

UTILIZAÇÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS EM ALUVIÕES NO AGRESTE PERNAMBUCANO

Thaísa Alcoforado de Almeida¹; Manoel Leal Costa Netto²; Suzana M^a Gico Lima Montenegro³;
Abelardo Antônio de Assunção Montenegro⁴ & Adélia de Melo Branco⁵

Resumo – No cenário do semi-árido sob risco de salinização, no Agreste do estado de Pernambuco, três áreas foram adotadas como piloto para estudo da utilização de águas subterrâneas para fins agrícolas, pecuários e humano. Com a utilização de entrevistas e levantamentos *in loco*, foi possível perceber que a água subterrânea sofre seleção apenas em períodos de grande oferta. Entre outras épocas não há qualquer restrição do uso, exceto quando usada para abastecimento humano. Nas situações de escassez hídrica, nas três áreas analisadas, a irrigação cede espaço à criação de animais, a qual mesmo em períodos de seca se apresenta mais rentável que a alternativa de irrigar com níveis altos de salinidade. As comunidades, particularmente os assentamentos, são dependentes de programas de apoio financeiro estatais para desenvolverem a irrigação e a escassez de recursos financeiros é fator limitante para implementação de tecnologias. A abertura dos agricultores à inovação em processos e tecnologias tem ocorrido de forma lenta, mas progressiva. A aceitação do ‘*know how*’ oferecido pela equipe de pesquisadores tem ocorrido, mas de forma receosa e com bons resultados. Esse trabalho é parte de uma proposta de gerenciamento dos recursos hídricos para uso sustentável, através de processo participativo.

Abstract – In a semi arid scenario under salinization risk, in the Northeast region of Brazil (Pernambuco State), three areas have been investigated in a study of the groundwater use for agriculture, livestock and human supply. Adopting a methodology of interviews and field surveys it has been possible to verify that selection criteria for groundwater is applied only in periods of large water resource offers. In other situations there is no restriction for use, except when required for

¹ UFPE - Universidade Federal de Pernambuco; Mestranda em Engenharia Civil – Bolsista CNPq; Av. Acadêmico Hélio Ramos s/n; CEP 50740-530; Recife – PE; Brasil; (81) 21268223; (81) 21268223; thaisaa@terra.com.br.

² UFRPE - Universidade Federal Rural de Pernambuco; Engenheiro Agrônomo; Av. Dom Manuel de Medeiros s/n Dois Irmãos; Recife – PE; fone/fax: (81) 33021273; manoelcostaufupe@hotmail.com.

³ UFPE; Prof Adjunto do Depto de Eng. Civil; Av. Acadêmico Hélio Ramos s/n; Recife; PE; Brasil; (81) 21268709; (81) 21268223; suzanam@ufpe.br.

⁴ UFRPE; Prof Adjunto do Depto de Tecnologia Rural; Av. Dom Manuel de Medeiros s/n Dois Irmãos; Recife; PE; (81) 34454418;; monte@hotlink.com.br.

⁵ FUNDAJ; PhD. Em Antropologia; Rua Dois Irmãos, 92 Apipucos, CEP 50000-000; Recife; PE; (81) 3441-5900 adeliabranco@terra.com.br

human supply. In the situations of water scarcity, in the three analyzed areas, irrigated crops give place to livestock supply, which in periods of drought presents more incomes than the attempt to irrigate with high salinity levels. The communities, specially the settlements, are dependent on state official programs of financial support to develop the irrigation and the scarcity of financial resources is a limiting factor for technology implementation. The farmers motivation for innovation in processes and technologies has occurred slowly, but gradually. The acceptance of 'know how' offered by the research team has occurred with positive results. This work is part of a proposal of management of the water resources for sustainable use, through participatory process.

Palavras-Chave – semi-árido; água subterrânea; desenvolvimento sustentável.

INTRODUÇÃO

O semi-árido do Nordeste brasileiro enfrenta cenários de secas freqüentes, distribuição irregular de terras e pobreza rural. Todos esses aspectos contribuem para migração em massa da região. Índices anuais típicos de precipitação estão em torno de 500mm, com cerca de 80% dessa precipitação ocorrendo durante a estação úmida entre dezembro e maio. As freqüentes secas, notadamente em anos de El Nino, limitam a expansão da atividade rural contribuindo para a pobreza rural.

Nesse cenário, a pequena agricultura ou a agricultura familiar vem se constituindo importante fonte de renda em pequenas comunidades pobres e contribuindo para diminuir o êxodo rural. Diversas culturas de subsistência vêm sendo implantadas. No entanto, dada às condições climáticas adversas com concentração da precipitação em um período curto ao longo do ano, a prática da irrigação se torna imperiosa para o desenvolvimento da agricultura. Com escassos recursos hídricos de superfície, e mais susceptíveis às variações climáticas, os recursos hídricos subterrâneos vêm sendo mais utilizados para a prática da pequena agricultura irrigada, ao mesmo tempo em que outros usos, como o abastecimento doméstico e a dessedentação animal são dependentes dessa fonte, quando os recursos superficiais se esgotam (Costa et al, 2003; Silva, 2000).

Os vales aluviais do semi-árido apresentam bom potencial para a pequena agricultura irrigada, embora sejam susceptíveis a processos de acúmulo de sais (Montenegro et al, 2000; Montenegro et al, 2001). A irrigação nestas áreas pode incorrer em impactos ambientais, quanto ao solo e à água subterrânea. Para minimizar esses impactos, é necessária a adoção de taxas de aplicação e lâminas de lavagem adequadas. Outro aspecto importante está relacionado com a escolha do método de irrigação, influenciando na economia de água, energia e no controle da salinização.

O pequeno agricultor, de forma geral, pratica a irrigação de maneira empírica sem muita preocupação com economia de água, gerenciamento em situações de escassez, controle da salinização e incremento de produtividade ou rentabilidade, de uma maneira geral.

A quantificação das reservas e a caracterização da dinâmica hidro-salina são desafios acadêmicos e científicos. Transformar esse conhecimento em prática através da participação do agricultor no manejo constitui um desafio que envolve diversas áreas do conhecimento e diversas escalas de administração desde o poder público, ONGs e outros. Nesse aspecto não apenas o conhecimento das reservas e da dinâmica hidro-salina são importantes, mas também aspectos diversos relacionados à sócio-economia, à educação e ao uso da água em pequenas comunidades rurais. Os resultados das pesquisas, ou o conhecimento adquirido, devem ser transferidos ao pequeno agricultor para que o mesmo possa praticar a pequena agricultura de maneira sustentável.

O presente trabalho foi desenvolvido do município de Pesqueira em três áreas-piloto onde se pratica a pequena agricultura irrigada em vales aluviais. A região está localizada no Agreste do Estado de Pernambuco, em condições de clima semi-árido. As áreas estudadas localizam-se em três bacias distintas. Busca-se caracterizar as três áreas em termos de utilização da água para agricultura e outros usos além da dinâmica hidro-salina.

O projeto proposto é financiado pelo DFID – Department for International Development (Reino Unido) e está inserido no programa KAR (Engineering Knowledge and Research Programme) com premissas de existência de componentes de pesquisa e transferência de tecnologias para comunidades rurais visando o alívio da pobreza.

ÁREAS DE ESTUDO

As áreas estão localizadas na zona fisiográfica do Agreste, no município de Pesqueira, região semi-árida do estado de Pernambuco (Figura 1). A caracterização climatológica da área foi realizada baseada nos dados da estação de Pesqueira, localizada a aproximadamente 15 Km da área em discussão. As chuvas são distribuídas desuniformemente, concentrando-se em no primeiro semestre (janeiro a julho), quando ocorre, em média, mais de 75% da precipitação total dos 12 meses. A pluviometria média anual está em torno de 630 mm, com o coeficiente de variação anual (CV), superando, freqüentemente, o valor de 0,30.



Figura 1 - Mapa do estado de Pernambuco com destaque para o município de Pesqueira.

Considerando o período de 12 meses como representativo do ciclo do regime hidrológico, nota-se que na região o ano hidrológico não coincide com o ano civil convencional. O primeiro pode ser identificado como correspondente ao período de outubro e setembro do ano seguinte. Contudo, a análise ora efetuada se refere ao período normal convencional (Jan / Dez).

A região estudada, assim como todo semi-árido nordestino, apresenta elevadas taxas de evaporação, provocando grandes perdas hídricas nas reservas superficiais. Utilizando-se dados do tanque classe A, constatou-se que a sua evaporação média anual é da ordem de 2.400mm (Arcoverde) e 2.111 mm (Caruaru). Nota-se que o período de estiagem (setembro/ janeiro) responde por cerca de 49% da evaporação anual em Caruaru e 51% em Arcoverde.

A temperatura da região mostra a realidade do semi-árido do Nordeste, com valores elevados e amplitudes pequenas, constituindo a característica típica do regime térmico desta região, com temperatura máxima média anual de 29°C e mínima média anual de 17,9°C.

A umidade relativa média anual é de 75%, onde os valores mais elevados situam-se logo após a estação chuvosa (maio/ julho) e as mais baixas na estação seca (setembro/ novembro).

Com relação à variável insolação, verifica-se que atinge, na região, um valor próximo de 2400 horas anuais, o que significa uma incidência solar média diária em torno de 5 horas. A insolação se apresenta menor nos meses chuvosos, com média mínima um pouco superior a 4,8 horas/dia. Cerca de 19% da insolação anual ocorre no trimestre de maio a julho, enquanto que no trimestre de outubro a dezembro, ocorre mais de 30% concentração equivalente a um valor de insolação em torno de 8,5 horas /dia de radiação solar. (PROTECS, 1991 ; Montenegro, 1997). Em seguida, apresenta-se uma descrição sumaria das três áreas-piloto.

Mimoso (Fazenda Nossa Senhora do Rosário)

A área localizada a 220Km de Recife – capital do Estado de Pernambuco nas proximidades das coordenadas geográficas 080 24' 11'' de latitude Sul e 370 48' 54'' de longitude Oeste. A

Fazenda Nossa Senhora do Rosário localiza-se na bacia do rio Ipanema, sobre um aquífero aluvial que constitui a fonte de suprimento de água para o desenvolvimento da agricultura irrigada. A Fazenda está situada a uma altitude média de 630 m acima do nível do mar e possui área total de 606,24 ha (CISAGRO, 1991), com cerca de 110 ha localizados sobre aquífero aluvial, parcela que constitui a área de estudo.

Nessa área, a agricultura irrigada vem sendo desenvolvida desde 1991, utilizando água do aquífero aluvial do vale fluvial formado pelos riachos temporários Mimoso, Jatobá e Ipaneminha. Um assentamento na área foi implementado pelo Governo do Estado de Pernambuco, promovendo a divisão da área com potencial para agricultura irrigada em lotes com aproximadamente 2 ha, para famílias locais. O aquífero apresenta um declive topográfico natural de aproximadamente 0,3 % (Oeste- Leste), possuindo em suas margens granito e gnaiss da formação cristalina. A Figura 2 mostra um mapa esquemático do aquífero aluvial do Riacho Mimoso, indicando os limites da Fazenda Nossa Senhora do Rosário. O aquífero aluvial é relativamente raso, com aproximadamente 10 m de profundidade, 300 m de largura e 15 km de comprimento (CONESP, 1988). Os solos predominantes nessa área, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999) são Neossolos Flúvicos, também estando presentes Neossolos Regolíticos e Neossolos Litólicos.

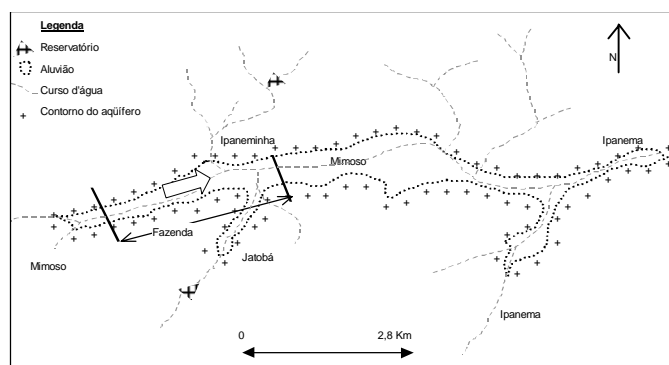


Figura 2 - Mapa esquemático do vale aluvial, rede de drenagem e área de estudo (Kelly, 1995).

O projeto original de irrigação compreendeu a instalação de quatro poços de grande diâmetro (tipo Amazonas) perfurados no período de instalação do assentamento, no entanto aproximadamente 30 outros poços de grande diâmetro foram construídos pela comunidade local individualmente em seus lotes para a captação de água do aquífero e emprego na prática de irrigação. CISAGRO (1991) apresenta os perfis litológicos correspondentes aos pontos de sondagem em torno dos poços. Para cada poço foram realizadas oito sondagens, quatro dispostas em um raio de 2,5 m, e quatro em um raio de 5 m de distância da parede do poço. Os perfis são bastante diferenciados evidenciando a heterogeneidade espacial na área. Atualmente existem

cacimbões na área da Fazenda. No vale aluvial existem outros poços de grande diâmetro que são utilizados para diversos fins.

Um levantamento pedológico da área do aquífero aluvial na Fazenda Nossa Senhora do Rosário identificou as classes de solos nas quais os poços e alguns piezômetros de monitoramento estão inseridos (Montenegro et al, 2001). Estudos anteriores mostraram que a condutividade elétrica da água subterrânea na área é influenciada pelas suas características pedológicas, pelo fluxo subterrâneo regional e por contribuições de escoamento das encostas do vale, onde predominam solos rasos com rochas aflorantes (Montenegro et al, 2001).

Campo Alegre

O assentamento de Campo Alegre foi resultado de um programa de assentamento do governo no ano de 1991. Neste programa estava previsto o desenvolvimento de agricultura familiar entre os assentados, estabelecendo uma barragem galgável como a fonte de alimentação para o projeto de irrigação da área. Essa fonte hídrica encontra-se localizada no rio Ipojuca, a 12 km a jusante da atual barragem Pão de Açúcar, a qual alimenta a pequena barragem galgável através de uma descarga de fundo. (PROTECS, 1991). Atualmente, este manancial de abastecimento está localizado em uma reserva indígena, a 1,5 km do povoado de Pão de Açúcar, nos limites dos municípios de Pesqueira e Poções, o que porventura pode vir levar a conflitos de gerenciamento desses recursos.

A barragem de Pão de Açúcar foi construída em 1992 com uma capacidade de 41 milhões de metros cúbicos com a finalidade de contenção de cheias e outrora serviu ao abastecimento das cidades circunvizinhas. Entretanto, desde 1996 a barragem de Pão de Açúcar vem sofrendo com as conseqüências da escassez de chuvas tendo sua função de abastecimento suspensa por permanecer com volume inferior a 10% até janeiro de 2004. Por conseguinte, a pequena barragem galgável teve também seu período de seca, levando a população local buscar a solução para a falta de água nas águas subterrâneas com a perfuração de poços rasos, nas margens do rio.

Quanto ao relevo a área de Campo Alegre apresenta relevo predominantemente suave ondulado e ondulado, com elevações de topo esbatido e vales geralmente em 'V', com ocorrência de estreitas faixas de aluviões. O relevo foi moldado pelas forças morfogenéticas que formaram a unidade geomorfológica da Borborema, proveniente do cretácico superior e com reativação no terciário, quando se iniciou a deformação da superfície cretácica. Dentro da Borborema a área se situa em sua subdivisão das plataformas aplainadas mais próximas dos níveis elevados, neste caso, representados pela Serra do Ororobá próxima ao local.

As rochas que constituem o material de origem da maioria dos solos são plutônicas ácidas, sendo principalmente encontradas saprólitos de biotita-granito. Sedimentos predominantemente

arenosos de natureza aluvio-coluvial, atribuídos ao Holoceno, dão origem aos solos que ocupam as estreitas faixas de terras planas nas margens do rio.

Mutuca

Mutuca é um distrito urbano do Município de Pesqueira, localizado próximo à região rural onde são encontradas 19 barragens subterrâneas construídas ao longo do Riacho Mimoso na bacia do Rio Capibaribe (Figura 3) e outros, como resultado de parceria entre o Ministério do Meio Ambiente e a Secretaria Estadual de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente de Pernambuco – SECTMA, até o ano de 1998. A região de Mutuca foi escolhida para implementação das barragens subterrâneas por ter solos relativamente profundos, condição importante para esse tipo de obra. A localização das barragens foi feita por geólogos com base em critério estritamente técnico e a construção foi feita por uma empresa contratada. As barragens subterrâneas construídas no local são de média a grande profundidade (3,8 a 10 metros) e extensão (30 a 110 metros), onde são principal fonte hídrica da região.

A função das barragens subterrâneas é a de incrementar as condições de armazenamento de água no solo, ao mesmo tempo em que se diminui o efeito da evaporação.



Figura 3 - Identificação dos municípios de Belo Jardim (19), Jataúba (90) e Pesqueira (125), com os contornos das bacias hidrográficas (UP2: Capibaribe e UP3: Ipojuca) e a região aproximada avaliada (retângulo). (Fonte: UFPE)

METODOLOGIA

Apoiado no tripé pesquisa-ensino-extensão esse trabalho propõe à componente de pesquisa uma associação da coleta de dados relacionada à dinâmica temporal e espacial da qualidade da água subterrânea nas áreas do projeto e aplicação de ferramentas de análise e modelagem. Com essa ação é possível oferecer suporte às propostas de manejo da irrigação no âmbito da agricultura familiar,

ou em pequena escala em região semi-árida. Os resultados da componente da pesquisa serão repassados às comunidades rurais na proposta de transferência de tecnologia objetivando um uso adequado dos recursos hídricos subterrâneos, visando à conservação da água, nos seus aspectos de quantidade e qualidade, e do solo, além do aumento da produtividade agrícola, com conseqüente impacto na geração de renda, na fixação do homem no campo e na melhoria da qualidade de vida. Essa transferência de tecnologia é promovida sob a forma de envolvimento da comunidade na chamada gestão participativa, o que fornece garantias para a auto-sustentação de ações implantadas após o término do projeto. A introdução de um processo de gerenciamento dos recursos hídricos para irrigação de forma participativa e a transferência de responsabilidades para os agricultores tem contribuído para a formação de uma economia agrícola sustentável (Stacey, 1999; Yercan, 2003).

O desenvolvimento do projeto prevê ações em dois eixos distintos, porém interativos: desenvolvimento social e avaliação técnica.

Do ponto de vista hidrológico as áreas se localizam em três bacias hidrográficas distintas, todas de grande importância para o Estado: Ipojuca, onde se localiza a comunidade do assentamento de Campo Alegre; Capibaribe, onde se localiza a área rural do distrito de Mutuca; e Ipanema, onde se localiza o assentamento da Fazenda Nossa Senhora do Rosário no vale do Mimoso. As áreas foram selecionadas por suas localizações em vales aluviais do semi-árido em áreas susceptíveis a processos de salinização onde é desenvolvida pequena agricultura irrigada. A prática da irrigação nestas áreas pode vir a proporcionar alterações ambientais ao solo e à água subterrânea. Outro aspecto importante está relacionado com a escolha do método de irrigação, influenciando na economia de água, energia e no controle da salinização, além da limitação de recursos para o investimento de novas tecnologias.

Neste trabalho é relatada a primeira fase da pesquisa: o reconhecimento e a caracterização do uso das águas subterrâneas nos níveis técnicos de qualidade e quantidade e seu reflexo no âmbito do desenvolvimento social e econômico, relacionando oferta e demanda hídrica no cenário do semi-árido. O reconhecimento da área foi desenvolvido a partir da participação do próprio usuário em entrevistas e em contra partida registros da qualidade e da quantidade hídrica analisadas de forma técnica foram utilizados como contra-marcos. Ou seja, em um primeiro instante a população local foi submetida à aplicação de um questionário em forma de entrevista, para investigar a utilização do aquífero através da exploração por poços radiais e amazonas encontrados facilmente na área. Neste estudo, encontrava-se de forma geral o levantamento de condições atuais de uso da água como, o tipo de estrutura hídrica: poço tubular, cacimbão, barragem subterrânea, etc; os tipos de usos: agricultura, uso doméstico, dessedentação animal ou revenda de água; da agricultura: método de irrigação, áreas irrigadas, culturas, etc; da pecuária: tipo de rebanho, número de animais. A opinião

e a interpretação dos usuários foram respeitadas e todas as respostas registradas sem intervenção qualquer do entrevistador.

O uso da metodologia participativa em projetos que agregam o aspecto social e o técnico, como este, é de grande importância, uma vez que a sustentabilidade das ações é estimulada (Branco et al, 2004). A metodologia adotada, portanto, abriu espaço para o “olhar” do entrevistado, deixando-os livre para suas colocações e abrindo caminho para a interpretação do problema em estudo a partir da ótica da população em estudo. Esta metodologia está, cada dia, sendo mais utilizada nos círculos acadêmicos, por ressaltar a importância do saber local e sua utilização tem contribuído para o sucesso de vários projetos multidisciplinares.

DISCUSSÕES E RESULTADOS

Seca x enchente

Em dezembro de 2003, período de seca na região, o cenário nas três áreas era de poços secos, barragens superficiais em colapso (volume inferior a 10%) e abastecimento público racionado. A irrigação reduzida ou inoperante, dando prioridade ao consumo animal e humano, como mostra a figura 4. Nesta avaliação não foi feita distinção entre poços privados e coletivos, foram identificados apenas poços secos e poços com pouca água. Não havia restrição de uso por parte de qualquer usuário para os poços em que ainda restavam água.

Neste período, as cidades circunvizinhas eram dependentes de carros-pipa (caminhões de transporte de água) para abastecimento. A água era trazida da região de Mimoso para abastecimento das cidades de Arcoverde, Pesqueira e Belo Jardim. Aproximadamente 30 caminhões de 15 mil litros eram abastecidos diariamente e vendidos às prefeituras e usuários interessados que tivessem recursos financeiros para pagar, enquanto os usuários a jusante deste ponto de captação encontravam-se em estresse hídrico, com poços secos e águas salinas.

No mês de fevereiro de 2004 a situação mudou. O cenário em que se encontrava a região era de uma condição atípica após intensas chuvas ocorridas no mês de janeiro antecedente. Em janeiro de 2004 a área foi submetida a uma precipitação 797% acima da média histórica para o período, o que acarretou a elevação do nível da água dos rios da região, provocando alagamentos, destruição de áreas cultivadas e morte de animais, e até desativação de poços por assoreamento.

Foi neste cenário de grande oferta hídrica em que os questionários foram aplicados.

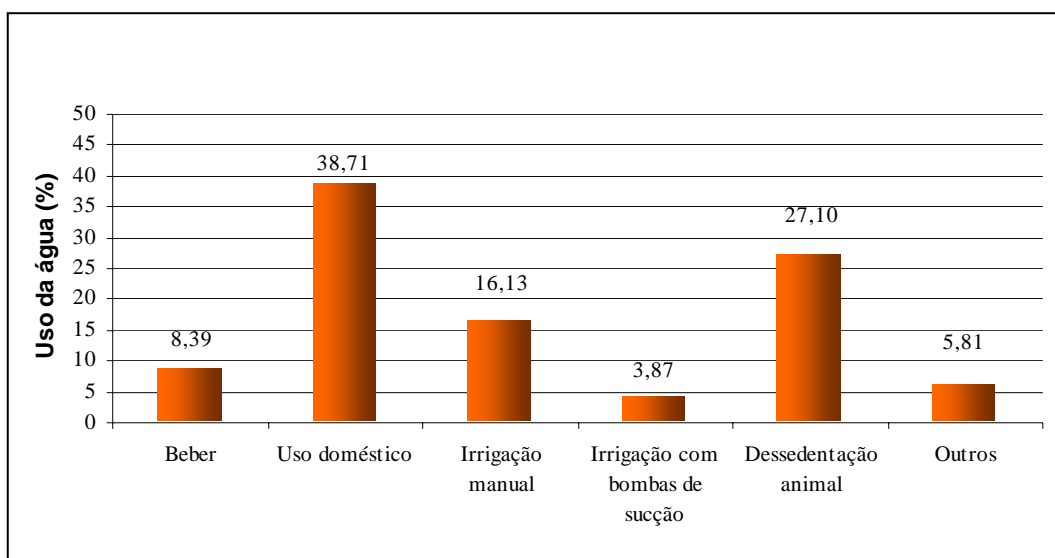


Figura 4 - Uso da água em 13 municípios circunvizinhos, num domínio de 155 poços. Dezembro/2003. (Representativo da área).

Levantamento de poços na área de Mimoso

Para avaliar a exploração e a importância das águas subterrâneas para os usuários de poços do Agreste pernambucano, foi constituída uma equipe com a missão de coletar uma amostra representativa desses nas comunidades de Flexeira Velha, Mimoso, Climério que limitam o contorno da fazenda Nossa Senhora do Rosário – área em discussão. Nesse trabalho, 32 poços foram submetidos à investigação na aplicação de questionários desenvolvidos pelas equipes de atuação no âmbito social e técnico a fim de caracterizar os poços quanto ao tempo de uso, a intensidade, a finalidade do uso e a qualidade da água do aquífero.

Nos questionários foram enfocados três tipos de atividades:

1. *Avaliação dos aspectos gerais*: Entrevista com o proprietário ou o responsável pelo poço, com o objetivo de identificar inicialmente o tipo de uso, e beneficiários, avaliação da qualidade das águas, características gerais e de construção do poço, fontes alternativas de água;
2. *Avaliação do uso na irrigação*: Histórico das culturas irrigadas – tipo e área; culturas irrigadas no momento da entrevista.
3. *Avaliação do uso no abastecimento humano e dessedentação de animais*: Número de beneficiados pelo poço, finalidades do uso doméstico, quantidade e tipo de animais beneficiados.

No momento das entrevistas com os usuários dos poços, a água subterrânea não era a única fonte de abastecimento hídrico, devido ao armazenamento de água pelos usuários proveniente das chuvas ocorridas nos dias anteriores à visita da equipe de trabalho. Esse fato veio a dificultar a obtenção de respostas dos entrevistados pelos mesmos estarem ainda sob o efeito de surpresa causado

pelas chuvas. As informações relacionadas à caracterização do tipo, da área e do tempo de irrigação das presentes lavouras irrigadas foi impossível ser obtida pelos fatos já relatados anteriormente.

No universo dos 32 poços das quatro áreas citadas foram investigados 25 poços de caráter individual e 7 de caráter comunitário. Aos poços de uso comunitário o questionário foi aplicado a mais de um entrevistado usuário, proporcionando a confirmação das mesmas.

A grande maioria dos poços foi construída por volta de 1990, quando se deu o programa de assentamento rural proporcionado pelo governo do Estado de Pernambuco (figura 5). Os poços são do tipo amazonas de grande diâmetro e de profundidades variáveis conforme apresentado na figura 6.



Figura 5 - Distribuição da amostra de acordo com o ano de construção do poço em Mimoso (fevereiro de 2004).

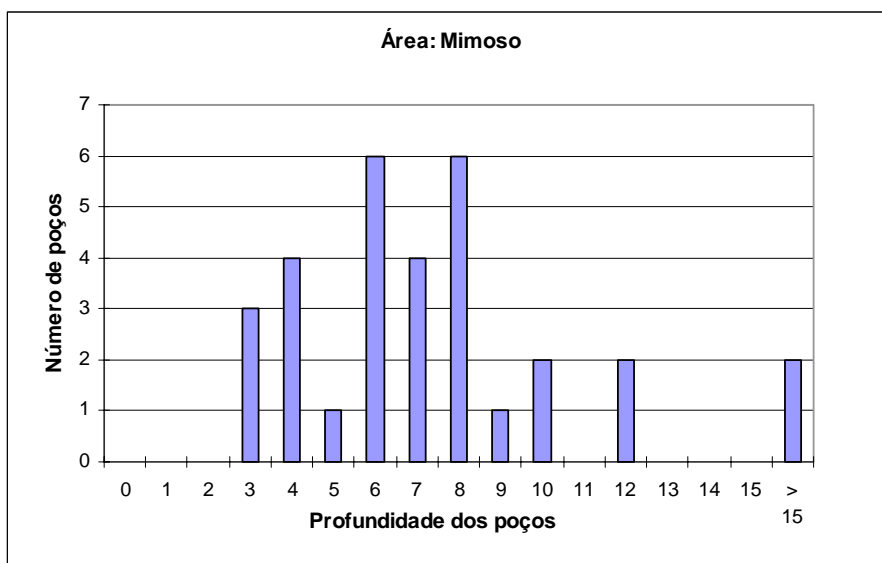


Figura 6 - Distribuição da amostra de acordo com a profundidade dos poços em Mimoso (fevereiro de 2004).

Junto à aplicação das entrevistas uma avaliação da qualidade da água foi efetuada pela coleta e análise da condutividade elétrica. Estudos anteriores discutiram o crescimento da salinidade ao longo do aquífero no sentido de oeste a leste, seguindo o fluxo natural dos riachos Mimoso, Jatobá e Ipaneminha (Montenegro, 2001).

O acompanhamento executado pela equipe observou que no instante das entrevistas a condutividade elétrica de alguns poços havia sido reduzida sensivelmente e outros teriam as taxas de condutividade elétrica aumentadas em relação a períodos anteriores, proporcionando uma concentração entre os valores 0,25 e 0,5 dS/m, devido à ação das chuvas e a alteração do fluxo subterrâneo causado pelo alagamento (Figuras 7 e 8). No momento da entrevista muitos poços encontravam-se ainda submersos pelas águas dos riachos vizinhos, ou cobertos parcialmente ou totalmente por solo trazido pela enchente.

Um interessante fato foi discutido quando todos os usuários descreveram a evolução da qualidade da água não foi positiva ou negativa. Ou seja, segundo os usuários, a qualidade da água não sofreu qualquer alteração ao longo dos anos, como também os mesmos apresentaram uma visão qualitativa positiva por mais que as informações técnicas da salinidade baseadas nas taxas da condutividade elétrica conduzam a uma caracterização salina. A grande parte da água foi qualificada como de boa qualidade (figura 9) e não há qualquer tipo de restrição de uso. Os poços são em sua maioria (75%) utilizados para irrigação, excetuando apenas os 6 poços usados única e exclusivamente para a venda de água para o abastecimento público de cidades vizinhas.

Numa análise espacial da distribuição do uso da água, foi verificado que os quatro poços localizados a montante do assentamento da Fazenda Nossa Senhora do Rosário são utilizados em sua totalidade na venda de água e são usados para fins doméstico e abastecimento da população circunvizinha. No lugarejo de Climério, onde seis poços foram submetidos à investigação, todos os poços são usados para irrigação em pequena escala e em períodos de estresse hídrico, e dois desses são usados para venda de água. Em Mimoso, num total de quatro poços, não restrição qualquer de uso. Já na Fazenda Nossa Senhora do Rosário, onde a concentração de poços é maior, dezoito poços foram detalhados quanto ao uso, onde 94% destes são usados na prática da irrigação familiar, sendo quatro poços de uso exclusivo para essa prática; sete poços não são usados normalmente para abastecimento humano. Em toda a área não há uma regra fixa quanto à finalidade da água explorada. Em período de seca, não há seleção de poços a serem utilizados por sua qualidade, sendo citada em várias entrevistas a restrição ao abastecimento humano de algumas fontes, mas também foi registrado uso anterior dessa mesma fonte para o referido fim em situações de escassez hídrica. (Tabela 1).

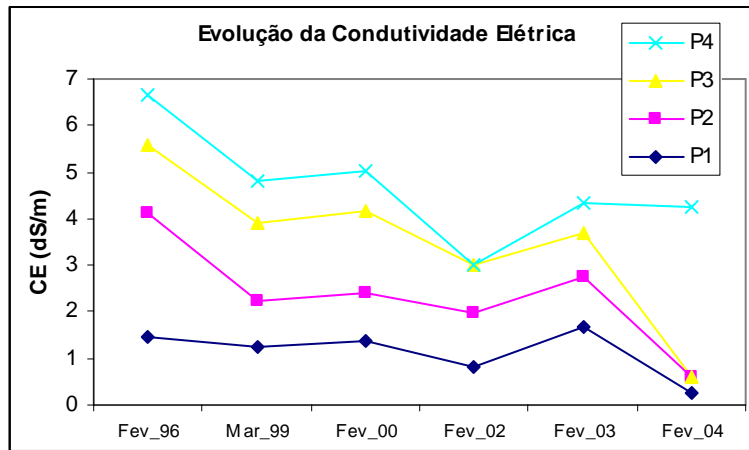


Figura 7 - Evolução da condutividade elétrica da água nos poços públicos em Mimoso.

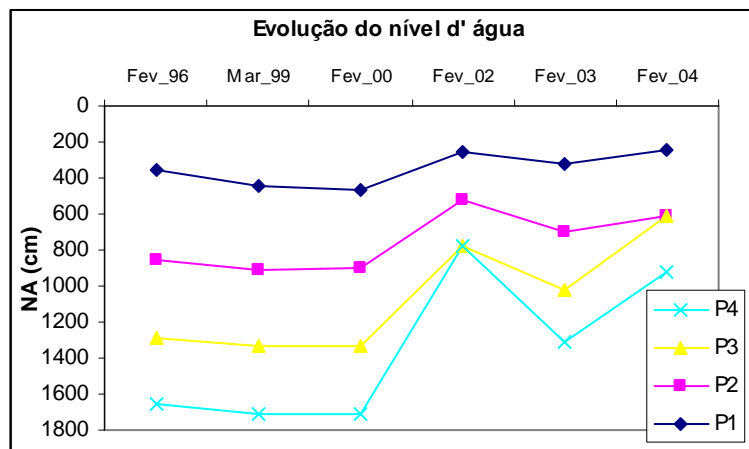


Figura 8 - Evolução do nível d' água nos poços públicos em Mimoso.

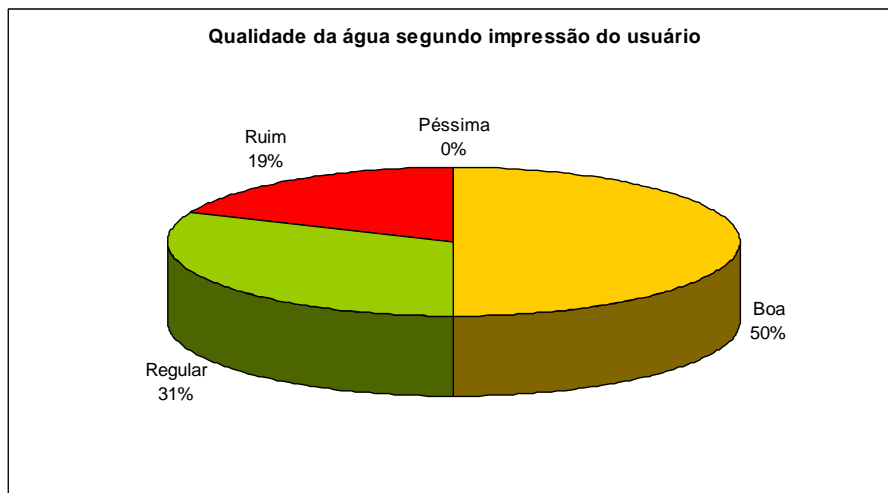


Figura 9 - Qualidade da água de acordo com o ponto de vista do usuário entrevistado.

Tabela 1 - Uso das águas em Mimoso (2004).

	Número de poços
Irrigação	25
Uso doméstico	23
Dessedentação animal	23
Beber	18
Venda	6

Com base na análise dos resultados obtidos, propostas de alternativas de gerenciamento participativo da água subterrânea incluindo o manejo da irrigação deverão ser formuladas. Alternativas para incrementar a disponibilidade hídrica (captação de água de chuva, etc) e utilização de outras fontes deverão compor uma proposta de gerenciamento integrado dos recursos hídricos.

Uso do solo e a irrigação

A análise do uso do solo e dos métodos de irrigação foi desenvolvida nas três áreas: Mimoso, Campo Alegre e Mutuca. Em uma primeira análise, as áreas foram delimitadas e suas informações correlacionadas aos tipos de culturas, tamanho do lote e os métodos usados para a irrigação.

A identificação dos diferentes tipos de métodos de irrigação e tipos de culturas vêm sendo baseada principalmente nos seguintes fatores:

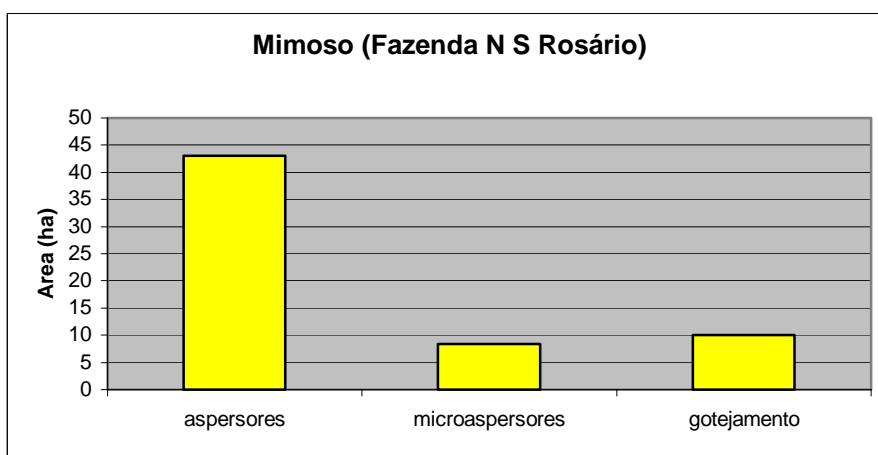
- condições naturais da área;
- tecnologia disponível;
- experiências anteriores com irrigação e culturas;
- custos e benefícios.

Os sistemas de aspersão, micro aspersão e gotejamento são tecnologias largamente usadas nas áreas, mesmo apresentando custos elevados de instalação e manutenção. Avaliando o capital necessário para investimento inicial e progressivo por hectare, estes métodos têm sido utilizados em culturas de valores de retorno elevados como vegetais e frutíferas. A irrigação por gotejamento é também bem aplicada na irrigação de pequenas plantas individuais, ou árvores, ou ainda culturas lineares como em alguns vegetais. No entanto, benefícios financeiros provenientes do governo estadual têm estimulado o uso de aspersores na irrigação em Rosário e Campo Alegre. A micro aspersão tem sido fortemente estimulada por este grupo de pesquisa, proporcionando um aumento significativo de áreas sob esta tecnologia, promovendo o reconhecimento dos benefícios do método pelos irrigantes. O gotejamento tem sido visto normalmente como um processo de custos elevados e não tem sido aceito em todas as três áreas. (Figura 10)

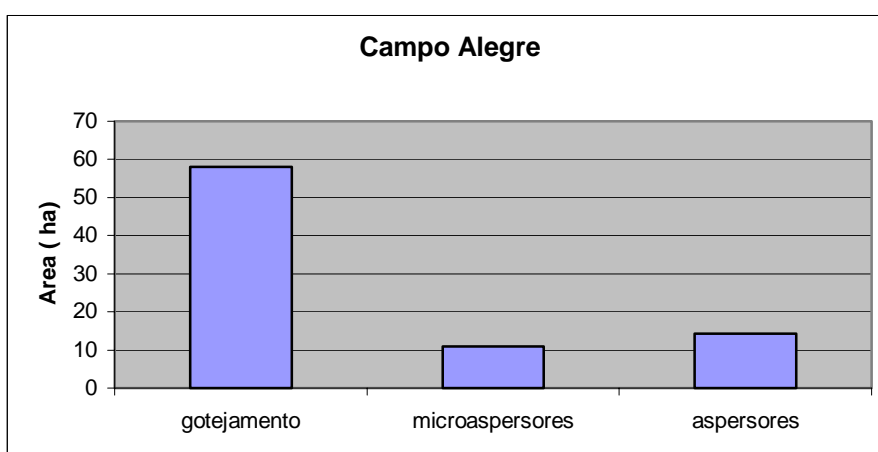
Em geral, o gotejamento e a aspersão são métodos tecnicamente mais complicados. Para a manutenção e manejo do equipamento é necessário um alto nível de 'know-how' por partes dos agricultores locais. A aquisição destes equipamentos requer alto investimento de capital por hectare o que explica a redução da frequência do uso dos mesmos. Os agricultores não possuem um fundo particular ou individual, dependendo de motivações financeiras governamentais.

A escolha do tipo de cultura ou do método de irrigação também está relacionada à tradição do cultivo local e a experiência de ancestrais. Logo, a introdução de um processo anteriormente desconhecido pode levar a complicações inesperadas. O uso do equipamento pode ser problemático e os custos podem ser altos quando analisada a relação custo-benefício sob o ponto de vista do agricultor.

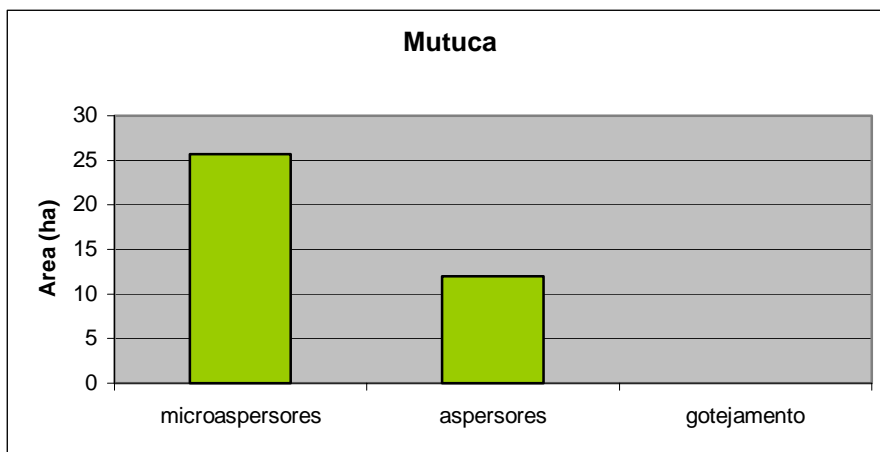
A distribuição das culturas nas áreas estão expostas na figura 11.



(a)

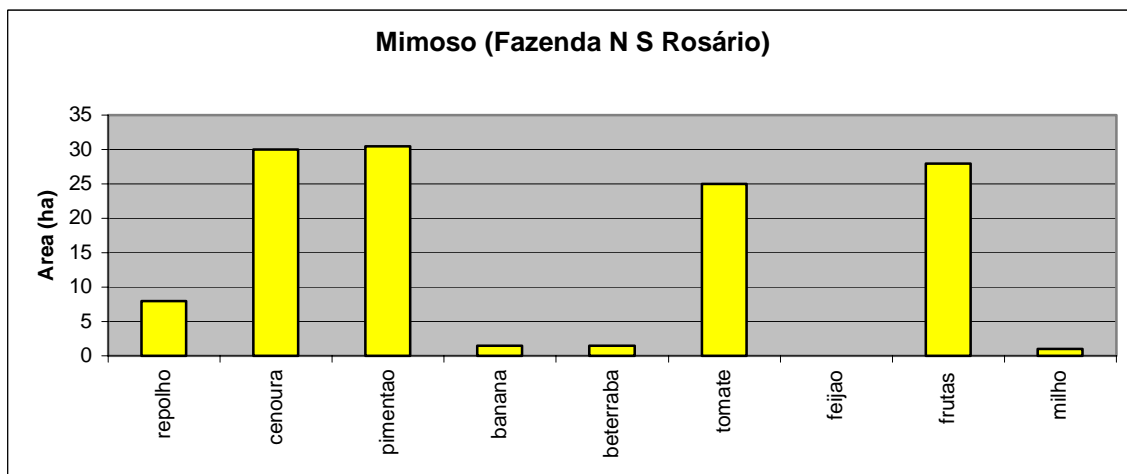


(b)

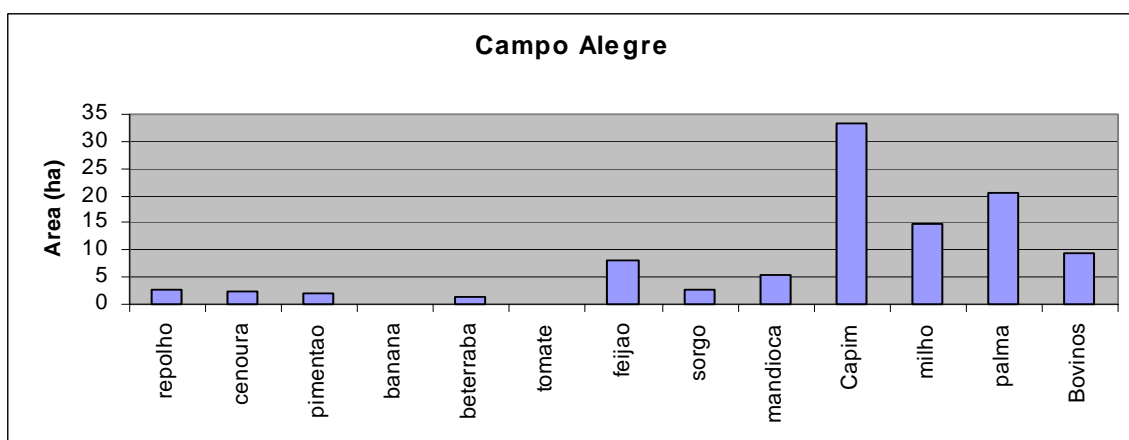


(c)

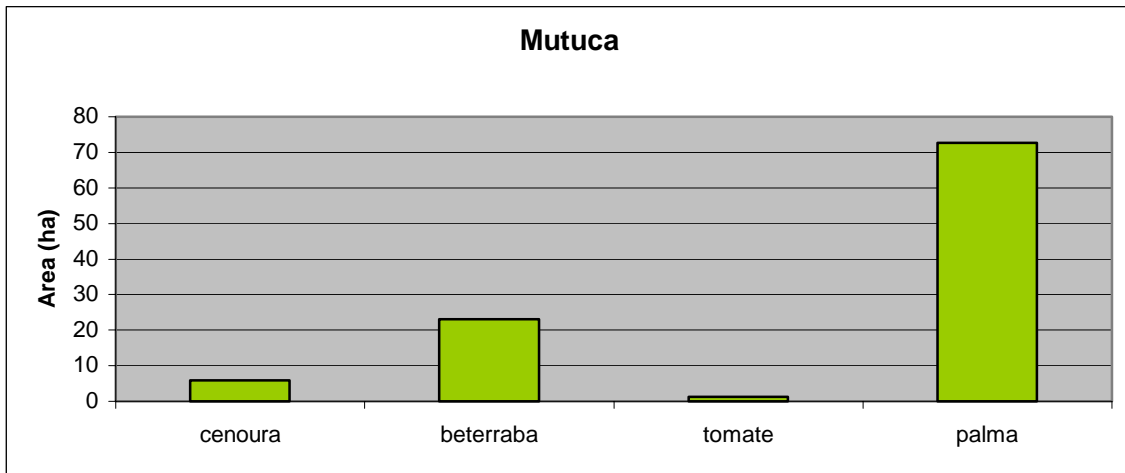
Figura 10 - Métodos usados na irrigação nas três áreas: Rosário (a), Campo Alegre (b) e Mutuca (c).



(a)



(b)



(c)

Figura 11 - Distribuição das culturas nas três áreas: Mimoso (a), Campo Alegre (b) and Mutuca (c).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Numa visão geral da análise, a água subterrânea sofre seleção apenas em períodos de grande oferta. Em outras épocas não há qualquer restrição do uso, exceto quando usada para abastecimento humano pela alteração do sabor em presença de sais. Nas situações de escassez hídrica, nas três áreas analisadas, a irrigação cede espaço à criação de animais, o qual, mesmo em períodos de seca se apresentam mais rentável que a tentativa de irrigar com níveis altos de salinidade, e por consequência baixar a produtividade agrícola.

Apesar dos valores de condutividade elétrica se apresentarem altos, sob o ponto de vista do usuário as águas normalmente são caracterizadas de boa a regular, em momento algum sendo citadas como ruins.

Do ponto de vista sócio-econômico, vale ressaltar a dependência das comunidades a programas de apoio financeiro estatais, como qualquer outra fonte de recursos (exemplificado por empréstimos bancários) para motivação inicial. A escassez de recursos financeiros é fator limitante para novas tecnologias e culturas.

A abertura dos agricultores para inovação em processos e tecnologias tem ocorrido de forma lenta, mas progressiva. A aceitação do 'know how' oferecido pela equipe de pesquisadores tem ocorrido, mas de forma receosa, e com bons resultados.

A análise apresentada é parte da proposta que busca, através de processo participativo, promover o gerenciamento para o uso sustentável dos recursos hídricos nos vales aluviais do semi-árido no Nordeste brasileiro.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao apoio do CNPq, CT-HIDRO e DFID (Department for International Development). Agradecimentos especiais a SECTMA (Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente de Pernambuco) por ceder estudos e documentos necessários a essa pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] BRANCO, A.M, ARAÚJO, G. SUASSUNA, J. VAINSENER, S. 2004. *Água e Sustentabilidade no Semi-Árido Nordeste: A Importância do Uso da Metodologia Participativa em Projetos Multidisciplinares*. XXIV Reunião Brasileira de Antropologia. Recife: ABA, p. 374.
- [2] CISAGRO (Companhia Agropecuária de Serviços Agropecuários). 1991. *Projeto de Irrigação da Fazenda Nossa Senhora do Rosário-Pesqueira-PE*. Pernambuco, Brasil.
- [3] CONESP (Companhia Nordestina de Sondagens e Perfurações). 1988. *Relatório Final de Pesquisa de Manancial – Nossa Senhora do Rosário, Pesqueira – PE*. Recife, PE, Brasil.
- [4] COSTA, M.R., MONTENEGRO, S.M.G.L, CIRILO, J.A., MAIA, A., COSTA NETTO, M.L.. 2003. *Avaliação da qualidade da água em fontes superficiais e subterrâneas da região semi-árida do Nordeste*. In: XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2003, Curitiba. Anais do XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Porto Alegre: ABRH. v.1, p. 463.
- [5] EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). 1999. *Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos*. Brasília, DF. 141pp.
- [6] KELLY, C. 1995. *An investigation of the hydraulic conductivity of a shallow unconfined alluvial aquifer in Pernambuco state, Northeast Brazil*. Dissertação de mestrado. Civil Engineering Department, University of Newcastle Upon Tyne. UK, 78p.
- [7] MONTENEGRO, S.M.G.L., MONTENEGRO, A.A.A., RIBEIRO, M. R., CORRÊA, M.M., ALMEIDA, T.A., MAIA, F.M.V.L. 2001. *Análise da variabilidade espacial da salinidade em área irrigada e do nível d'água em aluvião sob uso agrícola na região semi-árida do Nordeste Brasileiro*. Anais. XIV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos / V Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países de Língua Portuguesa. Aracaju. 13p. CD.
- [8] MONTENEGRO, S.M.G.L., MONTENEGRO, A.A.A., ALMEIDA, T.A., CORRÊA, M.M. 2000. *Qualidade da água em aquífero aluvial sob uso agrícola no agreste do estado de Pernambuco*. Anais do V Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste. V Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste. Natal. 10p. CD.

- [9] MONTENEGRO, A. A. A. 1997. *Stochastic hydrogeological modeling of aquifer salinization from small scale agriculture in Northeast Brazil*. PhD. Thesis, University of Newcastle Upon Tyne, UK. 227pp.
- [10] PROTECS (Projetos Técnicos Ltda). 1991. *Estudo de Pré-variabilidade do Projeto de Irrigação e Drenagem de Campo Alegre*. Pesqueira. 150p.
- [11] SILVA, S. M. P. da. 2000. *A distribuição espacial das reservas subterrâneas do nordeste e a Transposição do rio São Francisco*. In: V Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste. 2003, Natal. Anais do V Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste. Porto Alegre: ABRH. v. 1.
- [12] STACEY, D. 1999. *Water users organization*. UK. Int. J. Agricultural Water Management. 40. 83 – 87.
- [13] YERCAN, M. 2003. *Management turning-over and participatory management of irrigation schemes: a case study of Gediz River Basin in Turkey*. UK. Int. J. Agricultural Water Management. 62. 205 – 214.