



Sustentabilidade da irrigação: **Otimização das áreas irrigadas no semi-árido**

J. Francismar de Medeiros, Eng^o Agr^o, Dr. Irrig. Dren.

Universidade Federal Rural do Semi-árido, Mossoró, RN, Brasil

■ Introdução

- Irrigação no semi-árido e desenvolvimento
- Irrigação privada e Pública - perímetros
- Manejo da irrigação
- Encharcamento e salinização
- Desperdícios



Tabela 4 – Área Irrigada no Nordeste (ha), Segundo Origem de Recursos e Natureza Gerencial

ESTADO	IRRIGAÇÃO FEDERAL/PÚBLICA	IRRIGAÇÃO ESTADUAL/PRIVADA	TOTAL
Maranhão	2.692	41.508	44.200
Piauí	4.753	19.547	24.300
Ceará	14.169	68.231	82.400
Rio Grande do Norte	1.212	18.568	19.780
Paraíba	3.638	29.052	32.690
Pernambuco	39.375	49.625	89.000
Bahia	48.777	119.433	168.210
Sergipe	6.279	19.561	25.840
Alagoas	2.692	6.258	8.950
Total	123.587	371.873	495.370
%	24,95	75,05	100,0



Áreas irrigadas por métodos de irrigação: estados do Nordeste/Semi-árido, Brasil (2003/04):

BRASIL Regiões e Estados	ANO 2003/04 – MÉTODO DE IRRIGAÇÃO (hectares)				
	SUPERFÍCIE	ASPERSÃO CONVENCIONAL	PIVÔ CENTRAL	LOCALIZADA	TOTAL
BRASIL	1.729.834	662.328	710.553	337.755	3.440.470
NORDESTE	207.359	238.223	110.503	176.755	732.840
Maranhão	24.240	12.010	3.630	8.360	48.240
Piauí	10.360	7.360	880	8.180	26.780
Ceará	34.038	18.238	2.513	21.351	76.140
Rio G. Norte	220	2.850	1.160	13.990	18.220
Paraíba	30.016	8.420	1.980	8.184	48.600
Pernambuco	31.640	44.200	9.820	12.820	98.480
Alagoas	7.140	58.500	6.060	3.380	75.080
Sergipe	30.445	8.825	310	9.390	48.970
Bahia	39.260	77.820	84.150	91.100	292.330



Estimativa de demanda de água para irrigação no Brasil – Região Nordeste/Semi-árido (1998):

REGIÃO/ESTADO	ÁREA IRRIGADA (ha)	ÁGUA CAPTADA DOS MANANCIAIS (mil m³/ano)	ÁGUA QUE CHEGA ÀS PARCELAS AGRÍCOLAS (mil m³/ano)
BRASIL	2.870.204	33.747.297	21.039.159
Região Nordeste	86.660	836.900	461.320
Maranhão	44.200	815.446	499.283
Piauí	24.300	445.929	272.257
Ceará	82.400	1.426.014	922.633
Rio G do Norte	19.780	310.961	221.556
Paraíba	32.690	471.521	333.798
Pernambuco	89.000	1.619.355	1.046.640
Alagoas	8.950	155.014	102.495
Sergipe	25.840	427.600	293.026
Bahia	168.210	2.442.746	1.648.458



Tabela 5: Demanda anual de água para irrigação no Brasil por regiões e Estados.

Região/Estado	Área irrigada (hectares)	Água derivada dos mananciais (mil m ³ /ano)	Água consumida pelos cultivos (mil m ³ /ano)	Água derivada dos mananciais (m ³ /ha.ano)	Água consumida pelos cultivos (m ³ /ha.ano)	Eficiência de irrigação %
Nordeste	495.370	8.114.586	5.340.146	16.380	10.780	65,8
Maranhão	44.200	815.446	499.283	18.449	11.296	61,2
Piauí	24.300	445.929	272.257	18.351	11.204	61,1
Ceará	82.400	1.426.014	922.633	17.306	11.197	64,7
Rio Grande do Norte	19.780	310.961	221.556	15.721	11.201	71,2
Paraíba	32.690	471.521	333.798	14.424	10.211	70,8
Pernambuco	89.000	1.619.355	1.046.640	18.195	11.760	64,6
Alagoas	8.950	155.014	102.495	17.320	11.452	66,1
Sergipe	25.840	427.600	293.026	16.548	11.340	68,5
Bahia	168.210	2.442.746	1.648.458	14.522	9.800	67,5



EXEMPLO DE CUSTOS DE ENERGIA PARA ADUÇÃO DE ÁGUA NO BRASIL

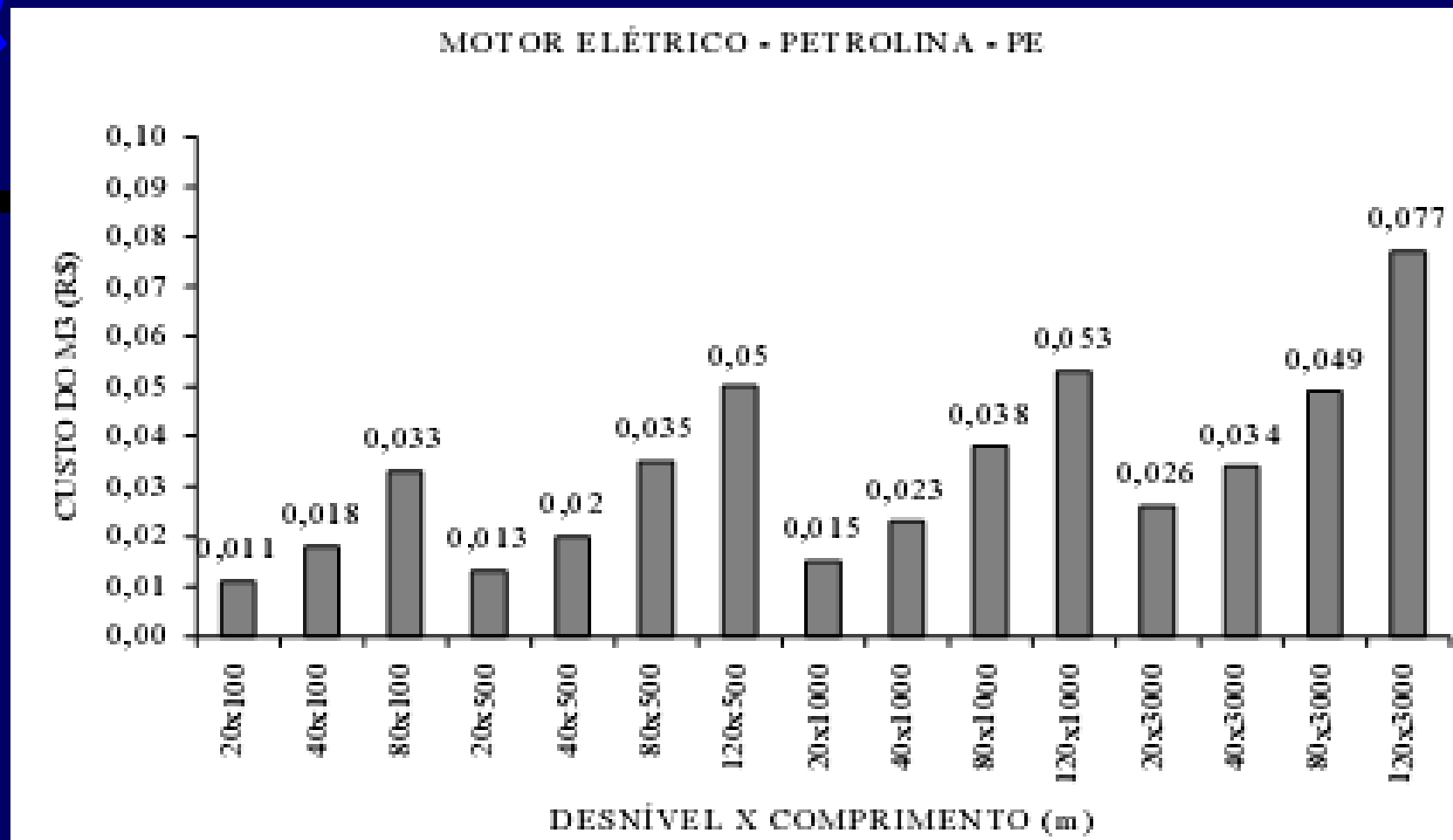


Figura 5a. Valores de adução de água para a região de Petrolina - PE, considerando-se diferentes desníveis e comprimentos de linha, e utilizando-se motor elétrico .

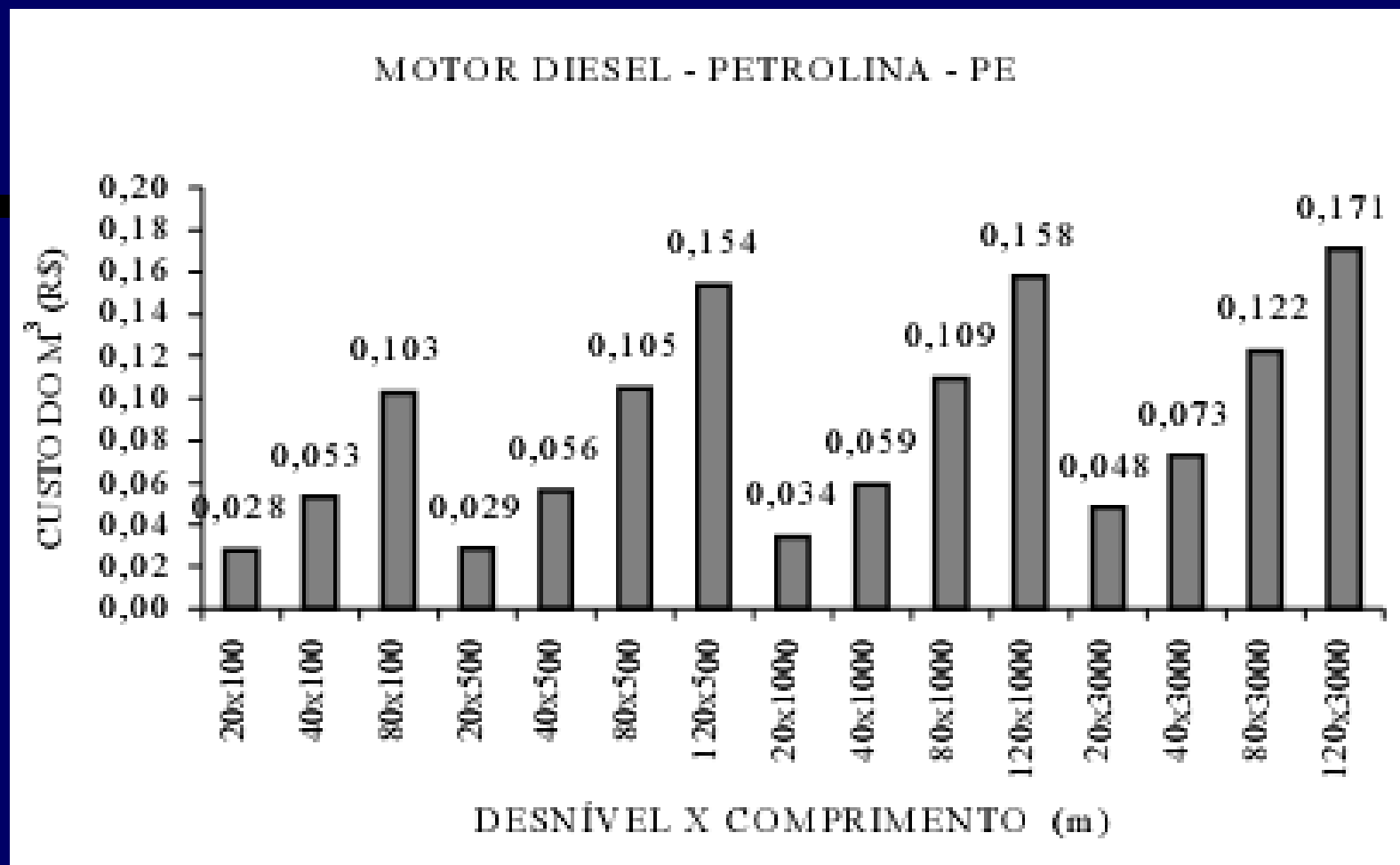


Figura 5b. Valores de adução de água para a região de Petrolina - PE, considerando-se diferentes desníveis e comprimentos de linha, e utilizando-se motor diesel.



Irrigação pública no semi-árido brasileiro

Perímetros irrigados nos estados da BA, CE, MA, PI, RN e PE
(DNOCS)

No. Lotes	No. Lotes	Área	Área	Área
Peq.	Empresarial	Irrigável	Implantada	com Produtor
5.849	432	105.271	56.732	52.109



PERÍMETROS IRRIGADOS DO ESTADO DO CEARÁ – DNOCS

PERÍMETRO	Nº LOTES PEQUENOS	Nº LOTES EMPRESARIAIS	ÁREA (ha)		
			IRRIGÁVEL	IMPLANTADA	COM PRODUTOR
ARARAS NORTE	89	02	3.225	3.200	1.345
AYRES SOUZA	45	-	1.158	615	192
BAIXO-ACARAÚ	508	33	12.407	8.816	7.398
CURU- PARAIPABA	679	109	8.000	3.357	3.279
CURU- PETENCONTE	173	-	1.180	1.068	743
EMA	18	-	42	42	42
FORQUILHA	68	-	261	218	167
ICÓ-LIMA CAMPOS	266	-	4.263	2.712	2.541
JAGUARIBE-AP.	231	20	5.393	5.393	2.834
JAGUARUANA	40	-	202	202	202
MORADA NOVA	782	-	4.333	3.737	3.677
QUIXABINHA	94	-	293	293	293
TABULEIRO DE RUSSAS	499	78			10.564
VÁRZEA DO BOI	114	-	630	326	313
Total	3.606	242	41.345	29.979	29.913



Perímetros irrigados do DNOCS

PERÍMETROS IRRIGADOS DO ESTADO DO CEARÁ - DNOCS

PERÍMETRO	SOLO	FONTE HÍDRICA	CULTURAS	SISTEMAS IRRIG
ARARAS NORTE	podzólicos, ocupando 41,50 %, planosolos, solonetz, aluviais, coluviais, regosolos e litólicos.	Açude Público Federal Paulo Sarasate, volume de 891.110.000 m ³	Coco, banana, mamão, goiaba, graviola, maracujá, caju, uva.	89,44% da área por aspersão convencional; 10,56% da área por micro-aspersão.
AYRES DE SOUZA	Composto essencialmente de gnaiss.	Açude Público Federal Ayres de Souza com capacidade de 104.430.000 m ³	Arroz, feijão vigna, melancia, algodão herbáceo e milho verde.	100% da área por superfície (gravidade).
BAIXO-ACARAÚ	Profundos, bem drenados, de textura média ou média/leve e muito permeáveis.	Rio Acaraú, perenizado, no trecho, pelas águas dos Açudes Públicos Paulo Sarasate e Edson Queiroz.	Abacaxi, banana, melão, melancia, feijão e milho.	50% da área por micro-aspersão; 50% da área por gotejamento.
CURU-PARAIPABA	Podzólico, latossolos e areias quartzosas.	Rio Curu.	Coco, cana-de-açúcar, citros e acerola.	84,81% aspersão convencional; 9,50% micro-aspersão; 3,39% gotejamento; 2,30% pivô central.



PERÍMETROS IRRIGADOS DO ESTADO DO CEARÁ - DNOCS

PERÍMETRO	SOLO	FONTE HÍDRICA	CULTURAS	SISTEMAS IRRIG
JAGUARUANA	Aluvial, variando sua textura de fina a muito grossa.	Rio Jaguaribe, “perenizado” pelas águas do Açude Orós e do Açude Arrojado Lisboa.	Arroz, feijão, milho, tomate, banana, coco, goiaba, mamão, manga, maracujá, algodão	45,00% por superfície (gravidade); 52,52% aspersão conv. e 2,48% por gotejamento
MORADA NOVA	Aluvionais	Açude Público Federal Arrojado Lisboa (Banabuiú)	Arroz, feijão, banana, acerola, coco, graviola	100% da área por superfície (gravidade).
QUIXABINHA	96% de aluviões e 4% solos do tipo conlúvio eutrófico.	Açude Público Federal Quixabinha.	Banana, coco, uva, milho, feijão, algodão herbáceo, capim e fumo.	100% da área por aspersão convencional.
RUSSAS	Podzólicos vermelho-amarelo, areia quartzosas, litólicos	Rio Banabuiú, afluente da margem esquerda do Rio Jaguaribe.	fruticultura	50% micro-aspersão; 50% gotejamento.
VÁRZEA DO BOI	Aluviões do rio Carrapateiras e do Riacho Fundo.	Açude Público Várzea do Boi.	Banana, milho/espiga e algodão herbáceo.	100,00% da área por superfície em sulcos (gravidade).



PERÍMETROS IRRIGADOS DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE – DNOCS

PERÍMETRO	Nº LOTES PEQUENO PRODUTOR	Nº LOTES EMPRESARIAIS	ÁREA (ha)		
			IRRIGÁVEL	IMPLANTADA	COM PRODUTOR
BAIXO-AÇU	156	25	6.000	5.168	5.168
CRUZETA	23	-	196	138	111
ITANS	11	-	107	107	69
PAU DOS FERROS	75	-	657	619	380
SABUGI	63	-	403	403	325
Total	328	25	7.363	6.435	6.053



PERÍMETROS IRRIGADOS DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE - DNOCS

PERÍMETRO	SOLO	FONTE HÍDRICA	CULTURAS	SISTEMAS IRRIG
BAIXO-AÇU	Podzólicos, cambissolos e planossolos, derivados do calcáreo jandaíra.	Açude Público Federal Armando Ribeiro Gonçalves.	Melão, melancia, feijão vigna, tomate, banana, maracujá, manga	70% aspersão convencional 30% pivô central, localizada.
CRUZETA	Classe I e II, com composição textural média	Açude Público Cruzeta.	Tomate industrial, mamão, feijão e milho.	100,00% superfície em sulcos (gravidade).
ITANS	Aluviões e vertissolos.	Açude Público Itans.	Feijão vigna, algodão herbáceo, milho verde e abóbora.	100,00% superfície em sulcos (gravidade).
PAU DOS FERROS	Podzólicos vermelhos, amarelos, bruno não cálcicos.	Açude Público Pau dos Ferros.	Banana, algodão herbáceo, milho verde e feijão vigna.	65,87% superfície em sulcos (gravidade); 34,13% aspersão convencional
SABUGI	Aluviões e vertissolos.	Açude Público Sabugi.	Feijão vigna, algodão herbáceo, milho verde e abóbora.	77,36 % superfície em sulcos (gravidade); 22,64 % aspersão convencional.



PERÍMETROS IRRIGADOS DO ESTADO DA PARAIBA – DNOCS

PERÍMETRO	Nº LOTES PEQUENO PRODUTOR	Nº LOTES EMPRESARIAIS	ÁREA (ha)		
			IRRIGÁVEL	IMPLANTADA	COM PRODUTOR
ENGO ARCOVERDE	54	-	278a	278	278
SUMÉ	47	-	273	273	273
SÃO GONÇALO	452	-	3.045	2.402	2.267
Total	553	-	3.596	2.953	2.818



PERÍMETROS IRRIGADOS DO ESTADO DA PARAIBA - DNOCS

PERÍMETRO	SOLO	FONTE HÍDRICA	CULTURAS	SISTEMAS IRRIG
ENG ^o ARCOVERDE	Classe I, II, e III, predominando os aluviões de textura média.	Açude Público Engo Arcoverde.	Melão, melancia, tomate, pimentão, milho/espiga verde e feijão.	69,80% superfície (gravidade); 7,00% aspersão convencional; 1,42% micro-aspersão; 21,78% gotejamento.
SUMÉ	Solos de origem aluvial.	Açude Público Federal Sumé.	Coco, feijão, milho, pimentão e tomate industrial.	100% da área por superfície (gravidade).
SÃO GONÇALO	Solos aluvionais.	Açudes Públicos Federais Eng ^o Ávidos e São Gonçalo.	Banana, coco, goiaba, maracujá, arroz, feijão, milho, tomate, algodão e capim de corte.	83,88% superfície (gravidade); 16,12% micro-aspersão.



QUESTI ONAMENTOS PARA O USO EFI CI ENTE DA ÁGUA NOS PERÍ METROS

- Métodos de irrigação – Eficiência dos sistemas
- Drenagem dos solos
- Manejo da irrigação – preparo do produtor
- Custo de energia elétrica –
- Otmização do K_c
- Uso de software para o manejo (Proposta no final)



Aspectos relacionados com a qualidade da água para irrigação

Águas de grandes açudes – $CE < 0,6 \text{ dS/m}$

Suterrâneas – 0,5 a 4,0 dS/m

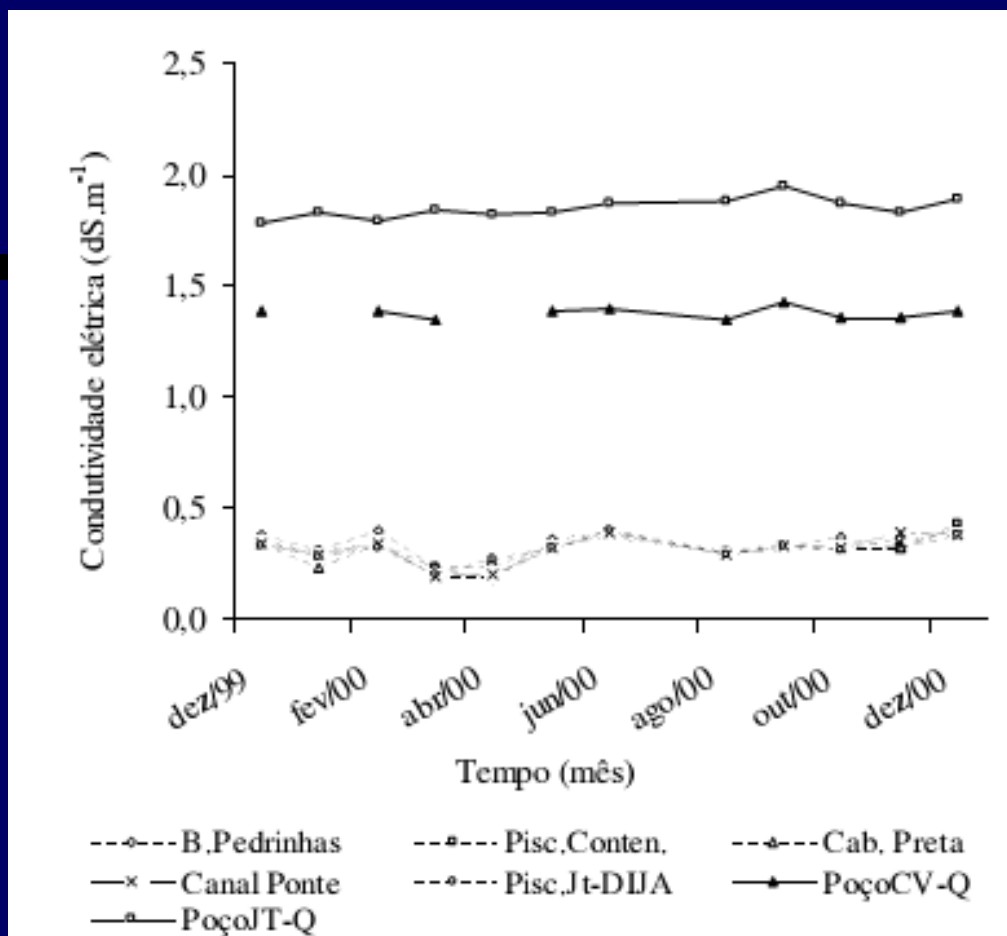


FIGURA 1. Condutividade elétrica em águas superficiais e subterrâneas em função do tempo para os diferentes pontos de coleta no baixo Jaguaribe.



Valores médios dos parâmetros avaliados das águas superficiais e a qualidade das mesmas quando utilizadas na irrigação de dez./1999 a dez./2000, Limoeiro do Norte - CE.

Parâmetros	Mês												Média
	dez.	jan.	fev.	mar.	abr.	maio	jun.	ago.	set.	out.	nov.	dez.	
CE(dS m ⁻¹)	0,34	0,28	0,35	0,21	0,21	0,33	0,39	0,29	0,32	0,32	0,34	0,39	0,31
pH	8,27	8,57	8,71	8,20	8,08	8,37	8,51	8,63	8,66	8,83	8,63	8,48	8,49
Ca ⁺⁺ (mmol L ⁻¹)	0,80	1,06	0,66	0,69	0,64	1,21	1,27	0,82	0,67	0,66	0,73	0,71	0,83
Mg ⁺⁺ (mmol L ⁻¹)	1,59	2,01	0,93	0,78	1,38	0,98	1,02	0,90	0,88	0,93	1,40	1,17	1,16
Na ⁺ (mmol L ⁻¹)	1,54	0,54	1,97	0,83	0,74	1,37	1,78	1,42	1,57	1,67	1,87	1,71	1,42
HCO ₃ ⁻ (mmol L ⁻¹)	3,55	1,16	1,50	1,35	1,34	1,76	1,84	1,46	1,61	1,94	2,04	1,98	1,79
RAS ⁽¹⁾	1,27	0,37	1,86	0,79	0,64	1,05	1,33	1,26	1,49	1,57	1,56	1,50	1,22
RAS ^o (2)	0,69	1,82	1,12	1,37	1,18	1,50	1,54	1,31	1,07	0,89	1,05	0,96	1,21
Classe Água ⁽¹⁾	C ₂ S ₁	C ₂ S ₁	C ₂ S ₁	C ₁ S ₁	C ₁ S ₁	C ₂ S ₁	C ₂ S ₁	C ₂ S ₁	C ₂ S ₁	C ₂ S ₁	C ₂ S ₁	C ₂ S ₁	C ₂ S ₁
Classe Água ⁽²⁾	C ₁ S ₂	C ₁ S ₂	C ₁ S ₂	C ₁ S ₂	C ₁ S ₂	C ₁ S ₂	C ₁ S ₂	C ₁ S ₂	C ₁ S ₂	C ₁ S ₂	C ₁ S ₂	C ₁ S ₂	C ₁ S ₂

⁽¹⁾ Valores da RAS empregados na Classificação de Richards (1954).

⁽²⁾ Valores da RAS corrigida empregados na Classificação do UCCC.

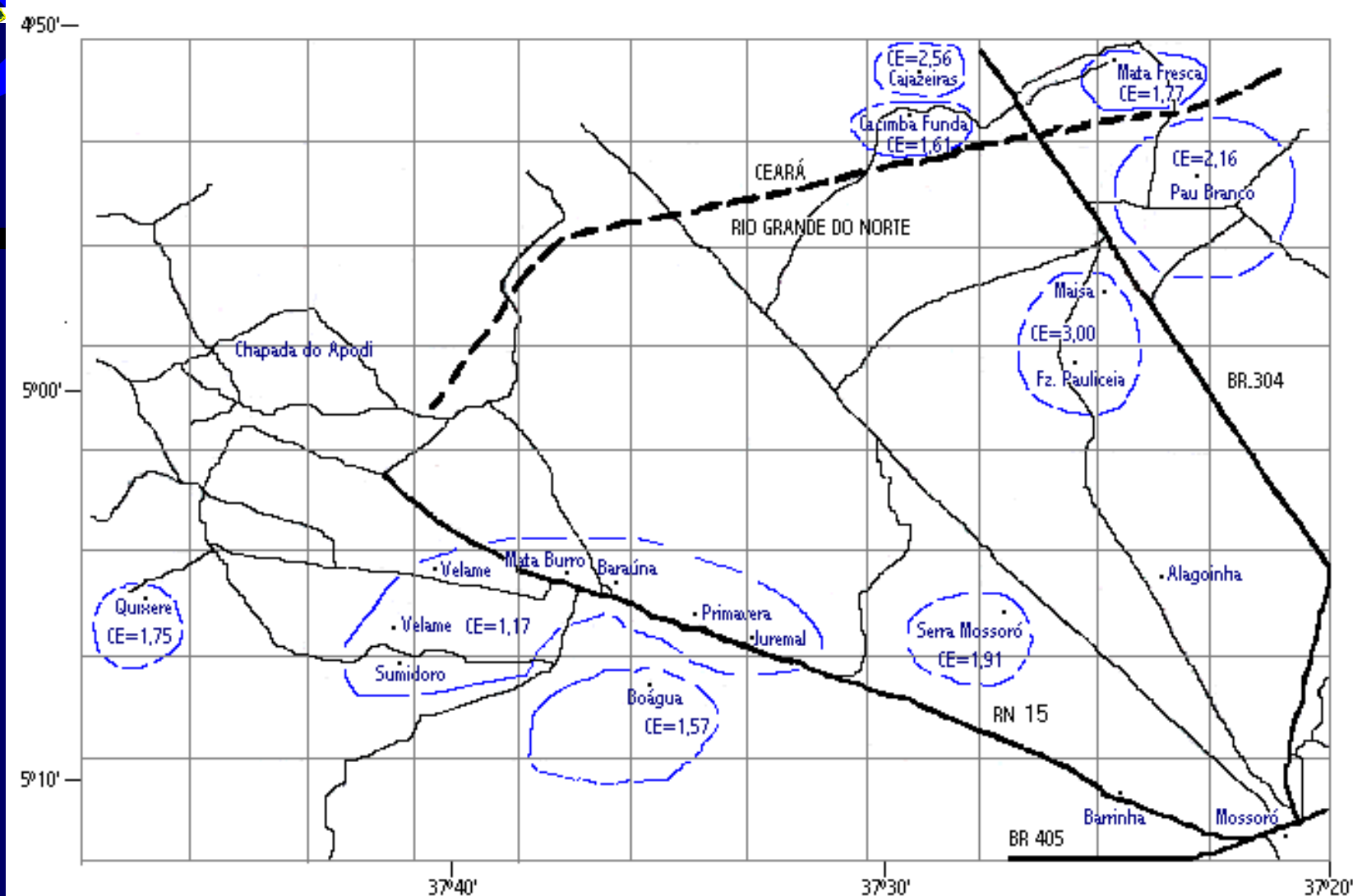


Figura 1. Mapa indicando a localização das comunidades onde coletou-se as amostras de água e as regiões onde as águas apresentam características comuns



Tabela 2. Características físico-químicas e químicas da água de irrigação por regiões homogêneas, na área irrigada da Chapada do Apodi

Local*	Nº de dados	CE (dS/m)	pH	RAS	Íons (meq/l)				
					Ca	Mg	Na	Cl	HCO ₃
J S V M B	19	1,17	6,56	1,25	7,7	2,5	2,8	4,4	7,1
Boa	7	1,57	6,71	1,62	8,7	3,9	4,1	6,9	9,7
PBr Ib Un aj [~]	7	2,16	6,92	1,93	11,3	3,5	4,9	13,3	6,7
MF Quix CF	3	1,77	6,69	1,94	9,4	1,6	4,5	9,0	7,8
P Ap ⁼	4	2,98	6,97	2,52	14,2	6,6	7,5	22,8	5,0
Sm	1	1,9	6,65	1,72	7,2	7,7	4,69	7,4	7,9
Todas ^α	44	1,67	6,70	1,58	8,96	3,05	3,94	7,60	7,44

* J= Juremal; S= Sumidoro; V= Velame; M= Mata Burro; B= Baraúna; Boa= BoaÁgua; PBr= Pau-Branco; Ib= Ibis (Maisa); Un= União (Maisa); MF= Mata Fresca; P= pauliceia; Ap= Apodi (Maisa); Sm= Serra Mossoró; CF= Cacimba Funda; aj= Cajazeiras; Quix= Quixere



Necessidade hídrica das culturas

Evapotranspiração = Evaporação + Transpiração

- Evapotranspiração de referência (ET_o)

. Equação de Penman-Monteith

- Coeficiente de cultura (K_c)

. Fases fenológicas: Crescimento inicial (I), Crescimento vegetativo (II), fase intermediária (III) e fase final ou de maturação (IV) - modelo FAO (Figura)

. Coeficiente de cultura (k_c) - k_c dual para cada fase:

$$k_c = k_{cb} + k_e \cdot FM < 1,15 - \text{sem o ajuste}$$

Em que o k_{cb} é o coeficiente basal ou de transpiração, k_e é o coeficiente de evaporação do solo e FM é fração molhada de solo



Dados climáticos médios de Mossoró com 50% de probabilidade

Mês	Temperatura (°C)			Veloc. Vento*. (m/s)	ETo (mm/dia)
	Tmax	Tmin	Tmed		
Jan	34,5	23,0	28,7	4,28	6,52
Fev	33,9	23,1	28,5	3,71	6,00
Mar	33,6	23,2	28,2	3,02	5,26
Abr	33,4	22,9	27,8	2,49	4,68
Mai	33,4	22,4	27,5	2,29	4,49
Jun	33,6	21,8	27,4	2,44	4,73
Jul	34,0	21,3	27,5	2,88	5,32
Ago	34,4	21,1	27,8	3,49	6,09
Set	34,7	21,3	28,1	4,10	6,80
Out	35,0	22,0	28,4	4,54	7,24
Nov	35,1	22,8	28,6	4,68	7,27
Dez	34,9	23,1	28,7	4,44	6,82

* Para 2,0 m de altura.

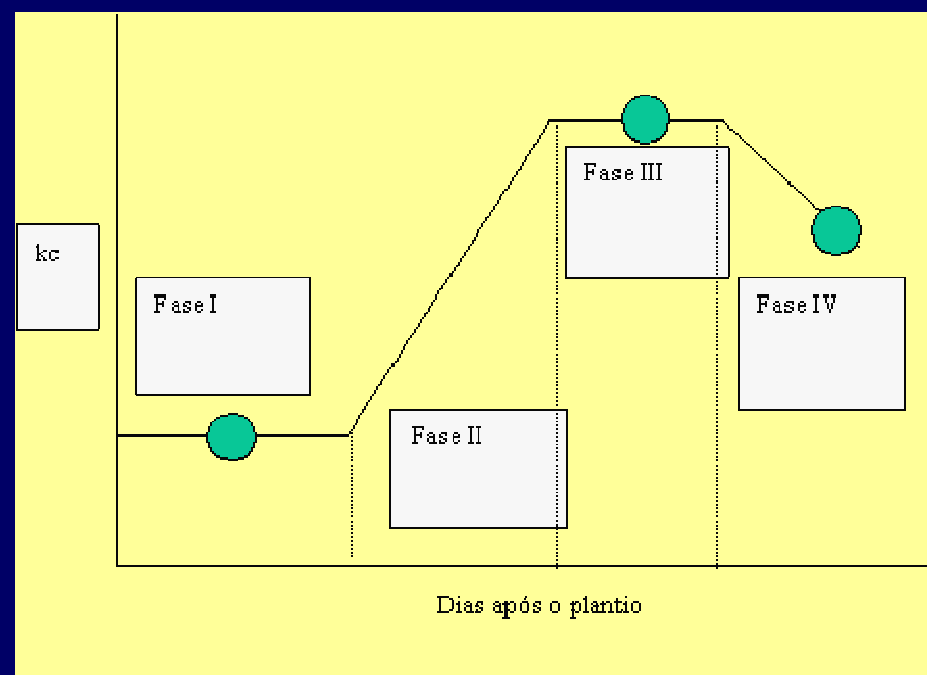
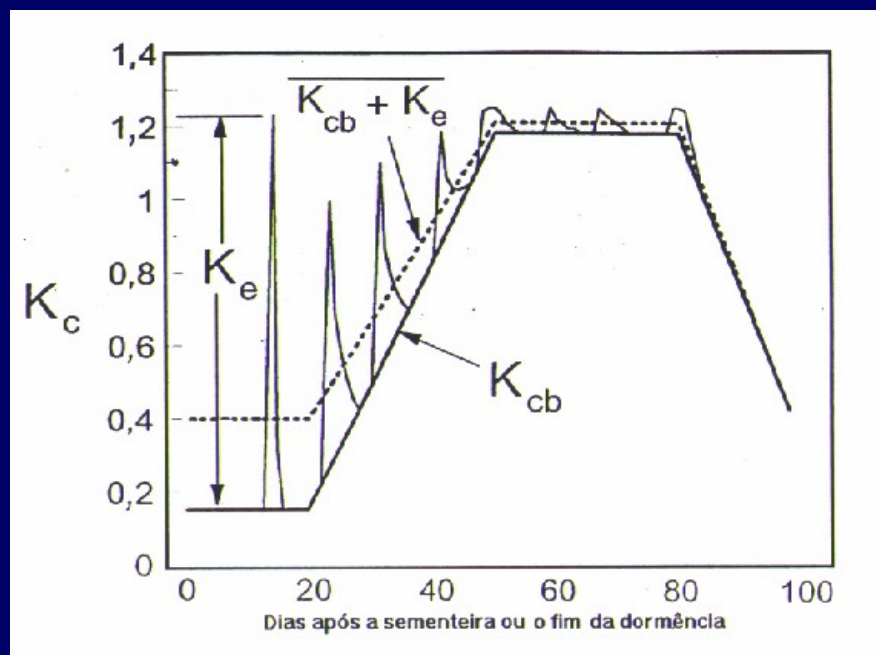


Evapotranspiração de referência (ET_o) semanal,
em mm/dia, estimada por Penman-Monteith para
Mossoró, com 50% de probabilidade

Semana	ET _o	Semana	ET _o	Semana	ET _o	Semana	ET _o	Semana	ET _o
1	6,58	13	4,96	25	4,81	37	6,76	49	7,04
2	6,58	14	4,83	26	4,93	38	6,89	50	6,90
3	6,53	15	4,71	27	5,07	39	7,02	51	6,75
4	6,44	16	4,62	28	5,22	40	7,12	52	6,57
5	6,32	17	4,55	29	5,39	41	7,21		
6	6,16	18	4,50	30	5,56	42	7,28		
7	6,00	19	4,47	31	5,73	43	7,32		
8	5,82	20	4,47	32	5,91	44	7,34		
9	5,64	21	4,50	33	6,09	45	7,33		
10	5,45	22	4,54	34	6,27	46	7,29		
11	5,28	23	4,61	35	6,44	47	7,24		
12	5,11	24	4,70	36	6,60	48	7,15		



Coeficiente de cultura



-Evapotranspiração da cultura (ETc)

$$ETc = Kc \cdot ET_o$$

O Kc para as fases II e IV é determinado por interpolação



Comprimento das fases fenológicas do melão para diferentes tipos/cultivares de melão nas condições de Mossoró, RN, para semeadura direta realizada entre agosto e outubro e valores de coeficiente de cultura basal para a fase III e final do ciclo).

Fase Fenológica	Comprimento da fase	Kcb
I	23	0,15
II	17	
III	20	1,00
IV	15	
D _{III} *	60	
D _{IV}	75	0,75

* D_{III} e D_{IV} correspondem à idade da planta, contada da semeadura ao final das fases III e IV.



Fases de desenvolvimento de algumas cultivares de melão e coeficiente de cultura, ajustados para região

Semeadura Direta - plantio em set, out e nov

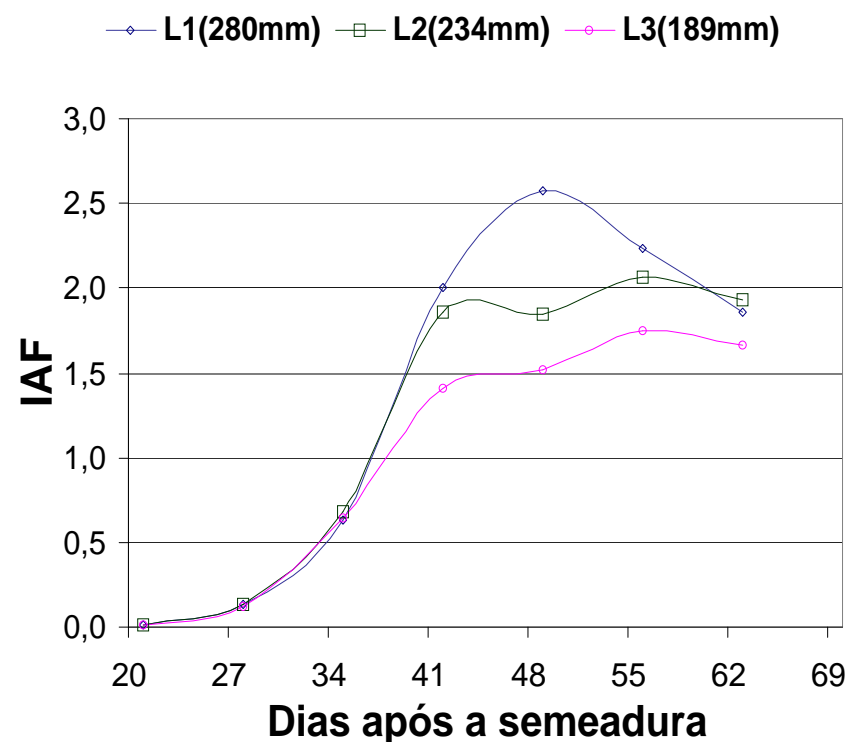
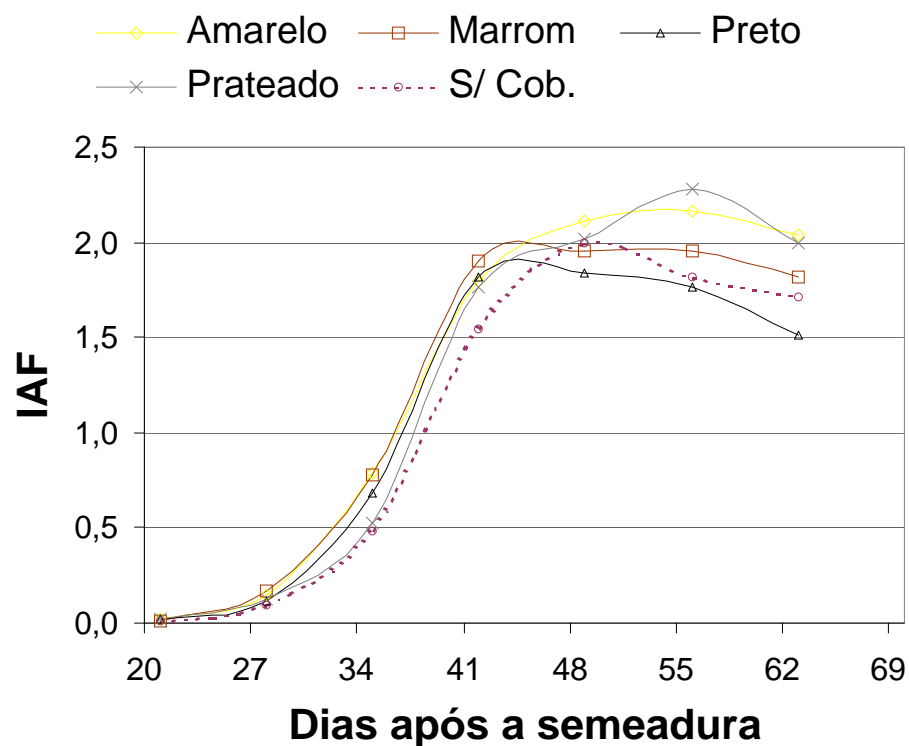
FASE	ORANGE	GALIA	GOLDEX	GOLD MINE	AF 646	TORREON	CHARANTEIS	SANCHO
I	25	23	23	21	21	24	24	21
II	17	17	22	18	18	17	17	19
III	15	15	15	16	16	14	14	23
IV	15	15	15	15	15	15	15	15
Diii	57	55	60	55	55	55	55	63
Div	72	70	75	70	70	70	70	78

COEFICIENTE DE CULTURA BASAL

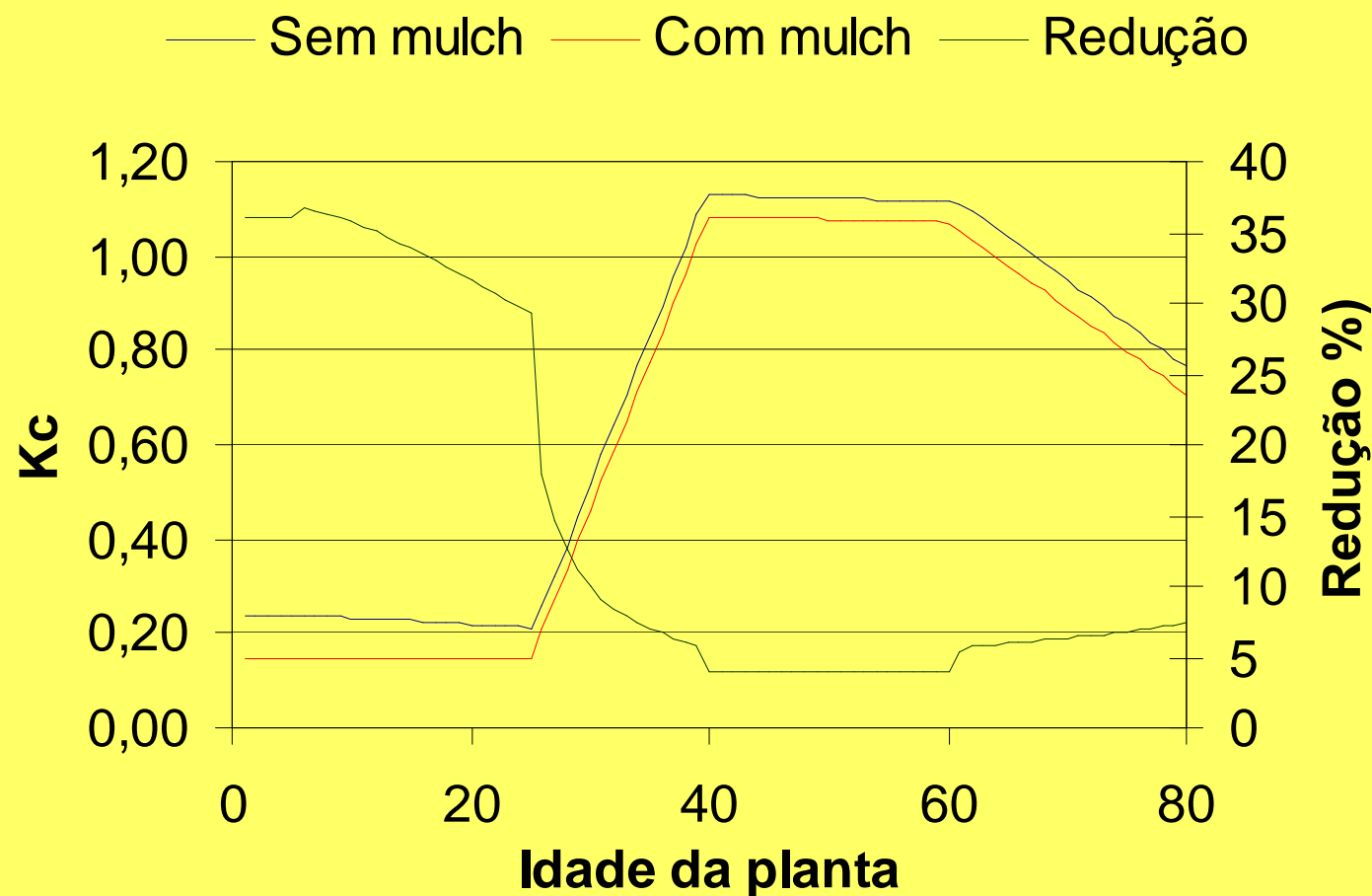
III	0,95	0,95	1,0	1,05	1,05	0,8	0,95	1,05
FINAL	0,65	0,75	0,7	0,7	0,7	0,6	0,7	0,75

Transplântio 11 DAS

FASE	ORANGE	GALIA	GOLDEX	GOLD MINE	AF 646	TORREON	CHARANT	SANCHO
I	29	27	26	25	25	27	27	27
II	16	16	21	17	17	16	16	17
III	15	15	15	16	16	14	14	22
IV	15	15	15	15	15	15	15	15
Diii	60	58	62	58	58	57	57	66
Div	75	73	77	73	73	72	72	81



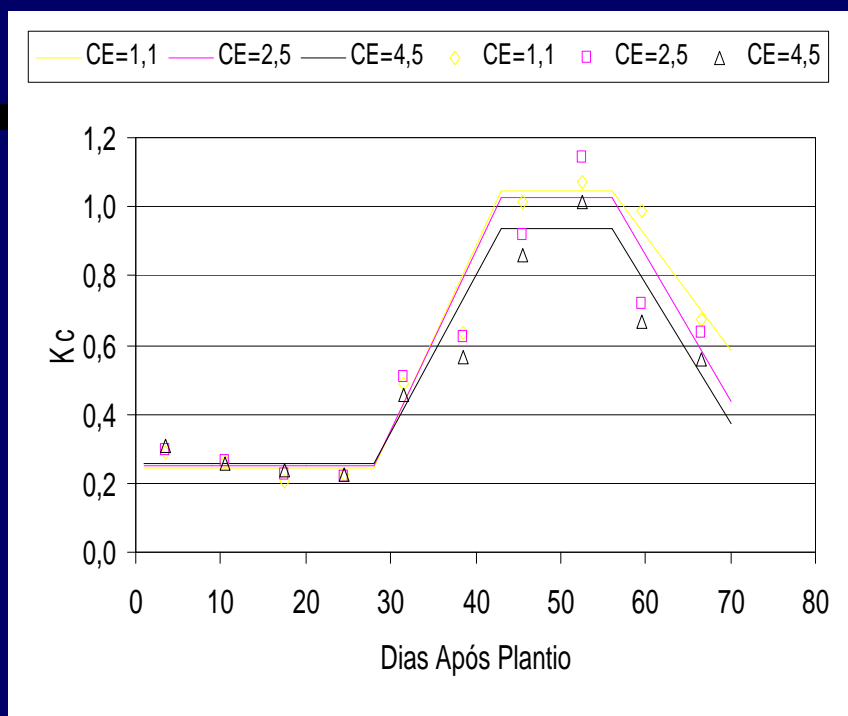
Índice de área foliar do melão cantaloupe para diferentes Coberturas de solo e Lâminas de irrigação aplicadas em 58 DAT



**Coeficiente de cultura do melão pele-de-sapo
estimado para cultivo sem e com mulch simulado**

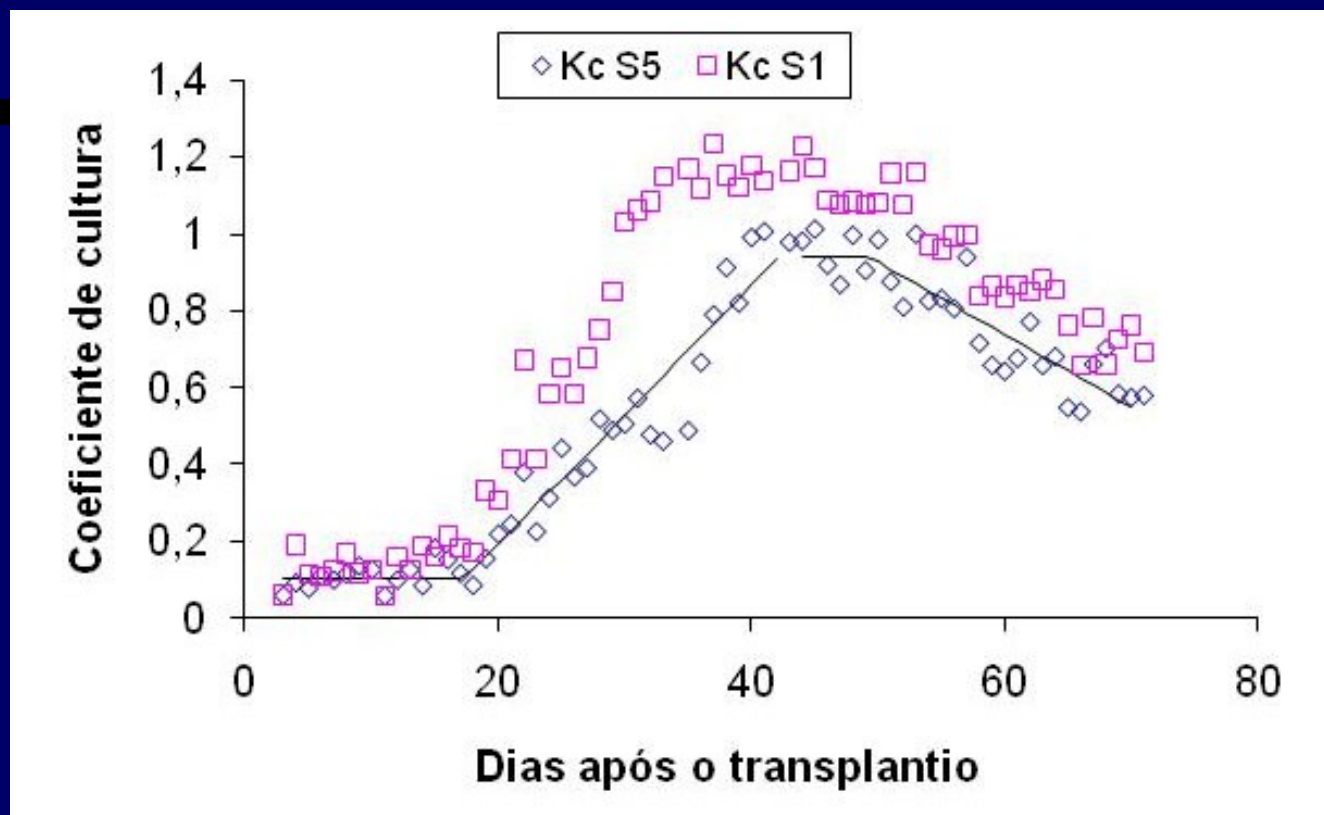


Lâmina de irrigação e sua redução no melão Gold mine e Trusty cultivado com mulch (plástico prateado), irrigado com água com diferentes salinidades



ETc - 252, 238 e 221 mm

Curva do coeficiente de cultura de duas cultivares de melão sob diferentes níveis de salinidade ($ET_o = 431$ mm ou $6,15$ mm/d)



Kc do melão orange flash em Mossoró quando irrigado com água de CE – 0,6 e 4,5 dS/m. (Lisímetro de pesagem)



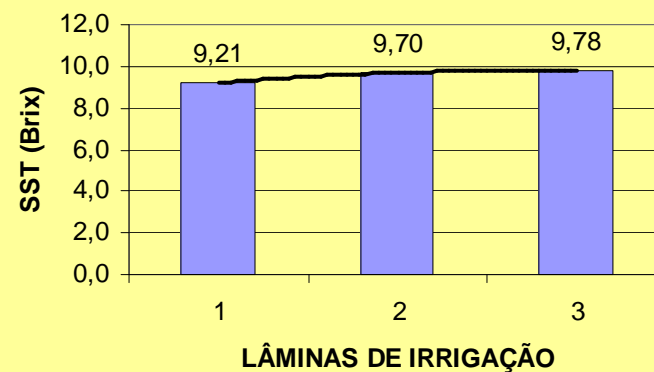
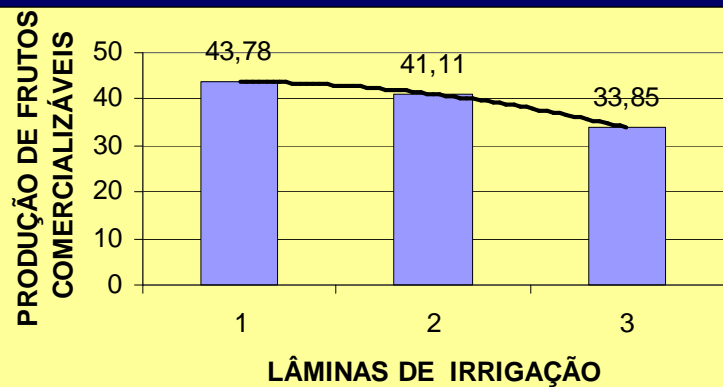
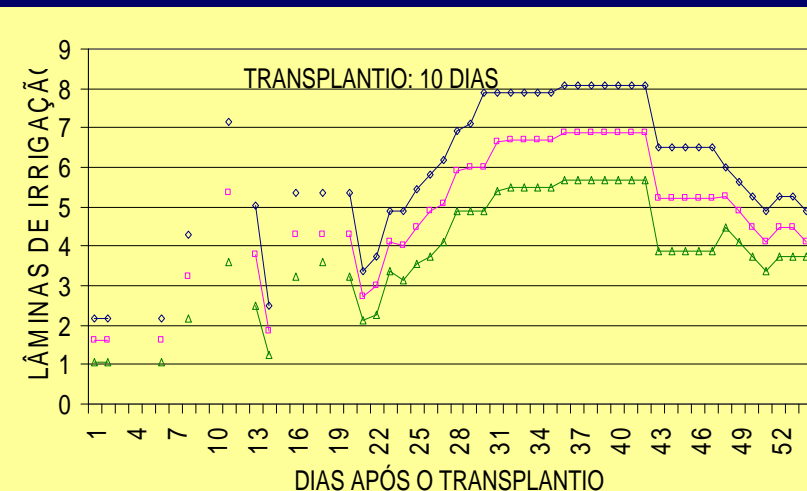
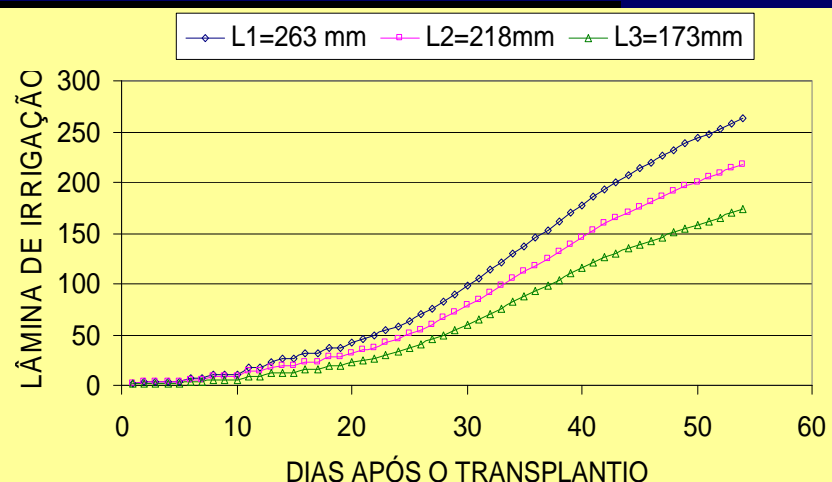
Coeficiente de cultura (Kc) semanal ajustados para diferentes tipos de melão

Semana	Tipo/Cultivar				
	Pele de sapo*	Amarelo	Orange flesh	Galia	Cantaloupe
1	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28
2	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28
3	0,27	0,26	0,26	0,26	0,26
4	0,26	0,40	0,30	0,30	0,29
5	0,47	0,73	0,60	0,60	0,53
6	0,96	1,07	0,98	0,98	0,84
7	1,15	1,12	1,07	1,07	0,91
8	1,15	1,10	1,02	1,07	0,91
9	1,10	0,92	1,01	1,00	0,83
10	1,00	0,80	0,85	0,90	0,78
11	0,88	0,70	0,70	0,80	0,65
12	0,73	-	-	-	-

* Transplantado aos 11 dias após a sementeira



Lâmina de irrigação acumulada e diária no melão cantaloupe cultivado sob mulch





Kc recomendados para a cultura da melancia para Mossoró

Semana	Kc
1	0,25-0,30
2	0,25-0,30
3	0,25-0,30
4	0,35-0,45
5	0,50-0,80
6	0,85-1,00
7	1,10
8	1,10
9	0,90-1,05
10	0,85-0,90
11	0,75-0,85



Lâmina máxima por irrigação

- Lâmina Líquida

$$h_L = (\theta_{cc} - \theta_{pmp}).z_{ef}.f.FM = (\theta_{cc} - \theta_{cr}).z_{ef}.FM$$

-Lâmina Total

$$h_T = \frac{h_L}{Ea}$$

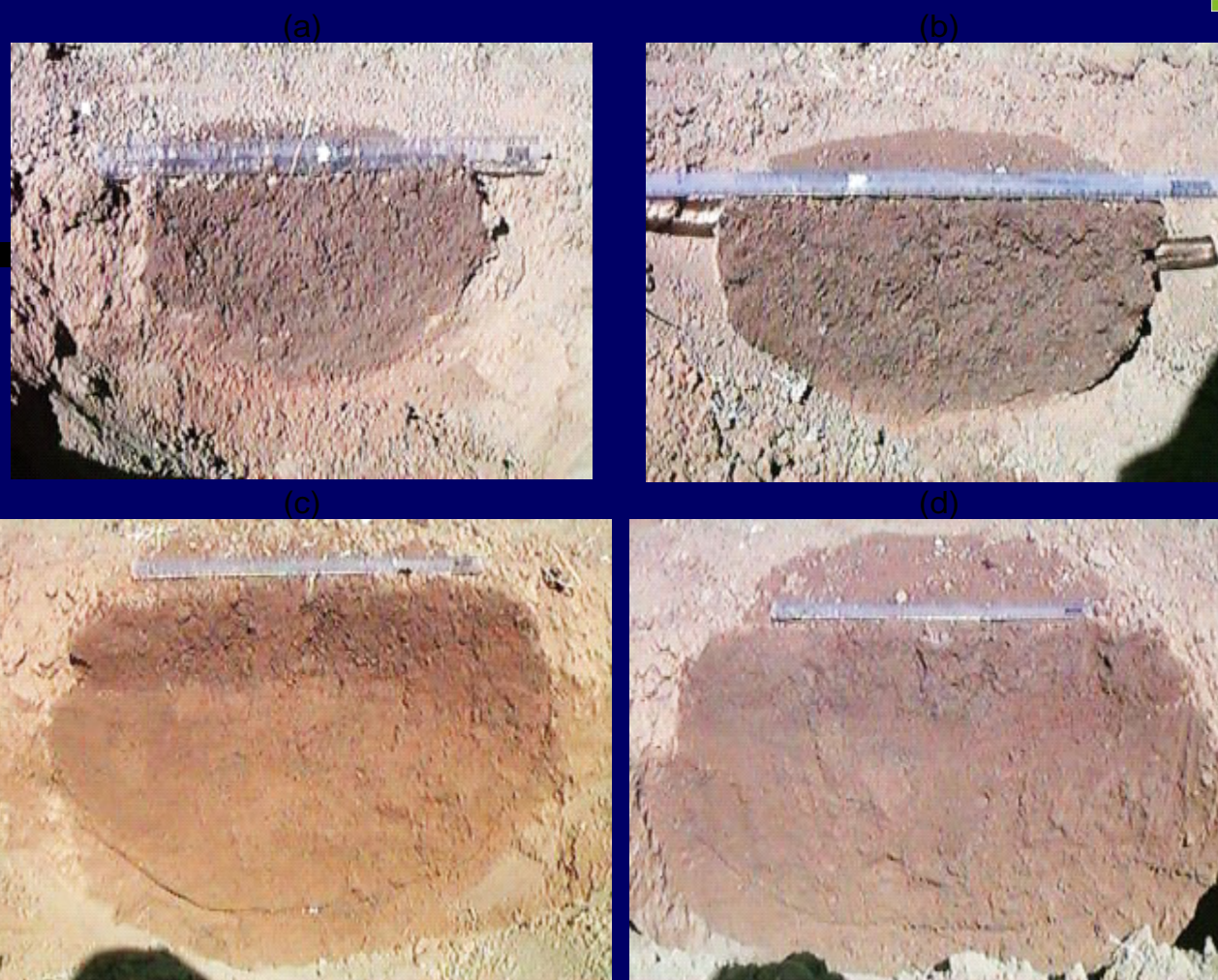
$$\text{sendo } Ea = \text{Mín}(Es, Ep).Eu)$$

$$\text{em que } Es = 1 - NL \text{ e } Ep = \frac{Pp}{h_L}$$

-Frequência de irrigação ou turno de rega

$$f = \text{ARREDODAR PARA MAIS} \left(\frac{ETc}{h_L} \right), \text{ para } ETc \geq h_L$$

$$TR = \text{ARREDONDAR PARA MENOS} \left(\frac{h_L}{ETc} \right), \text{ para } ETc < h_L$$



Perfis de bulbos molhados formados por ponto de emissão superficial de 4 L h^{-1} , depois de 1 h (a), 2 h (b), 4 h (c) e 7 h (d) de aplicação de água, no Argissolo Vermelho Amarelo



Técnicas de manejo para economizar água

- Irrigação de pré-plantio – o mínimo possível para formar o bulbo que esteja em conformidade com o sistema radicular e para lixiviar os sais
- Manter frequência de irrigação mínima possível para minimizar a evaporação do solo e que mantenha a



Técnicas de manejo para economizar água

- Suspende gradativamente a irrigação no período de maturação dos frutos, e se o solo tem boa capacidade de armazenamento de água, a suspensão das irrigações poderá ser antecipada
- Em solos arenosos, as lâminas de irrigação devem ser fracionadas, e a aplicação de pulsos permite enlarguecer o bulbo
- O fluxo de água dentro do solo é maior para o solo muito úmido - Eficiência

$$q = \alpha \cdot e^{\eta} \left(1 + \frac{\Delta h}{\Delta z}\right)$$



Customização e implantação de software para manejo de culturas, solos e irrigação no Distrito de Irrigação do Baixo Assu

- Software Perímetro 1.0 - gerenciamento visual de distritos de irrigação, representando graficamente perímetros de irrigação, seus elementos constituintes e lotes. Nele é considerada a distribuição da água por meio de canais, tubulações e misto, estimando a vazão total a ser fornecida pela adutora ou sistema de bombeamento principal, informando a vazão necessária em cada ponto da rede de distribuição de água.
- Possui uma interface visual definida por um plano referenciado por longitude e latitude correspondente ao mapa digitalizado do perímetro irrigado, materializando a rede de distribuição de água.
- Cadastro de clima, cultura, solo, água e equipamentos de irrigação por lote



Customização e implantação de software para manejo de culturas, solos e irrigação no Distrito de Irrigação do Baixo Assu

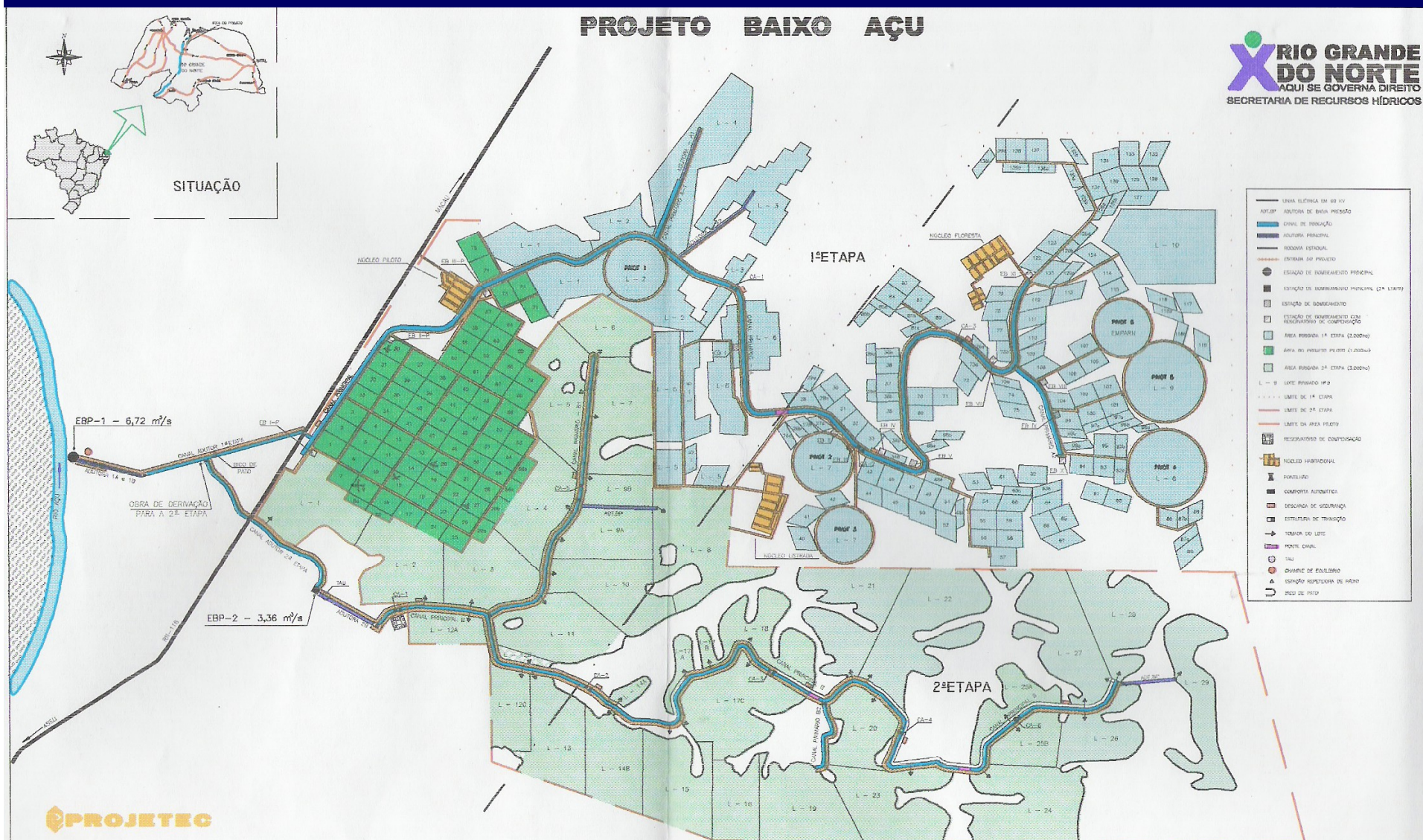
Através do balanço de água no solo de cada lote cadastrado, calcula-se periodicamente a necessidade de irrigação - controle visual identifica na tela do computador sua localização e a vazão necessária no sistema de distribuição

- Cadastro via internet - Para efetivar o acesso via Internet para obtenção dos dados climáticos será utilizada a API Socket
- Otimização dos recursos hídricos - Para a otimização dos recursos hídricos será utilizado o método Simplex
- Comunicação WAP

WAP é acrônimo de Wireless Application Protocol (Protocolo para Aplicação Sem Fio). Seu serviço especifica ambiente de aplicação e pilha de protocolos para dispositivos sem fio, tais como telefones celulares, pagers, PDA's (Personal Digital Assistants) e rádio.



Exemplo de irrigação em projeto público e privado





Profundidade da barreira no DIBA - Projeto Piloto

Classificação do solo	Área (ha)	Profundidade	Drenagem	Textura/Observações
Podzólico Verm.- Amar. Eutrófico (PE1)	8,05	Profundo (P > 1,3 m)	Boa a Moderada	Arenosa/média Condut. baixa do substrato Plana
Podzólico Verm.- Amar. Eutrófico (PE2)	240,95	Média (P < 0,8 m)	Moderada a Imperfeita	Média; Argilosa Condut. baixa do substrato Plano a ligeira elevação
Cambissolo Eutrófico (CE1)	83,23	Profundo (P > 1,5 m)	Boa, na maioria	Média Substrato calcário Plana
Cambissolo Eutrófico (CE2)	555,07	Média (P - 0,8 a 1,1 m)	Moderada	Media Substrato calcário Plana a ligeira elevação
Cambissolo Eutrófico (CE3)	1232,01	Raso (P - 50 cm)	Moderada a imperfeita	Média a Argilosa Substrato calcário Plana a ligeira elevação
Total				



Projeto DIBA

Projeto Piloto – 450 ha– Irrigação por aspersão e micro

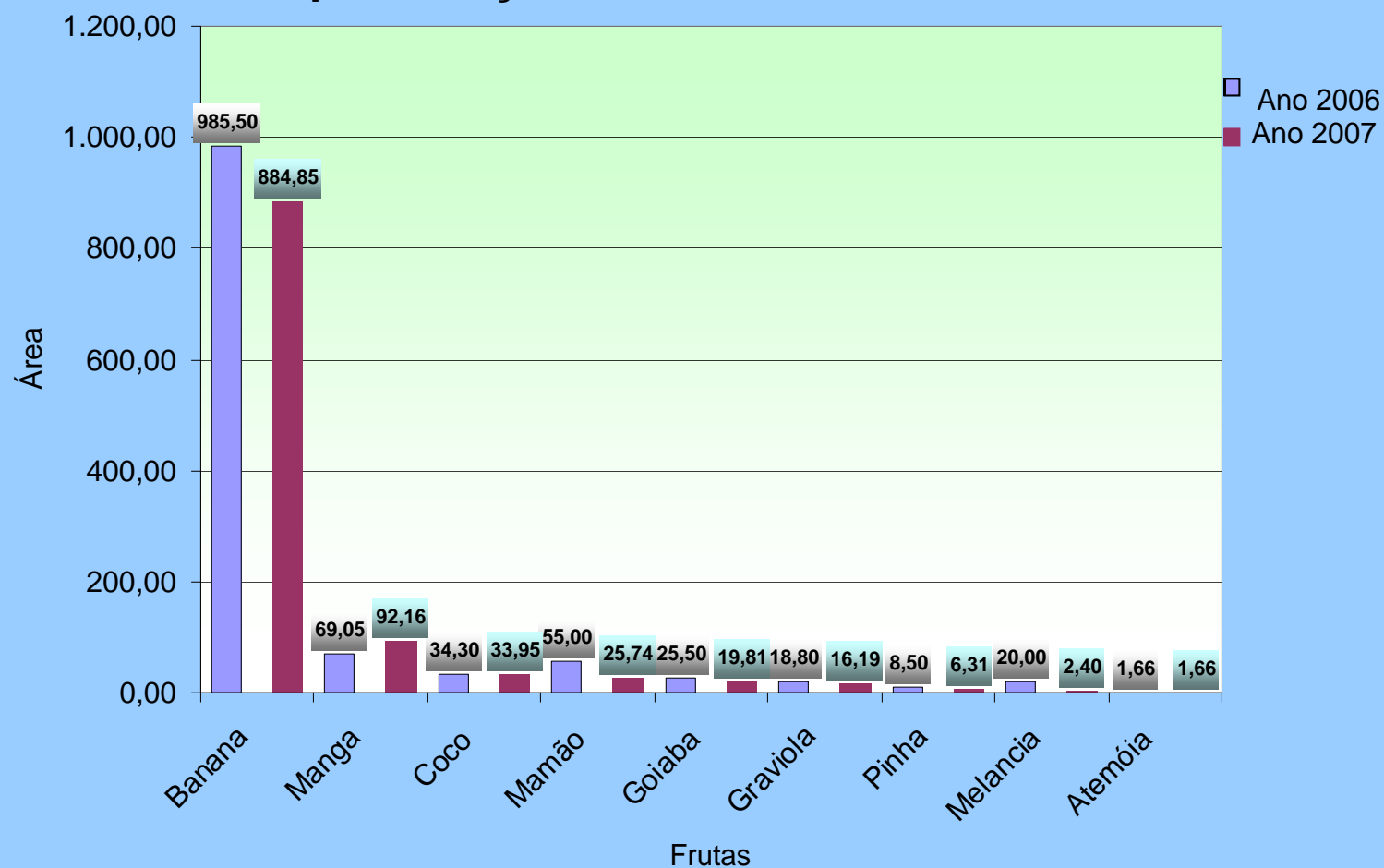
Projeto Etapa I – 2500 ha – micro, gotejamento, aspersão e pivô central

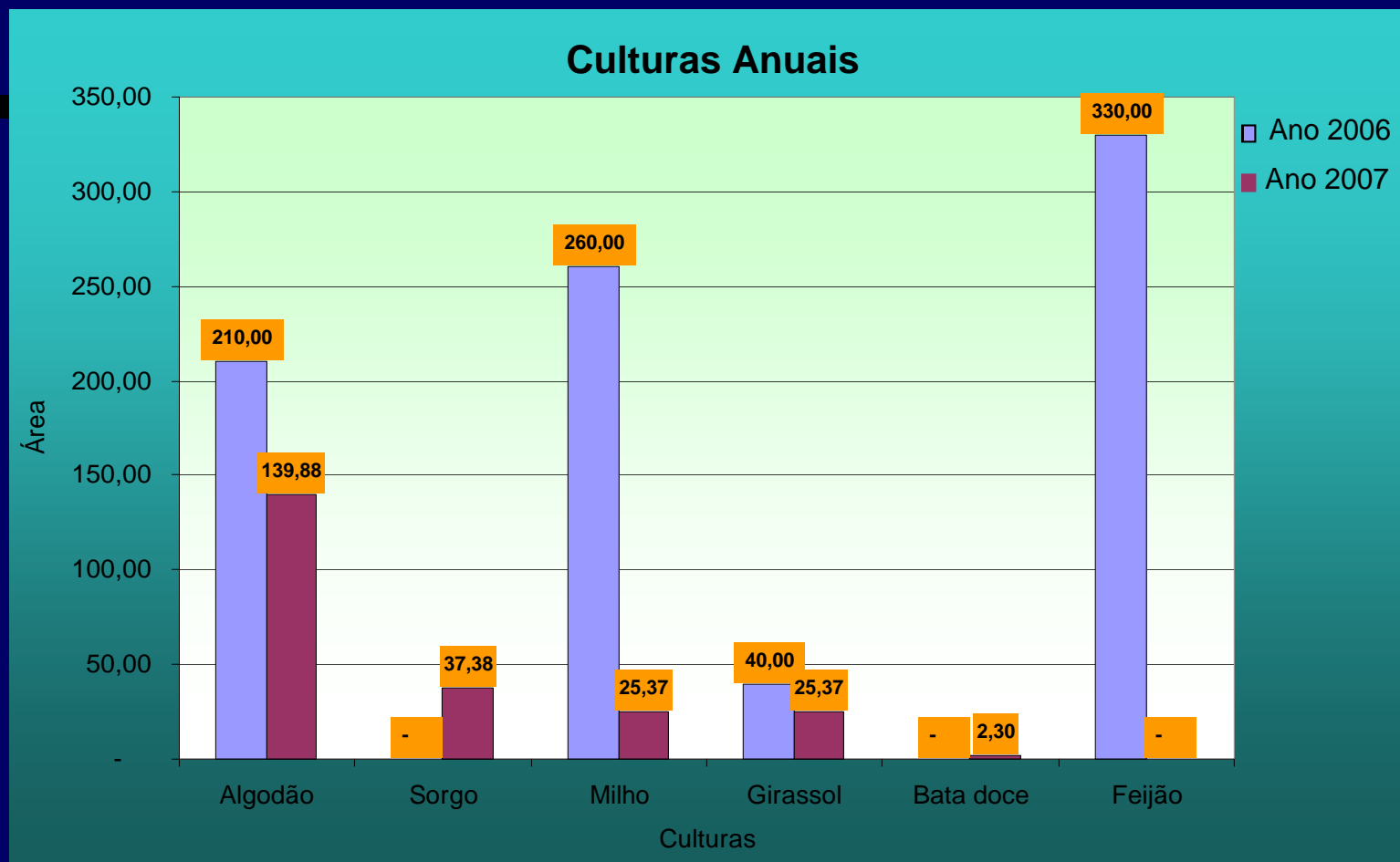
Uniformidade de aplicação da aspersão – 40 a 60%

Irrigações deficitária na banana no Projeto Piloto

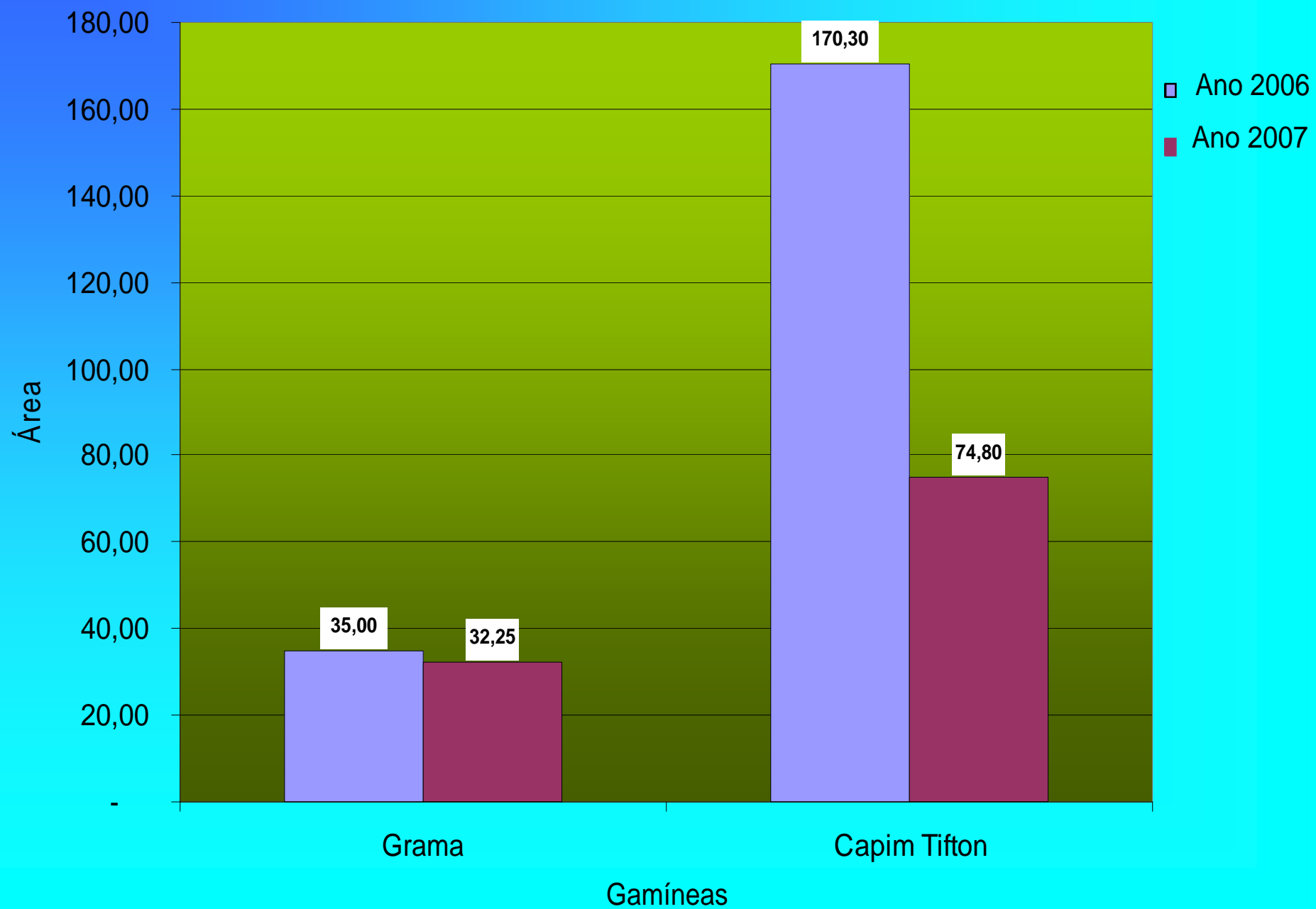


Representação Gráfica da Área das Frutas

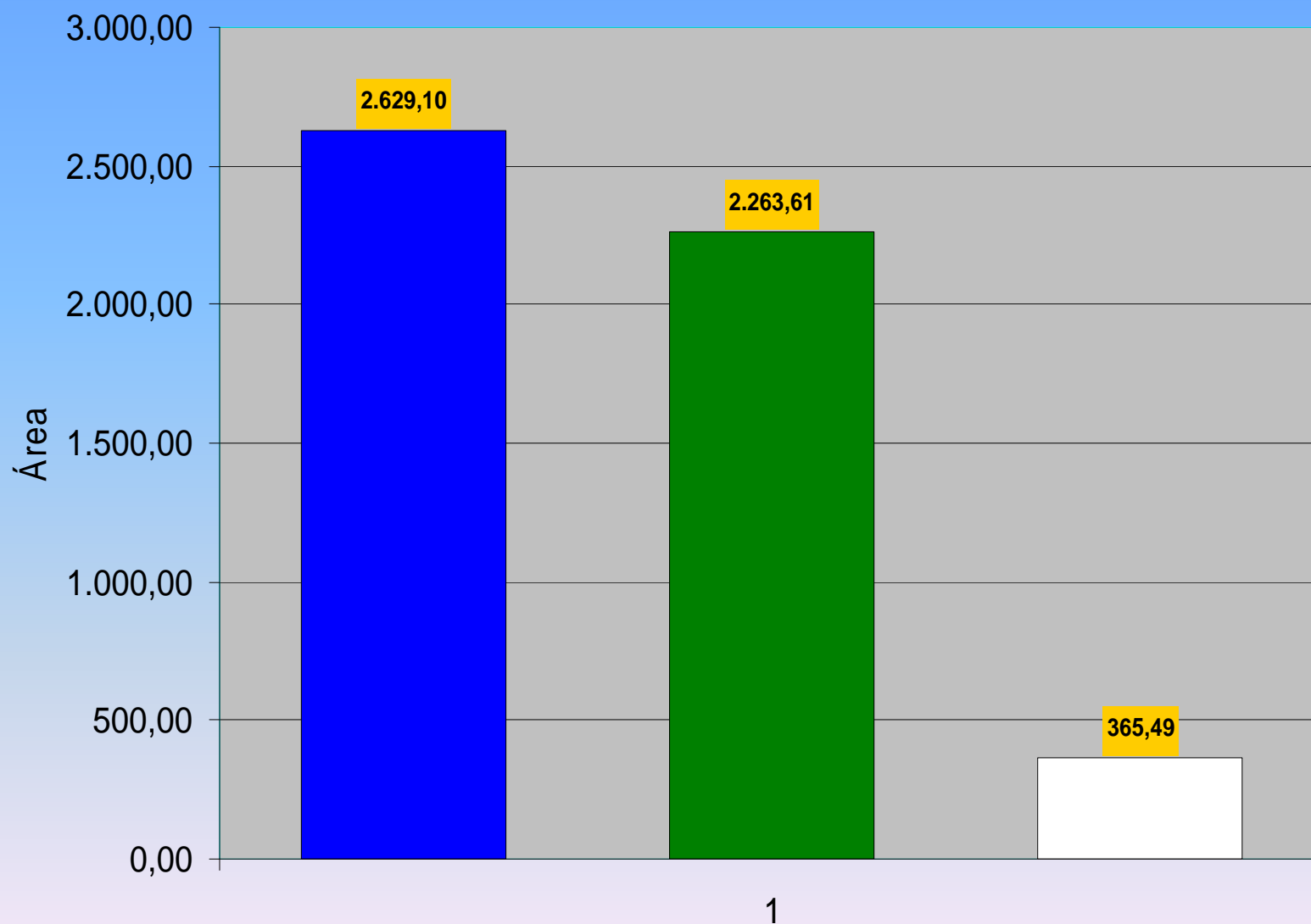




Área das Gramíneas

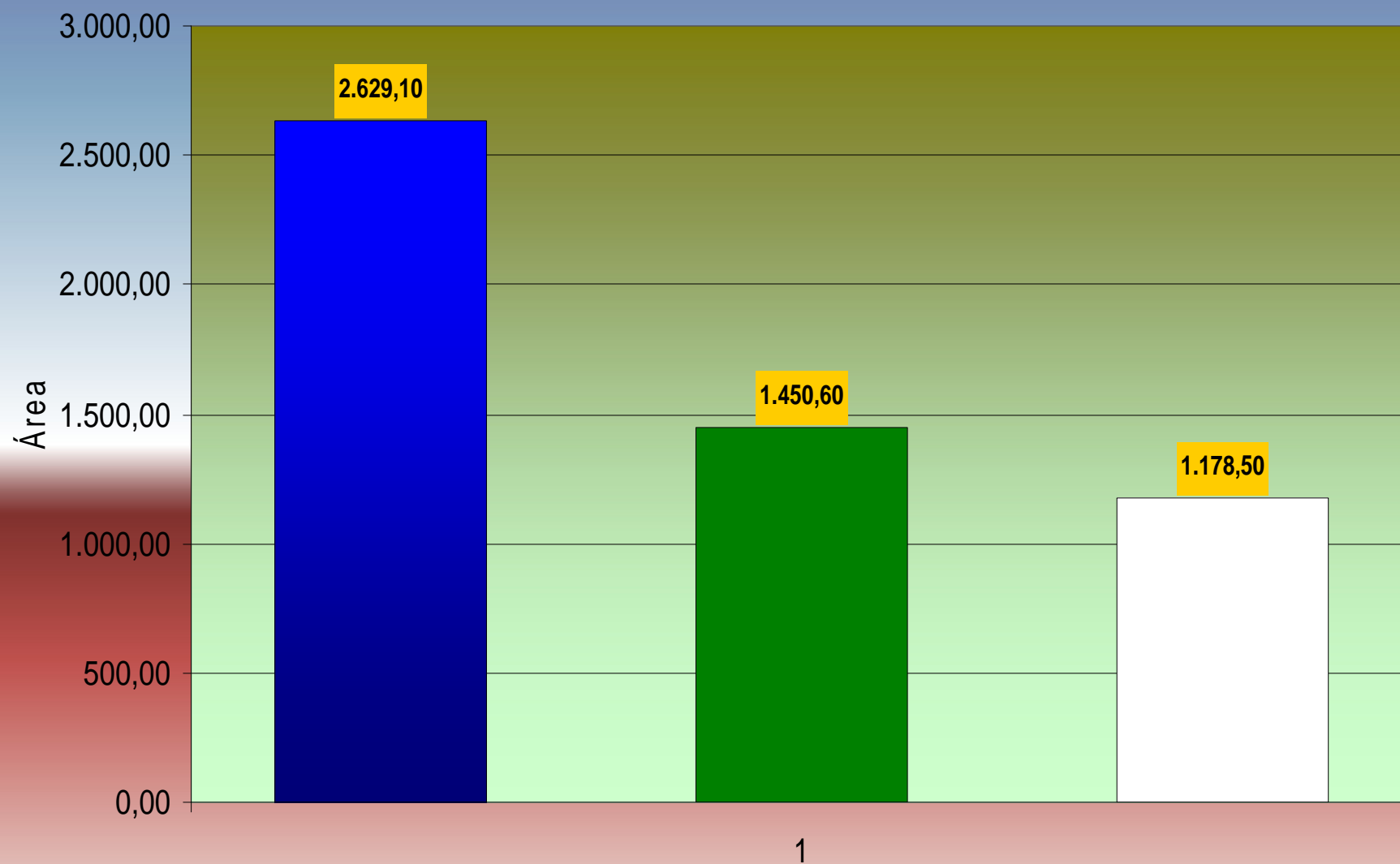


SITUAÇÃO / 2006



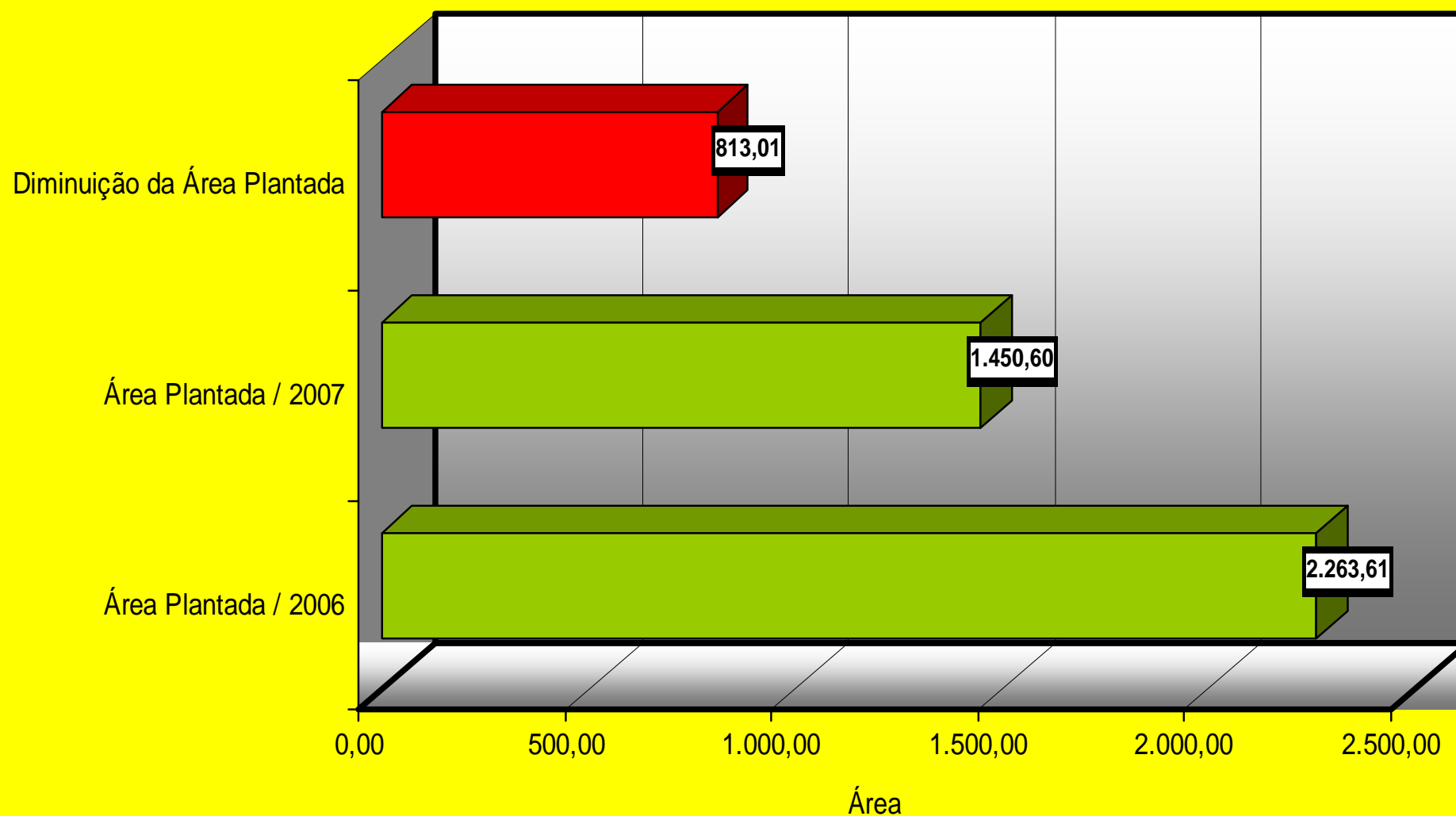
■ Área 1ª Etapa (ha) ■ Área Plantada / 2006 □ Área Ociosa

SITUAÇÃO/2007




■ Área 1ª Etapa (ha) ■ Área Plantada / 2007 □ Área Ociosa

SITUAÇÃO ATUAL (Preocupante) !



■ Área Plantada / 2006 ■ Área Plantada / 2007 ■ Diminuição da Área Plantada

Principais motivos que levaram à diminuição da área plantada

- 
- ✓ Falta de cooperação entre os irrigantes no que tange a comercialização dos produtos agrícolas e aquisição de insumos;
 - ✓ Falta de infra-estrutura de comercialização;
 - ✓ Problema de pressão nos setores V, X e XI;
 - ✓ Alto índice de salinização no distrito, principalmente no projeto piloto;
 - ✓ Altos índices de sigatoka amarela;
 - ✓ Monocultura da banana;
 - ✓ Estradas secundárias precárias;
 - ✓ Titularização nos lotes por parte do Estado e DNOCS.
 - 26 lotes do DNOCS.
 - 75 lotes do Estado.

Plantio de Manga



Plantio de Mamão



Plantio de Goiaba com vista ao plantio da bananeira



Colheita do Feno



Pivô central irrigando a cultura do algodão





EXEMPLO DE IRRIGAÇÃO PRIVADA EM ÁREA PRIVADA

(SÓCIO DA POTYFRUTAS -
COOPYFRUTAS)





Área cultivada por ano – 150 ha

Número de empregados – 130

Número de poços - 4 (240 m³/h) – 50 ha irrigados de uma vez no período de maior demanda

CE da água – 2,5 dS/m

Prof do ND – 20 m

Faturamento – R\$2.500.000 a 3.000.000 por ano

Cultura melão e melancia

Irrigação - gotejamento



Vazão média (Qm), uniformidade de emissão de água (UA), uniformidade na distribuição de fertilizantes (UF) e pressão no final das laterais nas áreas cultivadas com melão nas fazendas do Grupo COOPYFRUTAS

Fazendas	Parcelas	Qm (L.h ⁻¹)	UA (%)	Avaliação	UF (%)	Avaliação	Pressão kgf.cm ⁻²
Dinamarca	18	1,6	96,4	excelente	96,8	excelente	0,7
	40	1,0	61,4	Pobre	95,2	excelente	0,35
Brazil Melon	11	1,2	93,4	excelente	X	x	0,75
	18	1,6	95,4	excelente	X	x	0,5
Norfruit	26	1,6	92,7	excelente	98,5	excelente	0,75
	24	1,6	95,5	excelente	95,8	excelente	0,8
JNC	9	1,6	95,3	excelente	92,2	excelente	0,75
	14	1,6	94,1	excelente	91,2	excelente	0,75
Sítio Jardim	14	1,2	96,1	excelente	87,9	bom	0,6



Tempo de irrigação diário (horas) – $Q = 20 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{h}$

		-----Semanas-----										
Fazendas	Pré-irr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Melão Amarelo												
Dinamarca	2 dias 6 hs	2	2	3	4	4	6	8	8	10	8	6
Brazil Melon	2 dias 6 hs	2	2	4	4	4	6	9	10	10	8	4
Norfruit	2 dias 6 hs	2	2	2	2	4	8	12	12	6	6	2
Sítio Jardim	2 dias 2 hs	2	2	2	2	5	5	6	6	6	4	3
Santa Alzira	2 dias 2 hs	2	2	2	3	5	5	6	6	6	6	5
L. requerida*	1 dia 6hs	2	2	2	3	5	7	7	7	6	5	5
Melão Gália												
Dinamarca	2 dias 6 hs	2	2	3	4	4	6	8	14	12	12	8
Brazil Melon	2 dias 6 hs	2	4	4	4	6	7	8	10	10	8	6
Norfruit	1 dia 6 hs	2	4	4	4	6	7	8	10	10	8	6
L. requerida*	1 dia 6hs	2	2	2	2	4	6	7	7	7	6	5



Tempo de irrigação diário (horas) – $Q = 20 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{h}$

		-----Semanas-----										
Fazendas	Pré-irr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Melão Cantaloupe												
Dinamarca	2 dias 6 hs	2	3	4	4	5	6	7	7	6	6	-
Brazil Melon	2 dias 6 hs	3	4	4	4	6	7	8	8	6	4	-
Norfruit	1 dia 6 hs	2	3	4	4	6	6	8	8	6	6	-
L. requerida*	1 dia 6hs	2	2	2	2	3	5	6	6	5	5	-
Melão Pele de Sapo												
Dinamarca	2 dias 6 hs	2	2	3	4	4	6	10	12	14	10	8
Brazil Melon	2 dias 6 hs	2	2	4	6	6	10	14	16	14	12	10
Norfruit	2 dias 6 hs	2	2	4	6	6	8	14	14	10	10	10
L. requerida*	1 dia 6 hs	2	2	2	2	3	6	7	7	7	7	6



Obrigado

jfmedeir@ufersa.edu.br