

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS AGROPECUÁRIAS
LABORATÓRIO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA - LEAG**

**COMPARAÇÃO ENTRE MÉTODOS DA
ESTIMATIVA DE EVAPOTRANSPIRAÇÃO
POTENCIAL DE REFERÊNCIA (ET_o) PARA
A REGIÃO NORTE FLUMINENSE, RJ.**

Autor : José Carlos Mendonça

1. INTRODUÇÃO

EVAPOTRANSPIRAÇÃO

EVAPO(TRANSPI)RAÇÃO

(Thornthwaite, 1940)

➤ Fenômeno pela qual uma substância passa da forma líquida para a forma gasosa (vapor)

➤ Controlado pela:

➤ Disponibilidade de energia;

➤ Demanda atmosférica;

➤ Pelo suprimento de água do solo às plantas

➤ **SISTEMA SOLO-ÁGUA-PLANTA E
ATMOSFERA**

➤ **ET_o = EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL DE REFERÊNCIA**

➤ **ET_{pc} = EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL DA CULTURA:**

➤ **ET_{rc} : EVAPOTRANSPIRAÇÃO REAL DA CULTURA:**

at mid point of 10 to 30 day period

$$ET_{pc} = ETo \cdot Kc$$

$$ET_{rc} = ET_{pc} \cdot Ks$$

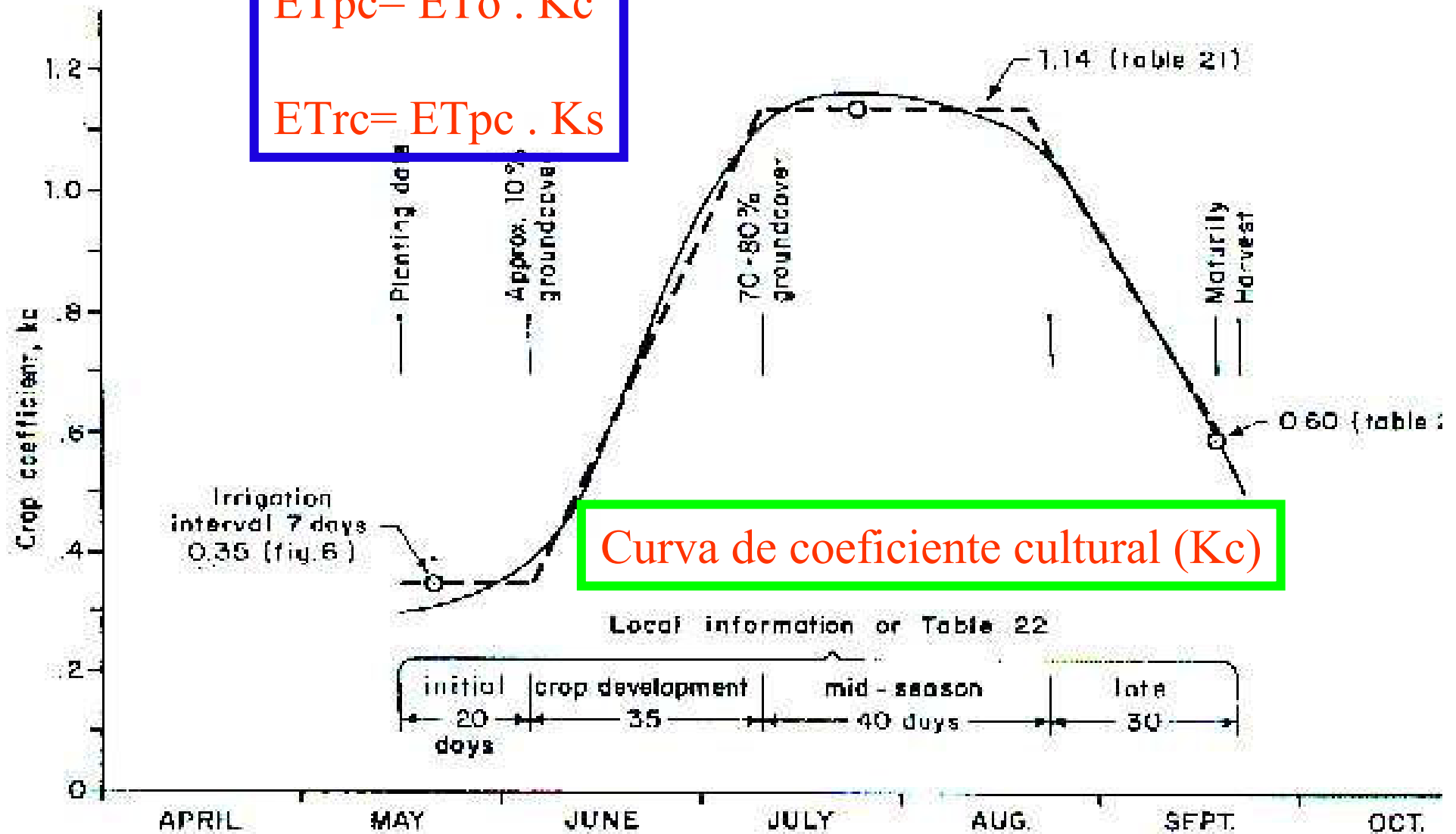


Fig. 7 Example of crop coefficient curve

1.3 - Importância da ETo na irrigação:

- Um planejamento de irrigação requer 04 essenciais componentes:
(MELLO, 1988)
 - Uma estimativa da água disponível armazenada na zona radicular;
 - Uma correta medida da água suprida pela precipitação;
 - Uma estimativa correta da quantidade de água aplicada por meio do sistema de irrigação;
 - Uma projeção da taxa de depleção da água armazenada no solo;

Buscar alta eficiência no manejo da irrigação

1.1 - Irrigação no Norte Fluminense

- 220.000 hectares potencialmente irrigáveis;
- Aproximadamente 20.000 hectares irrigados;
- 13.000 hectares irrigados por sistema de aspersão;
 - (Azevedo, H.J.;1998)

**➤ Incremento da Fruticultura
(Sistemas de irrigação localizados)**

COMO SE DETERMINA A ET_0 ?

1.4 - Métodos de estimativa de ETo

➤ 1.4.1: Métodos Diretos

➤ **Lisimetria**

➤ **Evaporímetros**

1.4.2: Métodos Indiretos:

➤ **Métodos Aerodinâmicos**

➤ **Métodos Empíricos**

➤ **Métodos de Balanço de Energia**

➤ **Método da Correlação dos Turbilhões**

➤ **Métodos Combinados**

2. OBJETIVOS DA PESQUISA:

➤ **2.1 Comparar valores da Evapotranspiração Potencial de Referência (ET_o) estimadas por métodos indiretos e evaporímetros, com valores medidos em um lisímetro de pesagem.**

2.2 - Porpor ajustes regionais para a estimativa da ET_o pelos métodos indiretos e evaporímetros

3. MATERIAIS e MÉTODOS

➤ **3.1: DADOS CLIMATOLÓGICOS:**

- **Os dados climatológicos foram coletados na Estação Evapotranspirométrica da UENF (instalada na EEC/Pesagro-RIO), no período de Setembro de 1996 a Dezembro de 2000.**



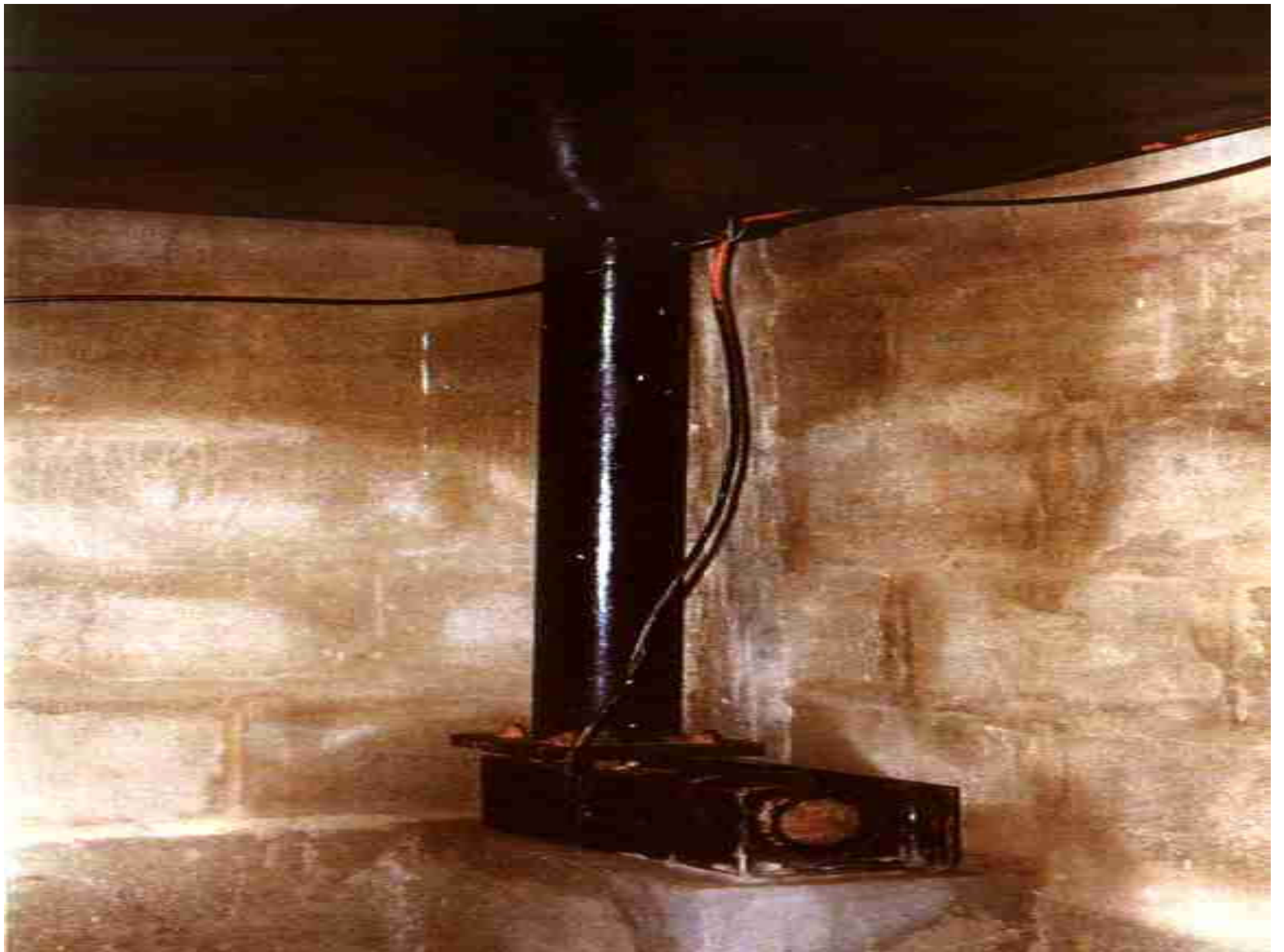




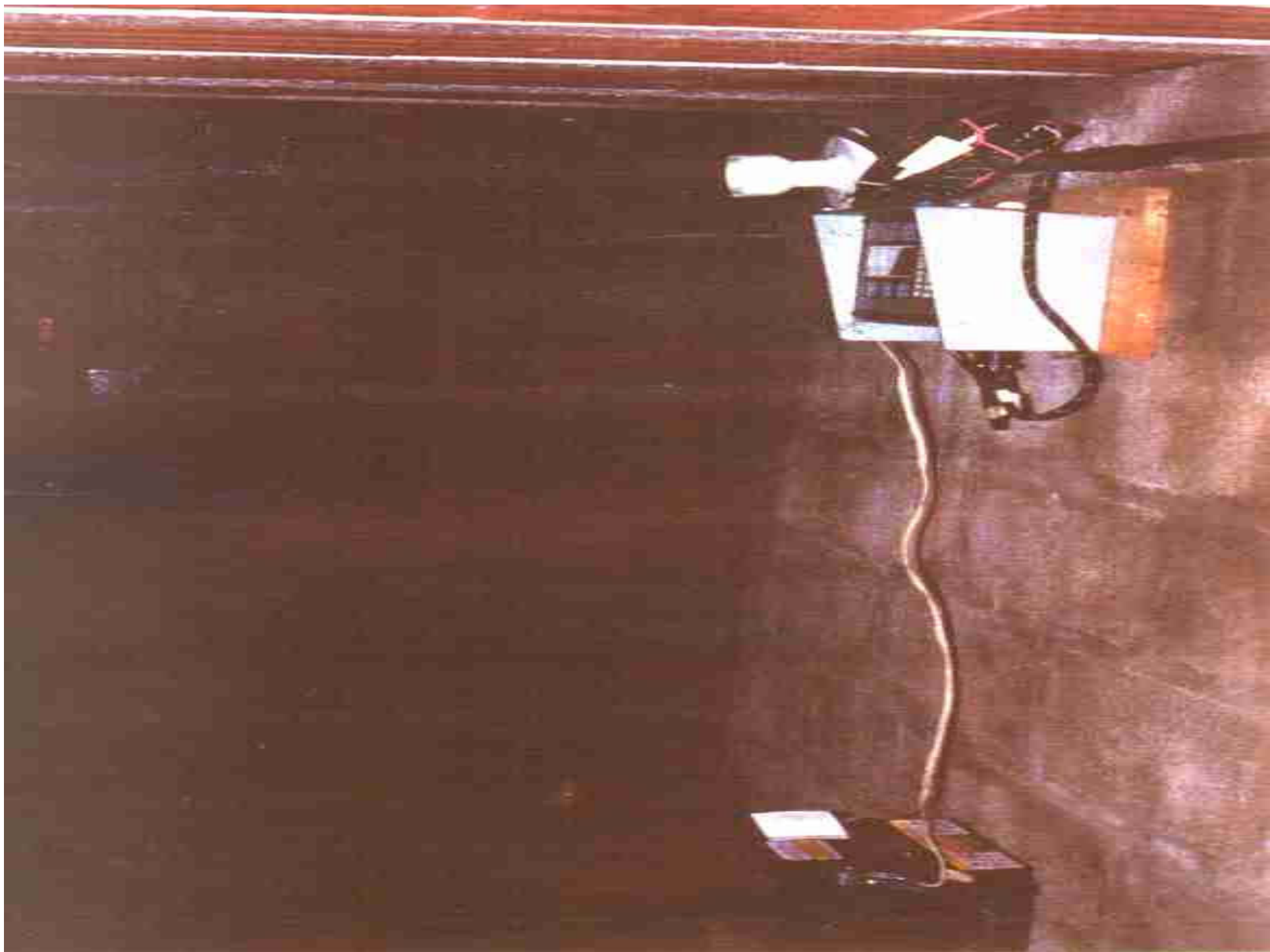












3. Materiais e Métodos

3.2. Métodos:

- Direto: Lisímetro de Pesagem
- Indiretos:
 - Penman-Montheith
 - Radiação Solar
 - Makkink
 - Linacre
 - Jensen-Haise
 - Hargreaves-Samani
- Evaporímetros:
 - Atmômetro SEEI modificado
 - Tanque “Classe A”

3.3 - Descrição dos Métodos

3.3.1: Método Penman-Montheith FAO

$$ET_o = \frac{0,408 \Delta (Rn - G) + \gamma \frac{900}{T+273} U_2 (e_a - e_d)}{\Delta + \gamma (1 + 0,34 U_2)}$$

3.3 - Descrição dos Métodos

3.3.2: Método da Radiação Solar

$$E_{\text{L0}} = c_0 + c_1 \Delta V^2$$

3.3.3: Método de Makkink

$$ET_0 = 0,61 W R_s - 0,12$$

3.3.4: Método de Jensen – Haise

$$ETO = R_s (0,0252T + 0,078)$$

3.3 - Descrição dos Métodos:

3.3.5: Método de Linacre

$$ET_o = \frac{\frac{J(T + 0,006 h)}{100 - \Phi} + 15(T - T_o)}{80 - T}$$

3.3.6: Método de Hargreaves - Samani

$$ET_o = 0,0023 Ra (T_{max} - T_{min})^{0,5} (T + 17,8)$$

3.3 - Descrição dos métodos

3.3.7: Método do Tanque “Classe A”

$$E_{to} = K_p * EV$$

3.3.8: Método do Atmômetro

$$ET_o = Li - Li-1$$

3.3.9 : Método do Lisímetro

$$ET_o = \frac{\Delta P}{S}$$

3.4 – Descrição dos Métodos

Quadro 01: Variáveis climatológicas necessárias as estimativa de ETo

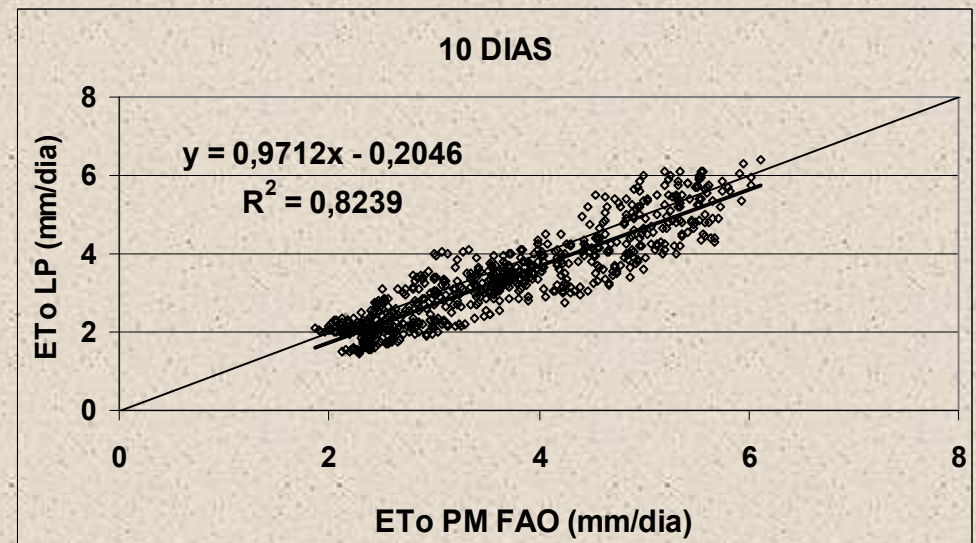
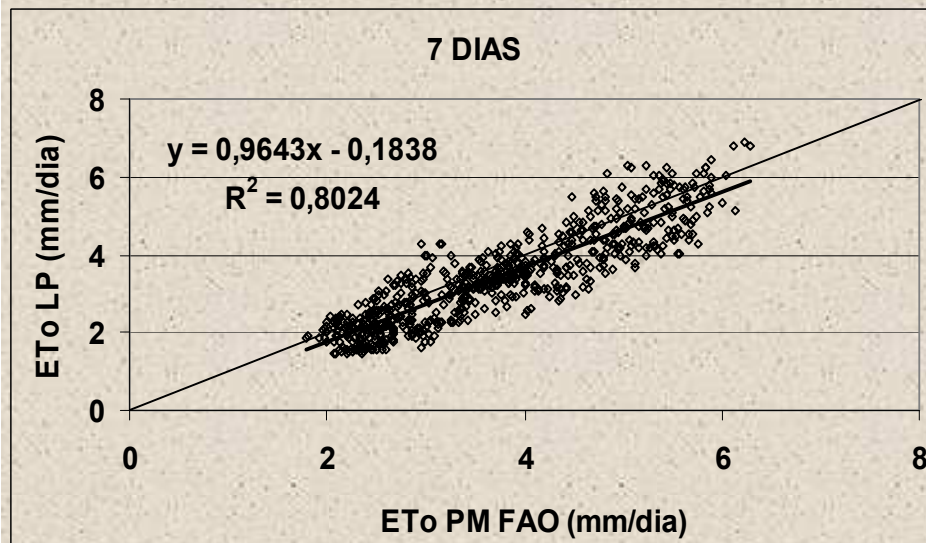
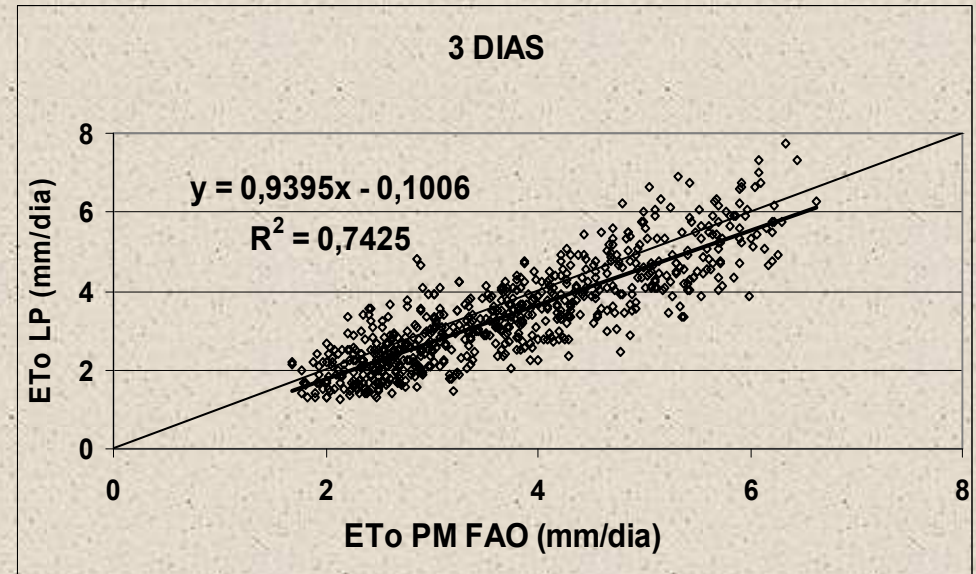
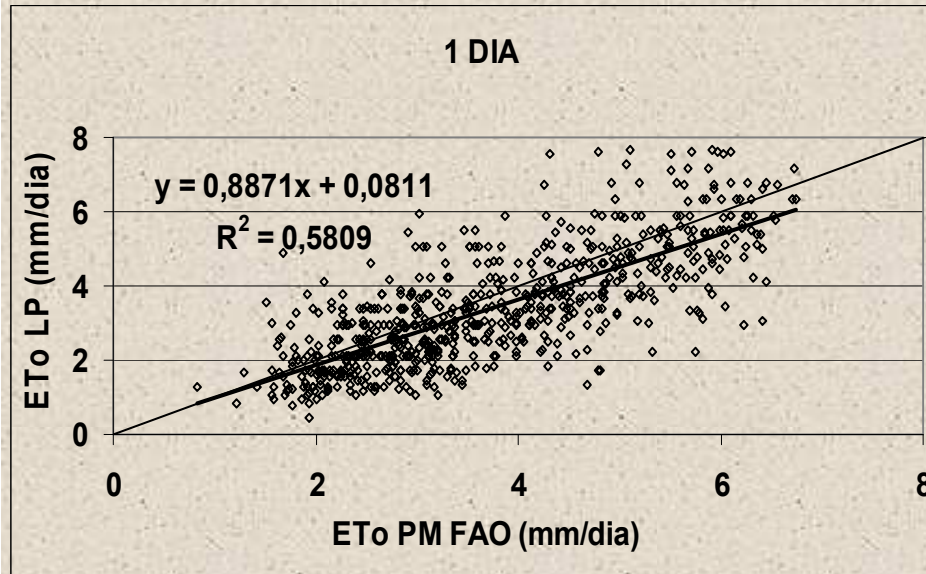
Variável/ Método	UR (%)	Tar (°C)	Tmáx (°C)	Tmin (°C)	Tméd (°C)	RS (Wm ⁻²)	Patm (hPa)	Vv (m s ⁻¹)
PM FAO	x	x	x	x		x	x	x
Rad. Solar	x	x				x		x
Makkink		x				x		
Linacre	x	x	x	x		x		
Jen.-Haise					x	x		
H.-Samai		x	x	x	x	*		x
T.Classe A	x							x
Atmôm.		D	i	r	e	t	o	
Lisímetro		D	i	r	e	t	o	

- Radiação Solar no topo da atmosfera, em Wm⁻²

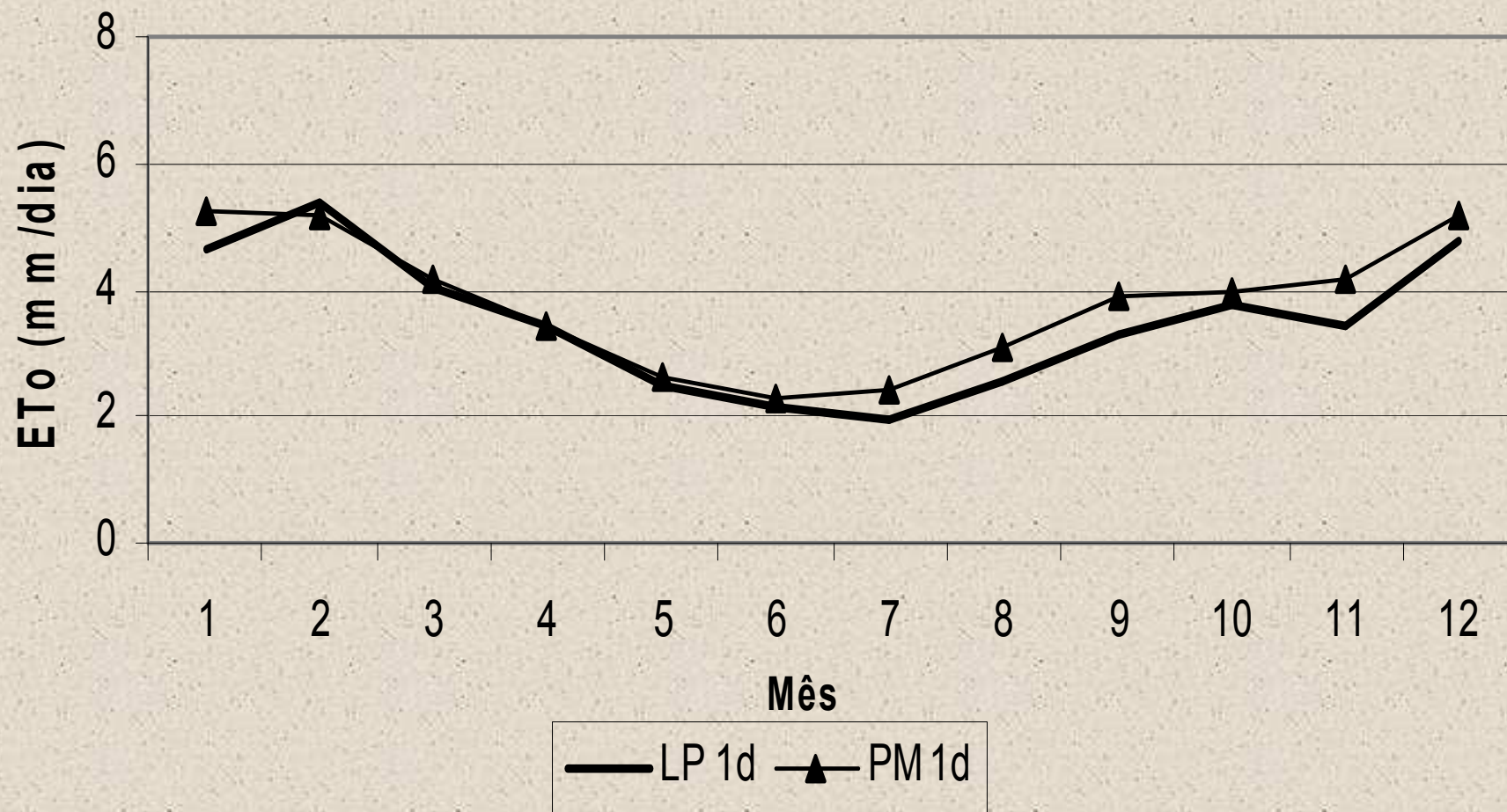
RESULTADOS

4. Resultados

4.1: LISIMETRO x PM FAO

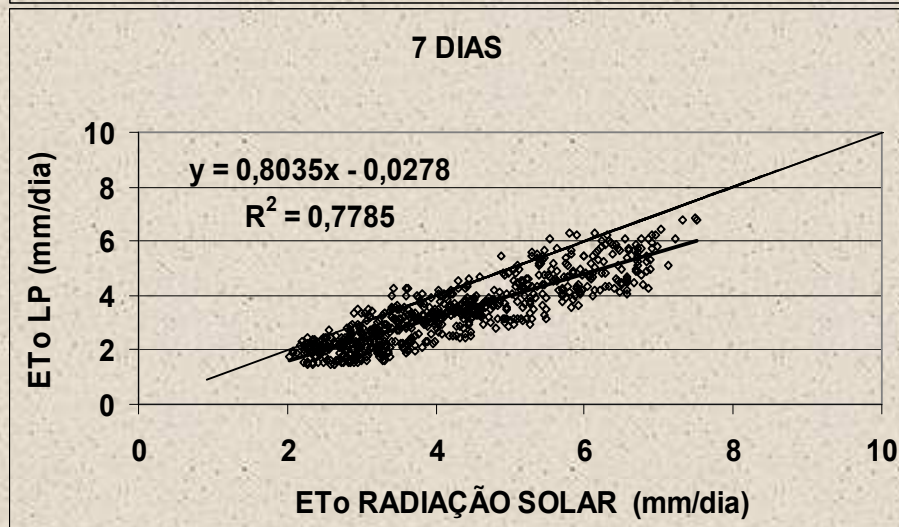
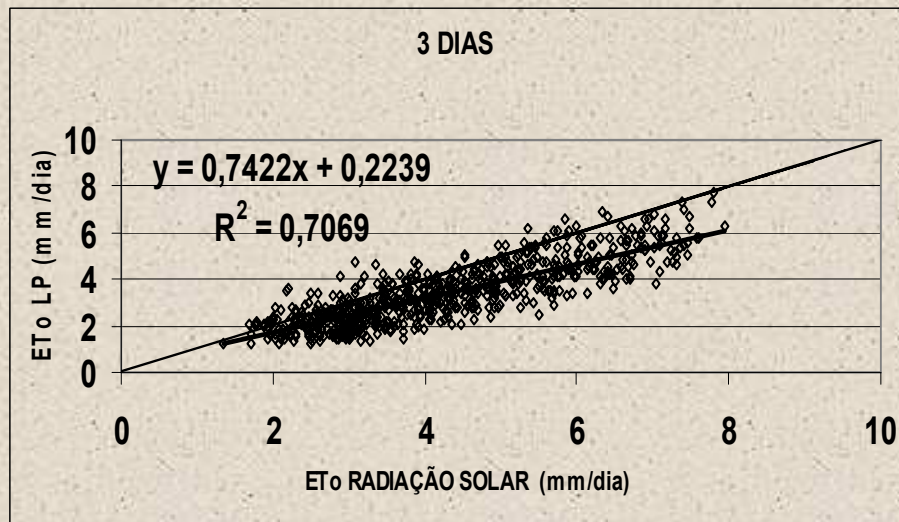


ETo LP x ETo PM FAO (mensal)

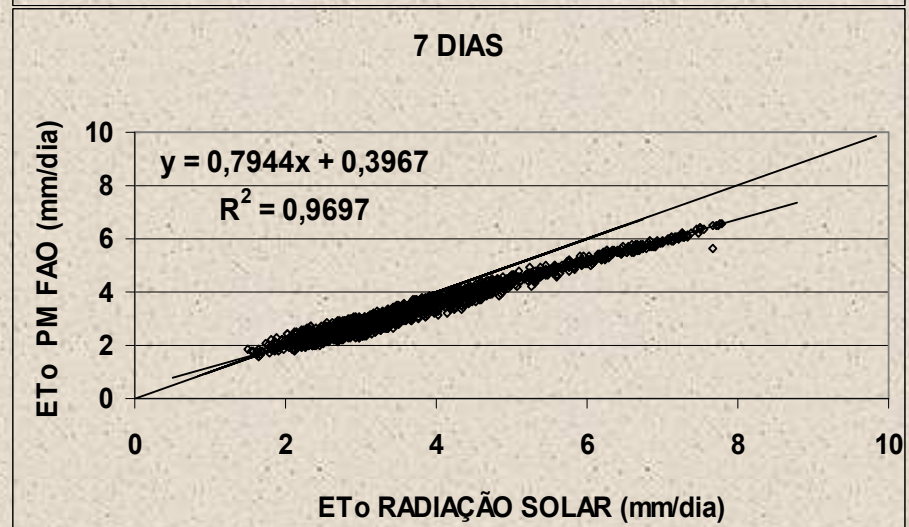
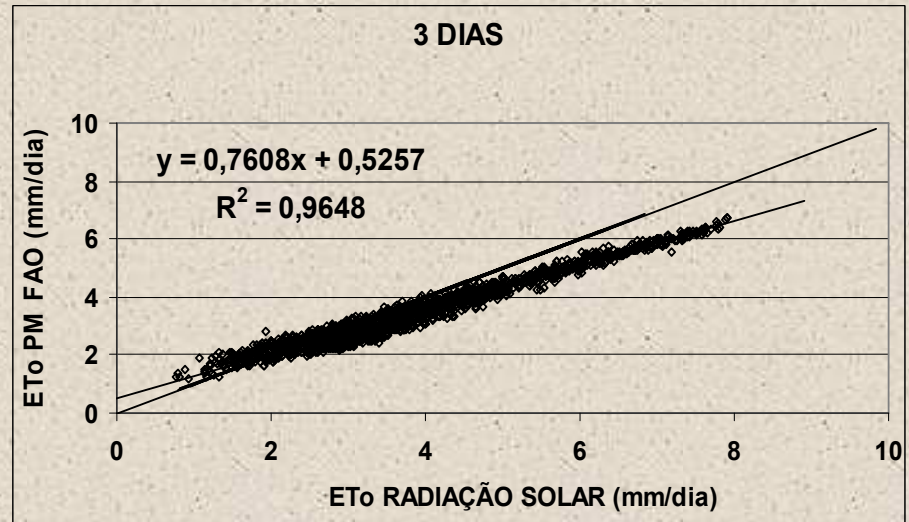


4.2 - RADIAÇÃO SOLAR (3 e 7 dias)

LP



PM FAO

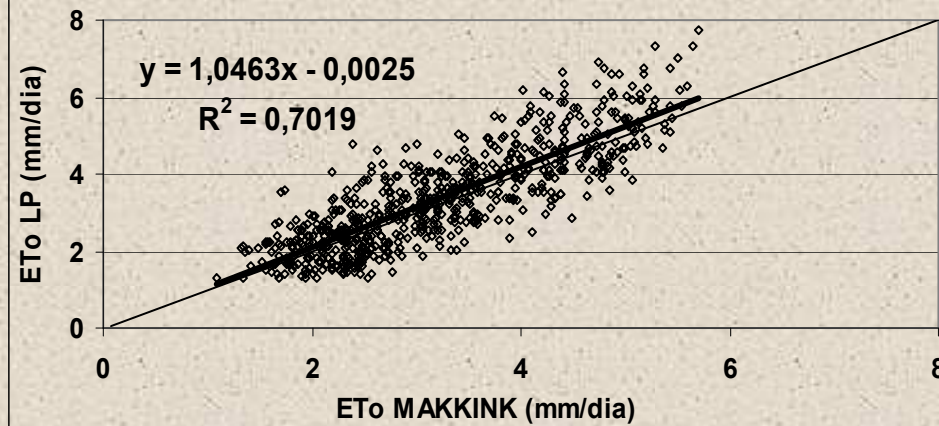


4.3 - MAKKINK (3 e 7 dias)

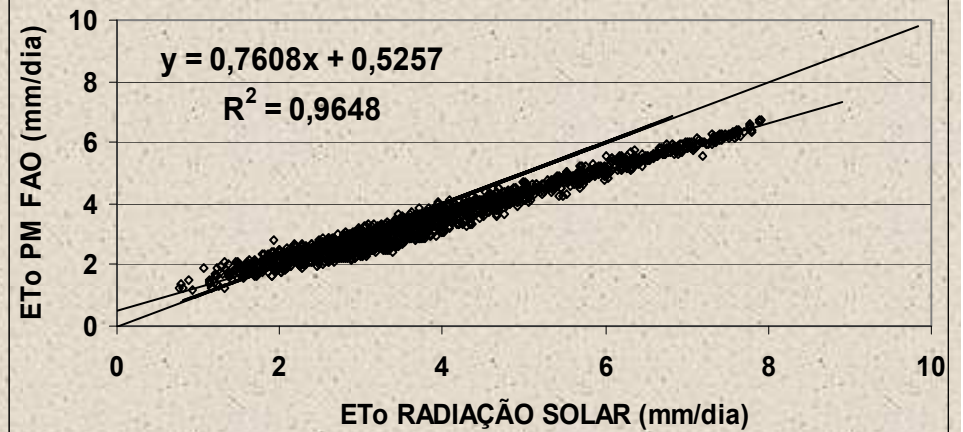
LP

PM FAO

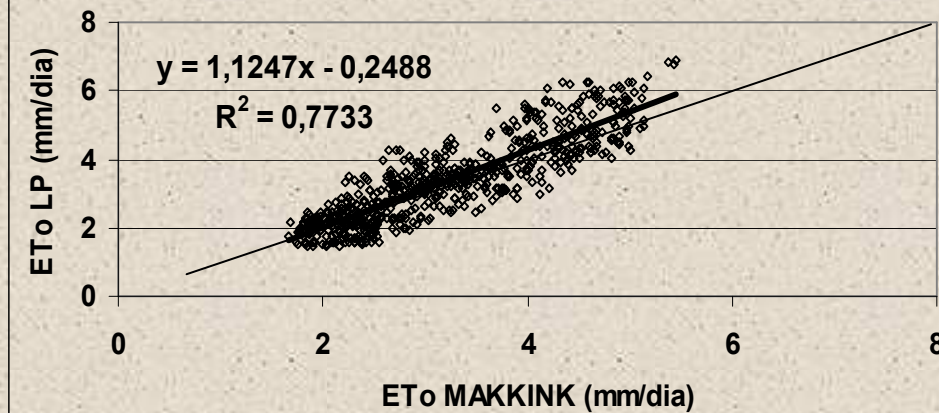
3 DIAS



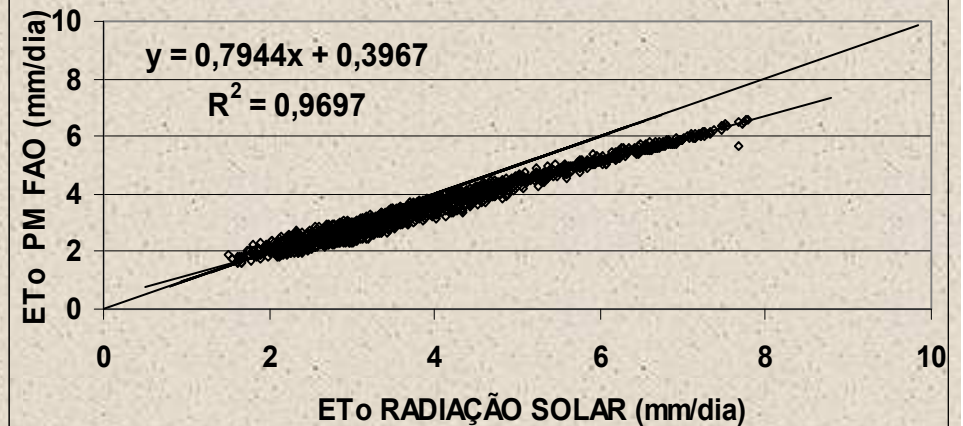
3 DIAS



7 DIAS

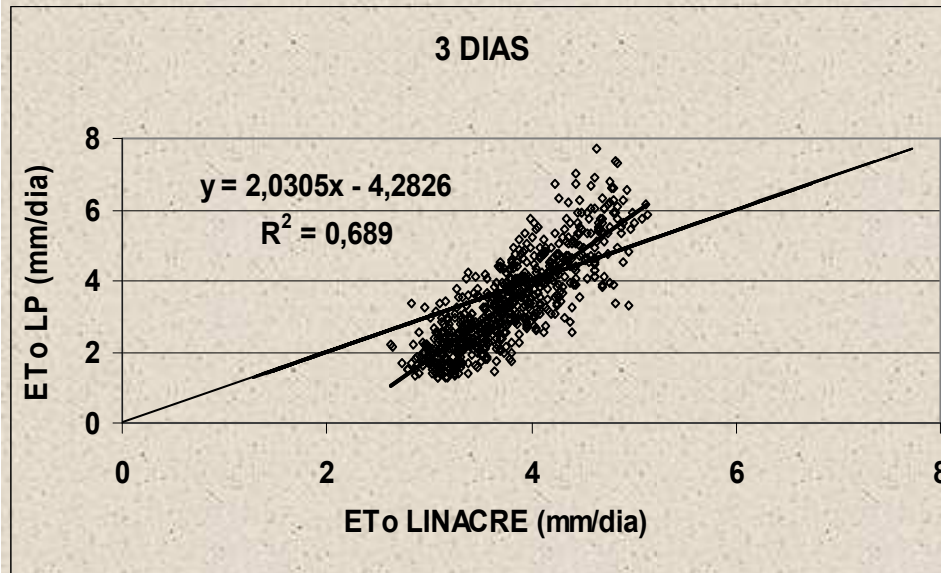


7 DIAS

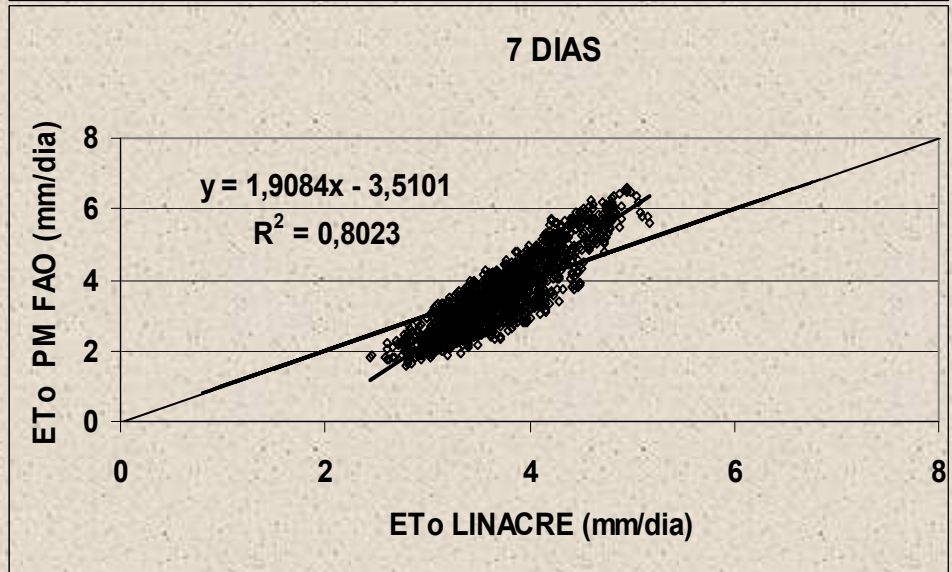
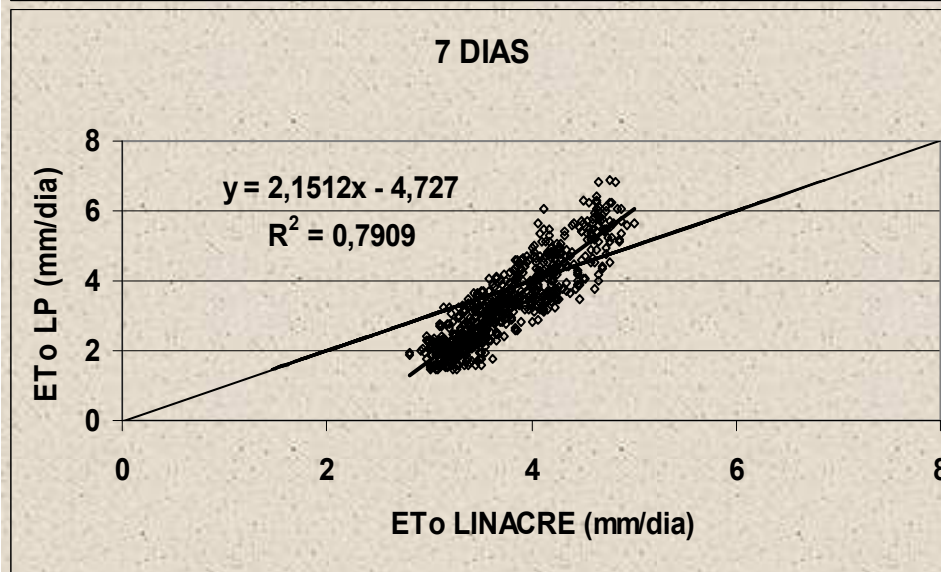
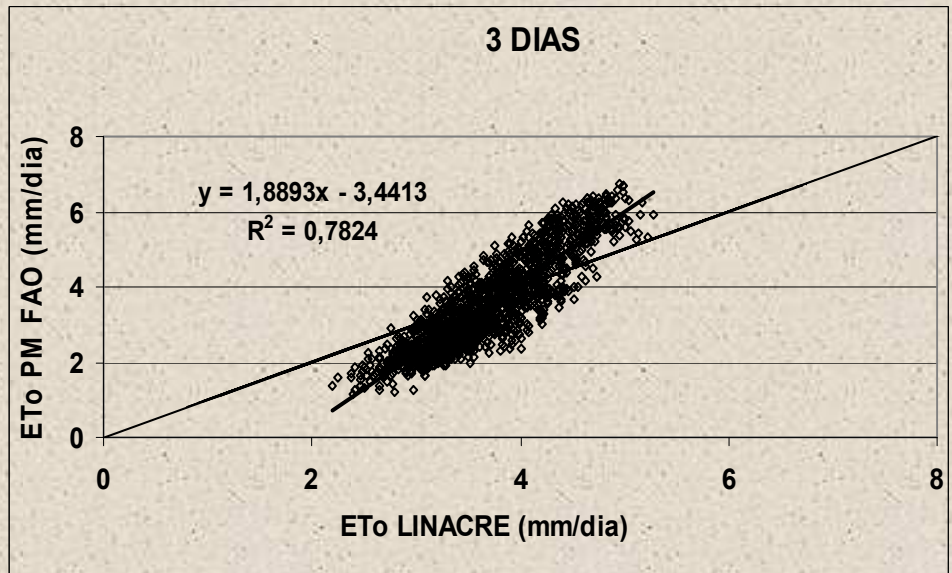


4. 4 - LINACRE (3 e 7 dias)

LP

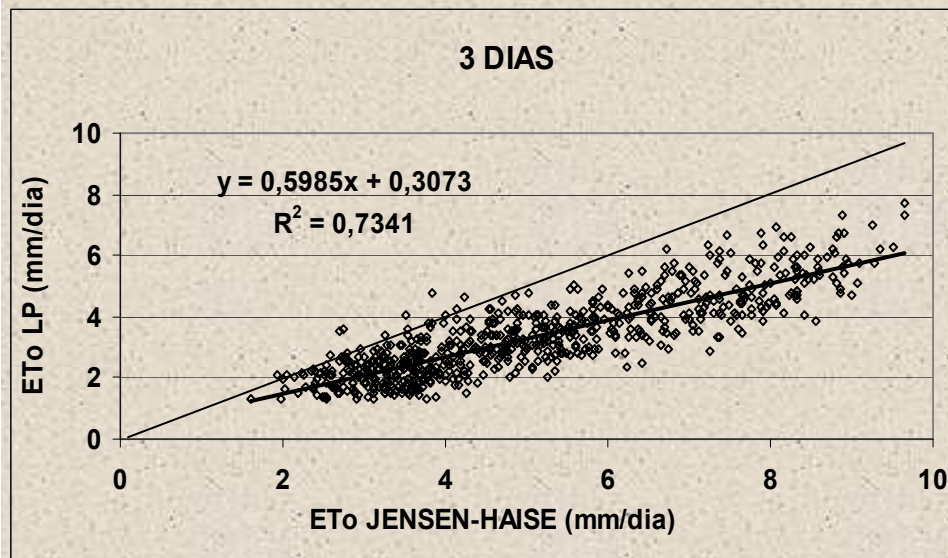


PM FAO

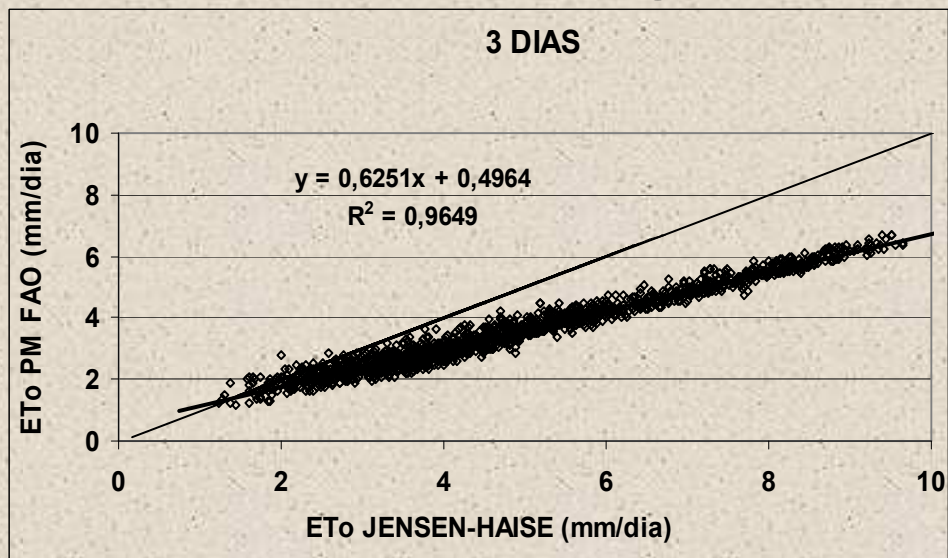


4.5 - JENSEN-HAISE (3 e 7 dias)

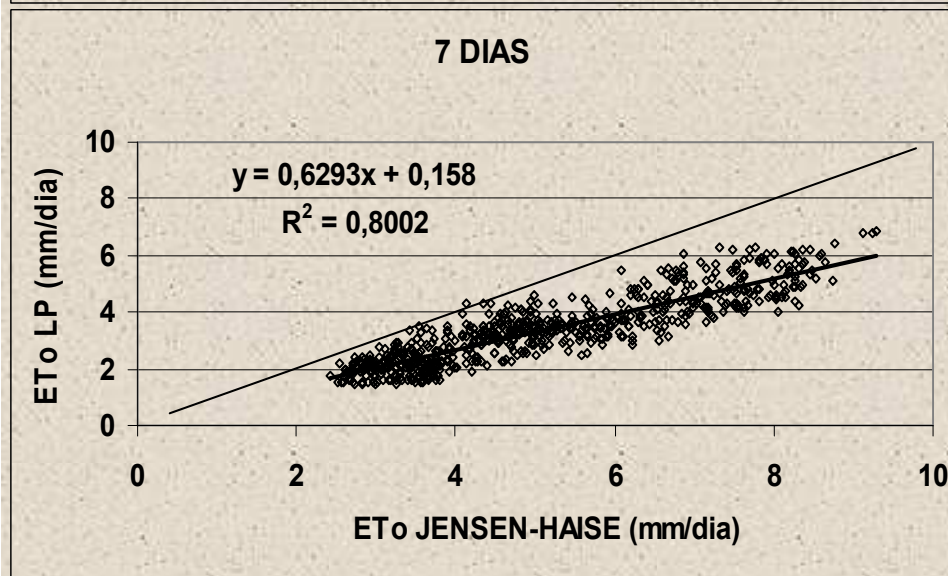
LP



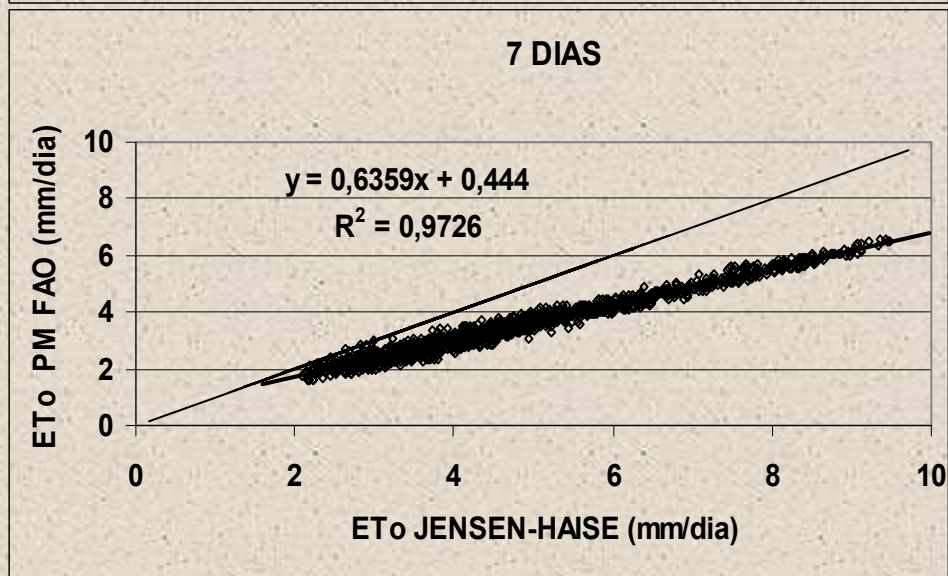
PM FAO



7 DIAS



7 DIAS

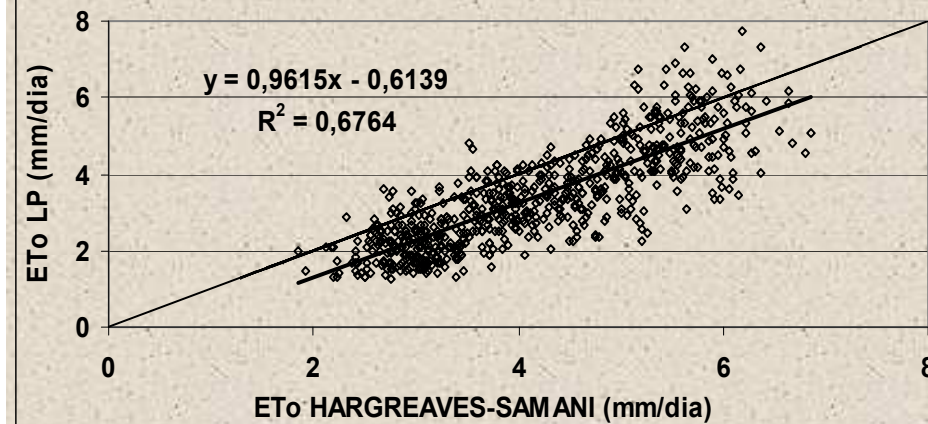


4.6 -HARGREAVES-SAMANI (3 e 7 dias)

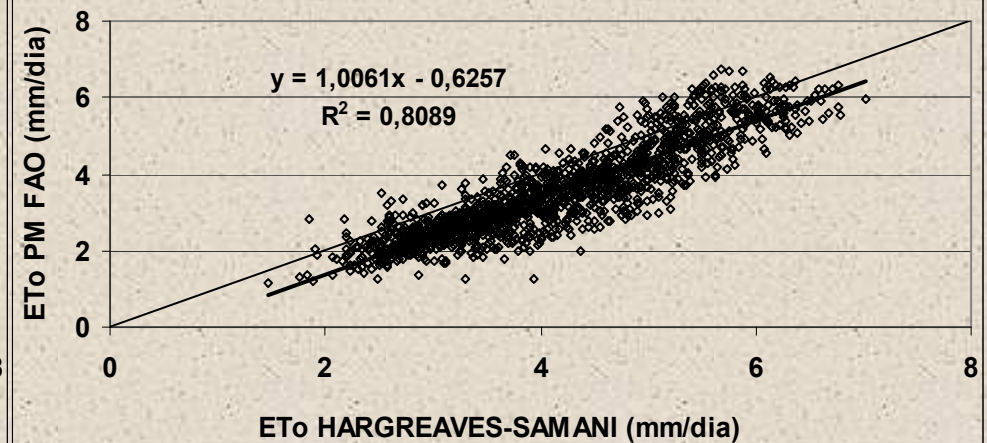
LP

PM FAO

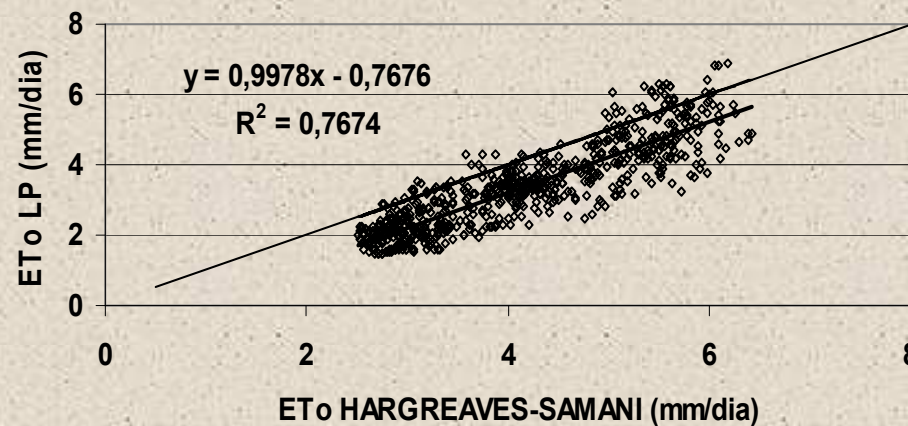
3 DIAS



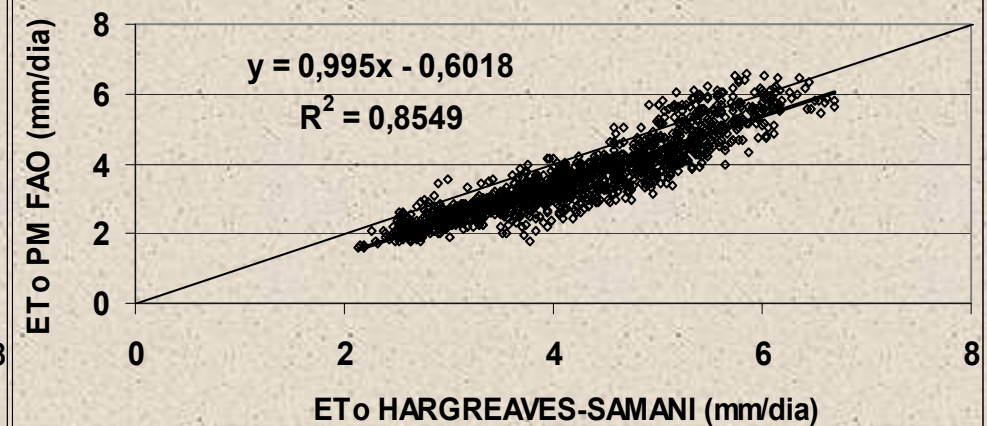
3 DIAS



7 DIAS



7 DIAS

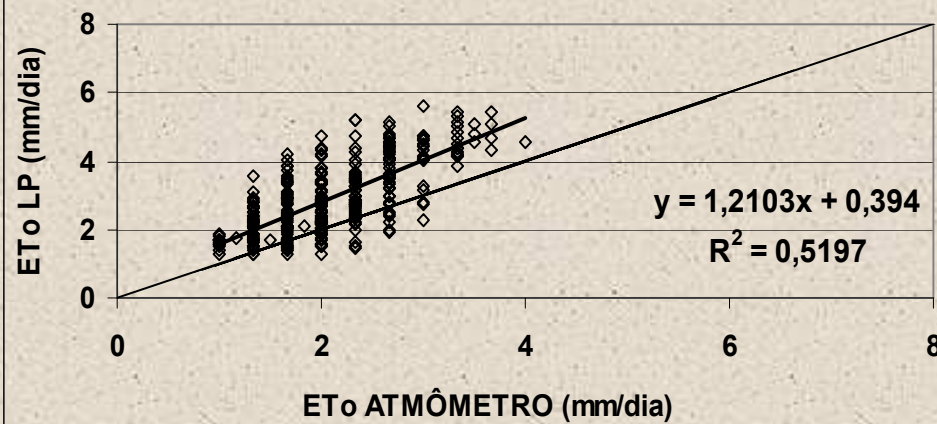


4.7 - ATMÔMETRO (3 e 7 dias)

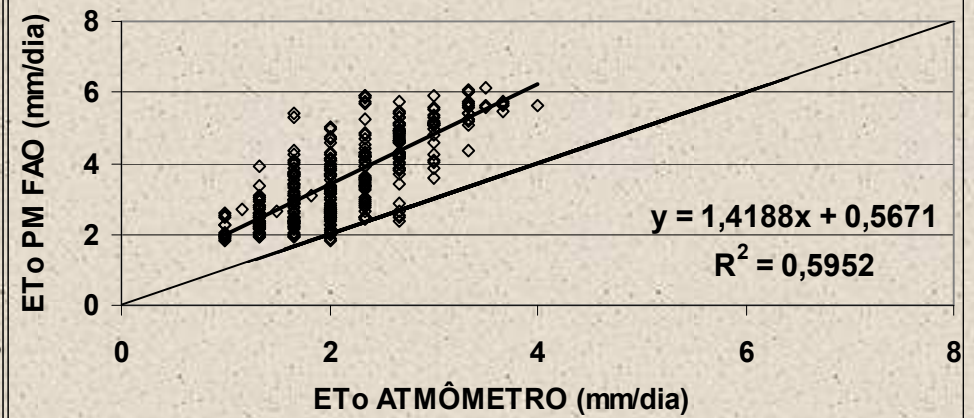
LP

PM FAO

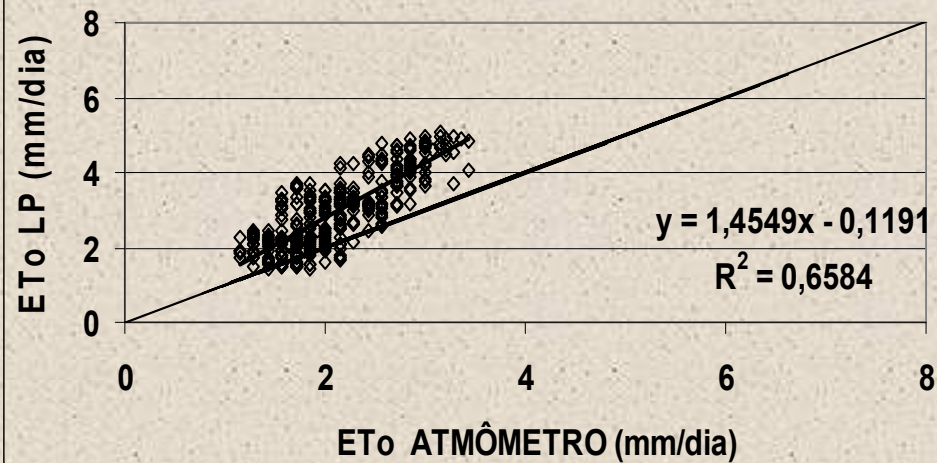
3 DIAS



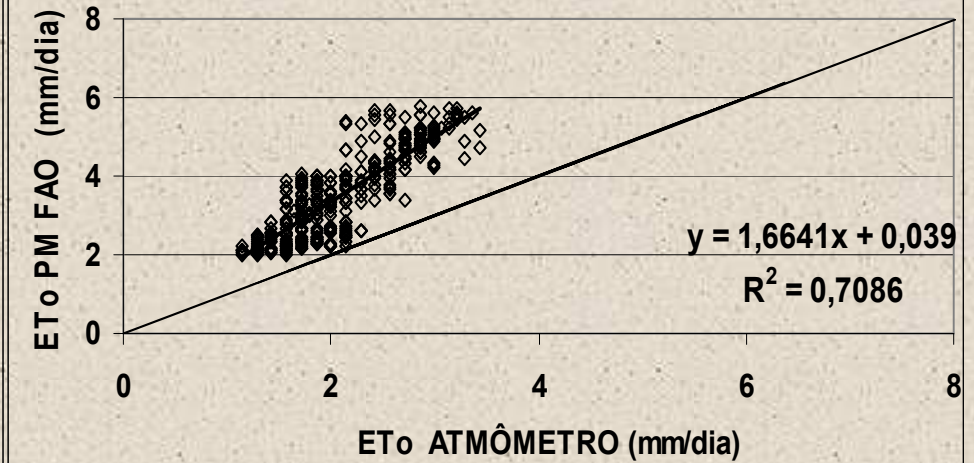
3 DIAS



7 DIAS



7 DIAS

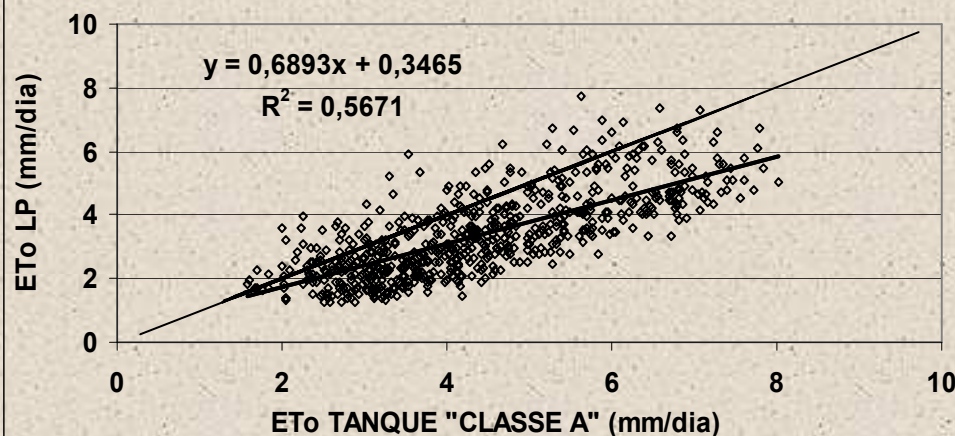


4. 8 - TANQUE "CLASSE A"(3 e 7 dias)

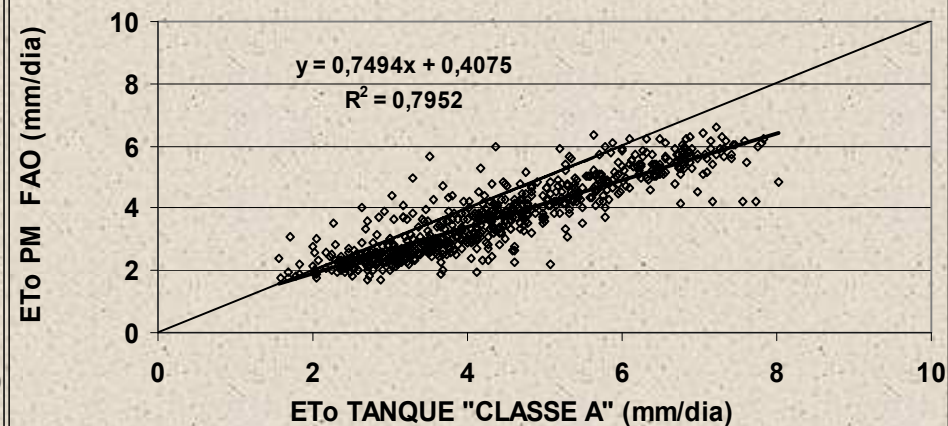
LP

PM FAO

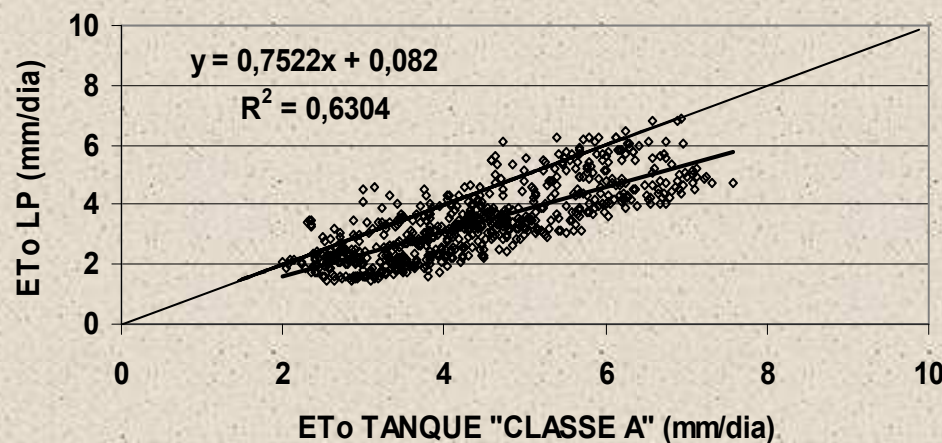
3 DIAS



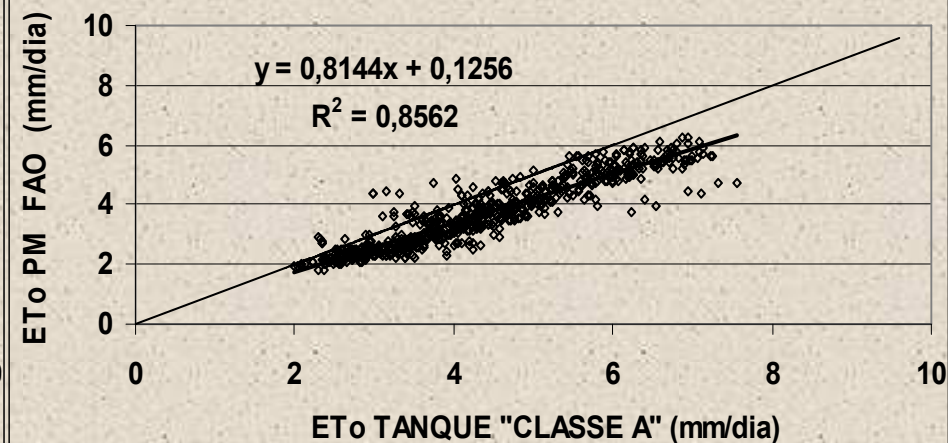
3 DIAS



7 DIAS



7 DIAS



4.9: Coeficientes de ajustamento para 1 e 10 dias (r^2):

LP x PM FAO: 0,58 e 0,82

LP x RS: 0,54 e 0,80

LP x MAK: 0,54 e 0,79

LP x LIN: 0,48 e 0,82

LP x J-H: 0,57 e 0,82

LP x H-S: 0,49 e 0,79

LP x ATM: 0,32 e 0,71

LP x TCA: 0,43 e 0,66

PM FAO x RS: 0,95 e 0,98

PM FAO x MAK: 0,94 e 0,98

PM FAO x LIN: 0,75 e 0,80

PM FAO x J-H: 0,96 e 0,97

PM FAO x H-S: 0,74 e 0,87

PM FAO x ATM: 0,39 e 0,76

PM FAO x TCA: 0,69 e 0,88

Variação dos valores médios mensais da evapotranspiração potencial de referência (ET_o), em mm-dia⁻¹.

Mês/Método	LP	PM FAO	RS	Mak	LIN	J-H	H-S	ATM	TCA
Jan	4,6	5,2	6,0	4,5	4,5	7,5	5,8	2,9	6,0
Fev	5,4	5,1	5,9	4,4	4,5	7,4	5,5	2,6	5,9
Mar	4,1	4,2	4,7	3,6	4,2	6,0	4,7	1,9	4,9
Abr	3,4	3,4	3,9	3,0	3,9	4,9	3,8	1,9	4,0
Mai	2,5	2,6	3,0	2,4	3,5	3,6	3,1	1,7	3,3
Jun	2,9	2,8	2,7	2,5	3,4	3,8	3,3	1,5	2,7
Jul	2,0	2,4	2,7	2,1	3,2	3,2	2,8	1,4	2,9
Ago	2,4	3,0	3,6	2,7	3,4	4,1	3,5	1,6	3,9
Set	3,3	4,0	4,5	3,4	3,7	5,3	4,1	1,9	4,6
Out	3,6	4,0	4,5	3,3	3,8	5,1	4,5	1,8	4,6
Nov	3,4	4,2	4,7	3,6	3,7	5,7	4,7	2,3	4,9
Dez	4,5	5,0	6,0	4,3	4,2	7,1	5,4	2,5	5,9
ET_o média	3,5	3,8	4,4	3,3	3,8	5,3	4,2	2,1	4,5
Dif. Relativa	%	9,7	25,7	-4,2	15,9	51,3	23,5	-38,3	30,0

**Diferença relativa percentual entre os valores médios diários
da evapotranspiração potencial de referência (ET_o).**

Mês/Método	PM FAO	RS	MAK	LIN	J-H	H-S	ATM	TCA
Jan	13,1	30,6	-2,8	-3,7	62,5	24,8	-37,1	29,2
Fev	-4,1	10,3	-18,2	-15,9	37,4	1,7	-51,4	9,6
Mar	2,6	15,7	-11,0	6,1	48,6	14,6	-52,9	21,4
Abr	-0,1	14,7	-11,4	14,6	42,8	9,8	-44,0	17,0
Mai	4,1	21,2	-5,8	39,2	43,6	23,6	-33,9	30,4
Jun	6,3	22,3	-3,5	46,8	43,1	30,1	-35,9	25,9
Jul	21,1	36,4	7,3	62,0	59,7	41,3	-30,1	48,0
Ago	19,2	39,2	5,8	32,4	58,8	37,5	-24,4	50,8
Set	17,6	36,0	0,9	11,8	56,5	26,0	-34,0	38,9
Out	5,3	17,9	-12,0	-0,5	38,7	19,6	-44,8	22,3
Nov	22,7	38,6	6,3	8,0	67,6	37,8	-33,2	43,6
Dez	8,7	25,9	-5,8	-10,5	56,0	14,7	-37,5	23,3

CONCLUSÕES:

5. Conclusões:

- Com exceção do Atmômetro, todos os métodos atendem de forma satisfatória à estimativa da ETo na região, principalmente em períodos superiores a 7 dias.
- O método de Penman-Montheith FAO se ajustou satisfatoriamente ao método do lisímetro de pesagem, com melhores ajustamentos em períodos maiores que 3 dias.
- Dentre os métodos comparados com o LP, o método de Makkink foi o que apresentou a menor diferença relativa, seguido pelo método de Penman-Montheith FAO
- Quando só se dispõe de dados de temperatura máxima e mínima, pode-se utilizar o método de Hargreaves-Samani para se estimar a ETo na região, com adequada precisão.



FIM