

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO**

PROJETO KaR

Relatório Técnico

**Área demonstrativa:
Barragem Subterrânea - Cafundó II**

“É muito bom quando os meninos da universidade chegam aqui. A gente só tem a ganhar. Já aprendi como economizar água e dinheiro”.

José de Souza Filho – proprietário de Cafundó II Em entrevista ao Jornal do Commercio em novembro, 2004



Fonte: JC, 28.11.2004

Tháisa Alcoforado

Engenheira Civil – aluna de mestrado UFPE

Suzana Montenegro

Professora UFPE – Departamento de Eng. Civil

Novembro.2005



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

RELATÓRIO DA AVALIAÇÃO DO MANEJO DA IRRIGAÇÃO
EM ÁREA EXPERIMENTAL EM CAFUNDÓ II,
MUTUCA, BRASIL

Relatório de atividades apresentado ao Projeto KaR, parte integrante da dissertação de mestrado do programa de Pós Graduação em Engenharia Civil – Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos.

Eng. Thaísa Alcoforado de Almeida

Mestranda UFPE

Professora Suzana Montenegro

Orientadora UFPE

Novembro.2005

Sumário

1. O experimento
2. Instrumentação – instalação de equipamentos
3. Avaliação da qualidade da água de irrigação
4. O manejo aplicado a Área 1
5. Avaliação preliminar
 - 5.1. Avaliação da contaminação da água de irrigação
 - 5.2. Determinação da lâmina de irrigação aplicada
6. Transferência tecnológica e impacto social
7. Considerações Finais

1. O experimento

O experimento foi realizado no primeiro semestre de 2005 (abril a junho), caracterizado por um período de seca seguido de chuvas espaçadas pelo início do inverno na região. Nas três áreas foi praticada a cultura do repolho. As sementes da cultura de repolho foram plantadas em sementeira e aos 20 dias foram transplantadas para as áreas A1 e A2, e com 30 dias para a área A3.

A área A1 tem aproximadamente 0,2 ha, está localizada a aproximadamente 1 metro acima do nível do riacho, possuindo um embasamento rochoso, sem influência local do lençol freático, onde foi utilizada a irrigação por aspersão convencional. A segunda área (A2) de 0,5 ha está localizada no leito do riacho temporário Mimoso, apresentando um perfil arenoso com acúmulo superficial de material argiloso proveniente das encostas, onde é utilizada irrigação por micro aspersão. A terceira área (A3), também de 0,5 ha, é caracterizada por sua locação em várzea, rica de material carreado ao longo de seu perfil, onde também é utilizada a irrigação por micro aspersão (Figura 1 e 2).

As áreas A2 e A3 não seguiram qualquer manejo de irrigação, apenas a experiência do agricultor foi considerada. Em contrapartida, a área A1 seguiu o manejo de irrigação proposto no item abaixo.



Figura 1. Área A1. Cultura do repolho.

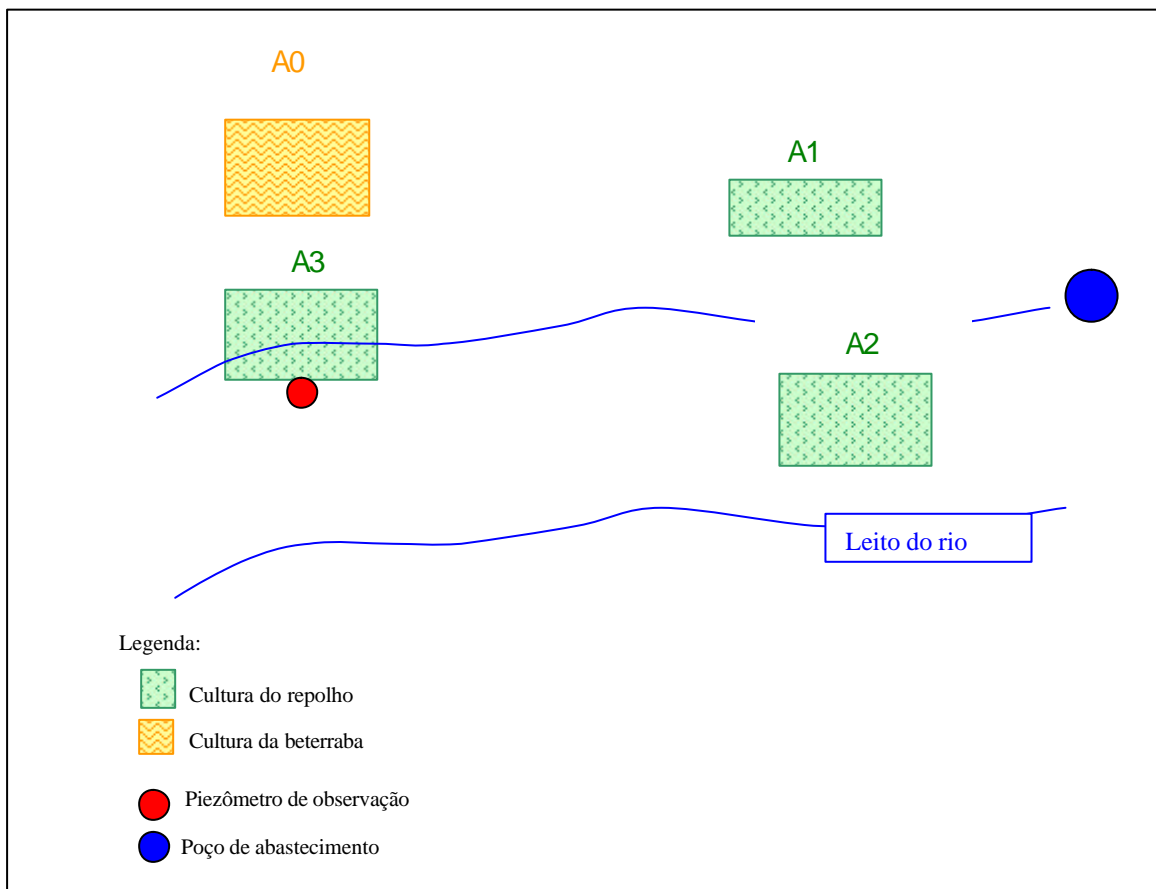


Figura 2. Esquema representativo das áreas experimentais, a montante da barragem de Cafundó 2.

2. Instrumentação – instalação de equipamentos

Para caracterização da área, foram utilizados dados de precipitação e evaporação provenientes de um pluviômetro e de um tanque classe A instalados previamente na área. A instalação de um hidrômetro permitiu a obtenção dos volumes de água subterrânea aplicados na irrigação.

No lote, foram instaladas réguas tensiométricas para determinação dos potenciais de pressão a diferentes profundidades: 10, 20, 30, 40, 60, 80, 100, 120 cm a fim de monitorar o potencial matricial do solo.

Próximo à estação tensiométrica, cápsulas de Teflon® porosas a 20, 30, 40 e 50 cm foram instaladas para extração de solução do solo para avaliação química da água do solo, visando a estimativa da contaminação.

Os registros de leitura foram efetuados pelo agricultor, proprietário do lote, sob orientação. As leituras foram ser feitas no turno da manhã e sempre às 7 horas da manhã. A irrigação foi programada para a noite, de modo a minimizar os efeitos da evaporação.

3. Avaliação da qualidade da água de irrigação

A investigação teve início pela água subterrânea que serve de fonte para a prática da irrigação, o que por ventura poderia incrementar as concentrações de possíveis poluentes existentes. A pesquisa neste âmbito foi efetuada em dois pontos específicos: um piezômetro de investigação instalado a jusante da área e no poço de extração do tipo amazonas que foi utilizado para captação de água para irrigação, localizados respectivamente a distâncias de 100m e 300m da área cultivada (Figura 3.4). Desta forma, poder-se-ia avaliar a situação inicial da área quanto à forma e quantidade de contaminação preexistente a pesquisa.

O estudo de contaminação das águas subterrâneas abordou a investigação dos agrotóxicos do tipo organohalogenados e organofosforados de uso em âmbito nacional no Brasil. Os agrotóxicos investigados foram: aldrin, aletrina, azinfós etil, azinfós metil, azoxystrobin, bifentrina, bioaletrina, bromopropilato, captan, carbofenotion, ciflutrina, cipermetrina (cis e trans), ciproconazole, clordano (alfa e gama), clorotalonil, clorpirimifós etil, clorpirimifós metil, clorfenvinfós, DDT-total (o,p'- DDD; p,p'- DDD; o,p'- DDE; p,p'- DDE; o,p'- DDT e p,p'- DDT), deltametrina (I, II e III), diazinon, diclorvós, dicofol, dieldrin, difenoconazol, dimetoato, dissulfoton, endosulfan (alfa, beta e sulfato), endrin, esfenvarelato, etion, etoprofós, etrinfós, fenamifós, fenarimol,

fenpropatrin, fenitroton, fention, fentoato, fenvarelato, flutriafol, folpet, forate, HCB, HCH (alfa, beta e delta), heptacloro, heptacloro epóxido, iprodione, lambdacialotrina (I e II), lindano, malaixon, malation, metamidofós, metidation, mevinfos, miclobutanil, mirex, oxifluorfen, paration etil, paration metil, paraoxon etil, permetrina (cis e trans), pirazofós, pirimifós etil, pirimifós metil, procimidona, profenofós, propiconazole, tebuconazole, terbufós, tetradifon, triazofós, triclofon, triflurarina, vamidation, vinclozolin.

A avaliação de parâmetros indicadores de qualidade de água foram analisados em duas coletas distintas. Os parâmetros analisados são: CE (dS/cm a 25°C), pH, amônia em NH₃, nitrito em N, nitrato em N, alcalinidade de hidróxidos em CaCO₃, alcalinidade de carbonatos em CaCO₃, alcalinidade de bicarbonatos em CaCO₃, alcalinidade total em CaCO₃, dureza total em CaCO₃, fosfato em P, Ca²⁺(cálcio), Mg²⁺(magnésio), Na⁺(sódio), K⁺(potássio), Cl⁻(cloreto), SO₄²⁻(sulfato), NO₃⁻(Nitrato), HCO₃⁻(Bicarbonato). (Al-Senafy e Abraham, 2004; Babiker et al., 2004; Brandão et al., 1999).

4. O manejo aplicado a Área 1

O agricultor irrigante praticava a irrigação e forma empírica em lotes predeterminados e seguindo o manejo baseado nas leituras de tanque classe A e pluviômetro, combinado a testes de aplicação de lâmina em cada lote irrigado.

Na aplicação do manejo na irrigação, o agricultor utilizou equações matemáticas de simples cálculo. O tempo de irrigação foi determinado pela relação:

$$T_{\text{irrigação}} = \frac{\text{reposição da evapotranspiração } (L_R) \times \text{taxa de aplicação}}{\text{eficiência de aplicação}}$$

A taxa de aplicação foi previamente determinada por testes de lâmina desenvolvidos pelo agricultor, in loco, resultado numa constante fixa, em milímetros por minuto. A eficiência foi considerada constante de 90%.

A reposição da evaporação, L_R , era calculada também pelo irrigante. Seguindo as leituras diárias de precipitação e evaporação, a seguinte relação foi aplicada:

$$L_R = (P - E_0) \cdot K_P \cdot K_C$$

onde,

P é a precipitação, em mm;

E_o é a leitura da evaporação no tanque classe A, em mm;

K_p é o fator de correção do tanque, 0,75;

K_C é o coeficiente da cultura.

Como forma de avaliar a quantidade de água aplicada na irrigação foi solicitado que o agricultor registrasse diariamente o tempo de irrigação em cada lote.

Para determinação do turno de rega, as réguas tensiométricas agiram como guia, identificando a umidade ao longo do perfil do solo e orientando o agricultor qual seria o momento de aplicar a irrigação quando o solo encontrava-se seco.

5. Avaliação preliminar

5.1. Avaliação da contaminação da água de irrigação

O estudo de contaminação das águas subterrâneas abordou a investigação dos agrotóxicos do tipo organohalogenados e organofosforados de uso em âmbito nacional no Brasil. Os agrotóxicos investigados estão listados anteriormente. As análises de laboratório das amostras coletadas antes do plantio no poço de abastecimento e no piezômetro de observação não registraram contaminação por qualquer agrotóxico nas águas subterrâneas.

Este resultado levou à hipótese da concentração da contaminação se dar no meio não-saturado, o que foi tentativamente investigado através da extração de solução pelas cápsulas porosas previamente instaladas. A extração foi conduzida por sucção pelo período de 24 horas. Tendo em vista que o volume de solução coletado neste tempo foi inferior ao mínimo necessário para análise laboratorial, e que o aumento do tempo de extração levaria à exposição do material à grande variação de temperatura por um longo período (o que levaria à degradação da amostra e conseqüentemente a perda de suas características), não se dispõe até o momento de valores de campo para as concentrações no perfil. Metodologia alternativa será investigada para este fim.

Na análise físico-química da água, não existem grandes discrepâncias entre os dois pontos amostrados (Quadro 1), estando dentro dos padrões admitidos pela legislação vigente para água de rega. A salinidade da água expressa pela condutividade elétrica supera o limite de tolerância da cultura (2500 dS/cm), que pode levar ao início do processo de perda de produção.

Quadro 1 – Análise físico-química da água coletada nos pontos amostrais (novembro 2004), em período anterior ao plantio.

Parâmetro	Poço de abastecimento	Piezômetro de observação
CE ($\mu\text{S}/\text{cm}$ a 25°C)	3330,00	3250,00
pH	7,40	7,20
Amônia em NH_3 (mg/L)	ND*	ND*
Nitrito em N (mg/L)	0,01	0,004
Nitrato em N (mg/L)	0,55	0,14
Alcalinidade de hidróxidos em CaCO_3 (mg/L)	0,00	0,00
Alcalinidade de carbonatos em CaCO_3 (mg/L)	0,00	0,00
Alcalinidade de bicarbonatos em CaCO_3 (mg/L)	264,30	252,30
Alcalinidade total em CaCO_3 (mg/L)	264,30	252,30
Dureza total em CaCO_3 (mg/L)	730,60	666,00
Fosfato em P (mg/L)	0,44	0,40
Ca^{2+} (Cálcio)	153,20	147,30
	(mg/L)	
	(mmol(+)/L)	
Mg^{2+} (Magnésio)	7,65	7,35
	(mg/L)	
	(mmol(+)/L)	
Na^+ (Sódio)	84,50	72,40
	(mg/L)	
	(mmol(+)/L)	
K^+ (Potássio)	356,50	299,00
	(mg/L)	
	(mmol(+)/L)	
Cl^- (Cloro)	15,51	13,01
	(mg/L)	
	(mmol(+)/L)	
SO_4^{2-} (Sulfato)	8,20	10,90
	(mg/L)	
	(mmol(-)/L)	
NO_3^- (Nitrato)	0,21	0,28
	(mg/L)	
	(mmol(-)/L)	
HCO_3^- (Bicarbonato)	808,80	686,30
	(mg/L)	
	(mmol(-)/L)	
	22,81	19,35
	(mg/L)	
	(mmol(-)/L)	
	98,60	92,70
	(mg/L)	
	(mmol(-)/L)	
	2,05	1,93
	(mg/L)	
	(mmol(-)/L)	
	2,40	0,60
	(mg/L)	
	(mmol(-)/L)	
	0,04	0,01
	(mg/L)	
	(mmol(-)/L)	
	322,40	307,70
	(mg/L)	
	(mmol(-)/L)	
	5,28	5,04
	(mg/L)	
	(mmol(-)/L)	

Metodologia de análises: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 19th ed.1995.

*ND = não detectado – limite de detecção: Amônia em NH_3 : 0,1 mg/L; Nitrito em N: 0,002 mg/L.

5.2. Determinação da lâmina de irrigação aplicada

Testes de lâmina foram desenvolvidos nas áreas. Ao sistema de aspersão convencional instalado na área A1, foi estimada uma taxa de 10,1 mm/h. Aos sistemas de microaspersão das áreas A2 e A3 foram estimados, respectivamente, 3,63 mm/h e 4,14 mm/h.

Como discutido na seção anterior, o manejo da irrigação foi calculado a partir das leituras de precipitação em pluviômetro e evaporação em tanque classe A (Figura 3).

A partir dos registros dos tempos de irrigação efetuados pelo agricultor, pode ser determinada a lâmina diária de irrigação aplicada em cada área. Nenhum turno de rega foi previamente determinado, regido apenas pela existência ou não de precipitação, e pela demanda hídrica da cultura quando da não ocorrência desta (Figura 4).

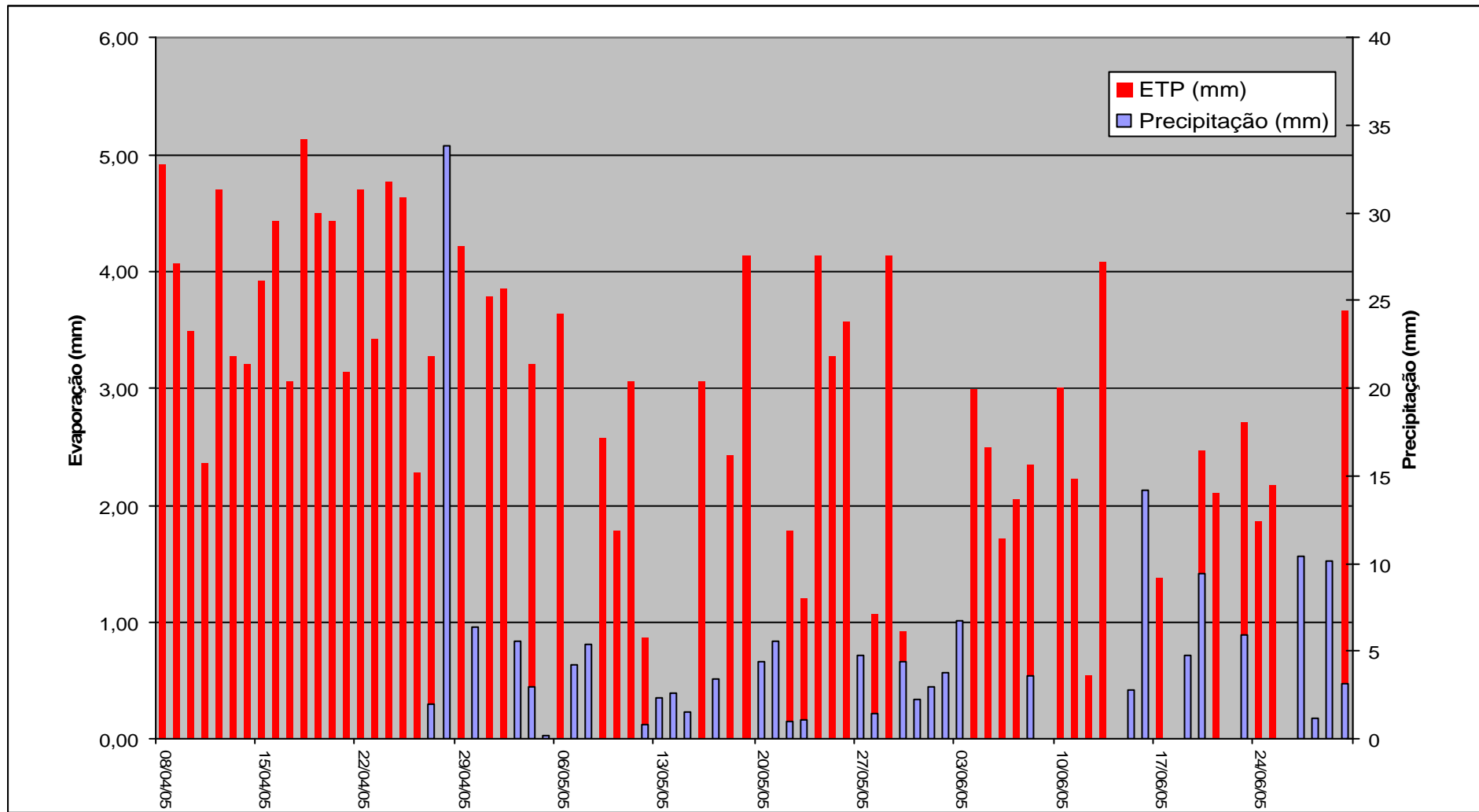
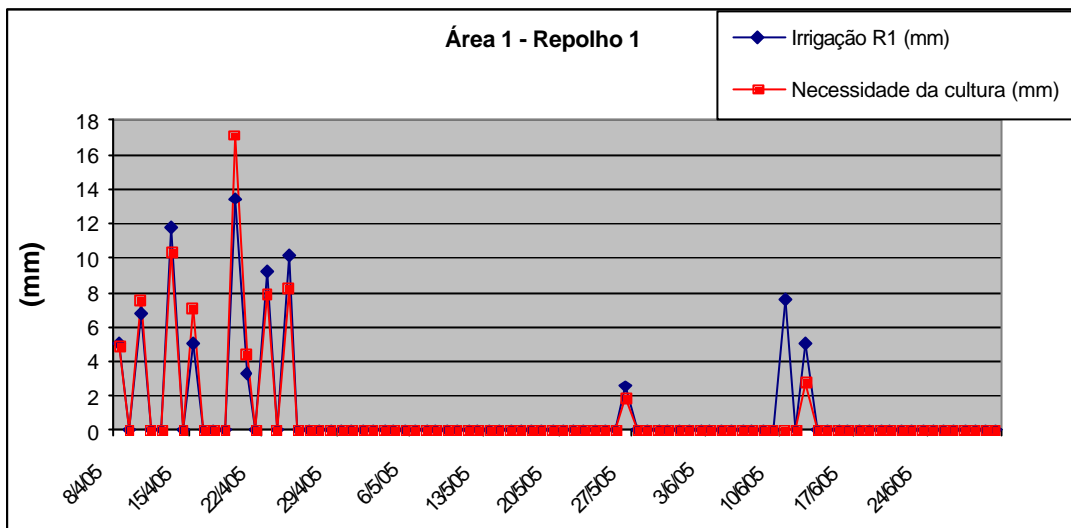
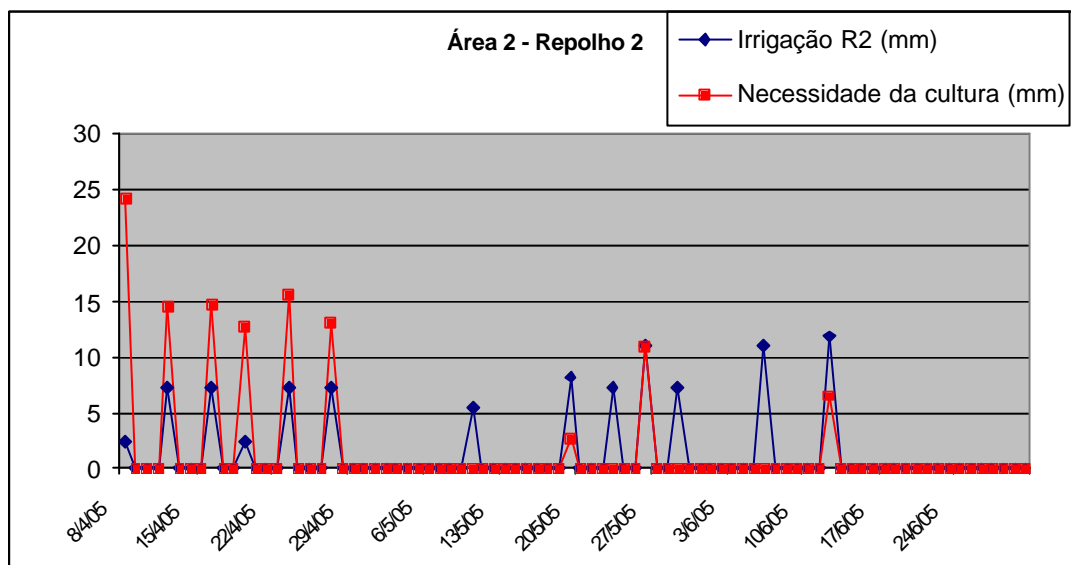


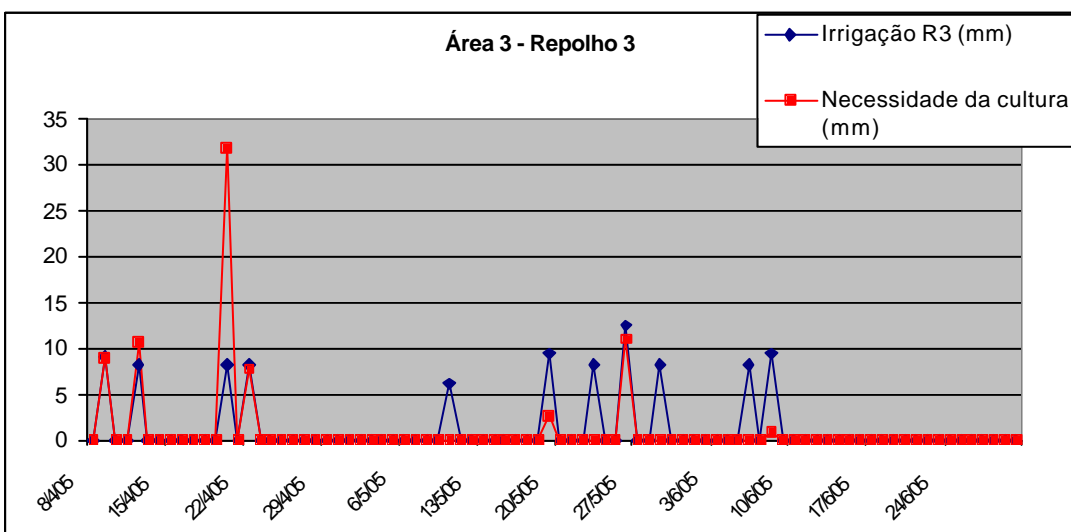
Figura 3. Evapotranspiração potencial e precipitação, em mm, para o período de avaliação (08.04.2005 a 30.06.2005).



(a)



(b)



(c)

Figura 4. Lâmina de irrigação aplicada e demanda hídrica acumulada da cultura no dia da aplicação.

A Figura 4.a, apresenta a área com manejo orientado pelos registros de precipitação, pelo pluviômetro e evaporação pelo tanque classe A. É possível observar que a demanda é normalmente atendida, respeitando a necessidade de estresse hídrico da cultura na fase de crescimento. É observada no fim do período a ocorrência da irrigação mesmo havendo demanda nula da cultura por esta ter sido atendida pelos eventos de chuva ocorridos no período. Atribui-se a essa irrigação, a falha do agricultor em seguir o manejo.

Nas Figuras 4.b e 4.c, onde o manejo da irrigação seguiu apenas a experiência do irrigante, observa-se grande estresse hídrico no período inicial da cultura e, no fim do período, oferta hídrica pela irrigação mesmo sem demanda pela cultura, devido a existência de índices de precipitação nesse período.

Em geral, a experiência do agricultor atende a demanda total da cultura, entretanto não há qualquer preocupação com a distribuição temporal da aplicação da irrigação, causando grandes estresses desnecessários e aplicação de lâminas de irrigação em dias úmidos.

Na avaliação do volume total de água utilizado na irrigação, as três áreas apresentam valores semelhantes, mas apenas a área 1 apresenta uma certa uniformidade na distribuição destes (Figura 5).

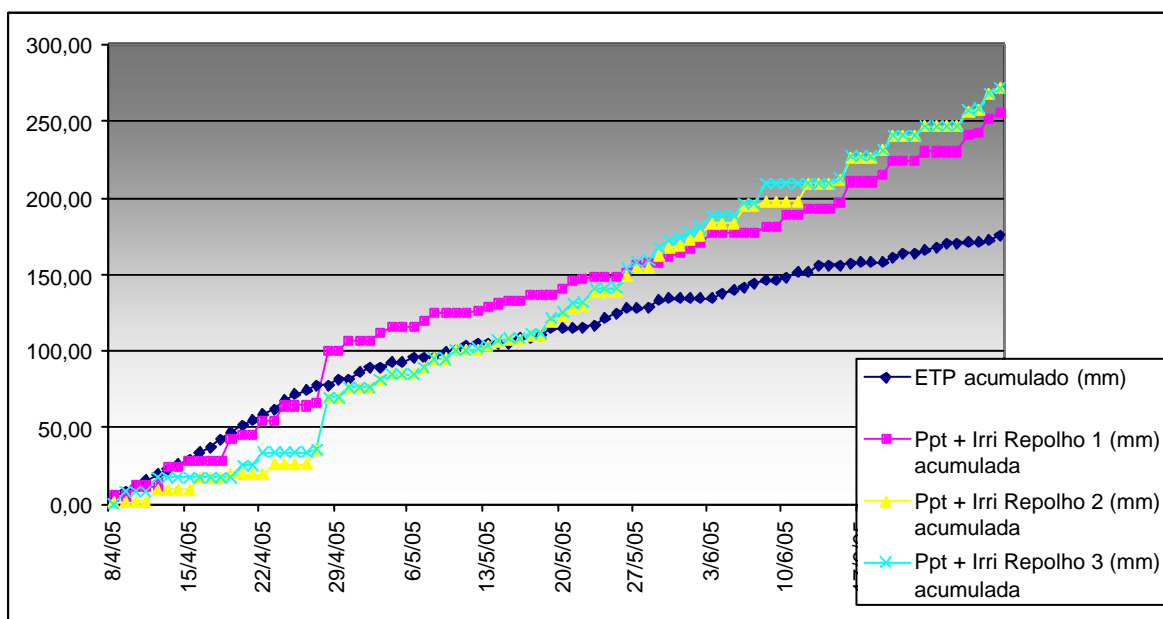


Figura 5. Valores acumulados de oferta e demanda hídrica nas três áreas irrigadas.

O quadro 2 complementa essa análise, avaliando o uso de sistemas e a eficiência do manejo na economia hídrica dos lotes. Observa-se também nesse quadro a variação da salinidade do solo ao longo do perfil, que é suportada pela influência da ascensão capilar do lençol subterrâneo nas áreas 2 e 3.

Quadro 2 – Comparação entre os três lotes irrigados.

Localidade	Mutuca	Mutuca	Mutuca
Lote	R1	R2	R3
Proprietário	Sr. José	Sr. José / Roberto	Sr. José / Roberto
Cultura	Repolho	Repolho	Repolho
Período analisado	8/4/2005 - 30/06/2005	8/4/2005 - 30/06/2005	8/4/2005 - 30/06/2005
Manejo	Técnico	Empírico	Empírico
Tipo de irrigação	Aspersão convencional	Micro aspersão	Micro aspersão
Taxa de aplicação do sistema (mm/h)	10,1	3,63	4,14
Dias de aplicação da irrigação	11	13	11
Volume total de água aplicado (mm)	79,96	95,59	95,91
Profundidade média do lençol (m)	embasamento rochoso	3,00	3,50
Tipo de solo			
0-20	Areia Franca	Franco	Franco Arenoso
20-40	Areia Franca	Areia Franca	Areia Franca
40-60	Areia Franca	Franco Arenoso	Franco Arenoso
60-80	Areia Franca	Areia Franca	Areia Franca
80-100	Areia Franca	Areia	Areia
100-120	Areia Franca	Areia	Areia
Salinidade INICIAL do solo (dS/m)			
zona de raiz	2,21	3,065	7,863
zona não raiz	1,89	16,615	4,139

6. Transferência tecnológica e impacto social

Para o desenvolvimento desta pesquisa foi essencial a participação do agricultor local, como gestor de sua água e das tecnologias implementadas.

Como primeira ação desta pesquisa foi necessária a transferência de tecnologia ao irrigante, em forma de treinamento técnico. Conceitos técnicos como índice pluviométrico, evaporação, evapotranspiração, lâmina de irrigação e economia hídrica foram discutidos entre a equipe técnica e o grupo de agricultores. O treinamento obteve suporte de equipamentos técnicos, citados anteriormente, que foram instalados na área – tensiômetros, tanque Classe A e pluviômetro. A manutenção, leituras e aplicação destas informações foram efetuadas de forma exclusiva pelo agricultor irrigante, com

acompanhamento e orientação da equipe técnica do projeto. As leituras de evaporação e precipitação auxiliaram na determinação da lâmina de irrigação a ser aplicada, junto aos tensiômetros nas diversas profundidades que determinavam se o solo encontrava-se úmido ou não.

O processo de educação agro ecológica abordou técnicas de conservação de água no solo, como o uso de cobertura vegetal (Figura 6). Ainda, devido ao grande uso freqüente de produtos inorgânicos nocivos a saúde humana e a falta de proteção do usuário que os aplicam, foi trabalhada com o grupo de irrigantes a conscientização da proteção e a inserção do uso de equipamentos de proteção individual – EPIs (Figura 7).

A ação de capacitação tecnológica também obteve destaque na ação da integração do gênero feminino na atividade anteriormente máscula: a prática da irrigação. A irrigação sempre demandou força física que não pode ser desenvolvida por algumas mulheres, entretanto nesta pesquisa a mulher contribuiu para a otimização da produção atuando além do âmbito familiar. A mulher tomou a responsabilidade de efetuar as leituras, interpretar as informações numéricas e repassá-las ao grupo masculino que efetuava o manejo in loco. Dessa forma, a integração do gênero feminino na irrigação permitiu a inserção e valorização de seu trabalho além do domínio do lar, colocando-a numa posição nunca ocupada anteriormente.



Figura 6. Uso de cobertura vegetal para conservação de água no solo.



Figura 7. Uso de equipamentos de proteção individual para aplicação de agrotóxicos.

7. Considerações Finais

Esse relatório é parte integrante da dissertação de mestrado de Thaísa Alcoforado de Almeida, no Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil da UFPE. A referida pesquisa agradece ao apoio tecnológico, científico e financeiro de diversos projetos de pesquisa aqui citados:

- Projeto KaR, parceria entre UFPE / UFRPE / Universidade de Birmingham / Mott McDonald com financiamento do DFID;
- Projeto de Pesquisa UFPE, financiado pelo CNPq;
- Projeto de Cooperação Internacional UFPE / LNEC, com financiamento do CNPq/GRICES-Portugal.