

**JOSIMAR GURGEL FERNANDES**

**CARACTERIZAÇÃO DE ÁGUAS E SOLOS DO PERÍMETRO IRRIGADO  
CACHOEIRA II, SERRA TALHADA/PE**

**RECIFE – PE**

**2008**

JOSIMAR GURGEL FERNANDES

**CARACTERIZAÇÃO DE ÁGUAS E SOLOS DO PERÍMETRO IRRIGADO  
CACHOEIRA II, SERRA TALHADA/PE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte das exigências do Programa de Pós – Graduação em Ciência do Solo, para obtenção do título de “*Magister Scientiae*”.

Orientadora

Profa. Maria Betânia Galvão dos Santos Freire, Dra.

Co – Orientadores

Profa. Josiclêda Domiciano Galvíncio, Dra.

Prof. Marcelo Metri Corrêa, Dr.

RECIFE - PE

2008

## FICHA CATALOGRÁFICA

F363c Fernandes, Josimar Gurgel  
Caracterização de águas e solos do perímetro irrigado  
Cachoeira II, Serra Talhada – PE / Josimar Gurgel Fernandes. -- 2008.  
91 f. : il.

Orientadora : Maria Betânia Galvão dos Santos Freire  
Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciência do Solo) –  
Universidade Federal Rural de Pernambuco. Departamento de  
Agronomia.

Inclui anexo e bibliografia.

CDD 631.41

1. Salinidade
2. Sodicidade
3. Variabilidade espacial
4. Solos afetados por sais
5. Irrigação
6. PST
7. Serra Talhada (PE)
  - I. Freire, Maria Betânia Galvão dos Santos
  - II. Título

JOSIMAR GURGEL FERNANDES

Dissertação intitulada **CARACTERIZAÇÃO DE ÁGUAS E SOLOS DO PERÍMETRO IRRIGADO CACHOEIRA II, SERRA TALHADA/PE**, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como exigência para obtenção do título de Mestre, em 21 de janeiro de 2008.

---

Maria Betânia Galvão dos Santos Freire, Dra.  
**PRESIDENTE DA BANCA EXAMINADORA**

---

Marcelo Metri Corrêa  
**EXAMINADOR/UFRPE-UAG**

---

Hans Raj Gheyi  
**EXAMINADOR/UFCG**

---

Hugo Alberto Ruiz  
**EXAMINADOR/UFV**

"Aqueles que se enamoram somente da prática, sem cuidar da teoria, ou melhor, dizendo, da ciência, são como o piloto que embarca sem timão nem bússola. A prática deve alicerçar-se sobre uma boa teoria, à qual serve de guia a perspectiva; e em não entrando por esta porta, nunca se poderá fazer coisa perfeita nem na pintura, nem em nenhuma outra profissão".

***Leonardo Da Vinci***

Aos meus pais: Maria das Graças Gurgel Bessa  
João Fernandes Bessa

A minha irmã: Jomara Gurgel Fernandes

## **DEDICO**

Ao querido amigo e eterno orientador:  
Prof. Dr. Maurício de Oliveira (*In Merorian*)

## **OFEREÇO**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pela compreensão e presença em todos os momentos da vida.

A professora Maria Betânia Galvão dos Santos Freire, pela orientação, amizade, apoio, confiança, estímulo e, principalmente, pelo exemplo de profissionalismo e dedicação ao meio científico, sempre dando o melhor de si.

A professora Josiclêda Domiciano Galvíncio, pelo caráter, profissionalismo, dedicação à sua área de atuação, repassando conhecimentos e orientações no decurso desse trabalho.

A minha avó: Izaura Carvalho; tios e tias, representados por Geraldo Gurgel e Maria Pinheiro; primos e primas, pelo depósito de confiança em todos os momentos.

A todos que compõem o corpo docente desse estimado Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo.

Ao Professor Emídio Cantídio de Oliveira pelo esforço e dedicação na condução do projeto que financiou essa pesquisa.

Ao professor Marcelo Metri Corrêa pela valiosa contribuição a esse trabalho.

Ao DNOCS pela valiosa colaboração ao longo da pesquisa

Ao ITEP pelas informações cedidas

A Unidade Acadêmica de Serra Talhada – UAST.

A todos os amigos da turma do mestrado e doutorado, pelos momentos de descontração, amizade e ciência que jamais serão esquecidos.

Aos amigos do Laboratório de Química do Solo, em especial a Jailson Cunha, que muito contribuiu para o desenvolvimento desse trabalho.

À Socorro Santana, símbolo de simpatia e paciência; Anacleto; Zeca; Noca, pela ajuda ao longo do curso.

A Patrícia Ribeiro, por todos os momentos que passamos juntos.

Aos amigos da república (Eriberto, Cauê, Allyson e César) que pacientemente convivemos ao longo desses dois anos de trabalho e estudo.

A UFRPE e ao povo pernambucano, pela gentil acolhida durante todo esse tempo.

Ao povo brasileiro e ao CNPq/CT-Hidro, pela concessão da bolsa e recursos do projeto, sem os quais não teria conseguido realizar este trabalho.

Enfim, a todos que fizeram parte desse período de convívio e assimilação de conhecimento, e que direta ou indiretamente contribuíram para a realização e conclusão desse trabalho.

## **BIOGRAFIA**

JOSIMAR GURGEL FERNANDES, filho de João Fernandes Bessa e Maria das Graças Gurgel Bessa, nasceu em 30 de Outubro de 1982, em Rodolfo Fernandes, Rio Grande do Norte.

Cursou o ensino médio na Escola Estadual de 1º e 2º Graus 12 de Outubro, na cidade de Rodolfo Fernandes – RN.

Em Agosto de 2000 iniciou o curso de Agronomia na Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, Mossoró – RN, graduando-se 2005.

Em março de 2006 iniciou o curso de Mestrado em Agronomia – Ciência do Solo na Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE.

## ÍNDICE

	Página
INTRODUÇÃO GERAL-----	10
<b>CAPÍTULO I: AVALIAÇÃO TEMPORAL DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DAS ÁGUAS UTILIZADAS NO PERÍMETRO IRRIGADO CACHOEIRA II, SERRA TALHADA/PE</b>	12
RESUMO-----	13
ABSTRACT-----	14
INTRODUÇÃO-----	15
MATERIAL E MÉTODOS-----	17
RESULTADOS E DISCUSSÃO-----	19
CONCLUSÕES-----	47
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS-----	48
<b>CAPÍTULO II: CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS DOS SOLOS DO PERÍMETRO IRRIGADO CACHOEIRA II, SERRA TALHADA/PE, EM FUNÇÃO DO TEMPO</b>	53
RESUMO-----	54
ABSTRACT-----	55
INTRODUÇÃO-----	56
MATERIAL E MÉTODOS-----	57
RESULTADOS E DISCUSSÃO-----	58
CONCLUSÕES-----	67
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS-----	68
<b>CAPÍTULO III: ANÁLISE DE USO DO PERÍMETRO IRRIGADO CACHOEIRA II: UM ESTUDO DE CASO SOBRE A REALIDADE ATUAL</b>	73
RESUMO-----	74
ABSTRACT-----	75
INTRODUÇÃO-----	76
MATERIAL E MÉTODOS-----	77
RESULTADOS E DISCUSSÃO-----	79
CONCLUSÕES-----	84
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS-----	84
CONCLUSÕES FINAIS-----	87
ANEXO-----	88

## INTRODUÇÃO GERAL

O Nordeste brasileiro apresenta um grande potencial agrícola, em virtude, principalmente, da fertilidade dos seus solos. No entanto, devido ao desbalanço hídrico, faz-se necessário adotar técnicas de manejo capazes de fornecer água as culturas, por este motivo, a irrigação é um fator de enorme interesse para os produtores da região, principalmente os do semi-árido.

A água utilizada no processo de irrigação pode ser oriunda de diversas fontes hídricas, como açudes, rios e poços. É preciso estudar a qualidade das águas utilizadas, já que o processo de salinização dos solos pode ser acelerado, principalmente, pelo depósito de sais através da água de irrigação. Estudos sobre a salinidade do solo são de essencial importância, pois além de ocasionar danos às propriedades físicas e químicas do solo, as culturas também podem ser afetadas.

O Perímetro Irrigado Cachoeira II foi implantado em 1971 e entrou em operação em 1972, sendo para tal desapropriada uma área referente a 378,14 ha. A área utilizada com irrigação, no entanto, corresponde a 230 ha, a ser abastecida pelo açude público Cachoeira II, que foi concluído em 1965 e tem capacidade para armazenar 21.031.145 m<sup>3</sup> (Figuras 1 e 2). Devido ao crescimento da cidade de Serra Talhada e à constante demanda hídrica para abastecimento e consumo humano, aliado a baixa precipitação pluvial e às secas ocorridas na região, o perímetro encontra-se sem suprimento hídrico por parte do açude.

Com a desestabilização no processo de abastecimento hídrico do perímetro, os irrigantes passaram a utilizar águas do Riacho Cachoeira, Rio Pajeú e de poços amazonas perfurados no leito do rio e do riacho. Existe uma variação muito grande entre a qualidade das águas dos poços, que é influenciada pela profundidade dos poços e pelos minerais do material de origem do solo.

Existe ainda um agravante no processo de irrigação das áreas, que é a proibição da utilização das águas do Rio Pajeú para a agricultura por parte do DNOCS depois de constatado que o mesmo estaria contaminado com efluentes líquidos do abatedouro público e do esgotamento sanitário da cidade de Serra Talhada.

Essa proibição forçou os agricultores a utilizarem cada vez mais as águas de poços, que são de qualidade inferior para a irrigação. Aliada à utilização dessas águas, existe ainda o tipo de irrigação utilizada, que é predominantemente por sulco, o que pode acelerar o processo de salinização das áreas de cultivo. A utilização de aspersão e microaspersão também são utilizadas, porém em menor escala.

Esta pesquisa tem como objetivo abordar a variabilidade espaço-temporal das águas utilizadas para irrigação e solos no Perímetro Irrigado Cachoeira II, em Serra Talhada/PE, bem como a concepção do problema pelos colonos.

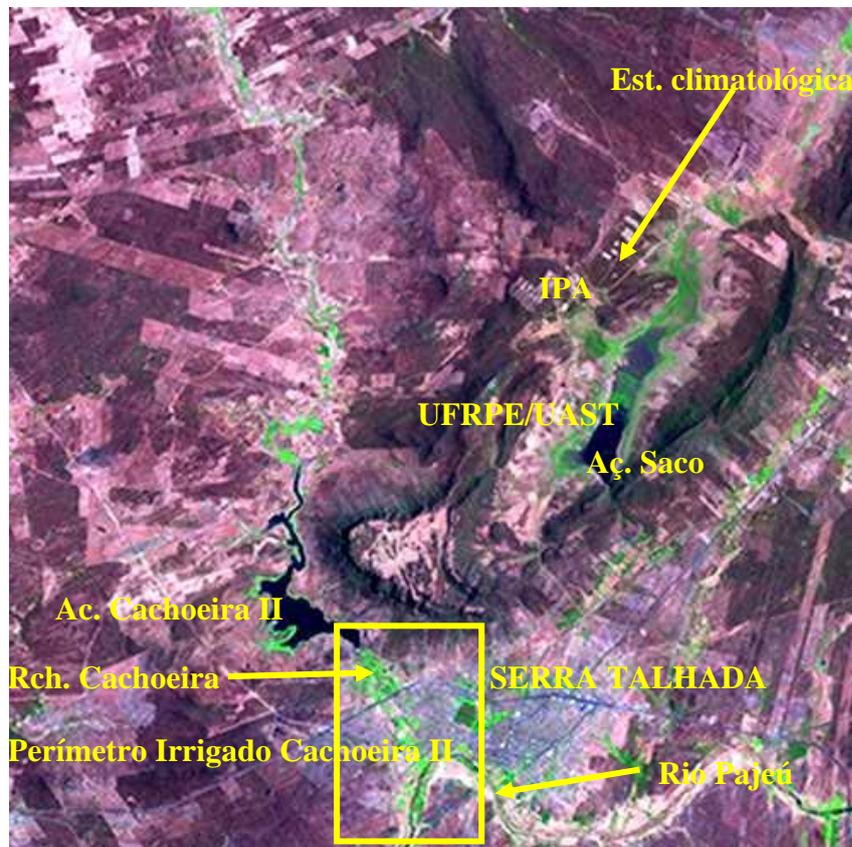


Figura 1: Localização do Perímetro Irrigado Cachoeira II, Serra Talhada-PE, área em estudo

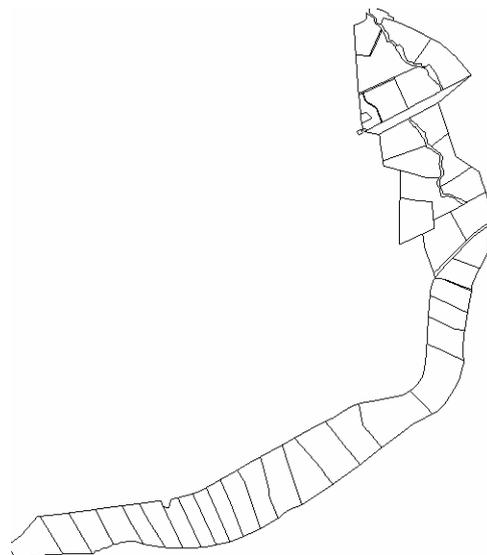


Figura 2: Distribuição dos lotes do Perímetro Irrigado Cachoeira II, Serra Talhada – PE.

## **CAPÍTULO I**

---

**AVALIAÇÃO TEMPORAL DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DAS  
ÁGUAS UTILIZADAS NO PERÍMETRO IRRIGADO CACHOEIRA II, SERRA  
TALHADA/PE**

**TEMPORAL EVALUATION OF CHARACTERISTICS PHYSICAL-CHEMICAL OF  
WATER USED IN PERIMETER IRRIGADO CACHOEIRA II, SERRA TALHADA/PE**

**RESUMO**

A região semi-árida nordestina, embora possua um alto potencial para a agricultura, é prejudicada pela distribuição irregular das chuvas, promovendo grandes riscos de salinização em perímetros irrigados. Esse risco está relacionado aos sais naturalmente presentes no perfil do solo e veiculados pela água utilizada na irrigação. O objetivo do trabalho foi realizar uma avaliação das características das águas utilizadas para irrigação no Perímetro Irrigado Cachoeira II, assim como fazer um levantamento da qualidade dessas águas. A área de estudo compreende o Perímetro Irrigado Cachoeira II, composto por seus 37 lotes, localizado no município de Serra Talhada. Realizaram-se amostragens trimestrais nas fontes de águas usadas para irrigação no Perímetro Irrigado Cachoeira II, sendo coletadas amostras ao longo do Rio Pajeú, Riacho Cachoeira e nos principais poços e reservatórios utilizados no Perímetro. Ao todo, foram coletadas 76 amostras de água, sendo suas análises agregadas em três grupos: grupo I – águas coletadas no Riacho Cachoeira, grupo II – águas dos poços e grupo III – águas coletadas no Rio Pajeú. Nessas amostras foram realizadas: a medida do pH e da CE, determinando-se os teores dos cátions  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  por espectrofotometria de absorção atômica e  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$  por fotometria de chama; e ânions  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$  e  $\text{CO}_3^{2-}$  por titulometria. Calculou-se, também, a RAS para a classificação das águas e suas variações ao longo do período estudado. Analisaram-se os resultados por meio de estatística descritiva. Observou-se que há predominância de águas cloretadas sódicas, independentemente do nível de salinidade, dos locais e das fontes de origem, e que as águas utilizadas para irrigação apresentaram risco de salinização, por conter elevados níveis de sódio e cloreto. Os valores de pH estiveram dentro dos limites normais (6,5 a 8,4), já as águas de poços apresentam valores de  $\text{Cl}^-$  superiores a  $3,0 \text{ mmol}_c \text{ L}^{-1}$  e inferiores a  $19,53 \text{ mmol}_c \text{ L}^{-1}$ , os maiores valores médios da RAS foram encontrados na terceira coleta (dezembro) nas três fontes de água analisadas. As águas dos poços foram as que apresentaram valores de CE mais elevados em todas as coletas, apresentando-se dentro da faixa de risco para muitas culturas de valor econômico.

**Palavras-chave:** Salinidade, sodicidade, variabilidade espacial.

## **ABSTRACT**

The Northeastern semi-arid region northeastern of Brazil, although possess a high agricultural potential, is harmed by the rain irregular distribution, promoting great risks of salinization in irrigated perimeters. This risk is related to naturally present salts of soil profile and propagated by the water used in the irrigation. The work's objective was to do an evaluation of the water's characteristics used for irrigation at the Cachoeira II Irrigated Perimeter, as well as to do a survey of the quality of these waters. The study area is the Cachoeira II Irrigated Perimeter, with its 37 lots, at Serra Talhada city. Water samples were taken at each three months in the used water sources at Cachoeira II Irrigated Perimeter, the samples were collected at Pajeú River, Cachoeira Stream and in the main wells and reservoirs used in the Perimeter. There were 76 water samples collected, and the analyses were added in three groups: group I waters collected in the Cachoeira Stream, group II waters of the wells and group III waters collected in the Pajeú River. In these samples they had been carried the pH and EC measures, determining the concentration of  $\text{Ca}^{2+}$  and  $\text{Mg}^{2+}$  by atomic absorption spectrophotometer;  $\text{Na}^+$  and  $\text{K}^+$  by flame photometry;  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$  and  $\text{CO}_3^{2-}$  by titration. It was calculated the SAR for the waters classification and its variations at the studied period. The descriptive statistic was used to analyzed the results. It was observed the sodium chloride water predominance, of the level of salinity, the places and the sources of origin, and that the waters used for irrigation had presented salinization risk and it contains high levels of sodium and chloride. The values of pH had been inside of the normal limits (6.5 the 8.4), already the waters of wells present values of the  $\text{Cl}^-$  superiors to  $3 \text{ mmol}_c \text{ L}^{-1}$ , arriving the average values of  $19.53 \text{ mmol}_c \text{ L}^{-1}$ , the biggest average values of the SAR had been found in the third period at three analyzed water sources. The waters of the wells had been the ones that had presented higher values of EC in all the periods, presenting themselves inside of the band of risk for many cultures of economic value.

**Key-words:** Salinity, sodicity, space variability.

## INTRODUÇÃO

A região semi-árida nordestina, embora possua um alto potencial para a agricultura, é prejudicada com o regime irregular das chuvas e a elevada taxa de evaporação, promovendo grandes riscos de salinização de solos em perímetros irrigados. Esse risco está relacionado aos sais naturalmente presentes no perfil do solo e veiculados pela água utilizada na irrigação, bem como pela ascensão capilar de água salina do lençol subterrâneo para a superfície do solo. O desenvolvimento da irrigação nessas áreas, geralmente, está associado a um elevado risco de salinização, comprometendo muitas vezes a qualidade das águas nas reservas hídricas disponíveis. Deste modo, alternativas de manejo que atenuem a evaporação da água do solo e que reduzam as lâminas totais aplicadas durante o cultivo, são desejáveis (Lima et al., 2006).

A existência de sais em águas está relacionada às características do substrato (natureza e tipo de solo) com o qual elas têm contato, ficando suas concentrações na dependência da evaporação existente. Durante o processo de intemperismo, os sais são solubilizados e transportados naturalmente pela água para lençóis freáticos subterrâneos (Hoffman, 1997; Santos, 2000).

A importância da água subterrânea no processo de salinização é ressaltada por Fernandes (2005) e Bernstein et al. (2006) que demonstram que, quando estas águas acumulam-se no subsolo das áreas de baixada, ocorre a concentração dos sais provenientes do intemperismo das rochas, que são carreados e depositados nesses reservatórios. O uso e a exploração desordenada dessas águas podem causar sérios danos às culturas e ao solo, dependendo do manejo e da qualidade da água utilizada.

O manejo da irrigação poderá induzir o processo de lixiviação, contribuindo na retirada dos sais solúveis para camadas mais profundas do solo. Se a lixiviação for completa, os sais arrastados na solução do solo irão ficar depositados no perfil saturado, acarretando o aumento da condutividade elétrica do lençol freático. Para não ocorrer este aumento da condutividade elétrica, pode-se fazer uma lixiviação incompleta, onde a lâmina aplicada irá depositar os sais numa camada intermediária entre a camada da zona radicular e o lençol freático (Andrade Júnior et al., 2006).

A qualidade da água usada para a irrigação pode influenciar vários fatores, como disponibilidade de água para as plantas, toxicidade de íons específicos, além de crescimento vegetativo excessivo, acamamento e corrosão dos equipamentos. Segundo Cruz & Melo (1969) e Oliveira. (1997), as águas localizadas no cristalino apresentam níveis elevados de condutividade elétrica (CE) com valores, maiores

que  $1,4 \text{ dS m}^{-1}$ , atingindo freqüentemente  $4,5 \text{ dS m}^{-1}$  e podendo ultrapassar este valor, apresentam-se também com limitações de vazão em torno de  $4,0 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$  na maioria dos poços perfurados nessa formação geológica. Para utilização dessas águas para a irrigação faz-se necessário manejo adequado da irrigação e drenagem, assim como o uso de plantas tolerantes aos níveis de salinidade.

O uso de indicadores de qualidade de água permite correlacionar as alterações ocorridas na microbacia, tanto de origem antrópica quanto natural, tentando acompanhar a possível deterioração da qualidade das águas no tempo. Para uma interpretação ecológica deste fenômeno, é necessário estabelecer um sistema de monitoramento e a utilização de métodos simples que produzam informações objetivas e interpretáveis (Toledo & Nicolella, 2002).

Levando-se em consideração que a água é um fator fundamental na produção vegetal e que, em regiões semi-áridas, a concentração de sais nas águas de irrigação varia de acordo com a taxa de evaporação e com a composição química das rochas e, ou, dos solos onde essas águas circulam, a falta de informação a respeito de sua qualidade poderá conduzir ao uso de águas inapropriadas, com conseqüentes efeitos prejudiciais sobre as propriedades físico-químicas do solo (Costa & Gheyi, 1984).

Observa-se que a qualidade da água de irrigação, principalmente em regiões semi-áridas, pode ocasionar a degradação do solo alterando o seu comportamento hidráulico. Em experimentos com solos de referência do Estado de Pernambuco, Freire et al. (2003a) verificaram que o incremento da relação de adsorção de sódio (RAS) da água de irrigação resultou na diminuição da condutividade hidráulica ( $K_0$ ), principalmente nos casos onde a água de irrigação tem CE baixa e RAS elevada, favorecendo a dispersão dos colóides no solo.

Segundo Ayers & Westcot (1991), a lixiviação é o método prático para controlar a acumulação de sais na zona radicular, podendo ser utilizada para prevenir ou corrigir o acúmulo dos sais provenientes da água de irrigação. Para o manejo efetivo da salinidade faz-se necessário tanto a drenagem, de forma a controlar e estabilizar o nível do lençol freático, como a lixiviação, para evitar acumulação excessiva de sais no perfil do solo, em particular nas áreas de aluvião das regiões áridas e semi-áridas, com a ocorrência do lençol freático superficial.

Este trabalho teve como objetivo realizar uma avaliação espacial e temporal das características das águas utilizadas na irrigação no Perímetro Irrigado Cachoeira

II, com o levantamento da qualidade dessas águas ao longo de um ano de observações.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

A área de estudo compreende o Perímetro Irrigado Cachoeira II, composto por 37 lotes, localizado no município de Serra Talhada, no semi-árido de Pernambuco, meso-região do Sertão do Alto Pajeú. O perímetro situa-se nas coordenadas geográficas: 7° 58' 54" a 8° 01' 36" de Latitude Sul e 38° 18' 24" a 38° 21' 21" de Longitude Oeste, ficando a jusante do Açude Cachoeira II, que semi-pereniza o Riacho Cachoeira, um dos afluentes do Rio Pajeú.

Segundo a classificação de Köppen, adaptada no Brasil, a área está situada no domínio do clima Bsw'h', muito quente e semi-árido. Este clima está caracterizado por apresentar uma estação chuvosa de verão a outono, precipitação média anual de 720 mm e uma temperatura anual média de 27,0°C (DNOCS, 1999).

Foram acompanhados os dados de precipitação durante o ano de desenvolvimento do trabalho, coletados na estação climatológica do IPA (Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária), na área do município, sendo os dados repassados pelo ITEP (Instituto de Tecnologia e Pesquisa do Estado de Pernambuco).

A precipitação pluvial no sertão de Pernambuco é bastante irregular, justificando o acompanhamento da precipitação mensal durante o ano em estudo, confrontando-se os valores com a média histórica do município (Figura 1), auxiliando na interpretação dos resultados.

A precipitação ocorrida entre os meses de abril a dezembro de 2006 e nos primeiros três meses do ano de 2007 foi inferior a média histórica do município, acredita-se que isso venha influenciando a disponibilidade hídrica das reservas subterrâneas no perímetro que são utilizadas na irrigação, já que as recargas anuais são irregulares, podendo vir a elevar futuramente a concentração de sais nos poços amazonas.

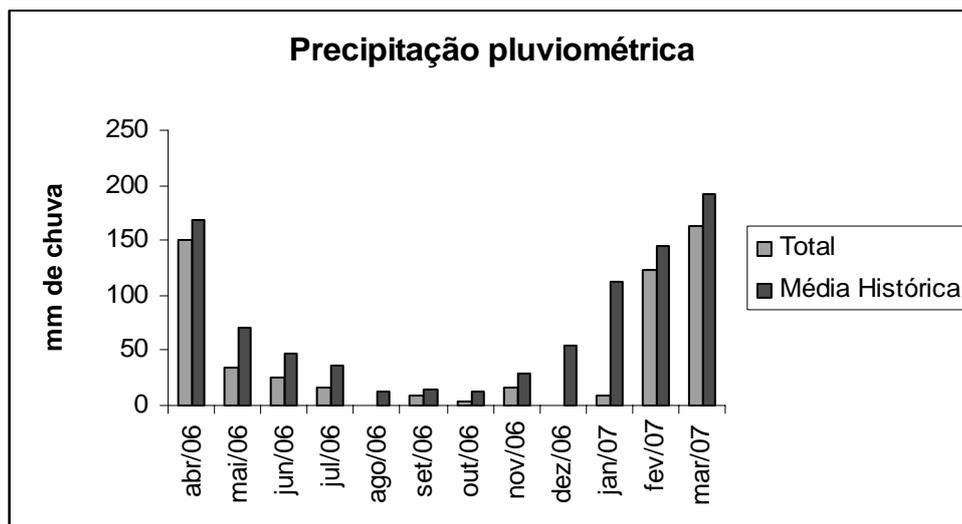


Figura 1. Precipitação pluvial total do município de Serra Talhada no período de abril 2006 a março 2007 e a média histórica da área. Fonte: Dados disponibilizados pelo ITEP/PE.

Realizaram-se amostragens trimestrais nas fontes de águas usadas para irrigação no Perímetro Irrigado Cachoeira II, sendo coletadas amostras ao longo do Rio Pajeú, Riacho Cachoeira e nos principais poços e reservatórios utilizados no Perímetro. Ao todo, foram coletadas 76 amostras de água, sendo suas análises agregadas em três grupos: grupo I - águas coletadas no Riacho Cachoeira, grupo II - águas dos poços e grupo III - águas coletadas no Rio Pajeú. Além dessas amostragens, também foram coletadas amostras de água no Açude Jazigo que controla a vazão do Rio Pajeú e Açude Cachoeira II que controla a vazão do Riacho Cachoeira, essas amostragens serviram para efeito de comparação.

O número de amostras varia de uma coleta para outra assim como o local da coleta em função dos elevados índices de poluição constatados nas águas utilizadas para abastecimento hídrico do Perímetro Irrigado Cachoeira II.

Nessas amostras foram realizadas: a medida do pH e da CE, determinando-se os teores dos cátions  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  por espectrofotometria de absorção atômica e  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$  por fotometria de chama; e ânions  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$  e  $\text{CO}_3^{2-}$  por titulometria, de acordo com recomendações de Richards (1954). Calculou-se, também, a RAS para a classificação das águas e suas variações ao longo do período estudado.

Realizou-se a classificação da água proposta pelo Laboratório de Salinidade do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USSL), usando a CE como indicadora da salinidade e a RAS como indicadora de sodicidade (Richards, 1954).

Os dados obtidos das características químicas foram analisados por meio de técnicas de estatística descritiva, com valores da média, desvio-padrão (DP) e valores de máximo e mínimo.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

As águas dos poços utilizadas na irrigação são provenientes de aquíferos que se caracterizam pela forma descontínua de armazenamento (Cruz & Melo, 1969). A água é armazenada em lençol freático suspenso, nos solos aluviais onde formam pequenos reservatórios, de qualidade inferior, sujeitos a exaustão devido à ação da evaporação e as constantes utilizações ao longo do ano, como é possível observar nas características físico-químicas das águas coletadas no decorrer do trabalho (Quadros 1, 2, 3 e 4), com uma tendência de concentração de sais no período seco do ano, fase de elevadas demandas hídricas da atmosfera e sem recargas nos aquíferos.

As características físico-químicas das águas utilizadas na irrigação no Perímetro Irrigado Cachoeira II coletadas na primeira amostragem, em junho de 2006, apresentaram variação, principalmente para os valores de CE e os teores de  $\text{Na}^+$  (Quadro 1). Essa variação na qualidade da água pode afetar a produção, como demonstraram Uyeda et al. (2005) em cultivo de melão na região de Mossoró/RN, utilizando águas de irrigação de diferentes classes.

Nos dois trechos avaliados, o do Rio Pajeú e o de seu afluente, o Riacho Cachoeira, as águas apresentaram comportamento hidroquímico heterogêneo, seja entre diferentes pontos na mesma coleta, seja entre as diferentes coletas, mesmo abrangendo condições climáticas distintas nos períodos estudados. Para o afluente, observou-se uniformidade nas amostragens de cada coleta, entretanto, não houve homogeneidade nas características hidroquímicas do afluente para as diferentes épocas do ano.

No geral, a concentração de sais no afluente é mais alta do que no rio (Quadros 1, 2, 3 e 4). Essas informações coincidem com as encontradas por Melo Júnior et al. (2003), em estudo realizado em um trecho do Rio Açu (RN) e em dois de seus afluentes, em que observaram resultados e comportamentos semelhantes aos do Rio Pajeú e Riacho Cachoeira.

Quadro 1. Resultado das análises de água nas amostras coletadas em junho de 2006 no Perímetro Irrigado Cachoeira II, Serra Talhada/PE

Local amostra <sup>1</sup>	pH	CE <sup>2</sup> μS cm <sup>-1</sup>	Ca <sup>2+</sup> mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>	Mg <sup>2+</sup> mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>	Na <sup>+</sup> mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>	K <sup>+</sup> mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>	RAS <sup>3</sup> (mmol L <sup>-1</sup> ) <sup>0,5</sup>	Cl <sup>-</sup> mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>
Açude Cachoeira II	9,3	290	1,10	1,30	1,10	0,20	1,00	3,35	0,01	0,00
Riacho Cachoeira 1E	7,2	370	1,30	1,90	1,60	0,10	1,26	3,95	0,01	0,00
Riacho Cachoeira 2E	7,2	390	1,40	2,10	1,70	0,20	1,29	4,75	0,01	0,00
Riacho Cachoeira 1D	7,3	520	1,60	3,70	2,50	0,10	1,54	7,00	0,01	0,00
Riacho Cachoeira 4D	7,6	320	0,50	0,30	1,40	0,10	2,21	2,35	0,02	0,06
Riacho Cachoeira 5D	7,2	700	2,10	4,50	3,50	0,20	1,93	9,75	0,02	0,00
Riacho Cachoeira 6D	7,5	700	1,60	4,60	3,30	0,20	1,87	8,90	0,01	0,00
Riacho Cachoeira 9D	7,5	740	1,80	4,30	3,10	0,20	1,78	8,70	0,01	0,00
Poço 1P	7,7	2660	4,20	13,90	20,10	0,10	6,68	35,35	0,04	0,00
Poço 3P	7,3	1650	1,40	4,10	15,80	0,40	9,53	20,90	0,01	0,00
Poço 4P	8,0	520	1,10	0,70	4,60	0,20	4,85	5,90	0,01	0,00
Poço 23P	7,4	850	3,20	4,30	4,10	0,10	2,12	10,75	0,01	0,00
Açude Jazigo	8,0	260	1,00	1,20	1,30	0,10	1,24	3,20	0,02	0,00
Rio Pajeú 1P	7,2	990	2,20	5,30	3,90	0,20	2,01	10,65	0,01	0,00
Rio Pajeú 2P	7,6	320	1,10	1,40	2,30	0,20	2,06	4,55	0,02	0,00
Rio Pajeú 6P	7,5	330	1,00	1,40	0,20	0,10	0,18	2,30	0,02	0,00
Rio Pajeú 8P	7,4	290	1,00	1,30	1,60	0,10	1,49	3,35	0,02	0,00
Rio Pajeú 10P	7,6	340	1,00	1,50	1,80	0,10	1,61	3,25	0,01	0,00
Rio Pajeú 12P	7,7	340	0,90	1,40	1,60	0,10	1,49	3,70	0,02	0,00
Rio Pajeú 15P	7,6	260	1,00	1,40	1,50	0,10	1,37	3,05	0,01	0,00
Rio Pajeú 17P	7,7	340	1,20	1,40	1,60	0,10	1,40	3,35	0,01	0,00
Rio Pajeú 20P	7,5	370	1,00	1,40	1,60	0,10	1,46	3,55	0,02	0,00
Rio Pajeú 23P	7,5	310	1,00	1,30	1,60	0,10	1,49	3,75	0,01	0,00

<sup>1</sup> 1, 2, 3... – Número do lote; E – Lado esquerdo do Riacho Cachoeira; D – Lado direito do Riacho Cachoeira; P- Margem do Rio Pajeú;

<sup>2</sup> – Condutividade elétrica; <sup>3</sup> – Relação de adsorção de sódio.

Quadro 2: Resultado das análises nas amostragens de água coletadas em setembro de 2006 no Perímetro Irrigado Cachoeira II, Serra Talhada/PE

Local amostra <sup>1</sup>	pH	CE <sup>2</sup> μS cm <sup>-1</sup>	Ca <sup>2+</sup> mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>	Mg <sup>2+</sup> mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>	Na <sup>+</sup> mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>	K <sup>+</sup> mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>	RAS <sup>3</sup> (mmol L <sup>-1</sup> ) <sup>0,5</sup>	Cl <sup>-</sup> mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>
Açude Cachoeira II	10,5	200	0,80	1,20	1,30	0,10	1,30	2,90	0,00	0,12
Riacho Cachoeira 1E	7,5	200	2,80	2,40	1,50	0,10	0,93	6,00	0,01	0,00
Riacho Cachoeira 2E	7,2	300	2,20	2,80	2,80	0,20	1,77	7,45	0,01	0,00
Riacho Cachoeira 5E	7,5	800	4,80	4,20	6,60	0,20	3,11	14,45	0,02	0,02
Riacho Cachoeira 4D	7,5	500	3,20	4,70	4,20	0,10	2,11	10,65	0,02	0,04
Riacho Cachoeira 5D	7,0	800	4,90	4,20	7,40	0,30	3,47	15,90	0,03	0,00
Riacho Cachoeira 6D	7,8	800	4,80	4,20	6,80	0,20	3,21	15,40	0,02	0,04
Riacho Cachoeira 9D	7,7	800	5,70	4,40	7,20	0,30	3,20	10,50	0,02	0,04
Poço 1P	7,9	2100	4,80	5,70	31,50	0,10	13,75	21,25	0,04	0,04
Poço 3P	8,8	800	2,30	3,60	8,30	0,40	4,83	13,45	0,01	0,00
Poço 4P	7,6	1600	7,20	5,20	13,10	0,40	5,26	23,10	0,03	0,06
Poço 13P	7,5	1300	2,50	5,30	12,80	0,40	6,48	20,50	0,05	0,06
Poço 22P	7,8	500	2,60	2,10	4,60	0,30	3,00	8,25	0,01	0,00
Açude Jazigo	7,9	400	1,20	1,00	1,70	0,10	1,62	3,90	0,01	0,00
Rio Pajeú 11P	8,1	500	2,30	3,80	4,30	0,30	2,46	9,20	0,01	0,00
Rio Pajeú 12P	7,7	500	2,50	1,50	4,30	0,30	3,04	7,30	0,01	0,00
Rio Pajeú 16P	7,6	500	7,40	2,10	4,50	0,30	2,06	13,20	0,01	0,00
Rio Pajeú 19P	7,6	500	1,90	2,10	4,90	0,40	3,46	8,25	0,01	0,00
Rio Pajeú 21P	7,5	500	2,70	2,10	5,10	0,40	3,29	9,20	0,02	0,00

<sup>1</sup> 1, 2, 3... – Número do lote; E – Lado esquerdo do Riacho Cachoeira; D – Lado direito do Riacho Cachoeira; P- Margem do Rio Pajeú;

<sup>2</sup> – Condutividade elétrica; <sup>3</sup> – Relação de adsorção de sódio.

Quadro 3: Resultado das análises nas amostragens de água coletadas em dezembro de 2006 no Perímetro Irrigado Cachoeira II, Serra Talhada/PE

Local amostra <sup>1</sup>	pH	CE <sup>2</sup> μS cm <sup>-1</sup>	Ca <sup>2+</sup> mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>	Mg <sup>2+</sup> mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>	Na <sup>+</sup> mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>	K <sup>+</sup> mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>	RAS <sup>3</sup> (mmol L <sup>-1</sup> ) <sup>0,5</sup>	Cl <sup>-</sup> mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>
Açude Cachoeira II	8,6	370	0,50	0,10	1,70	3,80	3,10	5,90	0,01	0,00
Riacho Cachoeira 1E	7,6	780	1,00	0,20	3,40	0,20	4,39	3,15	0,02	0,00
Riacho Cachoeira 4D	7,1	1380	1,70	0,30	7,60	0,50	7,60	9,00	0,03	0,00
Riacho Cachoeira 5D	7,6	1520	1,60	0,30	6,90	0,30	7,08	8,65	0,02	0,00
Riacho Cachoeira 6D	7,1	1620	1,80	0,30	9,30	0,50	9,08	10,90	0,04	0,00
Poço 4D	7,8	2630	1,50	0,40	11,70	0,10	12,00	12,85	0,04	0,00
Poço 1P	7,6	1920	1,00	0,30	14,80	0,60	18,36	15,85	0,03	0,00
Poço 9P	7,4	940	0,90	0,10	5,10	0,50	7,21	6,30	0,03	0,00
Poço 13P	7,9	960	0,90	0,10	5,50	0,50	7,78	6,50	0,02	0,00
Poço 23P	7,9	2360	2,60	0,50	13,70	0,40	11,00	15,35	0,04	0,00
Açude Jazigo	7,2	3860	2,80	0,50	35,00	0,30	27,25	36,10	0,07	0,00
Rio Pajeú 9P	7,5	1010	0,90	0,10	5,80	0,50	8,20	6,50	0,03	0,00
Rio Pajeú 11P	8,8	2310	0,80	0,50	17,20	2,10	21,33	19,10	0,03	0,06
Rio Pajeú 15P	7,6	960	0,90	0,10	5,10	0,50	7,21	5,50	0,02	0,00
Rio Pajeú 18P	8,0	940	0,90	0,10	5,80	0,50	8,20	6,60	0,02	0,00
Rio Pajeú 21P	8,1	950	0,90	0,10	5,80	0,50	8,20	6,15	0,02	0,00
Rio Pajeú 22P	7,3	1450	2,00	0,30	7,60	0,20	7,09	9,25	0,02	0,00
Rio Pajeú 23P	7,9	520	0,60	0,10	2,20	0,20	3,72	3,00	0,01	0,00

<sup>1</sup> 1, 2, 3... – Número do lote; E – Lado esquerdo do Riacho Cachoeira; D – Lado direito do Riacho Cachoeira; P- Margem do Rio Pajeú;

<sup>2</sup> – Condutividade elétrica; <sup>3</sup> – Relação de adsorção de sódio.

Quadro 4: Resultado das análises nas amostragens de água coletadas em março de 2007 no Perímetro Irrigado Cachoeira II, Serra Talhada/PE

Local amostra <sup>1</sup>	pH	CE <sup>2</sup> μS cm <sup>-1</sup>	Ca <sup>2+</sup> mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>	Mg <sup>2+</sup> mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>	Na <sup>+</sup> mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>	K <sup>+</sup> mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>	RAS <sup>3</sup> (mmol L <sup>-1</sup> ) <sup>0,5</sup>	Cl <sup>-</sup> mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>
Açude Cachoeira II	7,9	340	0,80	0,20	1,50	0,20	2,12	1,70	0,01	0,00
Riacho Cachoeira 1E	7,1	526	1,30	0,20	2,20	0,20	2,54	2,50	0,01	0,00
Riacho Cachoeira 2E	7,1	634	1,40	0,30	2,90	0,20	3,15	3,10	0,02	0,00
Riacho Cachoeira 4E	7,2	772	1,60	0,30	3,50	0,20	3,59	4,30	0,02	0,00
Riacho Cachoeira 5D	7,2	988	2,10	0,40	4,70	0,20	4,20	5,65	0,02	0,00
Riacho Cachoeira 6D	7,3	979	2,10	0,40	4,50	0,20	4,02	5,30	0,02	0,00
Poço 9P	7,7	4580	2,90	1,00	33,80	0,20	24,20	30,05	0,05	0,00
Poço 13P	7,7	1972	3,00	0,60	12,40	0,30	9,24	9,00	0,04	0,00
Açude Jazigo	7,3	294	0,50	0,10	1,20	0,10	2,19	1,10	0,01	0,00
Rio Pajeú 1P	7,7	2080	2,20	0,50	14,50	0,10	12,48	12,90	0,03	0,00
Rio Pajeú 4P	7,1	2780	5,50	1,20	13,30	0,40	7,27	14,15	0,04	0,00
Rio Pajeú 15P	7,1	460	0,90	0,20	2,30	0,20	3,10	2,30	0,01	0,00
Rio Pajeú 17P	6,0	1099	2,30	0,40	5,40	0,10	4,65	6,40	0,01	0,00
Rio Pajeú 19P	7,8	1078	2,20	0,30	6,40	0,20	5,72	6,42	0,02	0,00
Rio Pajeú 21P	7,1	456	0,90	0,20	2,20	0,20	2,97	2,20	0,01	0,00
Rio Pajeú 23P	7,1	463	0,90	0,20	2,30	0,20	3,10	2,30	0,01	0,00

<sup>1</sup> 1, 2, 3... – Número do lote; E – Lado esquerdo do Riacho Cachoeira; D – Lado direito do Riacho Cachoeira; P- Margem do Rio Pajeú;

<sup>2</sup> – Condutividade elétrica; <sup>3</sup> – Relação de adsorção de sódio.

Analisando os dados das águas dos poços apresentadas nos Quadros 1, 2, 3 e 4, observa-se que existem diferentes regiões homogêneas, cada uma com valores de salinidade e composição específica da água, corroborando assim com os dados encontrados por Medeiros et al. (2003) em seu estudo com águas de poços visando caracterizar as águas subterrâneas utilizadas na irrigação na Chapada do Apodi – RN.

Outro fator importante da salinização é a toxidez de íons específicos (principalmente sódio e o cloreto) contidos no solo ou na água, os quais, acumulados nas plantas em concentrações suficientemente altas, podem causar danos e reduzir os rendimentos das culturas sensíveis.

Leprun (1983) destaca que a qualidade das águas superficiais no Nordeste brasileiro está intimamente relacionada, de um lado, com a natureza do substrato local, especificamente a natureza da rocha e tipo de solo e, de outro, com o seu modo de jazimento, sendo as águas dos lençóis notadamente mais concentradas do que as de superfície (rios, riachos e açudes). O autor afirma que o tipo de solo e do subsolo são um dos principais fatores que explicam as variações de qualidade das águas dos riachos, corroborando assim com os valores de médias, máximos e mínimos encontrados e dispostos no Quadro 5, que mostra a variação média da concentração dos elementos (cátions e ânions).

As águas de irrigação provenientes de poços amazonas apresentam nítida diferença de suas características físico-químicas quando comparadas com aquelas provenientes do Rio Pajeú e do Riacho Cachoeira (Quadro 5). As águas dos poços apresentaram maiores valores médios de CE, assim como maiores teores médios de  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ . O pH e os teores de  $\text{CO}_3^{2-}$  foram próximos entre as três fontes de águas estudadas.

É provável que exista interferência entre a precipitação e a composição físico-química das águas utilizadas, como pode-se verificar nas análises seqüenciais ao longo do ano nas diferentes fontes de captação para irrigação, apresentadas nos Quadros 1,2,3 e 4.

Com a classificação das águas para irrigação segundo Richards (1954) (Quadro 6), é possível verificar a variação nas classes das águas utilizadas na irrigação ao longo do ano. Estas são classificadas como águas cloretadas sódicas, pelos elevados teores de cloreto e sódio encontrados, indicando possíveis problemas de fitotoxidez.

Quadro 5: Valores médios, máximos e mínimos, coeficiente de variação e desvio padrão das análises de águas coletadas no Perímetro Irrigado Cachoeira II, Serra Talhada/PE

	pH	CE <sup>1</sup> μS cm <sup>-1</sup>	Ca <sup>2+</sup> mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>	Mg <sup>2+</sup> mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>	Na <sup>+</sup> mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>	K <sup>+</sup> mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>	RAS <sup>2</sup> (mmol L <sup>-1</sup> ) <sup>0,5</sup>	Cl <sup>-</sup> mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>
Riacho – Coleta junho 2006 (7 amostras)										
Média	7,4	534,3	1,47	3,06	2,44	0,16	1,70	6,49	0,01	0,01
MAX	7,6	740,0	2,10	4,60	3,50	0,20	2,21	9,75	0,02	0,06
MIN	7,2	320,0	0,50	0,30	1,40	0,10	1,26	2,35	0,01	0,00
DP <sup>3</sup>	0,2	178,5	0,50	1,65	0,88	0,05	0,35	2,83	0,00	0,02
CV <sup>4</sup>	2,3	33,4	34,14	53,88	35,99	34,02	20,69	43,70	37,95	264,58
Riacho – Coleta setembro 2006 (7 amostras)										
Média	7,5	600,0	4,06	3,84	5,21	0,20	2,54	11,48	0,02	0,02
MAX	7,8	800,0	5,70	4,70	7,40	0,30	3,47	15,90	0,03	0,04
MIN	7,0	200,0	2,20	2,40	1,50	0,10	0,93	6,00	0,01	0,00
DP	0,3	264,6	1,31	0,88	2,37	0,08	0,95	3,91	0,01	0,02
CV	3,7	44,1	32,26	22,78	45,52	40,82	37,43	34,05	37,16	100,00
Riacho – Coleta dezembro 2006 (4 amostras)										
Média	7,4	1325,0	1,53	0,28	6,80	0,38	7,04	7,93	0,03	0,00
MAX	7,6	1620,0	1,80	0,30	9,30	0,50	9,08	10,90	0,04	0,00
MIN	7,1	780,0	1,00	0,20	3,40	0,20	4,39	3,15	0,02	0,00
DP	0,3	376,4	0,36	0,05	2,48	0,15	1,96	3,33	0,01	0,00
CV	3,9	28,4	23,57	18,18	36,48	40,00	27,81	42,06	34,82	0,00
Riacho – Coleta março 2007 (5 amostras)										
Média	7,18	779,8	1,70	0,32	3,56	0,20	3,50	4,17	0,02	0,00
MAX	7,3	988,0	2,10	0,40	4,70	0,20	4,20	5,65	0,02	0,00
MIN	7,1	526,0	1,30	0,20	2,20	0,20	2,54	2,50	0,01	0,00
DP	0,1	205,4	0,38	0,08	1,06	0,00	0,68	1,36	0,00	0,00
CV	1,2	26,3	22,40	26,15	29,70	0,00	19,30	32,66	15,90	0,00

Poço – Coleta junho 2006 (4 amostras)										
Média	7,6	1420,0	2,48	5,75	11,15	0,20	5,79	18,23	0,02	0,00
MAX	8,0	2660,0	4,20	13,90	20,10	0,40	9,53	35,35	0,04	0,00
MIN	7,3	520,0	1,10	0,70	4,10	0,10	2,12	5,90	0,01	0,00
DP	0,3	918,0	1,38	5,59	7,34	0,13	3,07	12,58	0,01	0,00
CV	4,0	64,6	55,68	97,17	65,87	67,26	53,01	69,05	80,99	0,00
Poço – Coleta setembro 2006 (5 amostras)										
Média	7,9	1260,0	3,88	4,38	14,06	0,32	6,66	17,31	0,03	0,03
MAX	8,8	2100,0	7,20	5,70	31,50	0,40	13,75	23,10	0,05	0,06
MIN	7,5	500,0	2,30	2,10	4,60	0,10	3,00	8,25	0,01	0,00
DP	0,5	634,8	2,12	1,51	10,36	0,13	4,15	6,25	0,02	0,03
CV	6,5	50,4	54,53	34,38	73,69	40,75	62,30	36,10	63,89	94,79
Poço – Coleta dezembro 2006 (5 amostras)										
Média	7,7	1762,0	1,38	0,28	10,16	0,42	11,27	11,37	0,03	0,00
MAX	7,9	2630,0	2,60	0,50	14,80	0,60	18,36	15,85	0,04	0,00
MIN	7,4	940,0	0,90	0,10	5,10	0,10	7,21	6,30	0,02	0,00
DP	0,2	783,4	0,73	0,18	4,58	0,19	4,46	4,68	0,01	0,00
CV	2,8	44,5	52,60	63,89	45,04	45,80	39,55	41,14	26,15	0,00
Poço – Coleta março 2007 (2 amostras)										
Média	7,7	3276,0	2,95	0,80	23,10	0,25	16,72	19,53	0,05	0,00
MAX	7,7	4580,0	3,00	1,00	33,80	0,30	24,20	30,05	0,05	0,00
MIN	7,7	1972,0	2,90	0,60	12,40	0,20	9,24	9,00	0,04	0,00
DP	0,0	1844,1	0,07	0,28	15,13	0,07	10,58	14,88	0,01	0,00
CV	0,0	56,3	2,40	35,36	65,51	28,28	63,26	76,23	24,60	0,00

Rio – Coleta junho 2006 (10 amostras)										
Média	7,5	389,0	1,10	1,80	1,80	0,10	1,46	4,15	0,00	0,0
MAX	7,7	990,0	2,20	5,30	3,90	0,20	2,06	10,65	0,02	0,00
MIN	7,2	260,0	0,90	1,30	0,20	0,10	0,18	2,30	0,01	0,00
DP	0,1	213,4	0,38	1,24	0,91	0,04	0,51	2,35	0,01	0,00
CV	2,0	54,8	33,39	69,56	51,58	35,14	34,93	56,71	35,14	0,00
Rio – Coleta setembro 2006 (5 amostras)										
Média	7,7	500,0	3,25	2,87	4,60	0,33	2,76	9,91	0,01	0,00
MAX	8,1	500,0	7,40	5,60	5,10	0,40	3,46	13,20	0,02	0,00
MIN	7,5	500,0	1,90	1,50	4,30	0,30	2,06	7,30	0,01	0,00
DP	0,2	0,0	2,05	1,55	0,33	0,05	0,59	2,33	0,01	0,00
CV	2,7	0,0	63,23	53,98	7,14	15,49	21,37	23,50	38,73	0,00
Rio – Coleta dezembro 2006 (7 amostras)										
Média	7,80	1500,00	1,23	0,23	10,56	0,60	11,40	11,53	0,03	0,01
MAX	8,80	3860,00	2,80	0,50	35,00	2,10	27,25	36,10	0,07	0,06
MIN	7,20	520,00	0,60	0,10	2,20	0,20	3,72	3,00	0,01	0,00
DP	0,52	1091,29	0,76	0,18	10,81	0,62	8,24	11,04	0,02	0,02
CV	0,07	0,73	0,62	0,81	1,02	1,04	0,72	0,96	0,67	2,83
Rio – Coleta março 2007 (7 amostras)										
Média	7,1	1202,3	2,13	0,43	6,63	0,20	5,61	6,67	0,02	0,00
MAX	7,8	2780,0	5,50	1,20	14,50	0,40	12,48	14,15	0,04	0,00
MIN	6,0	456,0	0,90	0,20	2,20	0,10	2,97	2,20	0,01	0,00
DP	0,6	907,4	1,63	0,36	5,25	0,10	3,43	5,05	0,01	0,00
CV	8,2	75,5	76,56	83,82	79,14	50,00	61,05	75,76	73,26	0,00

<sup>1</sup> Condutividade elétrica; <sup>2</sup> Relação de adsorção de sódio; <sup>3</sup> Desvio padrão; <sup>4</sup> Coeficiente de variação.

Os resultados referentes à variabilidade média das características físico-químicas das águas permitem enquadrá-las na classe C3 alta salinidade (Quadro 6), entretanto, vale salientar que existe uma variação natural ao longo do ano com relação a classificação da água para irrigação, tendo em vista a existência da variação na qualidade da água em virtude de fenômenos naturais, sobretudo da elevada evaporação existente na região. Isso faz com que exista uma influência direta na classificação das águas. Dessa forma, levando-se em consideração os valores médios para a classificação das águas, elas ficam enquadradas como águas que não são recomendadas para irrigação de plantas sensíveis e em solos com drenagem deficiente. Verifica-se que a condutividade elétrica da água de irrigação variou de 200 a 4.580  $\mu\text{S cm}^{-1}$  (apreciando-se as três fontes de captação e as quatro coletas (Quadro 5), sendo consideradas, segundo a California University (1975), águas que têm crescente risco de salinização.

Quadro 6: Classificação<sup>1</sup> das águas utilizadas para irrigação no Perímetro Irrigado Cachoeira II, Serra Talhada/PE, conforme Richards (1954)

Local e Coleta	Classe	Local e Coleta	Classe	Local e Coleta	Classe
Riacho 06/06	C2S1	Poço 06/06	C3S1	Rio 06/06	C2S1
Riacho 09/06	C2S1	Poço 09/06	C3S1	Rio 09/06	C2S1
Riacho 12/06	C3S1	Poço 12/06	C3S2	Rio 12/06	C3S2
Riacho 03/07	C3S1	Poço 03/07	C4S3	Rio 03/07	C3S1

<sup>1</sup> Com base nos grupos de águas (riacho, poço, rio) e coleta.

A CE representa uma medida da concentração total de sais solúveis; a princípio, todas as águas e solos contêm sais e até mesmo quando as áreas utilizadas para irrigação apresentam reduzidas concentrações salinas, existe um potencial de salinização em condições de chuva (em áreas onde não se pratica a irrigação e, ou, drenagem). Portanto, a prevenção da salinidade é tão importante quanto às ações corretivas após sua constatação.

Adicionalmente, o monitoramento ou a avaliação sistemática das águas utilizadas na irrigação é imprescindível ao bom desenvolvimento das culturas exploradas e na determinação do manejo a ser adotado, tendo em vista as alterações na classificação das águas ocorridas ao longo do ano em algumas fontes hídricas utilizadas para a irrigação, principalmente após o período chuvoso, como constataram Costa & Gheyi (1984), em seus estudos sobre o monitoramento das águas utilizadas para irrigação na região de Catolé do Rocha – PB.

É provável que a forma como um reservatório receba suas águas, influencie sobremaneira na qualidade da água a ser utilizada. Se no período chuvoso o reservatório recebe água através de escoamentos superficiais, a água represada, provavelmente, apresenta-se com baixos teores salinos, ao passo que se ele recebe a água através de uma drenagem natural do solo, após ter passado por camadas mais profundas do substrato, a situação torna-se completamente diferente da anterior, com uma maior probabilidade de carreamento de sais e, conseqüentemente, maior risco de salinização, conforme observado por Molinier et al. (1989). Isso explica parte das variações dos dados encontrados e apresentados no Quadro 5, assim como as informações disponibilizadas por Ribeiro et al. (2005), segundo o qual a condutividade elétrica das águas varia com a época de amostragem da água, tipo da fonte e solo do local.

A demanda evaporativa no Semi-árido nordestino atinge patamares médios anuais da ordem de 2.000 mm (Fernandes, 2005). Isto significa dizer que, diariamente, são evaporados em torno de 6 mm de água, correspondendo, por sua vez, a 500 mm ou 0,5 m em 3 meses, isso pode provocar em sistemas de irrigação inadequados, a ascensão capilar da água salina e conseqüente afloramento de sais à superfície, promovendo a desestruturação do solo e impossibilitando o cultivo de muitas espécies agrícolas .

Existe uma variação natural entre as quatro amostragens e as três diferentes fontes de água para os valores de pH (Quadro 5). Os maiores valores médios (7,84) de pH foram encontrados na segunda coleta para as águas do Riacho, as águas de poço também apresentaram o maior valor médio na segunda coleta (7,92), sendo que para as águas do Rio Pajeú, o maior valor médio de pH (7,8), ocorreu na terceira coleta. O Riacho Cachoeira e o Rio Pajeú apresentaram os menores valores médios de pH na quarta coleta, acredita-se que em virtude das chuvas caídas nos primeiros meses do ano (Figura 1), propiciando um fluxo mínimo de água no talvegue.

Os valores do pH da água de irrigação estiveram dentro dos limites normais (6,5 a 8,4) estabelecidos por Ayers (1977), isto revela não haver necessidade de se investigar problemas afins. Todavia, Nakayama (1982) cita que não existe restrição para águas com pH abaixo de 7; com restrição moderada para águas com pH entre 7 e 8; e com severa restrição para pH acima de 8, em relação à obstrução de emissores para irrigação localizada.

As maiores concentrações médias de CE foram observadas na terceira coleta para as águas do Riacho Cachoeira e do Rio Pajeú. As águas dos poços foram as que apresentaram CE mais elevada entre as fontes de água e em todas as coletas (Quadro 5), apresentando os maiores valores médios ( $3.276,00 \mu\text{S cm}^{-1}$ ) na quarta coleta de água. Acredita-se que isso seja em virtude da elevada taxa de evaporação dos reservatórios e à constante utilização das águas dos mesmos, com o conseqüente rebaixamento do volume, os teores de sais tendem a ser mais elevados. No caso dos poços, acredita-se que as primeiras chuvas tenham carregado parte dos sais solúveis do solo para o lençol freático que alimenta esses poços.

Sendo assim, a condutividade elétrica dessas águas está dentro da faixa de risco para muitas culturas de valor econômico, como mostram os estudos realizados por Campos (2001) em tomateiro; e por Gurgel (2001) em aceroleira, indicando que as águas com condutividade elétrica entre  $0,5$  a  $5,5 \text{ dS m}^{-1}$  prejudicam a germinação dessas espécies. Já para a cultura da mamona, Cavalcanti et al. (2005) verificaram que o estresse salino provocado pela água de condutividade elétrica de até  $4,7 \text{ dS m}^{-1}$  não influencia na porcentagem de germinação da mamoneira. Dessa forma, devem-se observar quais as culturas a serem exploradas e quais as fontes de água a serem utilizadas, para que estas não venham apresentar problemas futuros.

As águas das fontes estudadas apresentaram os maiores teores de  $\text{Ca}^{2+}$  na segunda coleta, (Quadro 5), sendo as águas de poços as de maiores teores de  $\text{Ca}^{2+}$  em todas as coletas. Para a variável  $\text{Mg}^{2+}$  (Quadro 5) os menores teores médios foram encontrados sempre na terceira coleta para as diferentes fontes de água e, dentre as três fontes, as águas de poço foram as que apresentaram os maiores valores em todas as coletas, sendo registrado na primeira coleta o valor de  $5,8 \text{ mmol}_c \text{ L}^{-1}$ . Os limites preconizados por Ayers & Westcot (1985) são de  $2,0 \text{ mmol}_c \text{ L}^{-1}$  para cálcio e  $5,0 \text{ mmol}_c \text{ L}^{-1}$  para magnésio, sendo este último superado apenas na primeira coleta das águas de poço.

De acordo com Ayers & Westcot (1991), as plantas respondem melhor com o aumento da concentração de  $\text{Ca}^{2+}$  e decréscimo de  $\text{Na}^+$  na água de irrigação. Observa-se no Quadro 5 que ocorreu o inverso, aumento da concentração de  $\text{Na}^+$  e decréscimo de  $\text{Ca}^{2+}$ , isso é um fator negativo, pois o uso dessas águas na irrigação pode acarretar maior saturação dos colóides do solo pelo  $\text{Na}^+$ , promovendo sua sodificação, e induzindo a problemas de infiltração no solo (Freire et al., 2003a e b), além dos efeitos tóxicos nas plantas. Esse fato já foi constatado na prática pelos

agricultores, que observam que nos meses mais secos do ano, quando essa proporção aumenta, o desenvolvimento das plantas é prejudicado.

Observando-se os resultados expressos no Quadro 5, pode-se verificar que o  $\text{Na}^+$  é o cátion dominante nas águas, sobressaltando-se nas de poços, em especial na quarta coleta, com valor médio de  $23,1 \text{ mmol}_c \text{ L}^{-1}$ . Ayers & Westcot (1985) destacam um limite de  $3,0 \text{ mmol}_c \text{ L}^{-1}$  para a concentração de  $\text{Na}^+$ , referente à irrigação por aspersão, na qual a toxidez passa a ser potencializada pela oportunidade de aumento na absorção via folhas, sendo este valor superado em quase todas as fontes e períodos de coleta de águas.

É possível que as chuvas nos meses de fevereiro e março de 2007 (Figura 1) tenham promovido a diluição das águas do Rio e Riacho, lixiviando os sais solúveis e acumulando-os no lençol freático, que posteriormente foram disponibilizados para as águas dos poços, justificando o aumento na CE, RAS e concentração de  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}$  nas águas de poços na última coleta, quando no riacho e no rio houve diminuição (Quadro 5). Costa & Gheiy (1984), trabalhando na microrregião homogênea de Catolé da Rocha na Paraíba, observaram que existe variação da qualidade de água de irrigação, principalmente, com relação as suas características químicas após o período chuvoso, o que corrobora com os resultados encontrados nesse trabalho.

Dentre os cátions, o  $\text{K}^+$  foi encontrado em menores teores em todas as amostragens e nas diferentes fontes de captação de água (Quadro 5).

Os maiores valores médios da RAS para as águas do Riacho e do Rio foram encontradas na terceira coleta (Quadro 5), já para as águas de poços a maior RAS foi verificada na quarta amostragem, com valor médio de  $16,72 (\text{mmol L}^{-1})^{0,5}$ . Por ser a RAS uma relação entre o teor de sódio e a raiz quadrada da soma dos valores de cálcio e magnésio, havendo elevação nos teores de sódio, o aumento da RAS depende da concentração de cálcio e magnésio, isso explica, em parte, a desuniformidade dos resultados dessa variável entre as coletas. Mesmo assim, na maioria das águas, a RAS aumentou juntamente com o  $\text{Na}^+$ , sugerindo prováveis problemas de sodificação de solos irrigados com estas águas (Freire et al., 2003a e b).

O risco de sodificação não pode ser avaliado apenas pela concentração de sódio presente na água; é preciso observar a relação entre esta variável e a concentração de cálcio e magnésio, representada pela RAS. Além disso, outros fatores podem interferir no processo, como a concentração de ânions capazes de reagir com o cálcio, formando sais de baixa solubilidade, precipitando o cálcio e

alterando a RAS, por promover maior atuação relativa do sódio no sistema. Outro aspecto importante é que a salinidade da água, representada pela CE, contribui para a floculação das partículas coloidais, minimizando o efeito dispersivo do sódio, aumentando a infiltração (Freire et al., 2003a). Maia et al. (1999), trabalhando com recuperação de solos salino-sódicos no perímetro irrigado de Itans-Sabigi no Rio Grande do Norte, também observaram esse efeito em relação à RAS e à CE.

Quanto às concentrações de  $\text{Cl}^-$  (Quadro 5), observa-se que nenhuma das três fontes de água apresentou valores médios inferiores a  $3 \text{ mmol}_c \text{ L}^{-1}$ , sendo o maior valor médio encontrado na quarta coleta de água nos poços ( $19,53 \text{ mmol}_c \text{ L}^{-1}$ ). Macêdo & Menino (1998), trabalhando com o monitoramento de sais na água e nos solos irrigados do projeto Vereda Grande – PB, constataram que os constituintes iônicos  $\text{Na}^+$  e o  $\text{Cl}^-$  apresentam toxidez específica a concentrações de  $3 \text{ mmol}_c \cdot \text{L}^{-1}$ , a partir da qual podem limitar a absorção de água pelos vegetais através do xilema (seiva bruta) e do floema (seiva elaborada) de maneira sempre crescente, principalmente devido ao tipo de sistema de irrigação utilizado (aspersão). Dessa forma, acredita-se que perdas constantes na produção relatadas pelos irrigantes possam estar relacionadas a esse fator.

Estudos realizados por Fernandes et al. (2005) constataram que o íon potássio, proveniente do KCl, utilizado como fertilizante na agricultura da Chapada do Apodi – Ceará, é facilmente assimilado pelo sistema solo-planta, enquanto o íon cloreto, que é conservativo, é carregado para o aquífero, tornando-se fonte de salinização das águas. No Perímetro existem inúmeros cultivos de cebola para produção de semente que utilizam formulações de NPK sem base em análise de solo, e isso se repete para todas as culturas exploradas comercialmente, o que aparentemente pode estar contribuindo para esse elevado valor de cloreto na água.

Desta forma, somente com um sistema racional de aplicação de fertilizantes baseado em análises de solo, associado a um monitoramento contínuo das águas do aquífero, é possível manter o balanço de sais em equilíbrio, minimizando a salinização secundária no sistema solo-água-planta.

A concentração de  $\text{CO}_3^{2-}$  e de  $\text{HCO}_3^-$  na água utilizada para irrigação é de elevada importância na avaliação do risco de sodificação do solo, visto que esses ânions, quando combinados com o cátion cálcio, formam o carbonato de cálcio, sal de baixa solubilidade (Yaron, 1973). A precipitação do carbonato de cálcio retira da solução parte do cálcio, interferindo na relação de adsorção de sódio pela elevação da atividade do sódio. Na área estudada, nenhuma das águas das fontes

pesquisadas nas amostragens realizadas ao longo do ano apresentou restrição quanto à concentração de carbonato, cujos valores foram inferiores a  $0,1 \text{ mmol}_c \text{ L}^{-1}$  (Quadros 1, 2, 3 e 4).

Andrade Júnior et al. (2006), trabalhando com água subterrânea na irrigação, alertam que o uso de águas com valores de  $\text{CO}_3^{2-}$  e de  $\text{HCO}_3^-$  superiores ao mencionado, podem ocasionar precipitação do cálcio e magnésio, podendo levar à obstrução ou mau funcionamento do sistema de irrigação.

Dessa forma, verifica-se que, em geral, as águas usadas na irrigação nos lotes do Perímetro Irrigado Cachoeira II são classificadas como cloretadas sódicas, com predominância do ânion  $\text{Cl}^-$  e do cátion  $\text{Na}^+$ , podendo promover a salinização e sodificação dos solos com o manejo inadequado da irrigação, problema detectado na maioria dos lotes. É premente a necessidade de um acompanhamento constante nesses lotes, visando à manutenção do equilíbrio de sais nos solos e águas do Perímetro e do ambiente como um todo.

## CONCLUSÕES

De acordo com os estudos realizados com as fontes de água utilizadas para irrigação no Perímetro Irrigado Cachoeira II, pode-se afirmar que:

A água utilizada para irrigação apresentou risco de salinização por conter elevadas concentrações de sódio e cloreto.

Há predominância de águas cloretadas sódicas, independentemente do nível de salinidade, dos períodos de amostragem e das fontes de origem das águas;

As concentrações de carbonato foram baixas, com valores inferiores a  $0,1 \text{ mmol}_c \text{ L}^{-1}$  nas três fontes de água, não atingindo o nível de restrição por este íon quanto ao uso na irrigação;

As águas de poços apresentaram maiores valores de CE, cátions e ânions estudados, representando as de maiores riscos de salinização e sodificação;

Houve elevação nos teores de sais nas águas na época seca do ano para as três fontes hídricas estudadas;

É preciso realizar o monitoramento da qualidade das águas utilizadas na irrigação no Perímetro Irrigado Cachoeira II para evitar a degradação dos solos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE JÚNIOR, A. S. de; SILVA, E. F. de F. e; BASTOS, E. A; MELO, F. de E. B. & LEAL, C. M. Uso e qualidade da água subterrânea para irrigação no Semi-Árido piauiense. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v.10, n.4, p.873-880, 2006.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. N. **A qualidade da água na agricultura**, Campina Grande. 1991. 218p.

AYERS, R.S. Quality of water for irrigation. **Journal of Irrigation and Drainage**, New York, v.103, p.135-154, 1977.

AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. **Water quality for agriculture**. Roma: FAO, 1985. 174 p. Irrigation and Drainage Paper, 29, Rev. 1. 1985.

BERNSTEIN, N.; BAR TAL, A.; FRIEDMAN, H.; SNIR, P.; ROT, E.; CHAZAN, A.; IOFFE, M. Application of treated wastewater for cultivation of roses (*Roza Hybrida*) in soil-less culture. **Scientia Horticulturae**. 108. p. 185-193, 2006.

CALIFÓRNIA UNIVERSITY. Committee of Consultants. **Guidelines for interpretation of quality of water for irrigation**. Davis-Califórnia, 13p. 1975.

CAMPOS, C.A.B. **Germinação, desenvolvimento e produção do tomateiro industrial, sob estresse salino**. Campina Grande: UFPB, 2001. 144p. Dissertação Mestrado.

CAVALCANTI, M. L. F; FERNANDES, P. D; GHEYI, H. R; BARROS JÚNIOR, G; SOARES, F. A. L. & SIQUEIRA, E. DA C. Tolerância da mamoneira BRS 149 à salinidade: germinação e características de crescimento. **Revista Brasileira de**

**Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB. v.9, (Suplemento), p.57-61, 2005.

COSTA, R.G.; GHEYI, H.R. Variação da qualidade de água de irrigação da microrregião de Catolé do Rocha, PB. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.19, n.8, p.1021-1025, 1984.

CRUZ, W. B.; MELO, F. A. F. **Zoneamento químico e salinização das águas subterrâneas do Nordeste do Brasil**. (Boletim de Recursos Naturais): SUDENE, Recife, V. 7, n1/4, p. 7-40, jan/dez. 1969.

DNOCS - Departamento de Obras Contra as Secas. Estudos para a avaliação da disponibilidade hídrica do Açude Público Cachoeira II – Município de Serra Talhada – PE. Relatório apresentado ao DNOCS em julho de 1999.

FERNANDES, J. G. Aptidão produtiva das terras e caracterização sócio-ambiental da área territorial do município de Rodolfo Fernandes usando tecnologias de sistema de informações geográficas. 2005. 103 p. **Monografia** (Graduação em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura de Mossoró – ESAM. Mossoró – RN. 2005.

FERNANDES, M. A. B; SANTIAGO, M. M. F; GOMES, D. F; MENDES FILHO, J; FRISCHKORN, H & LIMA, J. O. G. de. A origem dos cloretos nas águas subterrâneas na Chapada do Apodi – Ceará. **Águas Subterrâneas**, v. 19, n. 1, p. 25-34. 2005.

FREIRE, M. B. G. dos S.; RUIZ, H. A.; RIBEIRO, M. R.; FERREIRA, P. A.; ALVAREZ, V. H.; FREIRE, J. F. Condutividade hidráulica de solos de Pernambuco em resposta à condutividade elétrica e RAS da água de irrigação, **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 7, n. 1, 45-52, 2003a.

FREIRE, M.B.G.S; RUIZ, H.A.; RIBEIRO, M.R.; FERREIRA, P.A.; ALVAREZ V. V.H.; FREIRE, F.J. Estimativa do risco de sodificação de solos de Pernambuco pelo uso de águas salinas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 7, n. 2, p. 227-232, 2003b.

GURGEL, M.T. **Produção de mudas de aceroleira sob diferentes condições de salinidade da água de irrigação**. Campina Grande, UFPB, 2001. 117p. Dissertação Mestrado.

HOFFMAN, G. J. **Water Quality Criteria for Irrigation**. U.S. Department of Agriculture, Institute of Agriculture and Natural Resources, 1997. 782 p.

LEPRUN, J. C. **Primeira Avaliação das Águas Superficiais do Nordeste: Relatório de fim de convênio de manejo e conservação do solo do Nordeste brasileiro**, Recife, SUDENE-DRN, 1983, Pg. 91-141, Convênio SUDENE/ORSTOM.

LIMA, P. A.; MONTENEGRO, A. A. A.; LIRA JUNIOR, M. de. A.; SANTOS, F. X.; PEDROSA, E. M. R. Efeito do manejo da irrigação com água moderadamente salina na produção de pimentão. **Rev. Bras. Ciênc. Agrár.** Recife, v.1, n.único, p.73-80, 2006.

MACÊDO, L. de S. & MENINO, I. B. Monitoramento de sais na água e nos solos irrigados do projeto Vereda Grande, PB. **Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, Campina Grande, v.2, p.47-51, 1998.

MAIA, C. E; MORAIS, E. R. C. de; OLIVEIRA, M. de. Uso de gesso de salina, cloreto de cálcio e húmus de minhocas combinado com manejo da água na recuperação de um solo salino-sódico do Perímetro Irrigado do Itans-Sabugi, Rio Grande do Norte. **Revista Caatinga**, Mossoró-RN. V. 12. p. 41-48, 1999.

MEDEIROS, J. F. de; LISBOA, R. de A; OLIVEIRA, M. de; SILVA JÚNIOR, M. J. da & ALVES, L, P. Caracterização das águas subterrâneas usadas para irrigação na área produtora de melão da Chapada do Apodi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande PB. v.7, n.3, p.469-472, 2003

MELO JÚNIOR, G; COSTA, C. E. F. de S; CABRAL NETO, I. Avaliação hidroquímica e da qualidade das águas de um trecho do Rio Açú, Rio Grande do Norte. **Revista de Geologia**, Vol. 16, nº 2, p.27-36, 2003.

MOLINIER, M; AUDRY, P; DESCONNETS, J.C.; LEPRUN, J.C. **Dinâmica da Água e das Matérias num Ecossistema Representativo do Nordeste Brasileiro: Condições de Extrapolação Espacial à Escala Regional**, ORSTOM, Recife, 1989.

NAKAYAMA, F. S. Water analysis and treatment techniques to control emitter plugging. **In**: Pro. Irrigation Association Conference, Portland, Oregon. 1982.

OLIVEIRA, M. de. Gênese, classificação e extensão de solos afetados por sais. **In**. GHEYI, H.R.; QUEIROZ, J.E. e MEDEIROS, J.F. Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada. Campina Grande, UFPB, 1997. 1 – 35. 383p.

RIBEIRO, G. M; MAIA, C. E.; MEDEIROS, J. F. de. Uso da regressão linear para estimativa da relação entre a condutividade elétrica e a composição iônica da água de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB. v.9, n.1, p.15-22, 2005.

RICHARDS, L.A. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Washington, D.C.: United States Salinity Laboratory. United States Department of Agriculture **Handbook**, 60. 160p. 1954.

SANTOS, J. G. R. de A. **Salinidade na Agricultura Irrigada: Teoria e Prática**. 1 ed. Campina Grande, Paraíba, 2000. 171p.

TOLEDO, L. G.; NICOLELLA, G. Índice de qualidade de água em microbacias sob uso agrícola e urbano. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, n.1, P. 181-186, jan/mar. 2002.

UYEDA, C. A; GURGEL, M. T; GHEYI, H. R; OLIVEIRA, F. H. T. de & FERNANDES, P D. Produtividade de duas cultivares de meloeiro irrigado com água de alta e baixa salinidade. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB. v.9, (Suplemento), p.318-321, 2005.

YARON, B. Water suitability for irrigation. **In**: YARON, E.; DANFORS, E.; VAADID, Y. (eds.). Arid zone irrigation. Berlin: Springer- Verlag, 1973. p.71-85. Ecological Studies, 5.

## **CAPÍTULO II**

---

**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS DOS SOLOS DO PERÍMETRO  
IRRIGADO CACHOEIRA II, SERRA TALHADA/PE, EM FUNÇÃO DO TEMPO**

**PHYSICAL CHARACTERISTICS OF SOIL AND CHEMICAL'S PERIMETER  
IRRIGADO CACHOEIRA II, SERRA TALHADA/PE, ACCORDING WEATHER**

## RESUMO

São muitos os perímetros irrigados que apresentam problemas de salinização e, ou sodificação, em particular os instalados em solos das regiões áridas e semi-áridas que podem apresentar acúmulo de sais prejudicial ao crescimento das plantas, decorrente de processos naturais de salinização ou da contribuição humana, pelo manejo inadequado da irrigação. O objetivo desse trabalho foi verificar as alterações nas características físico-químicas dos solos do Perímetro Irrigado Cachoeira II que contribuem para a salinização e sodificação dos solos e sua variação ao longo do ano. O Perímetro Irrigado Cachoeira II é composto por 37 lotes, localizado no município de Serra Talhada, no semi-árido de Pernambuco, meso-região do Sertão do Alto Pajeú. As coletas de solos foram realizadas trimestralmente nas profundidades de 0-20, 20-40 e 40-60 cm, iniciando em junho de 2006 e finalizando em março de 2007. Nestas amostras foram realizadas leituras de pH em água; determinações dos sais solúveis no extrato de saturação - CE, cátions ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$ ) e ânions ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$  e  $\text{CO}_3^{2-}$ ). Foram também determinados os cátions trocáveis ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$ ) e calculadas a RAS e a PST dos solos. A caracterização física foi realizada na amostragem de solo da primeira coleta, constando de análise granulométrica, condutividade hidráulica, umidade na capacidade de campo e ponto de murcha permanente, sendo também analisada a argila dispersa em água; a densidade do solo e a densidade das partículas. Com a análise dos dados, foi possível observar que os solos apresentam uma boa fertilidade natural e os valores de pH variaram ao longo do ano em estudo, ficando na faixa entre neutralidade e alcalinidade. Foi observada uma evolução do teor de  $\text{Na}^+$  trocável e da PST com a profundidade nos solos do perímetro, sendo esse aumento da PST suficiente para causar limitações no uso do solo. Para os cátions e ânions solúveis estudados, as maiores concentrações foram registradas nas camadas superiores, possivelmente pela ascensão capilar da água com sais e elevada evaporação em superfície. Verificou-se, ainda, que aproximadamente 12, 14 e 28% da área estudada estão afetadas por sais, nas profundidades de 0-20, 20-40 e 40-60 cm, respectivamente.

**Palavras-chave:** Solos afetados por sais, PST, solos do semi-árido.

## ABSTRACT

There are many irrigated perimeters that present problems of salinization and either sodificação, particularly those installed in soils of arid and semi-arid areas that may present accumulation of salts detrimental to the growth of plants, resulting from natural processes, salinization or the human contribution by inadequate management of irrigation. The aim of this study was to verify the changes in the physical and chemical characteristics of soils of the Cachoeira II Irrigated Perimeter contributing to soil salinization and sodification and its variation over the year. The Cachoeira II Irrigated Perimeter is composed by 37 lots, located in the Serra Talhada city, at Pernambuco (Brazil) semi-arid region, at Pajeú River region. Soil samples were taken at each three months at depths of 0-20, 20-40 and 40-60 cm, starting in June 2006 and ending in March 2007. In these samples were performed readings of pH in water; determination of soluble salts in the saturation extract - EC, cations ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$  and  $\text{K}^+$ ) and anions ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ). There were also extracted the exchangeable cations ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$  and  $\text{K}^+$ ) and calculated the soil RAS and PST. The physical characterization was performed in the soil of the first collection, there was done particle-size analysis, hydraulic conductivity, moisture at field capacity and permanent wilting point, and also the clay dispersed in water, the soil density and particles density. It was possible to observe that the soil has a good natural fertility and the values of pH ranged during the available year, with the range between neutrality and alkalinity. There was a evolution of the exchanged  $\text{Na}^+$  concentration and PST with elevation in depth at perimeter soils, and this increase in PST was enough to limitate the land use. For soluble cations and the anions studied, the highest concentrations were recorded in the upper layers, possibly by capillary rise of the water with salts and high evaporation in the area. There was also observed that approximately 12, 14 and 28% of the study area was affected by salt, at depths of 0-20, 20-40 and 40-60 cm, respectively.

**Keywords:** Salt affected soils, TSP, semi-arid soils.

## INTRODUÇÃO

Solos de regiões áridas e semi-áridas podem apresentar acúmulo de sais prejudicial ao crescimento das plantas, decorrente de processos naturais de salinização ou da contribuição humana, pelo manejo inadequado da irrigação. Os sais em excesso prejudicam o crescimento das plantas não só pelos efeitos diretos sobre o potencial osmótico da solução do solo e pelos íons potencialmente tóxicos presentes em elevadas concentrações, mas também pela degradação de algumas propriedades físicas dos mesmos, reduzindo a infiltração da água, trocas gasosas, crescimento de raízes e, com isso, dificultando o crescimento das plantas. A salinização dos solos é um dos grandes problemas em muitas outras regiões do mundo, em razão, principalmente da intensa evapotranspiração, baixas precipitações e irrigação (Silveira et al., 2001).

São muitos os exemplos de salinização em perímetros irrigados, em virtude de irrigação inadequada. Conforme Batista et al. (2001), a salinização decorrente da irrigação tem sido observada em regiões onde a precipitação pluviométrica anual é inferior a 1.000 mm, em particular em solos rasos e mal drenados.

Em sua grande maioria os perímetros irrigados são instalados em solos de boa fertilidade natural, localizados próximos a mananciais de água, com facilidade de acesso à irrigação e, portanto com boa aptidão agrícola, sendo bastante representativos para a economia da região. Entretanto, podem tornar-se subutilizados se não forem bem manejados, isso se deve à elevação da concentração salina na solução do solo e a problemas físicos dos solos, que podem excluir essas áreas do processo produtivo.

Estudos realizados por Sousa (1995) em solos aluviais do Vale do Pajeú, em Serra Talhada (PE), encontraram predomínio de plagioclásio sódico na mineralogia das frações areia e silte, mais especificamente na areia fina, indicando ser um problema regional que pode propiciar a sodificação pela liberação do sódio ao sistema. De acordo com o autor, embora os teores apresentem-se relativamente baixos, principalmente na camada superficial dos solos, existe uma tendência de acúmulo de sais resultante da presença de plagioclásio no material de origem.

Segundo Freire & Freire (2007), as áreas salinas e sódicas só deixarão de se expandir no Brasil quando houver maior preocupação com os efeitos da irrigação sobre a capacidade produtiva dos solos, com a adoção de práticas de manejo

adequada para evitar a salinização de locais ainda não afetados pelo problema, e também, com a melhoria das condições dos solos já afetados.

Apesar dos avanços tecnológicos, milhões de hectares continuam sendo salinizados contribuindo severamente para a redução da produção agrícola mundial (Khan & Abdullah, 2003). Estima-se que aproximadamente um terço da área irrigada mundial se apresenta degradada em virtude da salinidade e sodicidade de solos (Ghassemi et al., 1995). Contudo, não existem muitos dados de áreas degradadas pela salinização e sodificação de solos em perímetros irrigados do Nordeste do Brasil. Esta quantificação possibilitaria vislumbrar a extensão de áreas afetadas por sais, quais as principais causas do problema, para tentar conter seu crescimento.

Este trabalho teve como objetivo verificar as alterações nas características físicas e químicas dos solos do Perímetro Irrigado Cachoeira II, que contribuem para a salinização e sodificação dos solos e sua variação ao longo de um ano.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Segundo a classificação de Köppen, adaptada no Brasil, a área está situada no domínio do clima Bsw'h', muito quente e semi-árido que compreende o Perímetro Irrigado Cachoeira II, composto por 37 lotes, localizado no município de Serra Talhada, no semi-árido de Pernambuco, meso-região do Sertão do Alto Pajeú. O perímetro situa-se nas coordenadas geográficas 7° 58' 54" a 8° 01' 36" de Latitude Sul e 38° 18' 24" a 38° 21' 21" de Longitude Oeste, ficando a jusante do açude Cachoeira II (DNOCS, 1999).

Foram estudados os solos dos 37 lotes que compõem o Perímetro, tomando-se uma amostra por lote em ponto georreferenciado para que todas as amostragens coincidisse no mesmo local. Essas amostragens foram trimestrais nas profundidades de 0-20, 20-40 e 40-60 cm, sendo as amostras secas ao ar, destorroadas e passadas em peneira de 2 mm para a caracterização física e química dos solos. A primeira coleta de solo foi realizada no mês de junho de 2006 e a quarta e última coleta no mês de março de 2007.

Nestas amostras foram realizadas leituras de pH em água na relação 1:2,5 solo:água, determinações dos sais solúveis no extrato de saturação – CE (condutividade elétrica), cátions ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$ ) e ânions ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$  e  $\text{CO}_3^{2-}$ ). Foram também determinados os cátions trocáveis ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$ ), extraídos

com solução de acetato de amônio  $1 \text{ mol L}^{-1}$ , sendo o potássio e o sódio dosados por fotometria de emissão de chama; e o cálcio e o magnésio dosados por espectrofotometria de absorção atômica (Richards, 1954). A CTC (capacidade de troca de cátions) dos solos foi determinada pelo método do acetato de sódio/acetato de amônio, segundo recomendações de Richards (1954). Com os resultados dos elementos solúveis foi calculada a RAS (relação de adsorção de sódio) e com os elementos trocáveis, a PST (percentagem de sódio trocável) dos solos (Richards, 1954):

A caracterização física foi realizada nos solos de uma das amostragens, constando de análise granulométrica pelo método da pipeta, condutividade hidráulica em meio saturado com o permeâmetro de coluna vertical e carga constante, umidade na capacidade de campo e ponto de murcha permanente pelo método do extrator de Richards (EMBRAPA, 1997). Também foi analisada a argila dispersa em água pelo método da pipeta; a densidade do solo pelo método do anel volumétrico; a densidade das partículas pelo método do balão volumétrico; todos seguindo métodos descritos pela EMBRAPA (1997).

Para verificar a aderência ou não dos dados à distribuição normal, aplicou-se o teste de Komolgorov-Smirnov (KS) ao nível de 1 e 5 % de probabilidade. Os resultados obtidos foram inicialmente analisados por meio de técnicas estatísticas descritivas, ou seja, por meio de cálculos da média, mediana e moda. Foram também calculados os valores máximo e mínimo dessas propriedades, o desvio padrão (DP), o coeficiente de variação (CV) e os valores de curtose. De acordo com os valores de CV, a variabilidade dessas propriedades foi classificada, segundo Warrick & Nielsen (1980), em baixa ( $CV < 12\%$ ), média ( $12 < CV < 62\%$ ) e alta ( $CV > 62\%$ ).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O valor de  $K_0$  no perfil do solo foi variável, diferindo entre as camadas de solo (Quadro 1). Observa-se que a condutividade hidráulica saturada da camada do solo de 0-20 cm, varia de 0,00 a  $6,22 \text{ cm h}^{-1}$ , com média igual a  $2,02 \text{ cm h}^{-1}$ , e desvio-padrão de  $1,83 \text{ cm h}^{-1}$ , nas camadas de 20-40 e 40-60 cm verificou-se tendência de aumento da  $K_0$  com a profundidade, principalmente na última camada avaliada. Esses dados vêm corroborar com os encontrados por Barreto et al. (2001), que

constataram a existência de grandes variações espaciais, horizontal e vertical, nos valores da condutividade hidráulica saturada, em um solo aluvial do Perímetro Irrigado de São Gonçalo – PB.

Quadro 1: Medidas descritivas das análises físicas dos solos do Perímetro Irrigado Cachoeira II, Serra Talhada –PE em junho de 2006

Medidas	Ds <sup>1</sup> kg dm <sup>-3</sup>	CC <sup>2</sup> m <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	PMP <sup>3</sup> m <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	K <sub>0</sub> <sup>4*</sup> cm h <sup>-1</sup>	AG <sup>5</sup> kg kg <sup>-1</sup>	AF <sup>6</sup> kg kg <sup>-1</sup>	Silte kg kg <sup>-1</sup>	Argila kg kg <sup>-1</sup>
0-20 cm								
Média	0,12	0,14	0,05	2,02	0,0967	0,4244	0,4698	0,0091
Mediana	0,12	0,13	0,05	1,66	0,0580	0,4550	0,4477	0,0075
Moda	ne <sup>9</sup>	ne	ne	0,00	0,0265	ne	ne	ne
DP <sup>7</sup>	0,07	0,004	0,02	1,83	0,0901	0,1232	0,1212	0,0080
CV <sup>8</sup>	58,47	32,79	42,1	90,41	93,1000	29,0200	25,8000	88,6500
Curtose	141,94	0,67	1,79	-0,13	2,3000	-0,6000	0,9900	32,7200
Max	0,33	0,25	0,12	6,22	0,3850	0,6615	0,7980	0,0552
Min	0,02	0,08	0,01	0,00	0,0130	0,1730	0,2713	0,0049
20-40 cm								
Média	0,17	0,14	0,06	2,04	0,9312	4,1722	4,8135	0,0831
Mediana	0,16	0,13	0,06	1,32	0,615	4,265	4,569	0,076
Moda	ne	ne	ne	0	0,265	5,475	ne	ne
DP	0,06	0,05	0,02	1,98	0,9029	1,466	1,4656	0,025
CV	36,26	0,36	0,40	97,05	0,9696	0,3514	0,3045	0,3005
Curtose	103,67	0,00	0,03	-0,22	0,0147	-0,0072	0,0052	0,0108
Max	0,34	0,27	0,13	6,3	3,57	6,68	8,7154	0,1529
Min	0,05	0,07	0,02	0	0,04	1,035	1,8251	0,045
40-60 cm								
Média	0,21	0,15	0,06	2,4	0,8646	4,0043	5,0403	0,0908
Mediana	0,19	0,14	0,06	0,89	0,5	4,05	4,6915	0,0898
Moda	ne	ne	ne	0	ne	ne	ne	ne
DP	0,06	0,06	0,03	4,17	0,9184	1,8483	1,8428	0,0322
CV	30,48	0,39	0,45	173,63	1,0623	0,4616	0,3656	0,3545
Curtose	56,08	0,00	0,02	11,14	0,0107	-0,0053	-0,0037	0,0051
Max	0,37	0,29	0,14	20,96	3,535	8,23	8,8619	0,171
Min	0,08	0,04	0,02	0	0,005	0,825	1,3565	0,0335

<sup>1</sup>Ds = Densidade do solo; <sup>2</sup>CC = Capacidade de Campo; <sup>3</sup>PMP Ponto de Murcha Permanente; <sup>4</sup>K<sub>0</sub> = Condutividade hidráulica em meio saturado; <sup>5</sup>AG = Areia Grossa; <sup>6</sup>AF = Areia Fina; <sup>7</sup>DP = Desvio padrão; <sup>8</sup>CV = Coeficiente de variação. <sup>9</sup> ne = valor não encontrado.

A princípio, a variação constatada na condutividade hidráulica pode ser atribuída, em parte, à gênese e evolução do solo estudado, que aconteceram através de processos de sedimentação aluvial durante o seu desenvolvimento hidrogeológico, ocasionando assim a deposição de camadas e composições físicas variáveis.

A redução da infiltração da água no solo promovida pelos sais de sódio dificulta a troca de gases entre o solo e o ar atmosférico, comprometendo a reposição de lâminas de água e afetando adversamente as culturas irrigadas. Em

trabalho realizado com solos de Pernambuco, FREIRE et al. (2003a), constataram que, quando o sódio é o íon predominante, os solos se tornam impermeáveis e isso compromete seu uso na agricultura irrigada. Esta redução pode alcançar tal magnitude, que as raízes das plantas podem não receber água em quantidade suficiente entre os turnos de rega.

Constatou-se que o teor médio de água no solo na camada de 0-20 cm é de 0,14 m<sup>3</sup>.m<sup>3</sup> e 0,05 m<sup>3</sup>.m<sup>3</sup> para a CC e o PMP, respectivamente, o que perfaz uma quantidade de 8,4 % de água disponível. O CV foi de 32,79 % para CC e 42,1 % para PMP na camada de 0-20 cm, 35,8 % para CC e 40,49 % para PMP na camada de 20-40 cm e 39,28 % para CC e 44,86 % para PMP na camada de 40-60 cm, sendo esses resultados classificados como CV médio, segundo critérios estabelecidos por Warrick & Nielsen (1980). O teor de água disponível nas camadas de 20-40 e 40-60 cm foi de 8,62 e 8,77 %, respectivamente (Quadro 1).

A densidade do solo apresentou variações consideráveis entre as amostragens de solo nos lotes, como já era de se esperar devido à natureza de formação desses solos (solos aluvionais). Assim sendo, podemos observar que ocorre um acréscimo nos valores médios da Ds com relação à profundidade de amostragem, assim como a mediana. A amplitude de variação, valores de máximos e mínimos é considerável entre as amostragens nos lotes, isso faz com que o CV apresente valores elevados para essa variável analisada, segundo os critérios estabelecidos por Warrick & Nielsen (1980).

A composição granulométrica de todos os solos do Perímetro revelou a predominância de silte e areia, principalmente areia fina, com reduzidos teores de argila. Isso influencia sobremaneira na infiltração de água e ar no perfil do solo, pois a areia fina e o silte são partículas finas que podem promover a obstrução de poros, formando camadas mais adensadas em profundidade, dificultando a passagem de água e ar, contribuindo para os reduzidos valores de K<sub>0</sub> observados (Quadro 1).

Existe um acréscimo de concentração da fração silte nas camadas mais profundas de amostragem em detrimento da concentração de areia (areia grossa e areia fina). A elevada concentração de areia e silte nesses solos devem-se, em parte, às sucessivas deposições de camadas de sedimentos trazidas pelo rio em épocas distintas, que podem variar em constituição.

Constatou-se grande amplitude de variação para o pH e a CE dos solos, especialmente a última, com base nos valores máximos e mínimos (Quadro 2). No entanto, essa amplitude deve ser analisada com certas restrições, já que a mesma

considera apenas os dois valores extremos de um conjunto de dados, sendo, muitas vezes, afetada por um valor particularmente discrepante, concordando com Salviano et al. (1998). Com a aplicação do teste de Kolmogorov-Smirnov, foi observado que as amostras foram normais e significativas a 1% ou a 5%.

Quadro 2: Resultados das medidas descritivas de pH no solo e CE no extrato da pasta de saturação de solos do Perímetro Irrigado Cachoeira II, Serra Talhada –PE

	pH do solo (água 1:2,5)				CE (dS m <sup>-1</sup> )			
	jun/06	set/06	dez/06	mar/07	jun/06	set/06	dez/06	mar/07
0 – 20 cm								
Média	8,44	7,86	7,93	8,02	2,72	2,42	3,13	2,25
Mediana	8,50	8,00	7,90	8,00	0,78	0,99	1,17	0,66
Moda	8,00	8,00	7,90	8,20	0,78	0,85	0,95	0,31
DP	0,67	0,56	0,42	0,56	7,59	5,43	7,90	4,33
CV	7,89	7,12	5,23	7,01	279,02	224,38	252,58	192,77
Curtose	-0,87	0,18	-0,90	0,22	16,32	15,63	23,18	8,46
Max	9,60	8,70	8,70	9,50	37,00	26,70	44,70	19,46
Min	7,20	6,50	7,30	6,90	0,37	0,16	0,40	0,25
20 – 40 cm								
Média	9,15	8,23	8,24	8,28	1,83	1,74	2,08	2,51
Mediana	9,20	8,30	8,20	8,30	0,76	0,77	0,93	0,58
Moda	9,60	8,50	8,60	7,80	0,82	0,59	1,16	0,49
DP	0,63	0,53	0,49	0,47	4,06	3,38	5,26	4,61
CV	6,90	6,46	5,99	5,66	221,87	194,11	253,33	183,67
Curtose	-0,17	0,86	3,18	-0,30	17,26	18,16	30,60	7,05
Max	10,20	9,00	9,22	9,40	21,10	18,30	31,88	18,67
Min	7,60	6,70	6,50	7,40	0,26	0,08	0,18	0,24
40 – 60 cm								
Média	9,57	8,32	8,42	8,44	1,68	1,80	2,56	2,57
Mediana	9,60	8,40	8,40	8,40	0,81	0,82	0,92	0,89
Moda	9,50	8,40	8,10	8,00	0,37	0,70	0,64	0,28
DP	0,62	0,53	0,55	0,54	3,42	4,02	4,88	4,27
CV	6,51	6,42	6,59	6,41	203,46	222,88	190,70	166,11
Curtose	-1,00	0,69	-0,52	-0,09	19,50	25,11	17,27	10,34
Max	10,70	9,20	9,50	9,80	18,90	23,30	26,80	21,20
Min	8,50	6,80	7,30	7,50	0,28	0,06	0,18	0,26

Os valores médios de pH variaram ao longo do ano em estudo, o mesmo ocorrendo para os valores máximos e mínimos nas amostras das três camadas avaliadas (Quadro 2). Analisando os valores de máximo e mínimo na camada de 0-20, observa-se que os solos do perímetro apresentam o pH na faixa de 6,50 a 9,60, ou seja, próximos à neutralidade, tendendo à alcalinos (EMATER, 1979). Resultados semelhantes foram encontrados em uma área do Perímetro Irrigado Senador Nilo Coelho, Petrolina/PE por Silva (2001). No entanto, os valores da média e mediana, nas amostras de 0-20 cm demonstraram que na área estudada predominam solos

com pH em torno de 8,1, ou seja, alcalinos, concordando com Cavalcanti et al. (1999). Estes valores de pH em profundidade vão aumentando, caracterizando-se um fator negativo para o desenvolvimento de plantas, considerando-se que a faixa de pH ideal vai de 6,0 a 6,5 para a maioria das culturas, concordando assim com os dados obtidos por Souza et al. (2000).

Analisando a frequência dos resultados, verifica-se que é desnecessária o uso de corretivo para acidez, uma vez que os valores de pH são elevados, todavia, este pH elevado tende a dificultar ou impossibilitar a absorção de alguns elementos necessários ao bom desenvolvimento das culturas.

Com base na classificação de Warrick & Nielsen (1980), verifica-se baixa variação, com CV de 5,23 a 7,89 % para o pH, mas elevada para a CEes, com CV entre 192,77 e 279,02 % na profundidade de 0-20 cm (Quadro 2). Pode-se também observar uma tendência de diminuição no coeficiente de variação para essas variáveis à medida que aumenta a profundidade do solo, o que infere um caráter heterogêneo ao solo da área, próprio de solos aluvionais, concordando com Oliveira (1998), Ceuppens & Wopereis (1999) e Souza et al. (2000).

A distribuição dos teores de cálcio e de magnésio trocável dos solos variou dentro dos padrões normais para estes solos, como pode ser observado pelos valores da média, mediana e moda (Quadro 3). A maior parte das amostras de solo do presente trabalho apresentou teores de cálcio e de magnésio com uma amplitude de variação média a baixa, apresentando um CV classificado como médio entre as quatro coletas e as três profundidades de amostragem.

Com relação aos teores de potássio, pode-se verificar uma forte tendência a diminuição da concentração do teor de potássio nas camadas mais profundas do solo. Levando em consideração a concentração de potássio no solo, principalmente na camada agricultável, não se faz necessária à recomendação de adubação para este elemento, tendo em vista sua alta a muito alta concentração no solo, conforme critérios estabelecidos pela EMBRAPA (1980).

A evolução vertical dos teores de sódio e da PST nos solos do perímetro permite inferir que há um aumento da sodicidade com a profundidade, assim sendo, observa-se que o aumento na PST chega a ser suficiente para causar limitações no uso do solo, visto que os valores chegam a 85,23% a uma profundidade de 60 cm, o que classifica o solo como sódico. Resultados semelhantes foram encontrados por Chaves et al. (2006) na Ilha de Picos – PE.

Quadro 3: Medidas descritivas dos teores de cátions trocáveis ( $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ ) nos solos do Perímetro Irrigado Cachoeira II, Serra Talhada –PE

Medidas	Ca	Mg	Na	K	PST	Ca	Mg	Na	K	PST	Ca	Mg	Na	K	PST
	0-20 cm					20-40 cm					40-60 cm				
Junho de 2006															
Média	8,09	2,83	1,97	1,14	10,11	8,15	2,74	2,00	0,70	12,69	8,43	2,79	2,91	0,70	16,00
Mediana	8,01	3,05	0,75	0,72	6,38	7,98	2,96	1,30	0,56	9,58	8,46	3,03	1,43	0,48	11,84
Moda	ne	3,15	0,61	0,64	ne	ne	2,28	0,61	0,32	ne	ne	ne	1,02	0,48	ne
DP	1,37	0,55	4,46	1,00	13,37	1,83	0,65	2,90	0,64	13,44	1,87	0,68	4,54	0,52	15,04
CV	16,88	19,48	227,04	87,96	132,22	22,45	23,85	145,16	91,22	105,89	22,20	24,49	156,05	73,18	94,00
Curtose	-0,37	3,63	19,50	4,74	12,57	-0,12	1,11	13,50	9,01	13,17	0,11	0,73	20,51	4,97	12,59
Max	11,02	3,54	24,22	4,87	64,11	11,40	3,57	15,42	3,16	75,23	11,59	3,60	26,35	2,68	85,23
Min	5,24	0,84	0,20	0,24	1,75	3,66	0,92	0,20	0,24	1,76	3,33	0,83	0,20	0,24	2,06
Setembro de 2006															
Média	6,20	5,38	2,76	1,39	9,52	6,83	5,11	2,36	0,78	11,03	7,51	5,44	3,21	0,52	13,76
Mediana	5,56	5,01	0,73	1,28	6,43	6,40	5,42	1,08	0,72	7,71	7,08	5,16	1,57	0,44	9,63
Moda	ne	ne	0,20	1,58	ne	ne	5,47	1,08	0,17	ne	ne	3,43	1,17	0,12	ne
DP	1,71	2,29	8,04	0,66	13,54	2,08	1,06	5,44	0,46	14,63	2,74	1,50	6,93	0,35	15,82
CV	27,65	42,60	291,50	47,86	142,22	30,50	20,70	230,70	58,18	132,71	36,46	27,57	216,07	67,40	114,91
Curtose	1,33	17,53	19,18	2,06	11,48	-1,02	-0,31	20,75	-0,65	12,49	-0,71	-0,49	23,76	1,81	11,74
Max	11,58	16,83	42,45	3,55	64,28	10,63	7,62	30,16	1,83	76,70	13,27	8,87	39,82	1,58	84,56
Min	3,82	2,77	0,10	0,27	0,78	3,53	3,19	0,10	0,17	1,12	2,91	3,41	0,10	0,12	1,14
Dezembro de 2006															
Média	10,62	12,47	3,76	1,33	8,81	11,44	13,01	3,44	0,66	9,53	12,27	14,12	5,07	0,51	13,30
Mediana	9,85	11,14	1,61	1,28	5,58	11,12	12,12	1,89	0,62	6,41	11,92	12,72	3,51	0,46	9,26
Moda	ne	12,58	1,00	1,51	ne	ne	ne	3,28	0,46	ne	ne	ne	1,42	0,19	ne
DP	3,25	4,78	9,90	0,60	11,77	4,29	5,52	6,42	0,36	11,83	5,22	5,32	6,60	0,32	13,08
CV	30,60	38,33	263,36	44,74	133,68	37,50	42,44	186,59	54,27	124,11	42,58	37,68	130,18	62,59	98,33
Curtose	-1,19	1,62	25,07	-0,84	15,21	-0,46	2,00	20,88	3,50	23,54	0,41	-0,79	13,91	9,84	11,49
Max	16,94	26,88	57,02	2,55	63,54	20,59	30,16	36,40	1,88	72,56	25,97	24,53	36,40	1,93	72,70
Min	5,80	6,51	0,00	0,41	0,00	3,86	5,09	0,22	0,24	1,49	2,64	5,91	0,22	0,19	1,34
Março de 2007															
Média	7,00	2,94	0,62	0,36	5,63	6,61	3,20	0,93	0,24	8,16	7,32	3,42	1,19	0,19	9,59
Mediana	6,90	3,00	0,38	0,30	3,16	6,92	2,96	0,48	0,20	5,16	7,65	3,31	0,91	0,16	7,66
Moda	8,48	2,44	0,50	0,47	ne	ne	2,38	0,29	0,11	ne	ne	ne	0,91	0,22	ne
DP	2,04	0,65	0,66	0,19	5,67	1,95	1,02	1,05	0,15	9,41	2,41	1,03	1,11	0,11	8,67
CV	29,11	22,02	106,55	53,55	100,74	29,47	31,84	112,61	63,28	115,33	32,86	30,19	93,22	57,86	90,39
Curtose	-0,55	2,21	4,73	-0,31	4,22	-0,47	1,73	4,64	3,76	10,11	0,12	0,70	6,41	4,19	9,71
Max	10,95	4,99	3,10	0,85	24,19	9,87	6,47	4,52	0,77	44,95	13,73	6,45	5,33	0,55	44,68
Min	2,51	1,68	0,11	0,12	0,86	2,10	2,00	0,15	0,08	1,33	2,96	1,70	0,16	0,08	1,56

Verificou-se, também, acúmulo progressivo de sódio no solo, com maiores valores na estação seca do ano, demonstrando que futuramente poderá haver problemas de sodificação nos solos do perímetro. Como forma de impedir o aumento no acúmulo destes sais, a subárea afetada deve ser isolada da normal, através da construção de diques (Pizarro, 1978; Medeiros & Gheyi, 1997). Na realização de pesquisas, procedimentos diferenciados devem ser adotados levando-se em consideração a subdivisão da área e sua variabilidade espacial.

Os valores do CV para sódio e PST, segundo Warrick & Nielsen (1980), foram altos, concordando com o que foi constatado por Souza et al. (1997) e Silva (2001). A variabilidade dessas propriedades pode ser atribuída, em parte, aos processos de formação do solo aluvial, além da evolução da sodicidade pelo uso de águas de irrigação de diferentes teores de sais de sódio, bem como do manejo adotado na irrigação. De acordo com Santos & Vasconcelos (1987), Souza et al. (1997), Salviano et al. (1998), Oliveira et al. (1999) e Silva (2001), o conhecimento da variabilidade dessa propriedade é importante, principalmente para definir o manejo mais adequado a ser utilizado na área em estudo.

No Quadro 4 estão expressos os resultados das concentrações de cátions na solução do solo nos lotes do Perímetro. Verifica-se que existe uma grande amplitude de variação para os cátions solúveis, o que acarreta um CV elevado, resultado da heterogeneidade dos solos da área, principalmente no que se refere ao acúmulo de sais.

Isso é observado para os cátions solúveis  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$ , refletindo-se também na RAS desses solos, fato que se repete nas quatro épocas de coleta. É possível que a disponibilidade hídrica e a qualidade das águas utilizadas no Perímetro estejam influenciando essa heterogeneidade, em virtude das diferentes classes de água disponíveis, variáveis no tempo e no espaço. Resultados semelhantes foram relatados por Herrero & Pérez-Coveta (2005), em trabalho realizado em um perímetro irrigado com problemas de salinização no sul da Espanha.

Segundo Rhoades (1974), dentre os principais fatores que causam a salinização, a qualidade da água de irrigação contribui efetivamente para aumentar o teor de sais na solução do solo, pois ela pode conter de 100 kg (água boa) a 4.000 kg (água imprópria) de sal em cada 1.000 m<sup>3</sup> e é, em geral, aplicada à razão de 10.000 a 15.000 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Conseqüentemente, se não houver drenagem, cerca de 1,0 a 60,0 t ha<sup>-1</sup> de sais poderão ser adicionadas às áreas irrigadas.

Quadro 4: Medidas descritivas dos teores de cátions solúveis ( $\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$ ) nos solos do Perímetro Irrigado Cachoeira II, Serra Talhada –PE

Medidas	Ca	Mg	Na	K	RAS	Ca	Mg	Na	K	RAS	Ca	Mg	Na	K	RAS
	0-20 cm					20-40 cm					40-60 cm				
Junho de 2006															
Média	0,77	0,77	2,07	0,08	1,27	0,47	0,45	1,11	0,03	1,23	0,35	0,32	1,30	0,02	1,59
Mediana	0,35	0,37	0,26	0,05	0,45	0,24	0,23	0,36	0,02	0,80	0,18	0,20	0,37	0,02	0,99
Moda	ne	ne	0,22	0,02	ne	0,18	ne	0,13	0,02	ne	ne	0,19	ne	0,01	ne
DP	1,42	1,40	7,67	0,09	3,42	0,72	0,64	3,10	0,03	1,90	0,52	0,38	4,32	0,01	3,18
CV	183,85	182,76	370,55	113,30	269,60	154,59	143,21	278,31	97,04	154,94	147,82	121,67	332,77	54,91	200,22
Curtose	17,46	27,99	18,72	14,22	16,31	17,05	12,09	26,82	7,91	26,01	9,77	7,77	34,17	-0,01	33,23
Max	7,73	8,54	39,42	0,50	16,68	4,00	3,11	18,12	0,15	11,60	2,47	1,65	26,38	0,06	19,96
Min	0,12	0,12	0,04	0,01	0,04	0,08	0,05	0,05	0,01	0,11	0,08	0,05	0,05	0,01	0,10
Setembro de 2006															
Média	0,35	0,16	2,02	0,10	3,32	0,23	0,14	1,61	0,04	3,60	0,22	0,12	1,26	0,03	3,54
Mediana	0,14	0,08	0,41	0,08	1,89	0,10	0,08	0,41	0,03	2,06	0,09	0,07	0,51	0,02	2,63
Moda	ne	ne	0,39	0,03	ne	ne	ne	0,21	0,05	ne	ne	ne	0,70	0,01	ne
DP	0,87	0,35	6,68	0,10	5,50	0,48	0,25	5,28	0,04	5,65	0,50	0,22	3,14	0,03	3,60
CV	247,25	214,41	329,99	101,37	165,86	211,42	179,28	328,55	93,45	156,93	225,86	195,13	249,32	94,44	101,61
Curtose	15,46	15,66	23,46	11,29	20,40	18,09	18,89	32,15	3,83	19,03	14,62	27,30	27,42	0,78	10,43
Max	3,95	1,64	37,28	0,58	31,52	2,54	1,38	31,87	0,19	32,23	2,25	1,34	18,43	0,11	19,47
Min	0,03	0,04	0,01	0,01	0,09	0,02	0,01	0,02	0,01	0,17	0,02	0,03	0,02	0,01	0,13
Dezembro de 2006															
Média	0,21	0,03	6,40	0,08	9,01	0,06	0,02	3,98	0,03	13,34	0,07	0,04	5,49	0,03	25,77
Mediana	0,07	0,02	0,84	0,07	3,25	0,04	0,01	0,87	0,02	4,64	0,03	0,01	1,47	0,01	8,19
Moda	ne	0,02	0,84	0,01	ne	ne	0,01	1,08	0,01	ne	ne	0,03	0,80	0,01	ne
DP	0,51	0,04	25,75	0,06	21,66	0,07	0,02	14,11	0,05	33,83	0,16	0,10	15,43	0,04	66,02
CV	240,18	117,37	402,67	70,96	240,27	114,76	101,77	354,46	141,07	253,52	227,93	275,35	281,08	143,87	256,18
Curtose	19,96	14,16	28,73	-0,20	24,57	2,10	2,68	27,80	17,44	27,03	22,99	34,75	24,04	13,39	26,66
Max	2,77	0,21	149,89	0,23	125,07	0,28	0,08	81,94	0,27	199,14	0,89	0,61	88,12	0,22	388,16
Min	0,00	0,00	0,11	0,01	0,59	0,00	0,00	0,14	0,01	0,68	0,00	0,00	0,26	0,01	0,48
Março de 2007															
Média	0,16	0,19	1,07	0,05	2,97	0,16	0,19	1,22	0,04	3,79	0,13	0,15	1,40	0,04	5,04
Mediana	0,07	0,11	0,19	0,04	1,17	0,05	0,08	0,23	0,03	1,53	0,05	0,08	0,36	0,03	1,89
Moda	-	0,07	0,14	0,03	ne	ne	ne	0,18	0,03	ne	0,02	ne	0,16	0,03	ne
DP	0,25	0,24	2,46	0,04	6,18	0,28	0,29	2,49	0,02	7,27	0,23	0,20	2,59	0,03	8,60
CV	156,50	126,80	228,95	67,89	208,29	175,91	157,39	204,12	39,74	191,86	176,37	138,72	185,83	76,64	170,62
Curtose	7,96	11,10	7,10	11,48	14,53	8,28	10,56	6,51	4,90	15,31	9,75	13,45	6,83	12,18	12,84
Max	1,10	1,24	9,64	0,22	31,85	1,26	1,41	10,31	0,09	38,11	1,12	1,07	11,09	0,20	44,22
Min	0,02	0,04	0,07	0,03	0,34	0,01	0,03	0,09	0,01	0,46	0,01	0,03	0,11	0,01	0,75

A variação temporal da concentração de sódio no extrato de saturação do solo, entre as coletas está representada no Quadro 4. Observou-se, de forma geral, um comportamento bastante variável nos teores do referido íon durante o período estudado. No perímetro irrigado, as maiores concentrações na primeira camada foi registrada no mês de dezembro (Coleta 3),  $6,40 \text{ mmol}_c \text{ L}^{-1}$ . Este resultado corrobora com os apresentados por Andrade et al. (2002) em seus estudos com a concentração de íons no extrato de saturação do solo, na região da Chapada do Apodi. Tal comportamento está associado à ausência de chuvas neste período, o que pode estar ocasionando um aumento na concentração de sódio na solução do solo em resposta a qualidade da água empregada, ao manejo de irrigação adotado e também à elevada evapotranspiração da época. Nas camadas de 20-40 e 40-60 cm, observou-se, a mesma tendência da camada superficial, apresentando os maiores valores de 3,98 e 5,49  $\text{mmol}_c \text{ L}^{-1}$ , respectivamente para cada camada na coleta 3 para o íon sódio.

Tais resultados concordam com a afirmativa de Ayers e Westcot (1999), de que, à medida que a cultura extrai água da zona radicular e o solo se torna seco entre as irrigações, os íons tendem a se acumular nas camadas inferiores do solo. Contudo, se a evapotranspiração for elevada, poderá ocorrer ascensão capilar de íons e concentração dos mesmos na camada superficial do solo.

As maiores concentrações do íon sódio em forma solúvel na estação seca foram encontradas na camada superior, em decorrência da perda de água por evaporação. Contudo, isso permanece no período chuvoso, podendo indicar maiores aportes desse elemento em detrimento dos demais cátions, o que poderá promover a sodificação dos solos com o tempo (Freire et al, 2003b).

Semelhante tendência foi observada por Pereira et al. (1986) e Ben-Hur et al. (2001), quando estudaram a ação da lixiviação dos sais adicionados ao solo pela água de irrigação em solos de textura leve, onde as maiores concentrações de sódio foram encontradas nas camadas superficiais em solos com problemas na lixiviação.

As concentrações médias de  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  também estão representadas no Quadro 4. Os valores das concentrações dos referidos íons variaram de 0,16 a 0,77 e 0,03 a 0,77  $\text{mmol}_c \text{ L}^{-1}$ , na primeira camada; 0,6 a 0,47 e 0,02 a 0,45  $\text{mmol}_c \text{ L}^{-1}$ , na segunda camada e 0,07 a 0,35 e 0,04 a 0,32  $\text{mmol}_c \text{ L}^{-1}$  na terceira camada, respectivamente. Na camada superficial, observa-se um decréscimo da concentração dos íons  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  durante a estação seca da região (Coleta 3). Esse comportamento difere do encontrado por Andrade et al. (2004) nos campos

irrigados da Chapada do Apodi. Acredita-se que esse comportamento seja devido às características intrínsecas do solo de cada região, pois os solos do Perímetro Irrigado Cachoeira II possuem deposições sucessivas de camadas promovidas pelas enchentes do Rio Pajeú, fato que não ocorre na Chapada do Apodi.

As concentrações de potássio encontradas foram relativamente baixas entre as coletas. Estas baixas concentrações do íon podem ser atribuídas ao fato de que o potássio é altamente consumido pelas culturas exploradas no perímetro, a exemplo da bananeira.

Os solos afetados por sais são classificados em função dos valores do pHes, CEes e PST (Raij, 1991). Neste contexto e para fins de caracterização da salinidade e sodicidade na área estudada, foram tomados como base os valores dessas variáveis e a classificação de solos apresentada por Richards (1954). Verifica-se que aproximadamente 12, 14 e 28% da área estudada estão afetados por sais, nas profundidades de 0-20, 20-40 e 40-60 cm, respectivamente. Resultados semelhantes foram obtidos por Coelho & Ferreyra (1986) em solo aluvial no Perímetro Irrigado de Morada Nova – CE; Souza et al. (2000) no Semi-Árido Paraibano e por Chaves et al. (2004) na Ilha de Assunção, em Cabrobó – PE.

Quanto aos ânions avaliados, em geral, os valores de  $\text{CO}_3$  e  $\text{HCO}_3$  na solução do solo são baixos e seguem a tendência de baixar ainda mais em profundidade (Quadro 5). A concentração desses ânions não caracteriza problemas ao solo estudado, nem às culturas exploradas comercialmente no perímetro, sendo os valores de  $\text{CO}_3^{2-}$  tão baixos que se encontram fora da faixa de detecção do método utilizado na segunda e terceira coletas. Comparativamente, essas informações podem ser contrastadas e confirmadas no trabalho realizado por Corwin et al. (2006) avaliando as características e a qualidade do solo por intermédio do monitoramento do manejo do solo, observando o decréscimo nos valores de  $\text{CO}_3$  e  $\text{HCO}_3$  em algumas condições de manejo.

Observa-se, ainda, CV médio para  $\text{HCO}_3^-$  nas três profundidades e quatro amostragens realizadas, enquanto para  $\text{CO}_3^{2-}$  apresenta CV elevado em virtude da não detecção do  $\text{CO}_3^{2-}$  pela metodologia adotada.

O ânion que predomina nos solos do Perímetro é o  $\text{Cl}^-$ , destacando-se dos demais. A distribuição do íon cloreto no extrato de saturação da coleta 3 (dezembro de 2006) nas três camadas, foi a que apresentou maior valor médio entre as coletas, sendo de 6,22  $\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$ ; 3,64 e 4,77  $\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$ , respectivamente, para as profundidades de 0-20, 20-40 e 40-60 cm. Esse acréscimo nos valores com relação

às outras coletas deve-se à época da amostragem ter sido no final do período seco, fase de aumento na concentração de sais pela elevada evapotranspiração e nula precipitação durante meses, o que é confirmado pela CE nas amostras de solos dessa coleta (Quadro 2).

Quadro 5: Resultado das medidas descritivas dos ânions ( $\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$ ) no Perímetro Irrigado Cachoeira II, Serra Talhada –PE.

Medidas	Cl	HCO <sub>3</sub>	CO <sub>3</sub>	Cl	HCO <sub>3</sub>	CO <sub>3</sub>	Cl	HCO <sub>3</sub>	CO <sub>3</sub>
	0-20 cm			20-40 cm			40-60 cm		
Junho de 2006									
Média	3,26	0,41	0,03	1,80	0,37	0,03	1,86	0,34	0,02
Mediana	0,85	0,40	0,05	0,65	0,30	0,00	0,80	0,30	0,00
Moda	0,85	0,40	0,05	0,30	0,30	0,00	0,30	0,40	0,00
DP	10,16	0,15	0,03	4,25	0,12	0,03	4,83	0,12	0,02
CV	311,17	36,12	89,10	236,42	32,99	110,55	258,83	34,70	124,48
Curtose	20,91	0,00	-0,88	19,40	-0,42	-0,72	29,68	0,58	-1,86
Max	55,00	0,80	0,10	23,00	0,60	0,10	29,00	0,70	0,05
Min	0,25	0,20	0,00	0,20	0,20	0,00	0,20	0,20	0,00
Setembro de 2006									
Média	2,08	1,06	0,00	1,44	1,03	0,00	1,09	0,96	0,00
Mediana	0,22	1,00	0,00	0,18	1,00	0,00	0,22	1,00	0,00
Moda	0,17	1,00	0,00	0,25	1,00	0,00	0,10	1,00	0,00
DP	7,80	0,19	0,00	5,83	0,33	0,00	3,72	0,28	0,00
CV	374,65	18,27	ne	405,27	31,87	ne	342,24	28,90	ne
Curtose	21,34	1,28	ne	32,77	3,23	ne	25,37	1,70	ne
Max	42,00	1,50	0,00	35,00	2,10	0,00	21,00	1,70	0,00
Min	0,04	0,70	0,00	0,02	0,20	0,00	0,01	0,30	0,00
Dezembro de 2006									
Média	6,22	1,21	0,00	3,64	1,06	0,00	4,77	1,13	0,00
Mediana	0,60	1,00	0,00	0,54	1,00	0,00	0,58	1,00	0,00
Moda	1,00	1,00	0,00	0,42	1,00	0,00	0,12	1,00	0,00
DP	25,89	0,70	0,00	13,85	0,32	0,00	14,94	0,53	0,00
CV	416,13	58,33	ne	380,93	30,00	ne	313,43	46,61	ne
Curtose	28,39	14,16	ne	27,56	11,42	ne	24,37	10,95	ne
Max	150,00	4,50	0,00	80,00	2,50	0,00	85,00	3,50	0,00
Min	0,09	0,30	0,00	0,02	0,60	0,00	0,06	0,60	0,00
Março de 2007									
Média	1,61	0,01	0,02	1,82	0,01	0,01	1,90	0,01	0,01
Mediana	0,60	0,01	0,00	1,00	0,01	0,00	1,00	0,01	0,00
Moda	1,00	0,01	0,00	1,00	0,01	0,00	1,00	0,01	0,00
DP	2,56	0,00	0,05	2,69	0,01	0,02	2,62	0,01	0,01
CV	158,98	31,65	216,69	147,90	47,66	211,69	137,81	63,39	184,56
Curtose	7,40	3,13	13,11	5,90	0,66	6,06	7,34	1,43	2,59
Max	11,00	0,03	0,24	11,00	0,03	0,10	11,00	0,04	0,05
Min	0,20	0,01	0,00	0,20	0,01	0,00	0,20	0,01	0,00

Os altos teores de Cl<sup>-</sup> encontrados nos solos coletados em dezembro de 2006 (terceira coleta) decrescem novamente na quarta e última coleta, em março de 2007,

pois nesse período já haviam ocorrido chuvas, diluindo os sais na solução do solo. Esse comportamento concorda com os verificados por Pérez-Sirvent et al. (2003) no semi-árido no sul da Espanha e por Andrade et al. (2004) no perímetro irrigado do DIJA (Distrito Irrigado Jaguaribe Apodi), no Ceará. Os altos valores do cloreto registrados na área de perímetro podem ser explicados pela utilização de águas subterrâneas (C3S1), cloretadas, na irrigação e do resíduo do cloreto de potássio empregado na fertirrigação como fonte de potássio para as culturas, especialmente a bananeira, bastante exigente em potássio (Andrade et al., 2002).

O elevado CV observado pode ser atribuído a três fatores distintos, sendo o primeiro a qualidade da água. Parte do perímetro é irrigada com águas superficiais que apresentam menores concentrações de sais totais, sendo classificadas como C2S1 (Cruz, 2001). O segundo fator é a alteração no manejo adotado, ou seja, irrigação por sulco em algumas áreas e irrigação por aspersão, ou microarpesão em outras. E, por último, o tempo que a área vem sendo cultivada. Alguns lotes não estão sendo irrigados há alguns anos, o que reduz o aporte de sais nessas áreas. Resultados semelhantes foram apresentados por Ben-Hur et al. (2001), nos estudos com solos irrigados nos Estados Unidos.

Todavia, as concentrações de cloreto registradas no período de estudo (jun/06 a mar/07), superaram os limites médios de toxidez apresentados por Ayers & Westcot (1999), que são de 5 a 10 mmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>, apenas na camada superficial (0-20 cm) da coleta realizada em dez/06. Observa-se, com isso que a precipitação pluvial da região tem sido suficiente para baixar os teores de Cl<sup>-</sup> no solo na estação chuvosa subsequente.

## **CONCLUSÕES**

Com base no que foi analisado e discutido neste trabalho conclui-se que:

Os valores de pH dos solos variaram ao longo do ano em estudo, ficando na faixa entre a neutralidade e a alcalinidade;

Ocorre um aumento em profundidade do teor de Na<sup>+</sup> trocável e da PST nos solos do Perímetro;

As maiores concentrações de cátions e ânions solúveis estudados foram registradas nas camadas superiores;

Aproximadamente 12, 14 e 28% dos lotes estudados estão afetados por sais, nas profundidades de 0-20, 20-40 e 40-60 cm, respectivamente.

Há indícios de que futuramente poderão ocorrer problemas de salinização e sodificação em outras áreas do Perímetro Irrigado Cachoeira II.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, E. M. de; D'ALMEIDA, D. M. B. A.; MEIRELES, A. C. M.; LEMOS FILHO, L. C. de A.; ARRUDA, F. E. R. de. Evolução da concentração iônica da solução do solo em áreas irrigadas na Chapada do Apodi, CE. **Revista Ciência Agronômica**, v. 35, n.1. 2004. p. 9 – 16.

ANDRADE, E. M.; MEIRELES, A. C. M.; NESS, R. L. L. e CRUZ, M. G. M. Modelagem da concentração de íons no extrato de saturação do solo, na região da Chapada do Apodi. *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza, v. 33, n.2, p.25-32, 2002.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. A qualidade da água na agricultura. 2a ed. Trad. Gheyi, H. R.; Medeiros, J. F., Damasceno, F. A. V. Campina Grande: UFPB, 1999, 218 p. Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29.

BARRETO, A. N.; OLIVEIRA, G. R. de.; NOGUEIRA, L. C.; IVO, W. M. P. de M. Condutividade hidráulica saturada em um solo aluvial do perímetro irrigado de São Gonçalo, PB. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB. v.5, n.1, p.152-155, 2001

BATISTA, M.J.; NOVAES, F.; SANTOS, D.G.; SUGUINO, H.H. **Drenagem como instrumento de dessalinização e prevenção da salinização de solos**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente / Secretaria dos Recursos Hídricos, 2001. 203 p. (Série Informes Técnicos).

BEN-HUR, M.; LI, F. H.; KEREN, R., RAVINA, I.; SHALIT, G. Water and salt distribution in a field irrigated with marginal water under high water table conditions. **Soil Science Society of America Journal**. Madison, v.65, p.65-191, 2001.

CAVALCANTI, F. J.A.; MESSIAS, A. S.; SILVA, M. C. L.; MORAES, E. J. F. & LIRA, L. R. B. Avaliação da Fertilidade dos solos de Pernambuco: Resultados de 1998. In: **Congresso Brasileiro de Ciência de Solo**, 27, 1999, Brasília. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1999, CDRom.

CEUPPENS, J & WOPEREIS, M. C. S. Impacto f non-drained irrigated rice cropping on soil salinization in the Senegal River Delta. **Geoderma**. n 92. 1999. p. 125-140.

CHAVES. L. H. G.; CHAVES, I. de B.; SILVA,P. C. M.; VASCONSELOS, A. C. F. de. Variabilidade de propriedades químicas do solo aluvial da Ilha de Picos, Pernambuco. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**. v. 6, n 1., p. 13-19, 2006 .

CHAVES, L. H. G.; TITO, G. A.; CHAVES,I. B.; LUNA J. G.; SILVA P. C. M. Propriedades químicas do solo aluvial da ilha de assunção – Cabrobó – PE. **R. Bras. Ci. Solo**, Viçosa, MG, v.28, p.431-437, 2004.

COELHO, M.A.; FERREYRA, F.F. Characterization of saltaffected soil in the semi-arid region of Northeastern Brazil. **Turrialba**, São José, v.36, n.2, p.171-178, 1986.

CORWIN, D. L.; LESCH, S. M.; OSTER, J. D.; KAFFKA, S. R. Monitoring management-induced spatio-temporal changes in soil quality through soil samplin directed by apparent electrical conductivity. **Geoderma** n 131. 2006 p. 369-387.

CRUZ, M. G. M. Avaliação da qualidade das águas superficiais e subterrâneas do Distrito de Irrigação Jaguaribe-Apodi. 2001. 66f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) . Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

DNOCS - Departamento de Obras Contra as Secas. Estudos para a avaliação da disponibilidade hídrica do Açude Público Cachoeira II – Município de Serra Talhada – PE. Relatório apresentado ao DNOCS em julho de 1999.

EMATER. Sugestões de adubação para o Estado da Paraíba; 1º aproximação. João Pessoa: EMATER-PB, 1979.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Avaliação da fertilidade dos solos do Distrito Federal. Rio de Janeiro, 1980. 11p. (Boletim Técnico 74)

FREIRE, M.B.G. dos S.; FREIRE, F.J. Fertilidade do solo e seu manejo em solos afetados por sais. In: Fertilidade do Solo. Eds. NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, 2007. p. 929-954.

FREIRE, M. B. G. dos S.; RUIZ, H. A.; RIBEIRO, M. R.; FERREIRA, P. A.; ALVAREZ, V. H.; FREIRE, J. F. Condutividade hidráulica de solos de Pernambuco em resposta à condutividade elétrica e RAS da água de irrigação, **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 7, n. 1, 45-52, 2003a.

FREIRE, M.B.G.S; RUIZ, H.A.; RIBEIRO, M.R.; FERREIRA, P.A.; ALVAREZ V. V.H.; FREIRE, F.J. Estimativa do risco de sodificação de solos de Pernambuco pelo uso de águas salinas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 7, n. 2, p. 227-232, 2003b.

GHASSEMI, F.; JAKEMAN, A. J.; NIX, H. A. Salinization of land and water resources: Human causes, extent, management and case studies, Wallingford: **CAB International**, 1995. 526 p.

HERRERO, J & PÉREZ-COVETA o. Soil salinity changes over 24 years in a Mediterranean irrigated district. **Geoderma** n. 125. 2005. p. 287-308.

KHAN, M. A.; ABDULLAH, Z. Salinity – sodicity induced changes in reproductive physiology of rice (*Oryza sativa* L.) under dense soil conditions. **Environmental and Experimental Botany**, Paris, v.49, n.2, p.145-157, 2003.

MEDEIROS, J.F. de; GHEYI, H.R. Manejo do sistema solo-águaplanta em solos afetados por sais. In: GHEYI, H.R.; QUEIROZ, J.E.; MEDEIROS, J.M. (ed.) **Manejo**

**e controle da salinidade na agricultura irrigada.** Campina Grande: UFPB/SBEA. p. 239-288. 1997.

OLIVEIRA, J.J.; CHAVES, L.H.G.; QUEIROZ, J.E. & LUNA, J.G. Variabilidade espacial de propriedades químicas em um solo salino-sódico. **R. Bras. Ci. Solo**, v.23, p.783-789, 1999.

OLIVEIRA, J.J. de. Variabilidade de características químicas de um solo salino-sódico. **Dissertação Mestrado.** Campina Grande: Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba. 1998. 101p.

PEREIRA, O. J.; MATIAS FILHO, J.; ANDRADE, E. M. Variação do teor de sais no solo irrigado por aspersão e ação da chuva na sua lixiviação. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.17, n.1, p.61-65, 1986.

PÉREZ-SIRVENT, C.; MARTÍNEZ-SÁNCHEZ, M. J.; VIDAL, J.; SÁNCHEZ, A. The role of low-quality irrigation water in the desertification of semi-arid zones in Murcia, SE Spain. **Geoderma**. n 113. 2003 p. 109-125.

PIZARRO, F. Drenaje agrícola y recuperacion de suelos salinos. Madrid: **Agrícola Española**, 1978. 528p.

RAIJ, B. van. Fertilidade do solo e adubação. Piracicaba, **Ceres**, Potafos, 1991. 343p.

RHOADES, J.D. Drainage for salinity control. **In:** VAN SCHILFGAARDE, J. (Ed.). Drainage for Agriculture. Madison: **American Society of Agronomy**, 700p. 1974.

RICHARDS, L.A. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Washington, D.C.: United States Salinity Laboratory. United States Department of Agriculture **Handbook**, 60. 1954. 160p.

SALVIANO, A.A.C.; VIEIRA, S.R.; SPAROVEK, G. Variabilidade espacial de atributos de solo e de *Crotalaria juncea* L. em área severamente erodida. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.22, p.115-122, 1998.

SANTOS, R.V. & VASCONCELOS, C.A. Determinação do número de amostras de solo para análise química em diferentes condições de manejo. **R. Bras. Ci. Solo**, 11:97- 100, 1987.

SILVEIRA, J.A.G.; MELO, A.R.B.; VIÉGAS, R.A.; OLIVEIRA, J.T.A. Salt-induced effects on the nitrogen assimilation related to growth in cowpea plants. **Environmental and Experimental Botany**, Memphis, v.46, n.2, p.171-179, 2001.

SILVA, P.C.M. Avaliação e variabilidade espacial de propriedades químicas do solo da “Extensão Maria Tereza” – Perímetro Irrigado Senador Nilo Coelho, Petrolina-PE. Campina Grande, 2001. 104p. **Dissertação** (Mestrado) – Universidade Federal da Paraíba.

SOUSA, A. R. **Solos da planície aluvial do Vale do Pajeú em Serra Talhada (PE): ambiente agrícola e uso da terra**. 1995. 145p. Dissertação (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 1995.

SOUZA, L. C de; QUEIROZ, J E. & GHEYI, H. R. Variabilidade espacial da salinidade de um solo aluvial no semi-árido paraibano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v.4, n.1, p.35-40, 2000.

SOUZA, L. S.; COGO, N. P.; VIEIRA, S.R. Variabilidade das propriedades físicas e químicas do solo em pomar de citros. **R. Bras. Ci. Solo**, v.21, p.367-372, 1997.

WARRICK, A. W.; NIELSEN, D. R. Spatial variability of soil physical properties in the field. In: HILLEL, D., ed. **Applications of soil physics**. New York, Academic Press, 1980, p.319-344.

### **CAPÍTULO III**

---

**ANÁLISE DE USO DO PERÍMETRO IRRIGADO CACHOEIRA II: UM ESTUDO DE  
CASO SOBRE A REALIDADE ATUAL**

**ANALYSIS OF USE OF THE IRRIGATED PERIMETER CACHOEIRA II: A CASE  
STUDY ON THE CURRENT REALITY**

## RESUMO

No Perímetro Irrigado Cachoeira II, Serra Talhada/PE, as atividades foram paulatinamente suspensas a partir dos anos 90, em decorrência da falta d'água no Açude Cachoeira II, que abastecia o perímetro. Em 2002, mesmo com a capacidade máxima de armazenamento, o perímetro não operou devido, principalmente, a problemas de infra-estrutura de irrigação e, até a presente data, o suprimento hídrico continua suspenso. O objetivo desse trabalho foi identificar os principais entraves que bloqueiam o desenvolvimento e a baixa produtividade do Perímetro Irrigado Cachoeira II. Foram estudados os 37 lotes que compõem o Perímetro através de visitas e coleta de informações por meio de entrevistas e aplicação de questionário. Foram observados dados como: culturas exploradas, atividades agro-econômicas desenvolvidas, fontes de água utilizadas, sistema de irrigação, nível tecnológico, beneficiamento, produção, criação de animais, áreas degradadas e comercialização da produção. Esses dados foram confrontados com informações contidas em relatórios produzidos pelo DNOCS, que possibilitaram identificar a origem do problema e a forma como ele se prolonga até os dias atuais. Diante da impossibilidade de retirar água do canal adutor, os irrigantes passam a utilizar outras fontes hídricas: 21 colonos (58 %) utilizam água de cacimbões no Rio Pajeú; 2 colonos (5 %) trabalham com água de poços amazonas; 2 colonos (5 %) utilizam água de poços artesianos; 2 colonos (5 %) trabalham com água de poços artesianos e cacimbões; 10 colonos (27 %) estão sem água para irrigação. As baixas produtividades verificadas nas culturas do perímetro são, provavelmente, decorrentes da má qualidade da água utilizada na irrigação. Isso vem fazendo com que os irrigantes procurem novas fontes de renda, e a pecuária tem despontado como uma das opções. Os colonos ainda enfrentam sérios problemas com a comercialização da produção, pois 43 % da produção é vendida aos atravessadores, fato que tem se agravado após o fechamento da cooperativa. Além disso, apenas 3 % dos agricultores fazem beneficiamento da produção. Observou-se, ainda, que o perímetro apresenta sete lotes com áreas abandonadas por apresentarem problema de salinidade, isso corresponde a 23% do total. De forma geral, os irrigantes têm consciência do problema que enfrentam e que vem evoluindo nos últimos anos.

**Palavras-chave:** Viabilidade econômica, produção, irrigação.

## **ABSTRACT**

In the Cachoeira II Irrigated Perimeter, Serra Talhada/PE, the activities practically had been interrupted from years 90, in result of the lack of water in the Dam Cachoeira II, that supplied water to the perimeter. In 2002, exactly with the maximum capacity of storage, the perimeter mainly did not operate due the irrigation infrastructure problems, and until actuality the water supplement continues suspended. The objective of this work was to identify the main impediments that blocks development and low the productivity of the Cachoeira II Irrigated Perimeter. The 37 lots had been studied that compose the Perimeter Irrigated through visits and collections of information by means of interviews and application of questionnaire. They had been observed the explored cultures, developed agro-economic activities, used water sources, system of irrigation, technological level, improvement, production, degraded areas, animal's creation and production commercialization. These data had been collected with information contained in reports produced for the DNOCS, that they made possible to identify the origin of the problem, and the form as it draws out itself until the current days. Ahead of the impossibility to remove water of the expository canal, the farmers currently start to use other water sources: 21 colonists (58 %) use water of manual wells in the Pajeú River; 2 colonists (5 %) work with water of Amazon wells; 2 colonists (5 %) use water of artesian wells; 2 colonists (5 %) work with water of artesian wells and manual wells; 10 colonists (27 %) are without water for irrigation. The low productivity verified in the cultures of the perimeter is, probably, decurrently of the bad quality of the water used in the irrigation. This comes making with that the colonists look new sources of income, and the cattle one has blunted as one of the options. The colonists still face serious problems with the commercialization of the production, therefore 43 % of the production are commercialized to the profiteers, fact that have been aggravates after the cooperative closing. Moreover, only 3 % of the agriculturists make improvement of the production. This was still observed that the perimeter presents seven lots with areas abandoned for presenting salinity problem, corresponds 23% of the total. Generally, the colonists have conscience of the problem that face, and that it comes if aggravating to the long one of the last years.

**Key-words:** Economic viability, production, irrigation.

## INTRODUÇÃO

A irrigação é uma técnica alternativa que visa o aumento da produtividade das culturas, especialmente em regiões áridas e semi-áridas; esta técnica, entretanto, apresenta grande impacto na qualidade da água dos mananciais, devido ao grande consumo de água requerido nos sistemas de irrigação, em especial nas regiões com grandes extensões de áreas irrigadas, principalmente no período seco (Costa, 1991).

Diversos projetos públicos de irrigação foram implantados nas últimas décadas, visando difundir e incentivar esta tecnologia. Os programas assumiram papel relevante, no sentido de promover o desenvolvimento de diversas regiões do Brasil, principalmente do semi-árido (Autran, 1984).

No Brasil, como em outros países, a irrigação constitui um componente importante no setor produtivo agropecuário. A superfície produtiva agrícola sob sequeiro, em torno de 1.225 milhões de hectares, é responsável por 58% da colheita total, enquanto a superfície agrícola irrigada, embora correspondendo a apenas 18% da área produtiva total, contribui com aproximadamente 42% do total colhido (Christofidis, 2002). Ressalta-se que, em 24 anos, a agricultura irrigada mundial aumentou de 190 milhões para 275 milhões de hectares, ou seja, 45%; isto faz com que mais empresas invistam em tecnologia irrigada, aprimorando o setor com mais investimentos na eficiência de seus equipamentos.

Como a dependência da produção de áreas irrigadas aumenta ano após ano, a agricultura irrigada está enfrentando sérios desafios, que ameaçam sua sustentabilidade. De acordo com Gates et al. (1991), em várias partes do mundo a água disponível para a agricultura está se tornando escassa. A competição pela demanda com os centros urbanos e industriais está impondo pressão sobre a agricultura irrigada, no sentido de promover melhoria na eficiência do uso da água.

Um dos principais problemas que ocorrem na agricultura, é a baixa eficiência com que são utilizados os recursos disponíveis. Uma produção eficiente e rentável deve constituir um dos principais objetivos da empresa agrícola. Para atingir este fim, devem ser utilizados racionalmente os fatores de produção, de tal maneira que sejam atingidos os mais altos níveis de produtividade econômica (Frizzone, 1995).

O agricultor, ao procurar aperfeiçoar a produção, deve escolher dentre as alternativas disponíveis, a mais eficiente na utilização dos recursos produtivos e que satisfaça seus objetivos. Em situações onde a tomada de decisão está relacionada à

alocação de recursos limitados, esta alocação será definida pela racionalidade do agricultor que depende, por sua vez, de informações precisas que o auxiliem na decisão.

A criação de perímetros irrigados aumenta a produtividade das terras, transformando, assim, a realidade sócio-econômico-cultural da sua população. No entanto, em decorrência do manejo inadequado, muitas dessas áreas encontram-se praticamente abandonadas, em virtude de problemas de salinidade/sodicidade em seus solos. Como exemplos, têm-se as seguintes áreas, em porcentual, afetadas por sais: Custódia, PE, com 97%; Ceraíma, BA, com 32%; Cachoeira II, PE, com 30%; São Gonçalo e Sumé, PB com respectivamente 52 e 61% (Macêdo, 1988).

A escolha de áreas para compor perímetros irrigados nem sempre é suficientemente embasada em critérios técnico-econômicos. Este fato, associado à falta de habilidade por parte dos irrigantes no manejo da irrigação e às peculiaridades edafoclimáticas do Nordeste brasileiro, muito tem contribuído para o processo de degradação de solos da região, resultando em índices como os acima citados.

No Perímetro Irrigado Cachoeira II, em Serra Talhada/PE, as atividades foram praticamente interrompidas a partir dos anos 90, em decorrência da falta d'água no Açude Cachoeira II, que é o reservatório que abastece o perímetro. Em setembro de 1998, por determinação do DNOCS (Departamento Nacional de Obras Contra a Seca), foi suspensa a liberação de água para irrigação (DNOCS, 1999), deixando os irrigantes sem água para suas lavouras. Em 2002, mesmo com a capacidade máxima de armazenamento, o perímetro não operou devido, principalmente, aos problemas de infra-estrutura de irrigação e, até a presente data, o suprimento hídrico continua suspenso (DNOCS, 2004).

O objetivo desse trabalho foi identificar as atuais condições de uso e produtividade dos lotes do Perímetro Irrigado Cachoeira II, Serra Talhada – PE.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O Perímetro Irrigado Cachoeira II está localizado em Pernambuco, no município de Serra Talhada, nas coordenadas geográficas 7° 58' 54" a 8° 01' 36" de Latitude Sul e 38° 18' 24" a 38° 21' 21" de Longitude Oeste, distante 422 km da

capital pernambucana. A fonte hídrica de abastecimento do perímetro era o Açude Público Cachoeira II, construído entre os anos de 1961 e 1965, encravado na bacia hidrográfica do Pajeú, sub-vale do São Francisco, com capacidade de acumulação máxima de 21.031.145 m<sup>3</sup>.

De acordo com a classificação de Köppen, adaptada no Brasil, o perímetro está situado no domínio do clima Bsw'h', muito quente e semi-árido. Este clima está caracterizado por apresentar precipitação média anual de 720 mm, temperatura anual média de 27,0°C e uma estação chuvosa de verão a outono (DNOCS, 1999).

O Perímetro Irrigado Cachoeira II foi implantado em 1971 e entrou em operação em 1972, sendo para tal desapropriada uma área referente a 378,14 ha. A área utilizada com irrigação, no entanto, conta com 230 ha, a ser abastecida pelo açude público Cachoeira II. O perímetro é composto por 37 lotes de tamanhos variados distribuídos entre igual número de famílias.

Devido ao crescimento da cidade de Serra Talhada e a constante demanda hídrica para abastecimento e consumo humano, aliado a baixa precipitação pluvial e às secas ocorridas na região, a partir de 1998 foi suspenso o fornecimento de água para o perímetro (DNOCS, 1999).

Em virtude da desestabilização no processo de abastecimento hídrico do perímetro, os irrigantes passaram a utilizar águas do Riacho Cachoeira, do Rio Pajeú e de poços amazonas perfurados no leito do rio e do riacho. Existe uma variação espacial e sazonal entre a qualidade das águas dos poços, que é influenciada pela profundidade dos poços e pelos minerais do material de origem do solo.

Foram estudados os 37 lotes que compõem o Perímetro através de visitas e coleta de informações por meio de entrevistas e aplicação de questionário, contudo, os questionários foram aplicados com 35 famílias, por não ter sido possível encontrar moradores em dois lotes.

Observaram-se dados como: culturas exploradas, atividades agro-econômicas desenvolvidas, fontes de água utilizadas, sistema de irrigação, nível tecnológico, produção, criação de animais, áreas degradadas e comercialização da produção. Esses dados foram confrontados com informações contidas em relatórios produzidos pelo DNOCS, e pelos resultados desse trabalho, que possibilitaram identificar a origem do problema, e a forma como ele se prolonga até os dias atuais.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inspeções realizadas pelo DNOCS no Açude Cachoeira II, indicam que o mesmo está em bom estado de conservação. Entretanto, o próprio órgão reconhece que a descarga de fundo está sem funcionar a aproximadamente oito anos. Conforme consta no projeto original, a barragem em sua concepção foi destinada para duas finalidades: abastecimento da cidade de Serra Talhada, hoje com população de 70.179 (IBGE, 2007) e irrigação de 37 lotes agrícolas.

A grande dificuldade que entrava o perímetro Cachoeira II teve início em setembro de 1998, com a proibição por parte da 3ª Diretoria Regional do DNOCS do uso da água para fins de irrigação (DNOCS, 1999). A atividade produtiva paralisada levou a crise que hoje assola o perímetro. A falta de assistência técnica, a não regularização fundiária e a falta de crédito são outros fatores que necessitam ser solucionados.

Diante da impossibilidade de retirar água do canal adutor, alguns irrigantes passaram a utilizar outras fontes hídricas, de modo que, atualmente, 21 colonos (58 %) utilizam água de cacimbões no Rio Pajeú; 2 colonos (5 %) trabalham com água de poços amazonas; 2 colonos (5 %) utilizam água de poços artesianos; 2 colonos (5 %) usam água de poços artesianos e cacimbões; 10 colonos (27 %) estão sem água para irrigação (Figura 1).

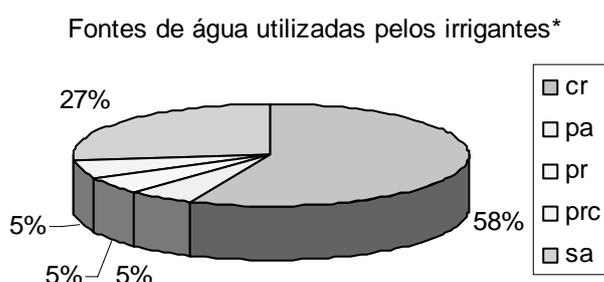


Figura 1: Fontes de água utilizadas pelos colonos no Perímetro Irrigado Cachoeira II, Serra Talhada/PE.

\*cr = cacimão no rio; pa = poço amazona; pr = poço artesiano; prc = poço artesiano e cacimão; sa = sem água para irrigar.

As fontes de água alternativas utilizadas pelos irrigantes podem ser de baixa qualidade, pois os agricultores vêm observando problemas no solo e atribuem à qualidade da água utilizada. Da mesma forma, Oliveira et al. (2002), trabalhando no Perímetro Irrigado de Custódia/PE, identificaram as águas de baixa qualidade como a principal fonte de sais solúveis, responsáveis pela degradação dos solos,

corroborando assim com as observações e informações repassadas pelos colonos no presente estudo.

Os irrigantes que utilizam as águas dos cacimbões no leito do Rio Pajeú são bastante prejudicados, pois a água está poluída, tendo em vista que os efluentes líquidos da cidade são canalizados sem nenhum tratamento para o Rio Pajeú, assim como os dejetos do abatedouro público municipal. Adicionalmente, o volume de água no período seco é bastante reduzido, provavelmente aumentando a concentração de sais na água, o que pode promover a salinização/sodificação dos solos sob irrigação com essas águas.

As baixas produtividades verificadas nas culturas do perímetro devem ser decorrentes da má qualidade da água utilizada na irrigação, isso pode ser confirmado pelos trabalhos realizados por Silva et al. (2005), que utilizaram águas com diferentes concentrações salinas na produção de melão, e observaram que a produtividade total sofreu redução em ambos os híbridos com o aumento do nível de salinidade da água. Resultados semelhantes também foram encontrados por Brito (1997), trabalhando com diferentes níveis de salinidade da água de irrigação.

Isso vem fazendo com que os irrigantes procurem novas fontes de renda, e a pecuária tem despontado como uma das opções, como constatado na aplicação dos questionários, cujos resultados apontam que 83% dos colonos têm alguma fonte de renda ligada à pecuária e apenas 17% possui renda exclusivamente agrícola. Os dados da Figura 2 evidenciam o crescimento do rebanho bovino nos últimos anos, passando de 164 cabeças para 281 cabeças de gado. Os resultados indicam que é possível praticar a integração agricultura-pecuária com pastejo, pois proporciona a geração de receita extra com a venda desses animais, contribuindo, dessa forma, com o desempenho econômico do sistema, conforme preconizado por Boller & Gamero (1997) e Mello et al. (2004).

O maior rebanho é o ovino, segundo os agricultores pelo fato de ser de fácil manejo, rápida reprodução e boa comercialização. Em contrapartida o desenvolvimento da caprinocultura nos últimos três anos não prosseguiu, acredita-se que devido a problema de infra-estrutura, haja vista o comportamento desses animais. A criação de eqüinos é para utilização no auxílio a agricultura familiar e trabalhos agrícolas em geral.

A baixa atividade produtiva do perímetro também é decorrente da falta de acesso ao crédito por conta da inadimplência dos irrigantes, cujos débitos estão

vinculados à perda e à quebra de produção com a suspensão do uso da água para irrigação.

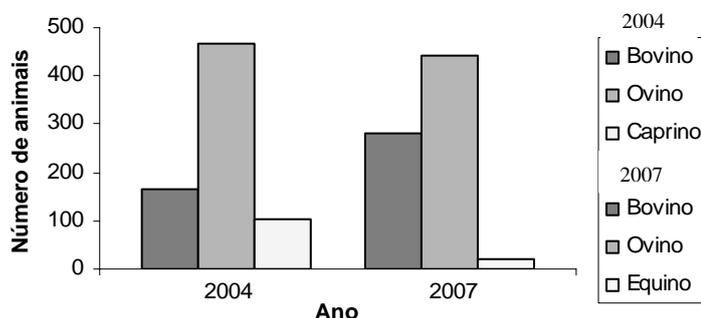


Figura 2: Evolução da pecuária no Perímetro Irrigado Cachoeira II (Dados de 2004 têm como fonte o relatório do DNOCS de 2004)

Os agentes financeiros alegam que os irrigantes não têm o título de propriedade da terra, o que se torna uma exigência para obtenção do crédito, existindo ainda um “entrave maior”, segundo os irrigantes, que é a garantia de recursos hídricos para a implantação das culturas, que está suspensa devido à desativação do canal de irrigação.

A produção dos irrigantes é comercializada individualmente pelo fato da cooperativa se encontrar fechada, mesmo assistindo a sua organização e razão social. Os produtos têm como destino a cidade de Serra Talhada - PE, as regiões produtoras de cebola do São Francisco e as indústrias de polpa de tomate em Custódia - PE, além dos municípios circunvizinhos.

Os colonos ainda enfrentam sérios problemas com a comercialização da produção, sendo 43 % desta vendida aos atravessadores, fato que se agrava com o tempo após o fechamento da cooperativa (Figura 3). Além disso, apenas 3 % dos agricultores fazem beneficiamento da produção, isso equivale a um irrigante no universo de 37 colonos, como pôde ser constatado em visitas feitas aos lotes. Os outros 97% não fazem nenhum tipo de beneficiamento ou agregação de valor à produção.

Falta o elo “onde” e “para quem” vender, decisões sobre alternativas de canal e conhecimento sobre a concorrência a partir dos próprios intermediários compradores, aspectos importantes para o reinvestimento e correções no próprio negócio, problemas e resultados semelhantes foram encontrados por Duarte & Tavares (2001), em estudo de caso no Projeto Jaíba/MG.



Figura 3: Comercialização e beneficiamento da produção no Perímetro Irrigado Cachoeira II em Serra Talhada – PE.

Durante a realização desse trabalho, visitou-se uma pequena fábrica de doces no lote (4P) de propriedade do Senhor Luiz Pereira de Lima, que produz doce de banana, goiaba e leite, utilizando matéria prima oriunda dos municípios vizinhos e também da região, já que a produção do perímetro é insuficiente para atender à demanda. Mesmo com essa demanda de mercado, os colonos não possuem condições favoráveis de produção. A pequena fábrica está necessitando de uma maior quantidade de banana, goiaba e leite para que possa aumentar a sua produção e atingir novos mercados. Os produtos comercializados pelos colonos individualmente são “*in natura*”.

Atualmente, alguns colonos mantêm um contrato de parceria com o IPA (Empresa Pernambucana e Pesquisa Agropecuária), em Serra Talhada, para a produção de sementes de cebola, que tem dado bons resultados; onde é fornecida a semente para plantio, assistência técnica e garantia da compra da produção da semente de cebola. Isso tem se apresentado como uma boa opção econômica para os colonos.

No ano de 2002 foram ministrados alguns cursos sobre produção de hortaliças pelo SENAR (Serviço Nacional de Aprendizagem Rural) e, com o acompanhamento da ATER (Assistência Técnica e Extensão Rural), foi realizado um trabalho experimental com a produção de hortaliças (cenoura, beterraba, pepino, alface, coentro, abobrinha, espinafre em consórcio com melancia, feijão e milho), que eram culturas que os irrigantes tinham habilidades de cultivo. A produção média foi em torno de 400 kg/ha, sendo toda comercializada no comércio local, que apresenta demanda de mercado para a produção, entretanto com o advento da utilização das águas do Rio Pajeú que estão contaminadas pelo esgotamento sanitário da cidade, o projeto não teve condições de seguir em frente, complicando ainda mais a vida dos colonos.

Contudo, confrontando os dados das despesas com as receitas geradas da horta experimental, demonstraram uma rentabilidade do capital investido na ordem de 49,99 % no período de três meses. Demonstrando ser um investimento seguro com potencial de crescimento se o perímetro passar a dispor de água de boa qualidade.

Do ponto de vista dos irrigantes, o Perímetro Irrigado Cachoeira II apresenta grande potencial, o maior entrave que os colonos encontram é quanto à disponibilidade hídrica para irrigação, visto que existe uma proibição por parte do DNOCS para a liberação das águas do Açude Público Cachoeira II para este fim, ficando destinadas a atender a demanda de consumo humano da cidade de Serra Talhada.

Outro problema bastante relatado pelos irrigantes é a falta de acesso ao crédito bancário, já que os colonos e a cooperativa estão em débito (aproximadamente dois milhões) com as principais instituições financeiras BNB (Banco do Nordeste do Brasil) e BB (Banco do Brasil). Esse problema, do ponto de vista dos irrigantes, é o maior entrave, pois, na visão dos mesmos, o perímetro possui condições de operar, já que existe mercado propício para comercialização da produção.

Depois de analisadas as informações e confrontados os resultados dos dados fornecidos pelo DNOCS, observou-se que o perímetro apresenta 7 lotes com áreas abandonadas por apresentarem problema de salinidade, isso corresponde a 23% do total (Figura 4). Alguns lotes, como 2D, 4D, 3E e 5E (o número refere-se ao lote, e a letra à posição em que ele se encontra no perímetro: D= direita do riacho Cachoeira, E= esquerda do riacho Cachoeira), onde os sais afloram a superfície, impossibilitando o crescimento da vegetação e o cultivo nessas áreas que antes eram produtivas, mas o manejo inadequado da irrigação está salinizando o perímetro, além disso é sabido que a salinidade no perfil do solo aumentou com a salinidade da água e com a redução da fração de lixiviação, como discutido também por Ferreira et al. (2006).

Nos dados apresentados na Figura 4, não estão computadas as áreas subutilizadas e, ou, abandonadas por falta de investimentos e condições adequadas para exploração agrícola. Sendo para isso necessário uma investigação mais detalhada sobre o assunto.

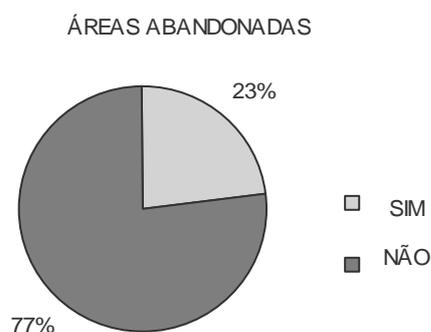


Figura 4: Demonstrativo de áreas abandonadas no Perímetro Irrigado Cachoeira II – Serra Talhada – PE.

Segundo os irrigantes, o problema de suprimento hídrico será resolvido quando a água do Açude Cachoeira II for destinada apenas para irrigação e a cidade de Serra Talhada passar a ser abastecida através de uma adutora trazendo água da Barragem de Serrinha distante, 52 Km, entretanto nenhuma posição ou projeto foi apresentado até o momento no sentido de solucionar o problema.

## CONCLUSÕES

Os irrigantes têm consciência do problema que enfrentam, e que vem se agravando ao longo dos últimos anos;

O perímetro está praticamente desativado, com a maioria dos lotes sem utilização agrícola ou subutilizados;

Foram encontrados vários entraves ao funcionamento dos lotes, como falta de água, de recursos financeiros e de assistência técnica aos colonos;

Para a reativação do perímetro será necessário um estudo técnico detalhado da área;

O desabastecimento hídrico foi o principal motivo para a decadência do Perímetro Irrigado Cachoeira II;

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUTRAN, H.R.C. Planejamento agropecuário para o Perímetro Irrigado de Morada Nova, através de programação linear - Estudo de caso para um lote típico. Fortaleza: **Departamento Nacional de Obras Contra as Secas**, 1984. 46p.

BOLLER, W.; GAMERO, C.A. Estimativa dos custos econômicos e energéticos de sistemas de preparo e de manejo do solo para a cultura do feijão. **Energia na agricultura**, Botucatu, v.12, n.2, p.26- 38, 1997.

BRITO, G.N.S. Produtividade do melão irrigado por gotejamento com água de diferentes níveis salinos. 1997. 87 f. (**Tese mestrado**) - UFC, Fortaleza.

CHRISTOFIDIS, D. Irrigação, a fronteira hídrica na produção de alimentos. **Irrigação e Tecnologia Moderna - ITEM/Associação Brasileira de Irrigação e Drenagem - ABID**, Brasília, n.54, 76p. 2002.

COSTA, M.H. Modelo de otimização dos recursos hídricos para a irrigação, conforme a época de plantio. Viçosa: UFV, 1991. 111p. **Dissertação Mestrado**.

DNOCS - Departamento Nacional de Obras Contra as Secas. Diagnóstico do Perímetro Irrigado Cachoeira II em Serra Talhada – PE. Relatório apresentado ao DNOCS em junho de 2004.

DNOCS - Departamento Nacional de Obras Contra as Secas. Estudos para avaliação da disponibilidade hídrica do Açude Público Cachoeira II – Município de Serra Talhada – PE. Relatório apresentado ao DNOCS em julho de 1999.

DUARTE, S.V; TAVARES, M. C. Sistema de distribuição de produtos agrícolas: Facilidades e dificuldades do escoamento da produção - Um estudo de caso do Projeto Jaíba. **Unimontes Científica**. Montes Claros, v.2, n.2, set/2001.

FERREIRA, P. A.; MOURA, R. F. DE.; SANTOS, D. B. DOS.; FONTES, P. C. R.; MELO, R. F. DE. Efeitos da lixiviação e salinidade da água sobre um solo salinizado cultivado com beterraba. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.** vol.10 no.3 Campina Grande July/Sept. 2006

FRIZZONE, J.A. Programação matemática aplicada a projetos hidroagrícolas. Viçosa, MG: **Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola-SBEA**. 29p. 1995.

GATES, T.K.; HEYDER, W.E.; FONTANE, D.G.; SALAS, J.D. Multicriterion strategic planning for improved irrigation delivery. I: Approach. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, New York, v.117, n.6, p.897-913, 1991.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>, consultado em 15 de junho de 2007.

MACÊDO, L. de S. **Salinidade em áreas irrigadas**. João Pessoa: Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária, 1988. 11 p. (Comunicado Técnico, 38).

MELLO, L. M. M. DE.; YANO, É. H.; NARIMATSU, K. C. P. ; TAKAHASHI, C. M. BORGHI, É. Integração agricultura-pecuária em plantio direto: produção de forragem e resíduo de palha após pastejo. **Eng. Agríc., Jaboticabal**, v.24, n.1, p.121-129, jan./abr. 2004.

OLIVEIRA, L. B. de; RIBEIRO, M. R.; FERREIRA, M. da G. de V. X.; LIMA, J. F. W. F. de; MARQUES, F. A. Inferências pedológicas aplicadas ao perímetro irrigado de Custódia, PE. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 37, n. 10, p. 1477-1486, out. 2002.

SILVA, M.C.C.; MEDEIROS, J.F.; NEGREIROS, M.Z.; SOUSA, V.F. Produtividade de frutos do meloeiro sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação, com e sem cobertura do solo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.2, p.202-205, abr-jun 2005.

## CONCLUSÃO FINAL

O Perímetro Irrigado Cachoeira II apresenta sérios problemas de ordem econômico-social e ambiental, no que diz respeito à utilização dos solos e das águas;

Os irrigantes têm consciência do problema que enfrentam, e que vem se agravando ao longo dos últimos anos;

Foram encontrados vários entraves ao funcionamento dos lotes, como falta de água, de recursos financeiros e de assistência técnica aos colonos;

Para a reativação do perímetro será necessário um estudo técnico detalhado da área;

As águas utilizadas para irrigação apresentam risco de salinização e contém elevados níveis de sódio e cloreto;

Há predominância de águas cloretadas sódicas, independentemente do nível de salinidade, dos locais e das fontes de origem;

As águas de poços apresentaram maiores valores de CE, cátions e ânions estudados, representando as de maiores riscos de salinização e sodificação;

Houve elevação nos teores de sais na época seca do ano para as três fontes hídricas utilizadas na irrigação;

Os solos apresentam uma boa fertilidade natural e os valores de pH variaram ao longo do ano em estudo, ficando na faixa entre a neutralidade e a alcalinidade;

Verifica-se que aproximadamente 12, 14 e 28 % dos lotes estudados estão afetados por sais, nas profundidades de 0-20, 20-40 e 40-60 cm, respectivamente;

Ocorre uma evolução vertical progressiva da PST e do  $\text{Na}^+$  no perfil do solo no perímetro, e esse aumento na PST chega a ser suficiente para causar limitações no uso do solo; demonstrando que futuramente poderá haver problemas de sodificação em outras áreas do perímetro.

## ANEXO