,30-0,50
Tomate	0,10-0,25	Melancia	0,30-0,50
Pimentão	0,30-0,50	Maçã	0,50-0,80

MÉTODO DA REFLECTOMETRIA NO DOMÍNIO DO TEMPO (TDR)



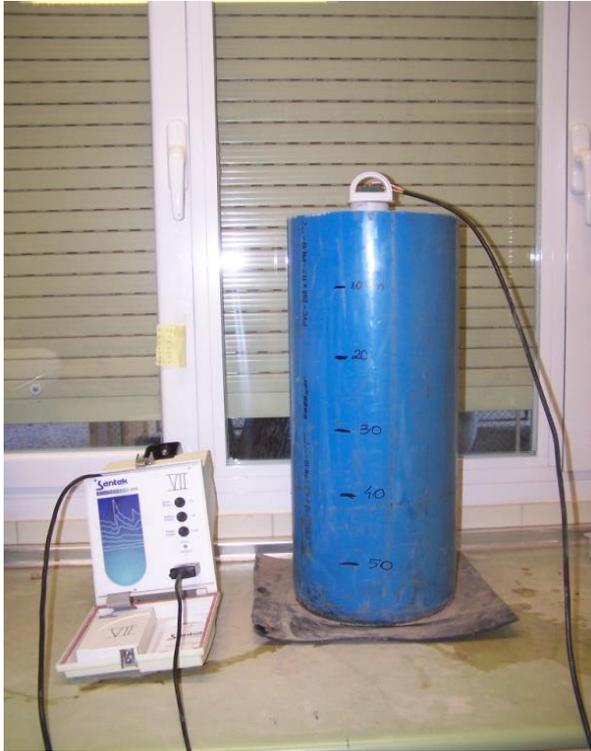
REFLECTOMETRIA NO DOMÍNIO DA FREQUÊNCIA (FDR OU CAPACITÂNCIA)



Sondas Sentek EnviroSCAN, EnviroSMART e TriSCAN.



CALIBRAÇÃO DO ENVIROSCAN



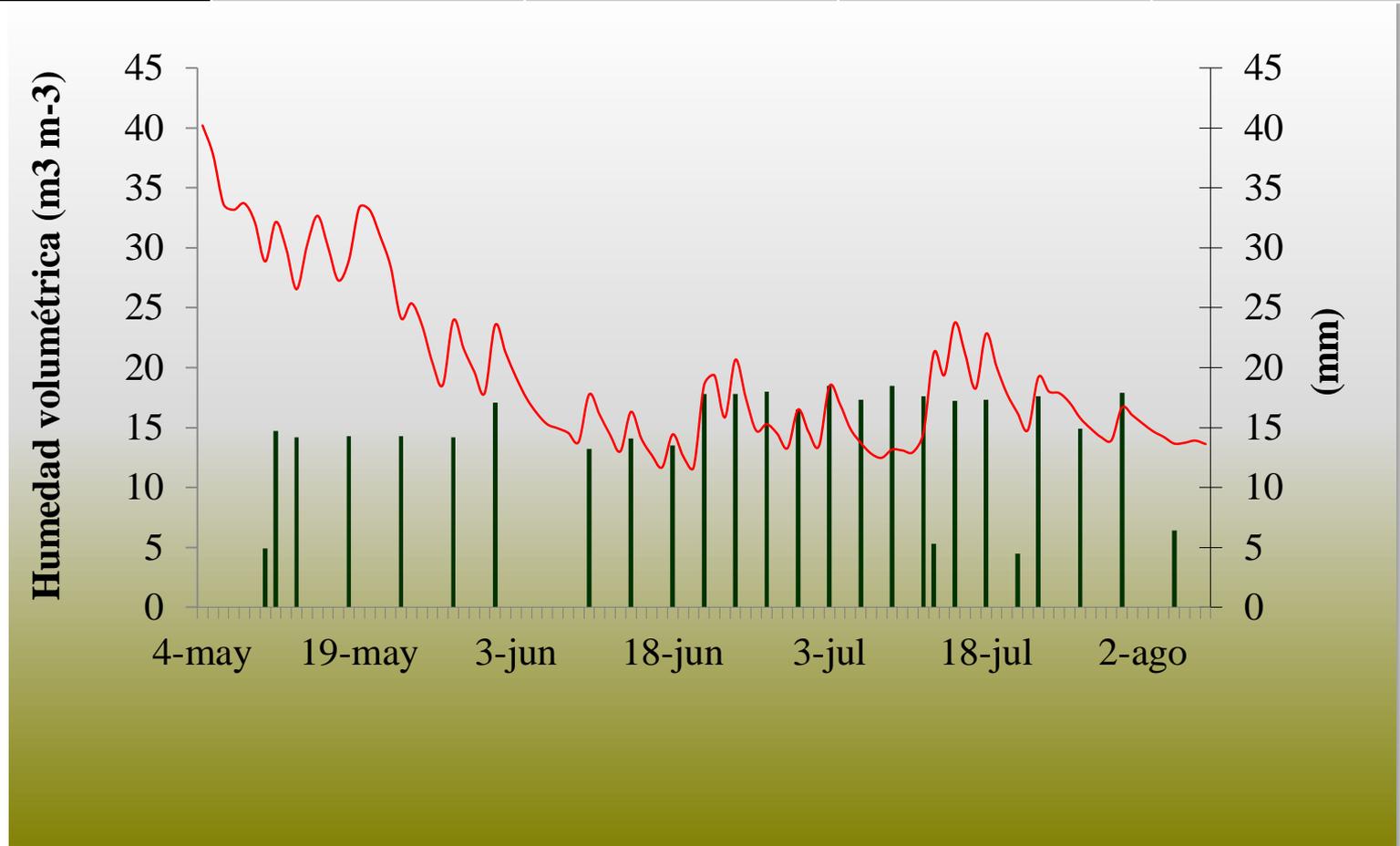
SECAGEM DO SOLO EM ESTUFA



NORMALIZAÇÃO DO ENVIROSCAN



EQUAÇÃO	a	b	c	R ²
$SF = a\theta^b + c$	0,1090	0,3376	0,1631	0,925



REFLECTOMETRIA NO DOMÍNIO DA FREQUÊNCIA (FDR OU CAPACITÂNCIA)

Mini EnviroScan
Portátil



Sonda Sentek EasyAg .

REFLECTOMETRIA NO DOMÍNIO DA FREQUÊNCIA (FDR OU CAPACITÂNCIA)



Componentes da Sonda Diviner 2000.

REFLECTOMETRIA NO DOMÍNIO DA FREQUÊNCIA (FDR OU CAPACITÂNCIA)

C-Probe III possui os
Sensores no tudo de
acesso



C-Probe e C-Probe III

REFLECTOMETRIA NO DOMÍNIO DA FREQUÊNCIA (FDR OU CAPACITÂNCIA)



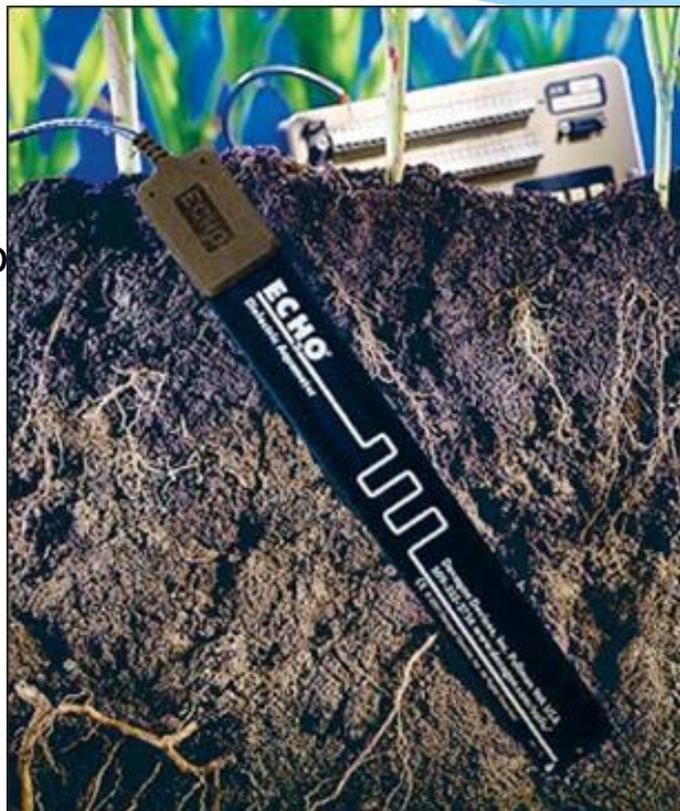
GLRL (Green Light Red Light)

Sensores embutidos com profundidade pré determinada

REFLECTOMETRIA NO DOMÍNIO DA FREQUÊNCIA (FDR OU CAPACITÂNCIA)

FDR sem tudo de acesso

Fácil instalação



Sonda ECH20

REFLECTOMETRIA NO DOMÍNIO DA FREQUÊNCIA (FDR OU CAPACITÂNCIA)



FDR sem tudo de acesso

ThetaProbe e MP406

Fácil instalação

REFLECTOMETRIA NO DOMÍNIO DA FREQUÊNCIA (FDR OU CAPACITÂNCIA)



Sensor WET

FDR q mede umidade, condutividade elétrica e temperatura

REFLECTOMETRIA NO DOMÍNIO DA FREQUÊNCIA (FDR OU CAPACITÂNCIA)



PR2 Profile Probe

REFLECTOMETRIA NO DOMÍNIO DA FREQUÊNCIA (FDR OU CAPACITÂNCIA)



Exemplo dos sensores 10 HS (E), MPS-2 (CENTRO) e MPS-6 (E)

Sofrem menos influência de salinidade. Área de influência de uma garrafa de 1L
Afirmam poder usar a equação calibrada de fábrica em qualquer solo (???)

REFLECTOMETRIA NO DOMÍNIO DA FREQUÊNCIA (FDR OU CAPACITÂNCIA)



Exemplo dos sensores . SMRT-Y Soil Moisture Sensor com a haste e o mostrador

Não precisa de calibração. Resistente a salinidade. Pode ser ligado diretamente no Sistema de irrigação.

MÉTODO DA MODERAÇÃO DE NÊUTRONS



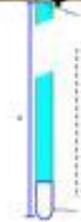
Detalhes de uma Sonda de Nêutrons

TRANSMISSÃO DE DADOS

Monitoramento da solução do solo



Instrumentação para coleta e transmissão dos dados via rádio



Detalhes de uma sensores de solo e a instrumentação para Transmissão de dados

Os sensores de solo discutidos nesta apostila são caracterizados por meio de 15 atributos:

1. Faixa de leitura
2. Precisão declarada
3. Alcance de medida
4. Saída de dados
5. Capacidade de registro de dados
6. Fonte de energia

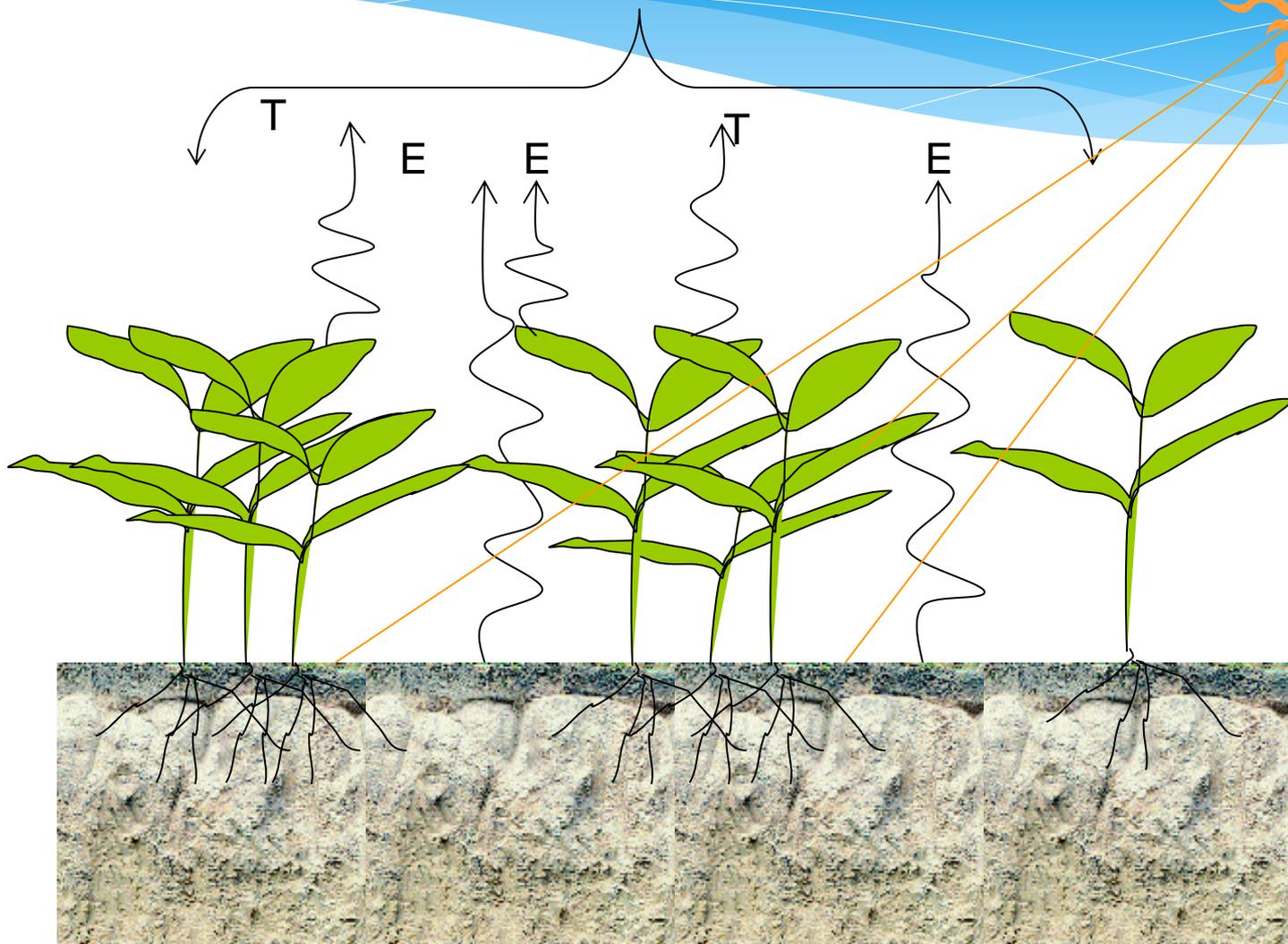
7. Acesso remoto
8. Conexão com outros equipamentos
9. Interface com computador
10. Afetado por salinidade
11. Suporte técnico

12. Adequado para o sistema de irrigação
13. Melhor tipo de solo
14. Custo
15. Custo operacional anual



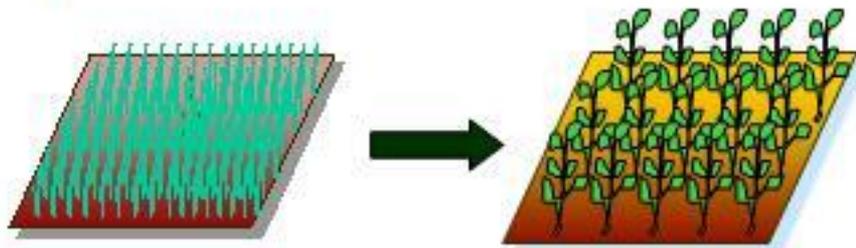
MANEJO VIA CLIMA

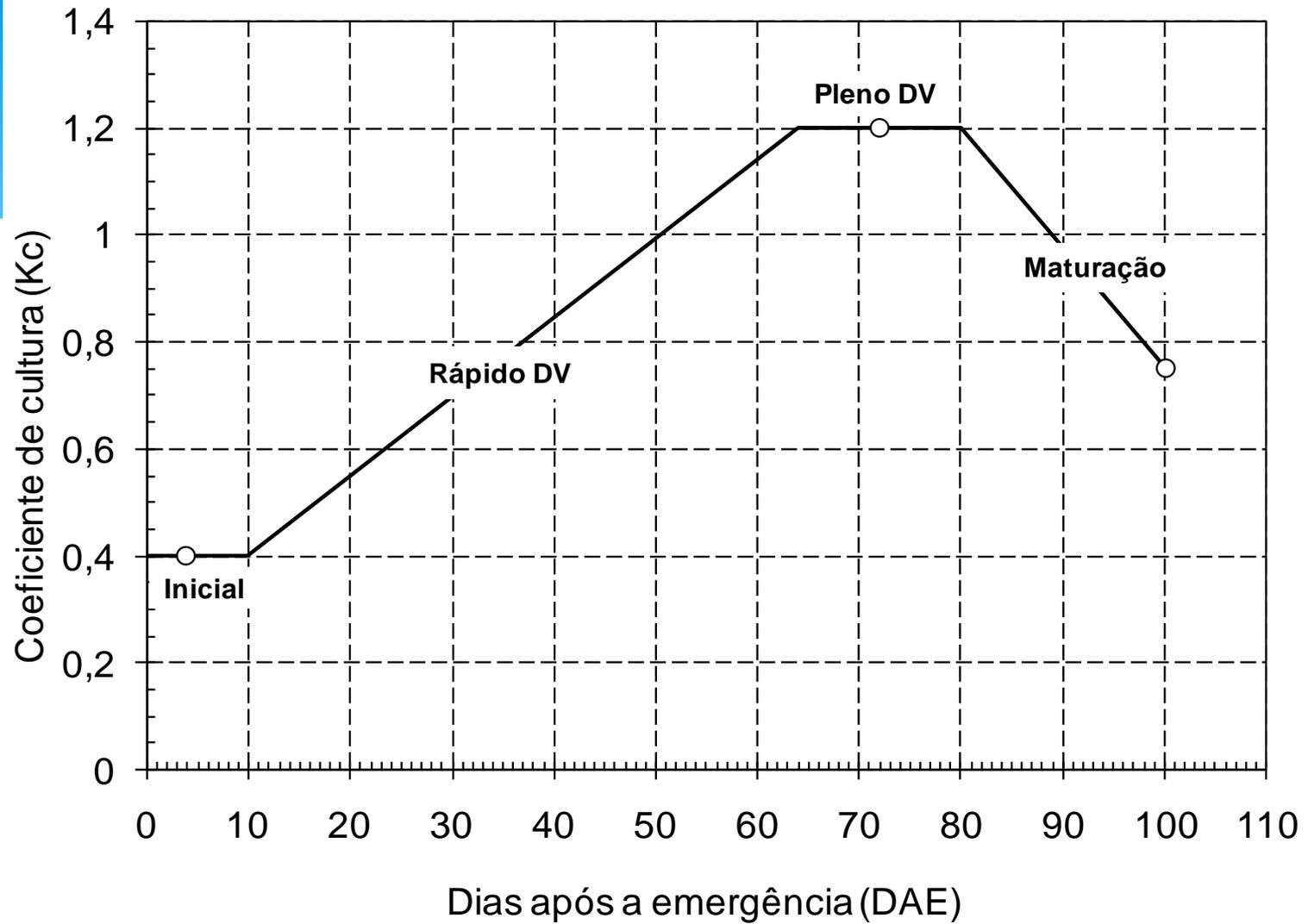
EVAPOTRANSPIRAÇÃO (ET) = Evaporação + Transpiração



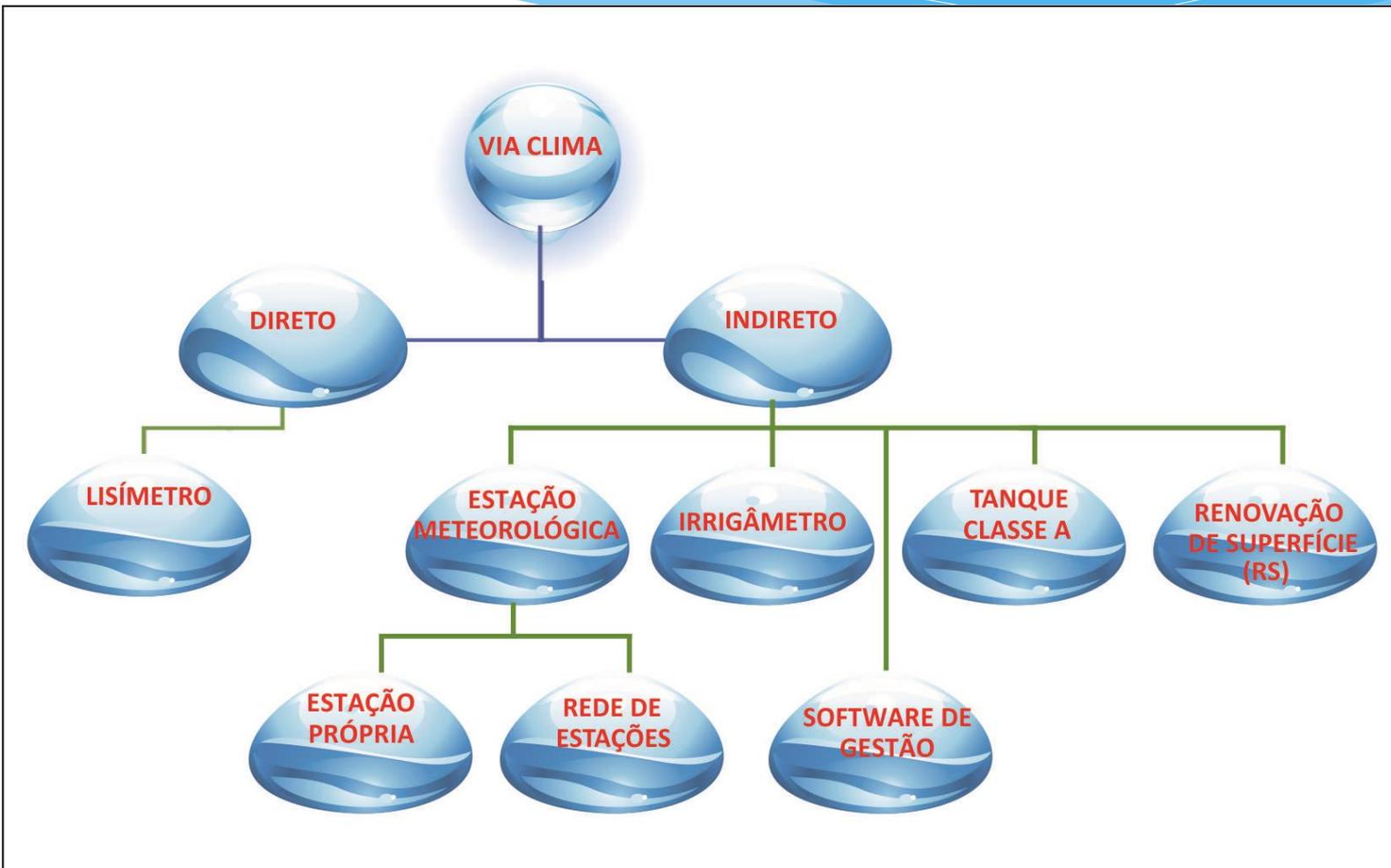
$$ET_c = ET_o \times K_c$$

- ▶ ET_o : Fatores Climáticos
 - Evapotranspiração de Referência
- ▶ ET_c = maximum ET
 - Evapotranspiração da Cultura
- ▶ K_c Diferencia com a cultura
 - Coeficiente da Cultura





Apostila página 30.



MÉTODO DIRETO

MÉTODO DE LISIMETRIA





Lisímetro
instalado em
campo

25 4 2005



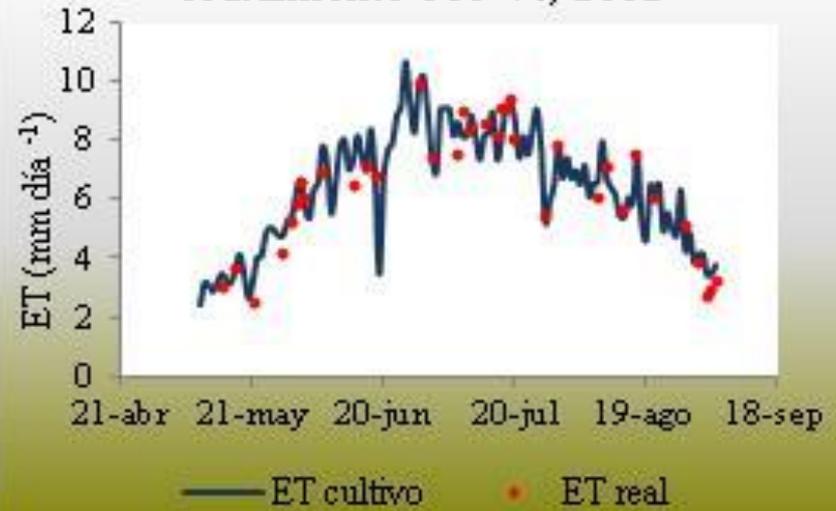
Balanço hídrico feito com Enviroscan

Comparação com ET empírica

Tratamiento 100 %, 2011



Tratamiento 100 %, 2012



MÉTODO INDIRETO

ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS AUTOMÁTICAS



ET107 Estação monitoradora de evapotranspiração - (Campbell Scientific)



IMETOS AG (Pessl Instruments GmbH)



Estação Meteorológica Davis Pro2



Estação AGROMETRIX



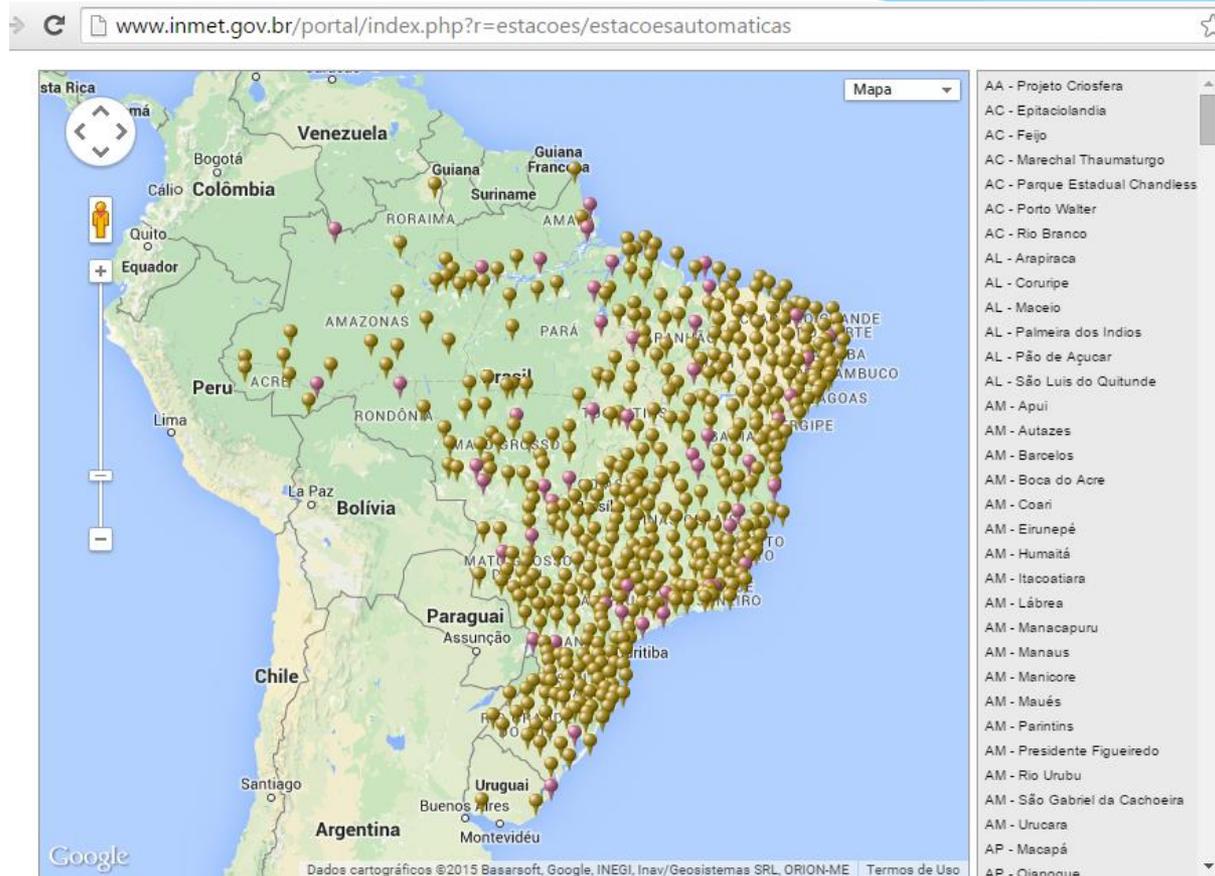
ESTAÇÃO METEOROLÓGICA E5000 (Irriplus)



ESTAÇÃO METEOROLÓGICA - ITWH1080



REDE DE ESTAÇÕES PÚBLICAS

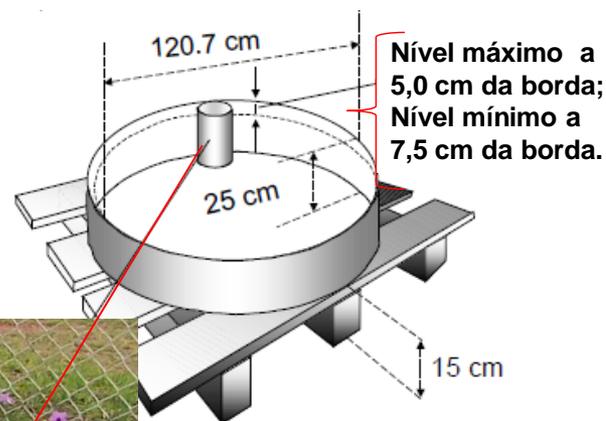


IRRIGÂMETRO



MÉTODO DO TANQUE CLASSE A

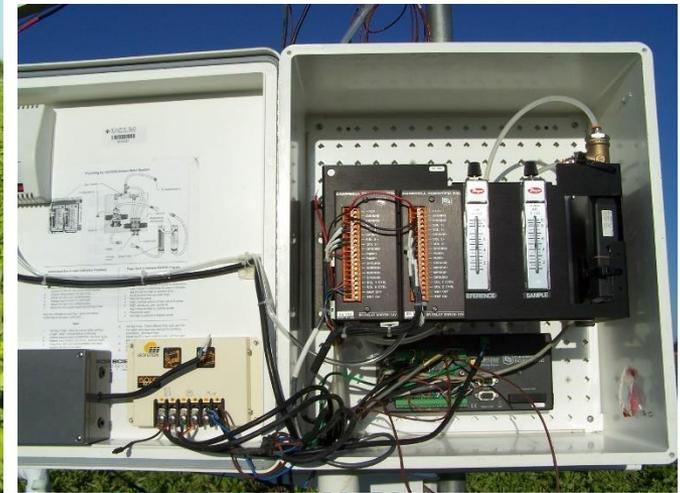
Apostila página 41.



Poço Tranquilizador
(10cm de diâmetro)

MÉTODO DE RENOVAÇÃO DE SUPERFÍCIE OU BALANÇO DE ENERGIA

Medem as expulsões de ar a partir da superfície.
Fluxo de calor sensível (energia para ET)
Determina diretamente a E_{Tc} através da razão de Bowen



MÉTODO DE RENOVAÇÃO DE SUPERFÍCIE OU BALANÇO DE ENERGIA

Sensores a mais que são instalados da Bowen:

- Medidor de radiação líquida
- Medidor de fluxo de calor no solo
- Termopares
- Medidor de velocidade do vento ultrassônico

É necessário ao menos 200 metros de bordadura (superfície sem interferência)

PRODUTO	Tecnologia envolvida e confiança nos dados	Nível de representatividade em relação à área irrigada*	Instalação	Coleta e transmissão de dados	Custo
LISÍMETRO	XXXXX	XXXXX	😊😊😊	😊😊😊	\$\$\$\$\$
ET107	XXXX	XXXX	😊😊	😊😊😊	\$\$\$\$\$
INMETOS AG	XXX	XXX	😊	😊😊😊	\$\$\$\$
DAVIS PRO2	XXX	XXX	😊	😊😊	\$\$
AGROMETRIX	XXX	XXX	😊	😊😊	\$\$
E500	XX	XX	😊	😊	\$\$
ITWH1080	X	XX	😊	😊	\$
REDE INMET	XXX	XXX	Não necessita	😊😊😊	-
IRRIGÂMETRO	X	X	😊	😊	\$
TANQUE CLASSE A	X	XX	😊	😊	\$
MÉTODO SR	XXXXX	XXXXX	😊😊😊	😊😊😊	\$\$\$\$\$



MANEJO VIA PLANTA



APARÊNCIA VISUAL DA PLANTA

Através de coloração e curvatura do folha

Confiável ???

POTENCIAL DE ÁGUA NA FOLHA



Momento de medida:
Pouco antes do amanhecer

Hidratação da folha controlada
Pelo teor de água no solo

Pontos negativos

MANEJO VIA TERMOMETRIA INFRAVERMELHO – MEDIDA PONTUAL



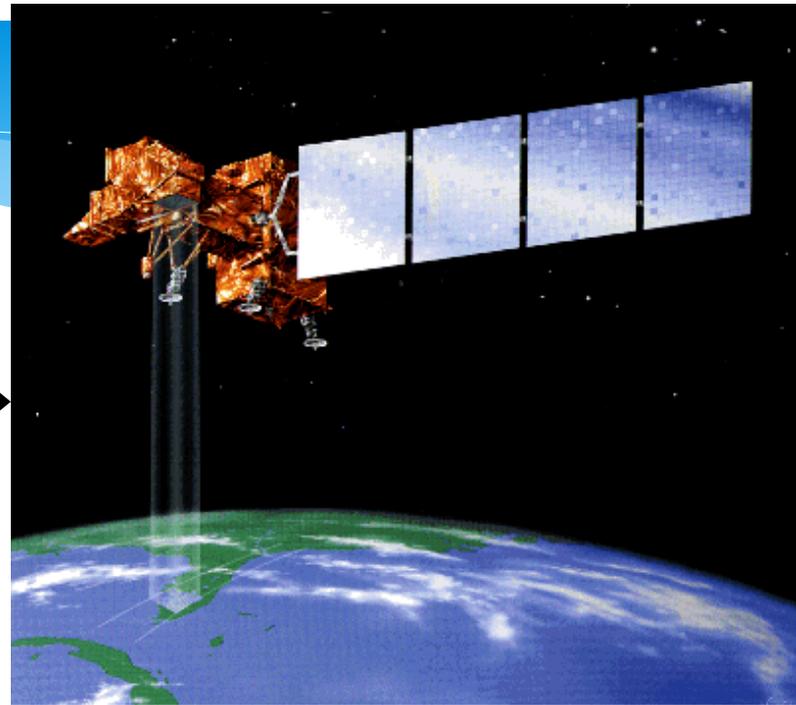
Folhas hidratadas, coloração
Mais escura.

Folha turgida normalmente deve
apresentar 12°C abaixo da
temperatura do ar.



Landsat 5 1984 – 2012

8-days
apart



Landsat 7 1999 – 2017

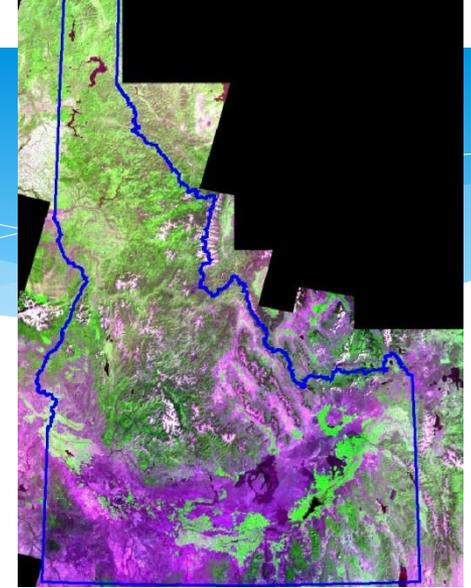
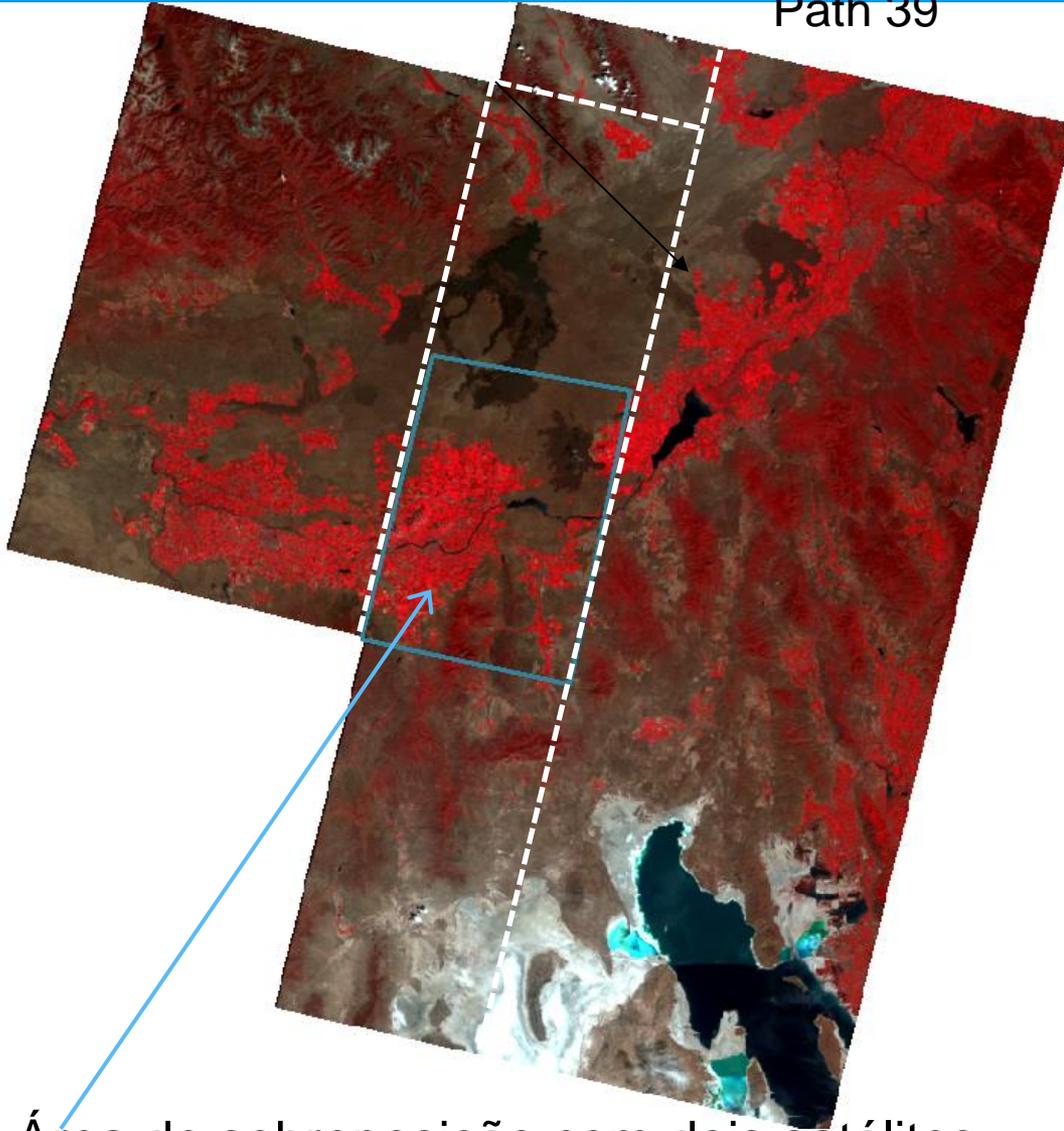


Landsat 8 (LDCM)
Feb. 2013 – 20xx
(replaces LS5)

**MEDIDA EM LARGA ESCALA
CENTROS DE CONTROLE E
ORGÃOS COMPETENTES**

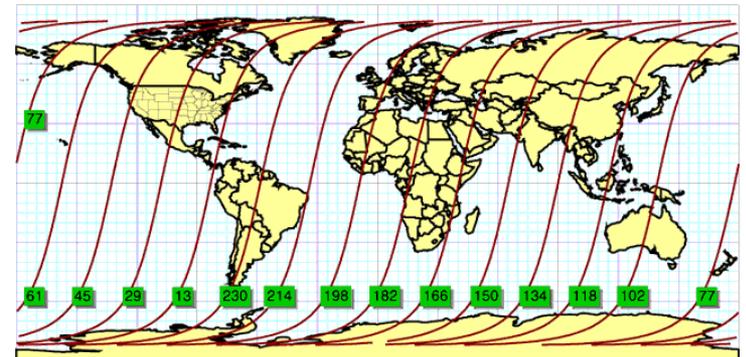
Path 40

Path 39



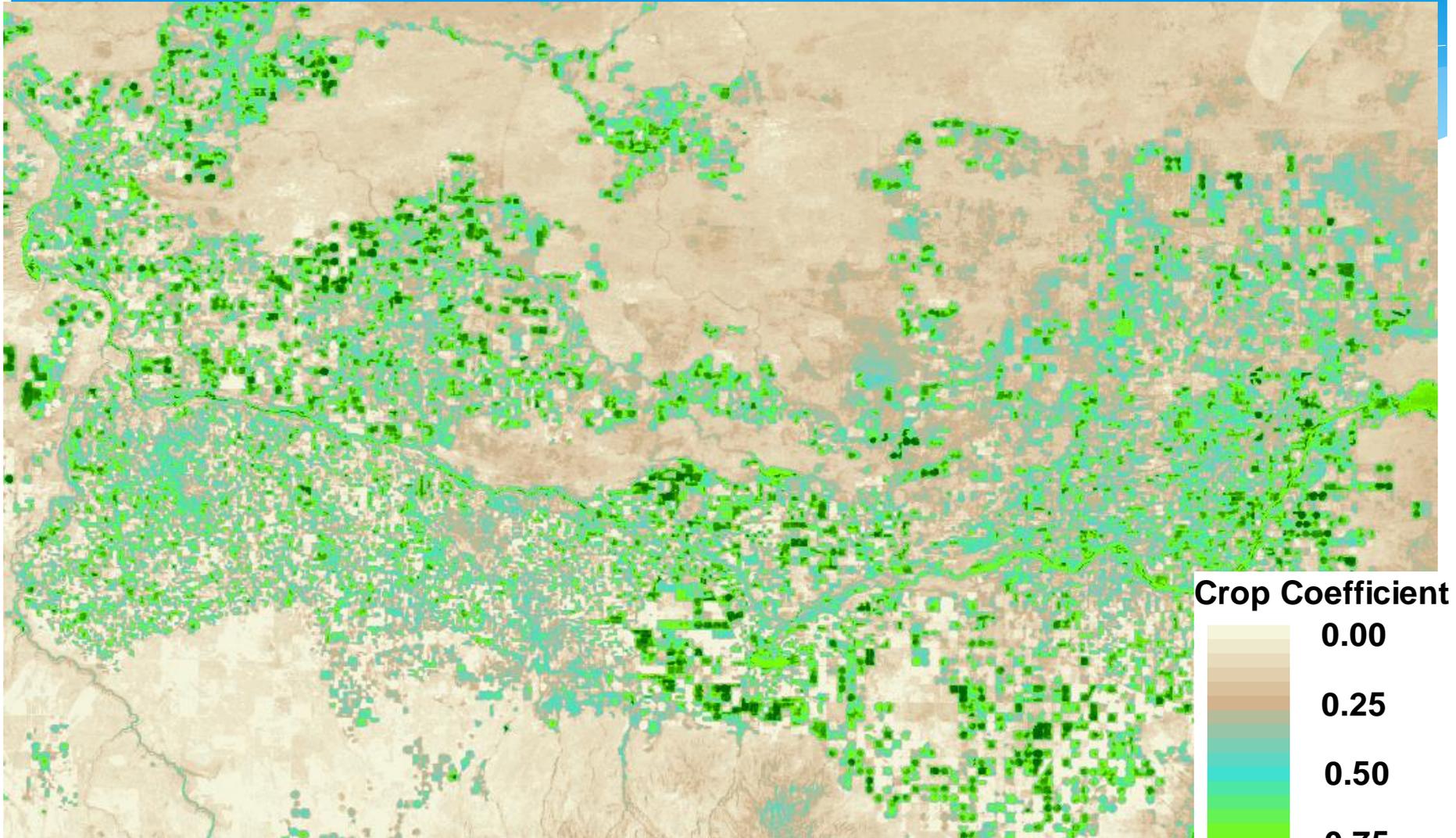
Idaho, USA

Área de sobreposição com dois satélites
(Landsat 5, Landsat 7) quatro vezes cada
16 dias



http://landsathandbook.gsfc.nasa.gov/orbit_coverage/prog_sect5_2.html

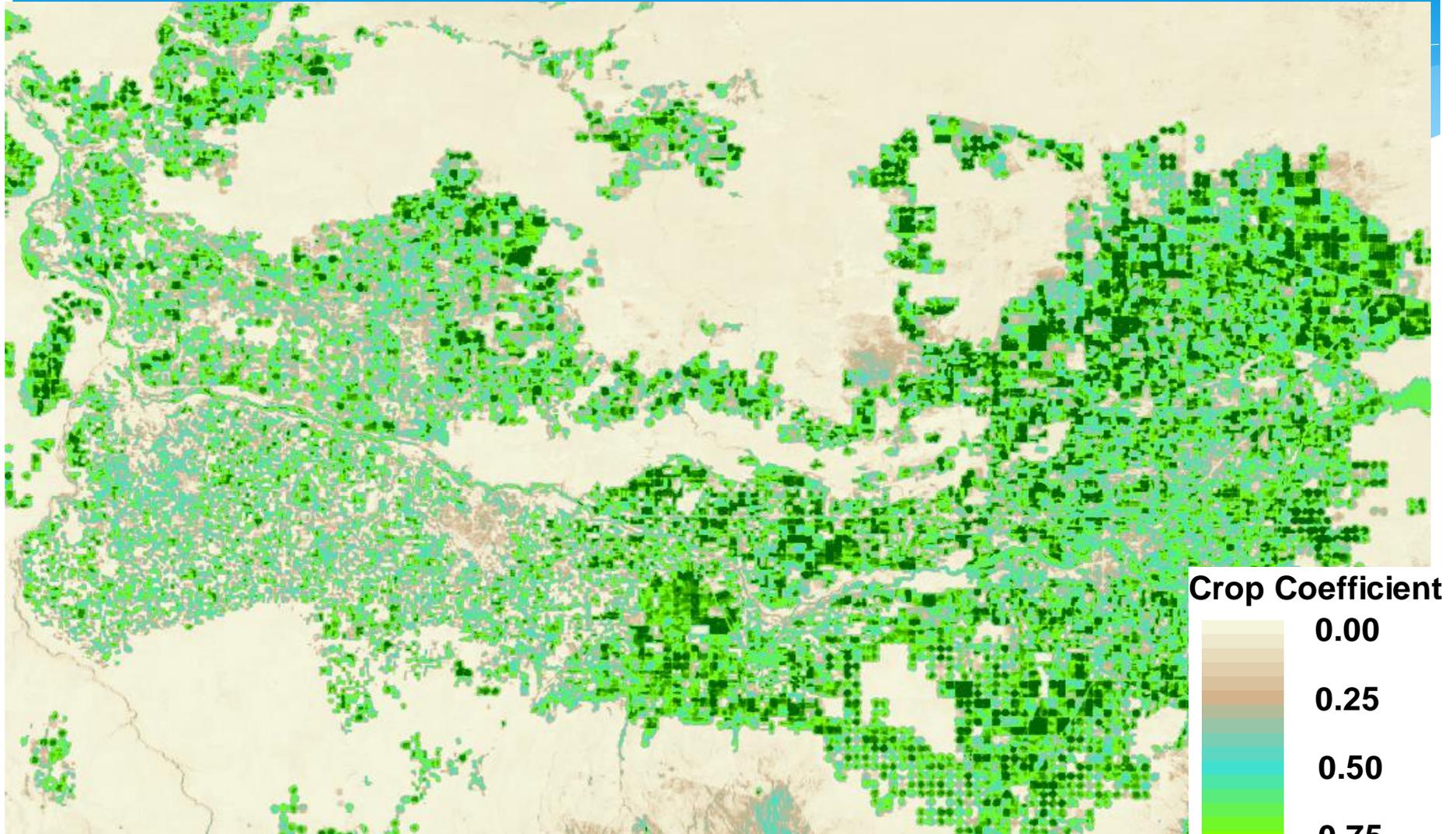
Evolução do Coeficiente da cultura próximo a Twin Falls, Idaho, Estados Unidos



May 2, 2000

8/1/2016

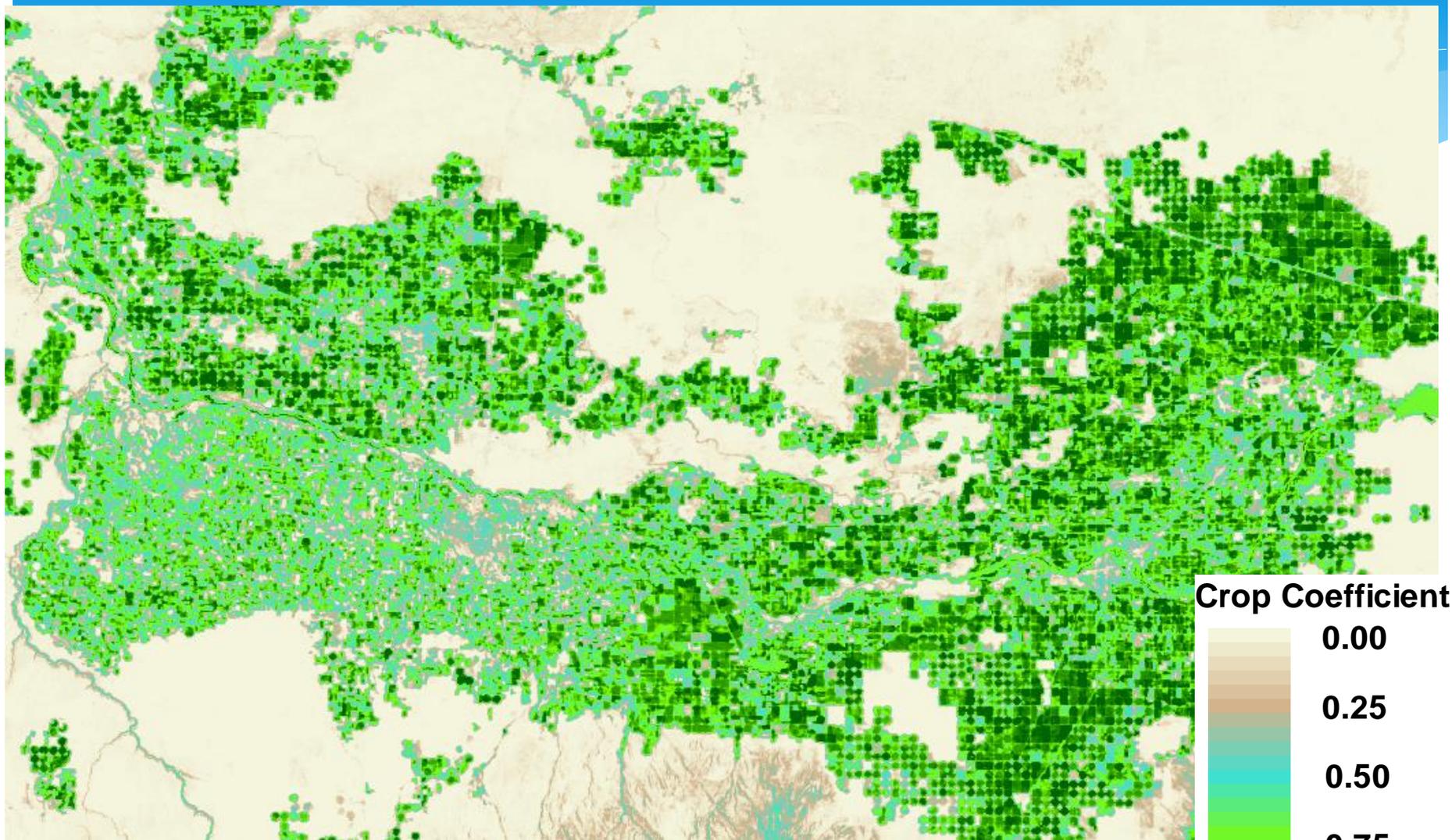
Evolução do Coeficiente da cultura próximo a Twin Falls, Idaho, Estados Unidos



June 19, 2000

8/1/2016

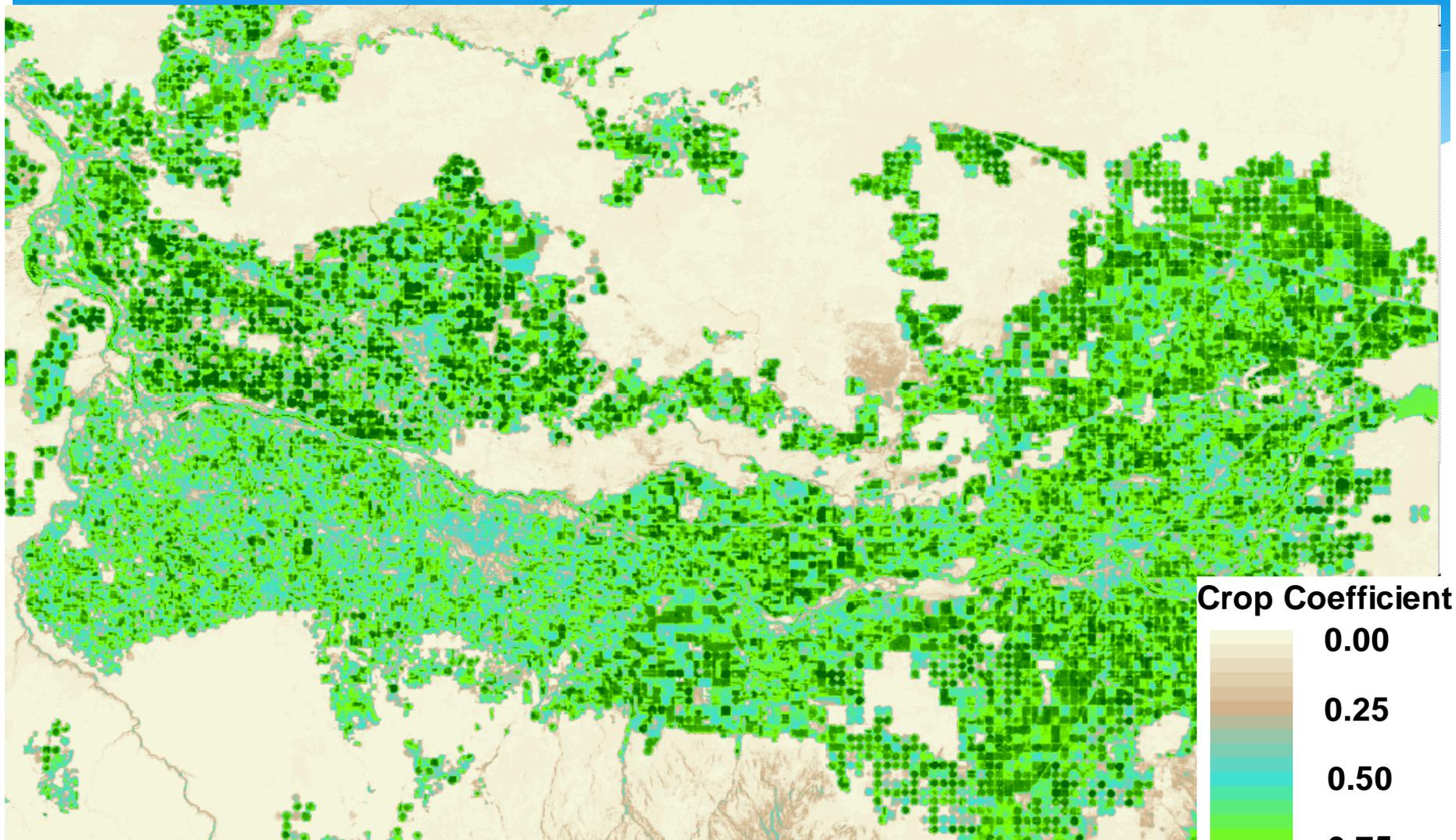
Evolução do Coeficiente da cultura próximo a Twin Falls, Idaho, Estados Unidos



July 5, 2000

8/1/2016

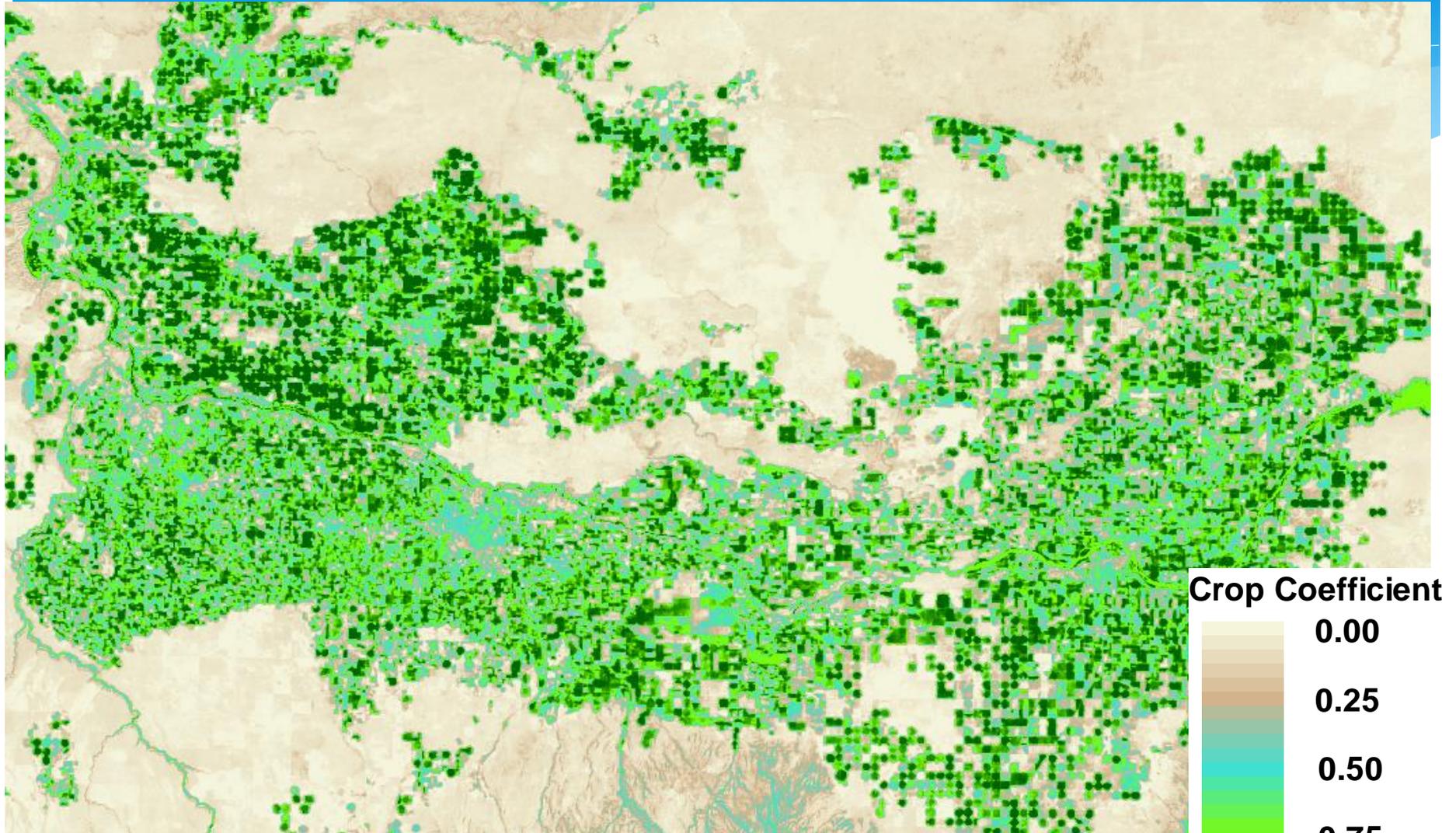
Evolução do Coeficiente da cultura próximo a Twin Falls, Idaho, Estados Unidos



July 21, 2000

8/1/2016

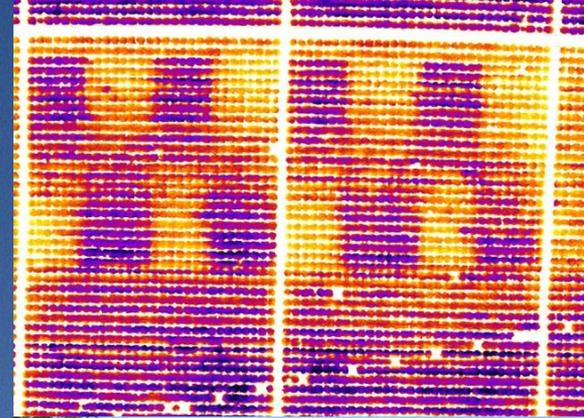
Evolução do Coeficiente da cultura próximo a Twin Falls, Idaho, Estados Unidos



August 22, 2000

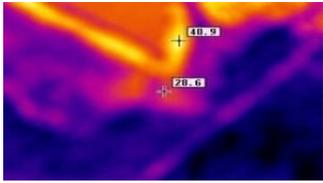
**IMAGENS TERMAIS DE ALTA
RESOLUÇÃO**

**MEDIDAS POR ÁREAS
(FAZENDAS)**





Câmera Termal (Guide EasIR-9)



Câmera Multiespectral (Tetracam Mini MCA 6 canais)



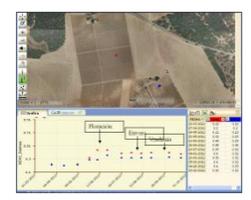
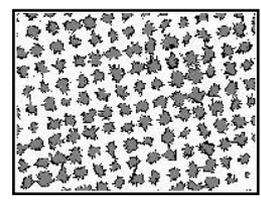
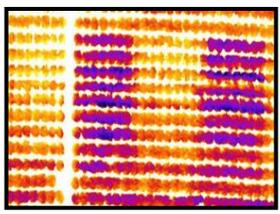
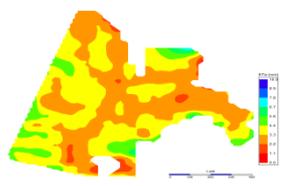
Câmera Digital (Lumix DMC)

Índice de Vegetação (IV)

- NDVI
- SAVI
- outros

Temperatura da Superfície

Produtos



**- Evapotranspiração
- Coeficiente da Cultura**

**Estresse Hídrico:
Índice de Estresse**

Mosaico

**Fator de Cobertura
Índice de área foliar**

Evolução de vigor



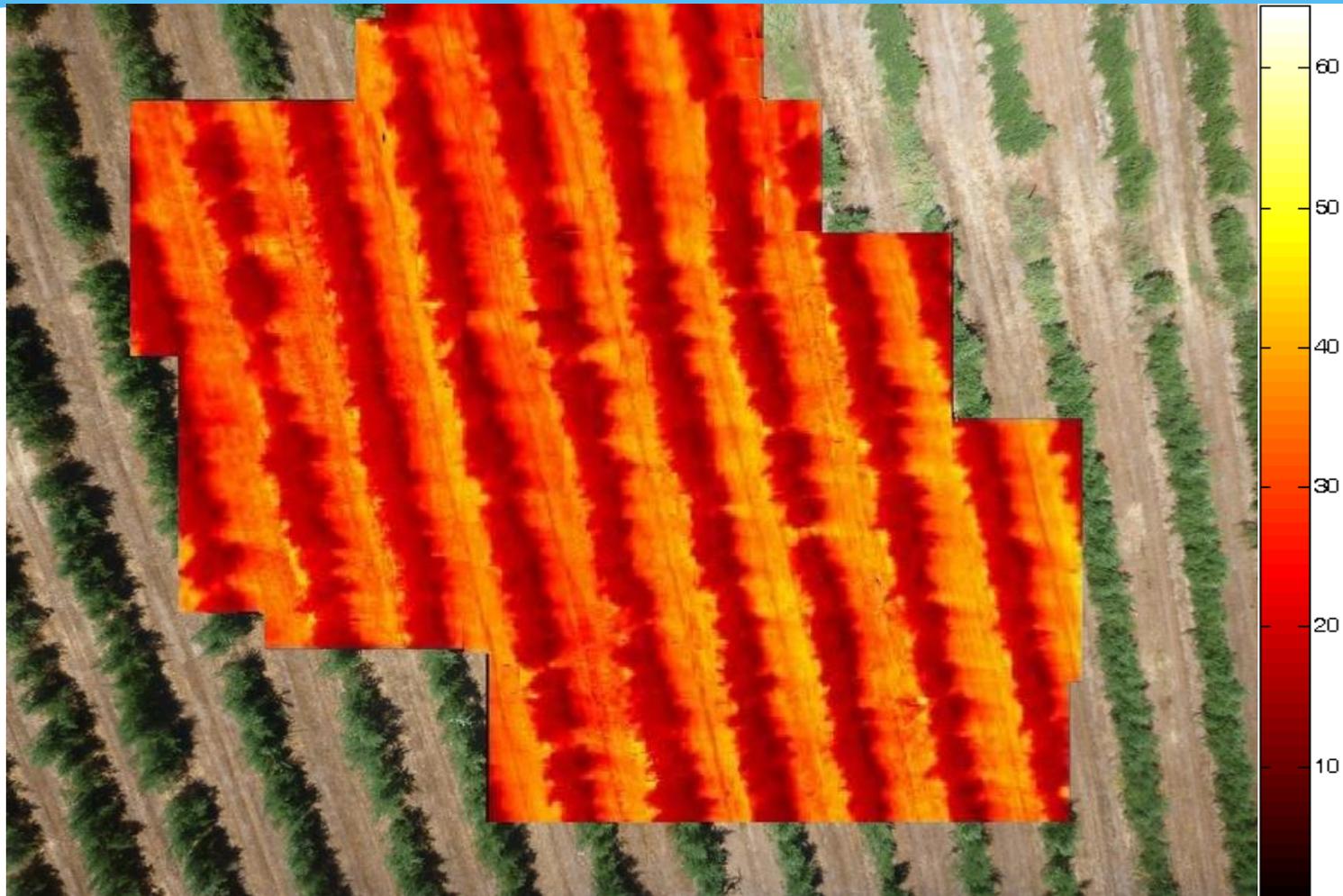
Câmera Digital (28 de Janeiro de 2014), Oliveira irrigada por gotejo



Temperatura da Superfície (Câmera Termal, 28 Janeiro 2014)

Temperatura da copa = 28°C

Temperatura do solo = 50°C



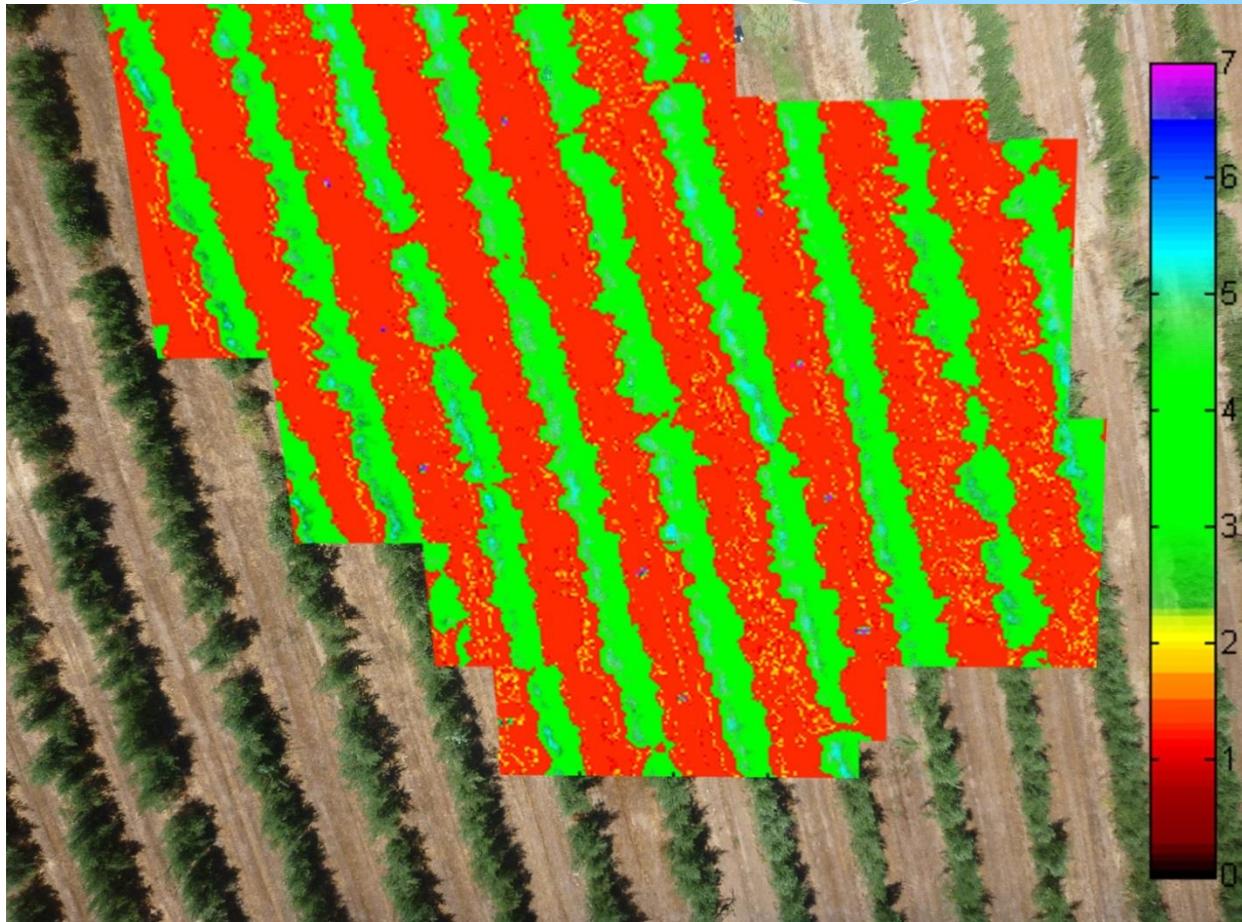
Evapotranspiração da Oliveira (ETa)

Transpiração = 3.8 mm dia^{-1}

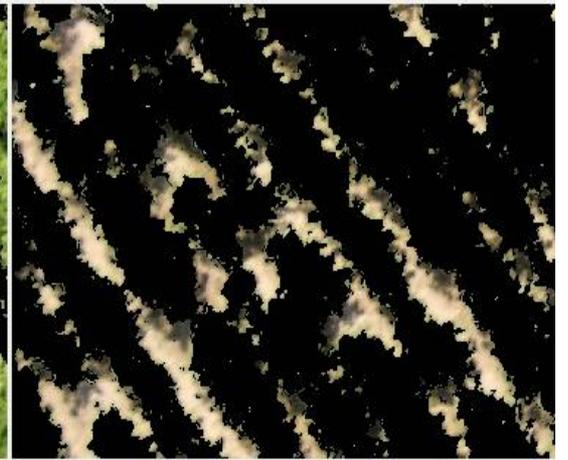
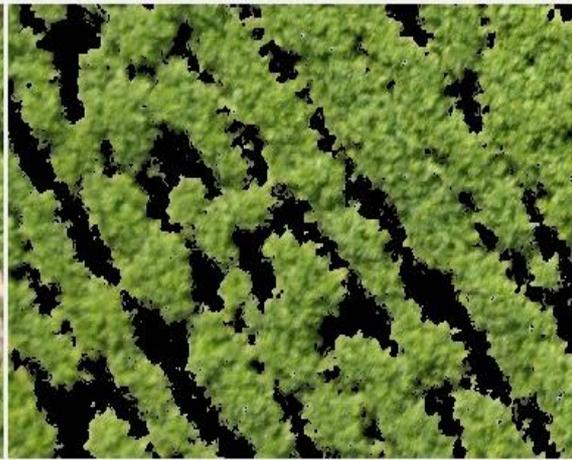
Evaporação do Solo = 1.2 mm dia^{-1}

ETa Estimada = 2.3 mm dia^{-1} ;

Eta Medida = 1.5 mm dia^{-1}

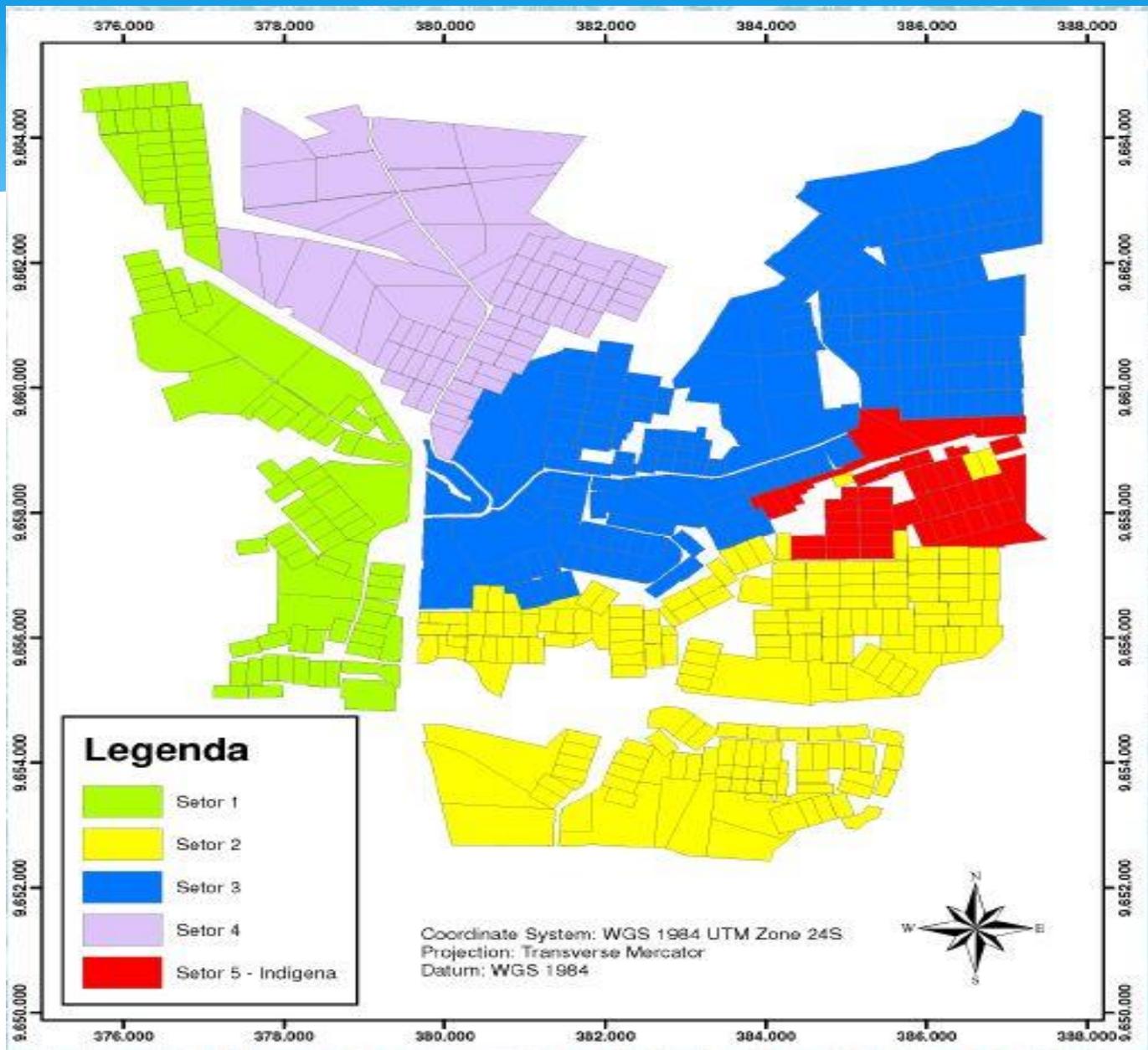






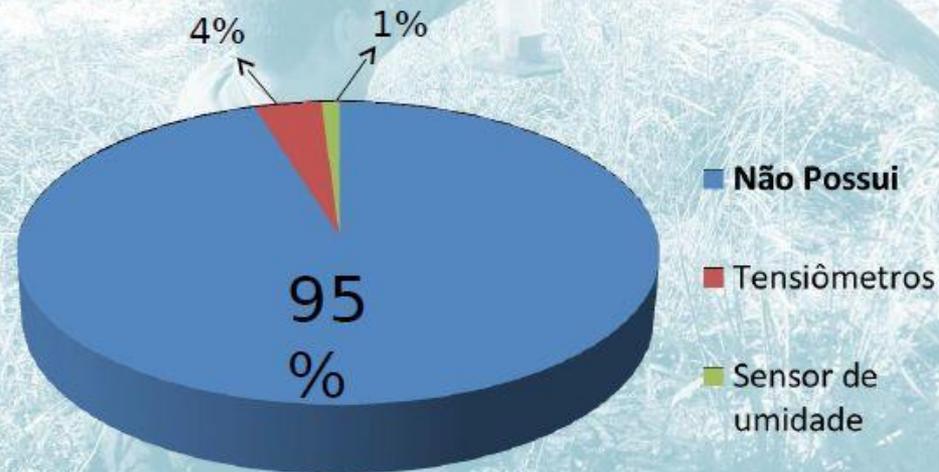
Sistemas computacionais para o Manejo da Irrigação







Manejo de Irrigação no DIBAU antes do SAI



Metodologias Utilizada s pelos Irrigantes do DIBAU em 2011



Instituto Nacional
de Ciência e Tecnologia
Engenharia da Irrigação

MANEJO DA IRRIGAÇÃO





Instituto Nacional
de Ciência e Tecnologia
Engenharia da Irrigação

MANEJO DA IRRIGAÇÃO





ESTAÇÃO CONVENCIONAL
BASE: GRAMA



ET_0

SISTEMA DE ACESSORAMENTO
AO IRRIGANTE



Busca K_c

$ET_0 \times K_c = ET_c$

TABELA DE K_c
FAO E OUTROS



TI



IRRIGANTE

17 de março de 2015

CONTRATOS

INÍCIO

MANEJO DE IRRIGAÇÃO

ALERTA METEOROLÓGICO

REPRESENTANTES

Clique para mais informações



Brasil EUA México Paraguai Uruguai

Fone/FAX: (55) 3219 1144

Celular: (55) 9644-9967

contato@sistemairriga.com.br

Rod. RS 509, km 08, nº 6282
Santa Maria - RS - 97110-060

INÍCIO

DADOS RECENTES

Data:	14/03
Hora:	07:45
Temperatura:	19.4 °C
Umidade:	99.0 %
Vento:	1.8 m/s
Pressão:	735.3 mmHg
Precipitação:	0.0 mm



Sistema Irriga®



Gerenciamento e Engenharia de Irrigação
uma empresa do grupo **valmont**



A Irriger



Equipe



Serviços



Clientes



Internacional



Notícias



Links



irriger gerencia aproximadamente 13% dos pivôs centrais do Brasil

1 2

Números da Irriger

- + de 356 Fazendas atendidas simultaneamente
- + de 2.192 Pivôs centrais
- + de 224.909 ha Irrigados e monitorados simultaneamente
- 1.053.000.000 m³ de Água monitorados anualmente
- 534.323MWh/ano de energia elétrica monitorada

Notícias



Notícias



Perfil do Cliente

Monsanto



OUTORGA DE DIREITO DE USO DA ÁGUA

APOSTILA PAGINA 60

✓ LEGISLAÇÃO BRASILEIRA SOBRE O USO DA ÁGUA

Todos os corpos d'água, a partir de outubro de 1988, passaram a ser de domínio público.

Uma outra modificação introduzida pela Constituição foi o estabelecimento de apenas dois domínios para os corpos d'água no Brasil:

- i) o domínio da União
- ii) o domínio dos Estados.

OUTORGA DE DIREITO DE USO DA ÁGUA

✓ Tipo de Outorga para irrigantes:
Outorga de direito de uso de recursos hídricos

✓ Não tem validade indeterminada
(entre renovação, suspensão, transferência...)

OUTORGA DE DIREITO DE USO DA ÁGUA

✓ Conforme Resolução ANA nº 1041/2013, o prazo de validade das outorgas é:

10 anos → Irrigação de lavouras de até 2.000 ha
20 anos → Irrigação de lavouras superiores a 2.000 ha

OUTORGA DE DIREITO DE USO DA ÁGUA

✓ Como solicitar a outorga?

É necessário que o usuário encaminhe um requerimento para a ANA.

Passo 1

Cadastro no CNARH (Cadastro Nacional de Usuários de Recursos hídricos)
pelo site <http://cnarh.ana.gov.br/>

Passo 2

Preenchimento e envio do requerimento de outorga (disponível no Anexo A do Manual); juntamente com Declaração de Uso do CNARH impressa;
Planilha de IRRIGAÇÃO, disponível no sítio da ANA

Acompanhamento do pedido de outorga



SELECIONE O TIPO DE PESQUISA E INFORME O NÚMERO DO DOCUMENTO OU PROCESSO, OU INFORME O INTERESSADO. SOMENTE OS 100 ÚLTIMOS REGISTROS QUE CORRESPONDAM AO CRITÉRIO DE PESQUISA SERÃO RETORNADOS.
CLIQUE [AQUI](#) CASO NÃO QUEIRA MAIS RECEBER MENSAGENS DE ACOMPANHAMENTO.

TIPO DE PESQUISA:					
<input checked="" type="radio"/>	PROCESSOS E DOCUMENTOS	<input type="radio"/>	SOMENTE PROCESSOS	<input type="radio"/>	SOMENTE DOCUMENTOS
NÚMERO:		INTERESSADO:			
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
<input type="button" value="PESQUISAR"/>					

Figura 2 – Tela para consulta do andamento do pedido de outorga.

Análise Técnica do Pedido

1. Balanço Hídrico → Disponibilidade hídrica da Bacia

→ Vazões Sazonais e Regularizadas

→ Serie de indicadores de comprometimento da qualidade

2. Análise da demanda hídrica → FAO - Boletim 56

Na irrigação consideram as necessidades hídricas dos diferentes estágios de desenvolvimento das culturas.

Preenchimento da planilha com os seguintes dados

Evapotranspiração de referência mensal - E_{to} (mm/mês);

Precipitação efetiva provável mensal - P_p (mm/mês);

Sistema de irrigação;

Culturas irrigadas em cada sistema de irrigação;

Área irrigada a partir do ponto de captação (ha);

Eficiência de cada sistema de irrigação (%);

Coeficientes de culturas mensais - K_c (conforme a cultura e etapa fenológica);

**CASOS DE SUCESSO
APÓS MANEJO DA IRRIGAÇÃO**

APOSTILA PÁGINA 56

CONTEM-ME SOBRE CASOS DE SUCESSO!

PRETENDE SEGUIR ALGUM MANEJO?

QUAL E POR QUE?



OBRIGADO !