

# VARIAÇÃO TEMPORAL DA SALINIDADE DAS ÁGUAS EM BARRAGENS SUBTERRÂNEAS NO SEMI-ÁRIDO DO NORDESTE DO BRASIL

*Margarida Regueira da Costa*<sup>1</sup>; *Edimilson Barbosa Lima*<sup>2</sup>; *Solange Batista Damasceno*<sup>2</sup>

**RESUMO** - A heterogeneidade de situações agroclimáticas e sócio-econômicas do semi-árido brasileiro exige adaptações, ao nível local, das tecnologias de utilização e conservação dos recursos hídricos. Em decorrência disso, são várias as alternativas de obtenção de água para usos diversos. Dentre elas pode-se destacar a exploração racional dos aquíferos aluviais que, no estágio atual de necessidades de água para a região, são tão importantes quanto os grandes aquíferos.

Neste trabalho foi feita uma abordagem sobre uma destas alternativas através da construção de barragens subterrâneas no Nordeste do Brasil, em particular no Estado de Pernambuco, onde foi analisado o comportamento qualitativo do aquífero aluvionar barrado.

**ABSTRACT** - The heterogeneity of agro-climatic, social and economic situation in the Brazilian semi-arid land requires some local adaptations of water resources and conservation technologies. For the reason, there are many alternatives for the acquisition of clean water. Among those we can outline the rational exploration of underground alluvial reservoirs, which, in the present situation of water necessity in the region, are as important as any major underground reservoir.

In this work, an approach was made about one alternative being the construction of subsurface dams in the Northeast region of Brazil, specifically in the state of Pernambuco, where the water qualitative of the alluvial reservoir was analyzed.

**Palavras chaves:** Barragens subterrâneas; aluvião, qualidade da água.

<sup>1</sup>Engenheira Civil, Dr. – Pesquisadora em Geociências da CPRM – Serviços Geológico do Brasil. E-mail: regueira.costa@uol.com.br

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo – Secretaria de Recursos Hídricos do Estado de Pernambuco. E-mail: edimilsonbarbosalima@yahoo.com.br

## 1. INTRODUÇÃO

Como em outras regiões semi-áridas do mundo, o trópico semi-árido brasileiro apresenta solos rasos e pedregosos, com baixa capacidade de retenção de água, baixo teor de matéria orgânica e alta potencialidade para erosão, fato explicado pela predominância de terrenos de rochas cristalinas. No estado de Pernambuco, esse tipo geológico representa 85% do total, contra 15% para as "bacias sedimentares" que tem como característica acumular maiores volumes de água (GOMES, 1990). Os cursos de água do semi-árido são na maioria intermitentes, parando de escoar no máximo um a dois meses depois do término do período chuvoso. Onde ocorre esse breve período de escoamento após o término das chuvas, o rio é alimentado por restituições de águas subterrâneas, oriundas dos delgados mantos de alteração das rochas ou dos terraços fluviais.

A construção da barragem subterrânea consiste em escavar o depósito aluvional contido na calha do rio ou riacho, transversal à direção de escoamento do curso d'água até o embasamento cristalino, fazendo a impermeabilização da vala. Daí, o solo permanece ainda saturado durante alguns meses, alimentado por águas que escoam do terreno saturado em níveis mais elevados do que a calha principal, porém este fluxo subterrâneo, em função dos gradientes hidráulicos, vai pouco a pouco percolando sub-superficialmente até o seu esgotamento. Se a água que percola diariamente pelo depósito aluvial for contida, haverá a reservação de água no aluvião, elevando o nível freático, aumentando o armazenamento de água e estabelecendo condições favoráveis de captação a montante (MONTEIRO, 1984). Tais características impedem que a água no aquífero aluvial acumulada continue a escoar durante o período de estiagem (Figura 1), enquanto que, a jusante a água vai baixando progressivamente.

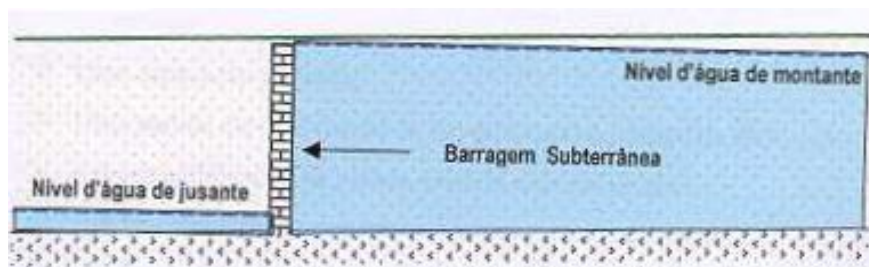


Figura 1 – Esboço em seção vertical longitudinal.

Fonte: (COSTA, 1997).

A tecnologia usada para a construção de barragens subterrâneas é simples e de baixo custo, se comparada à construção de barragens superficiais, permitindo um aproveitamento mais racional da água contida em aluviões, caracterizando-se por ser uma alternativa de abastecimento e de certa forma, mais vantajosa por se tratar de reservas estáveis do subsolo, mais preservada da evaporação e também de fontes poluidoras (DUARTE,1999). Sua construção deve estar condicionada a características físicas e hidrogeológicas favoráveis. Segundo MONTEIRO (1984), a capacidade mínima requerida de um aquífero artificial constituído pelas referidas barragens deve ser dimensionada em função do consumo mínimo diário de água que na zona rural do semi-árido nordestino, que é de aproximadamente 50 litros/hab.dia, e da duração do período crítico de seca.

## **2. OBJETIVO**

O monitoramento da qualidade da água disponível em barragens subterrâneas construídas no leito seco do rio Mimoso, onde foram realizadas coletas de água.

## **3. MATERIAL E MÉTODOS**

### **3.1 LOCALIZAÇÃO**

O critério de escolha das barragens foi por serem as de maior porte construídas no Estado em uma pequena bacia hidrográfica, além do fato de as obras terem sido locadas por geólogos em solos aluviais relativamente profundos, baseados em critérios estritamente técnicos, com uma profundidade inicial considerada de média a grande (4 a 10 metros), e uma extensão variando de 30 a 110 metros.

As barragens selecionadas foram construídas como resultado da parceria entre o Ministério do Meio Ambiente e a Secretaria Estadual de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente do Estado de Pernambuco - SECTMA, até o ano de 1998, na divisa dos municípios de Belo Jardim e Jataúba, ao longo dos Riachos Fundão, Algodões e Mimoso, afluentes pela margem direita do rio Capibaribe, que apresenta como característica um regime fluvial intermitente no seu alto e médio cursos, tornando-se perene apenas no seu baixo curso.

A área em estudo está localizada entre as Latitudes 36°43'43'' - 36°24'17'' e as Longitudes 8°16'55'' - 8°05'21'', zona fisiográfica do Agreste Pernambucano, na microrregião do Capibaribe (Figura 2).

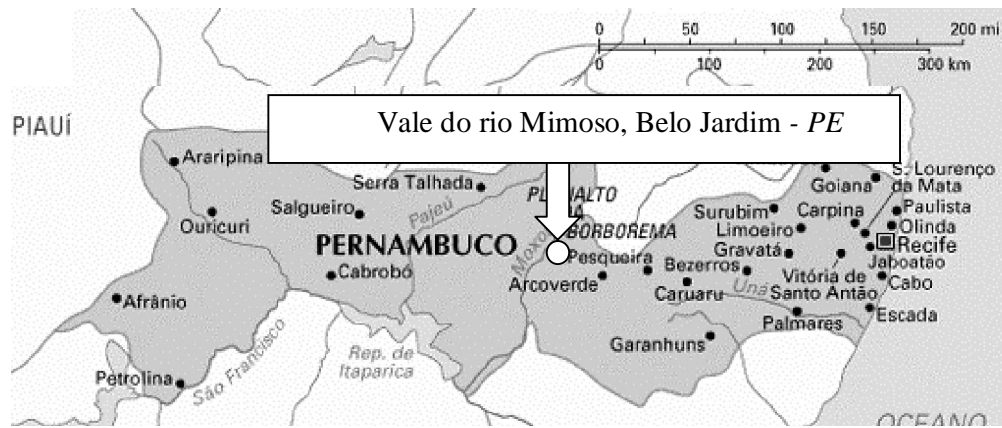


Figura 02 - Localização do campo experimental, município de Belo Jardim- PE.

Fonte: [www.guianet.com.br/pe/mapape.htm](http://www.guianet.com.br/pe/mapape.htm).

### 3.2 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS

Após a verificação das características das barragens construídas, foram realizadas coletas de amostras de água nos poços amazonas das barragens da área selecionada, para análise em laboratório. De posse dos resultados, foram estabelecidos pontos de maior interesse para a pesquisa.

As coletas foram realizadas em intervalos de aproximadamente 30 dias durante um ano hidrológico.

As amostras destinadas às análises físico-químicas foram coletadas em garrafas de polietileno, com um volume de 5 litros, enquanto que as destinadas à análise bacteriológica foram coletadas em frasco de vidro neutro com capacidade de 250 ml, tomando-se os devidos cuidados com as técnicas de coleta e estocagem. Após as coletas, as águas foram encaminhadas a um laboratório para análise (mantidas resfriadas a 4 °C até o momento da análise). Os resultados foram armazenados em um banco de dados e submetidos à análise de consistência. Ao total, foram realizadas análises em 102 amostras de água, sendo 10% dos resultados eliminados por serem considerados inconsistentes, devido principalmente a problemas de prazo de validade para análise das amostras.

### 3.3 MONITORAMENTO

O trabalho de monitoramento consistiu na medição de cloretos e da condutividade elétrica da água dos poços amazonas localizados a montante do barramento.

#### **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A Figura 3 apresenta o resultado das análises de cloreto em amostras de água das barragens juntamente com a precipitação mensal e o padrão da OMS durante um ano hidrológico.

Neste, observa-se que durante o período de agosto a dezembro, a concentração de cloretos decresceu suavemente em todas as barragens. No período de dezembro a junho, apenas os meses de maio e junho foram monitorados. Nesse período, normalmente sem ocorrência de precipitações na área, observou-se um incremento no teor de cloretos, que voltou a decair nos meses subseqüentes. Conforme esperado, observou-se a sensibilidade da concentração de cloretos à ocorrência de precipitação. Nos períodos logo após a ocorrência de precipitação, com períodos antecedentes secos, observa-se um incremento na concentração de sais pelo efeito da lavagem do solo com carreamento de sais.

Na Figura 4 pode-se observar um aumento na condutividade elétrica das amostras de água após o fim das chuvas, promovida pela diluição e devido ao carreamento de sais presentes no solo (quando lavados) e uma posterior queda promovida pela diluição e utilização da água armazenada, fato que tende a ocorrer independente das barragens subterrâneas.

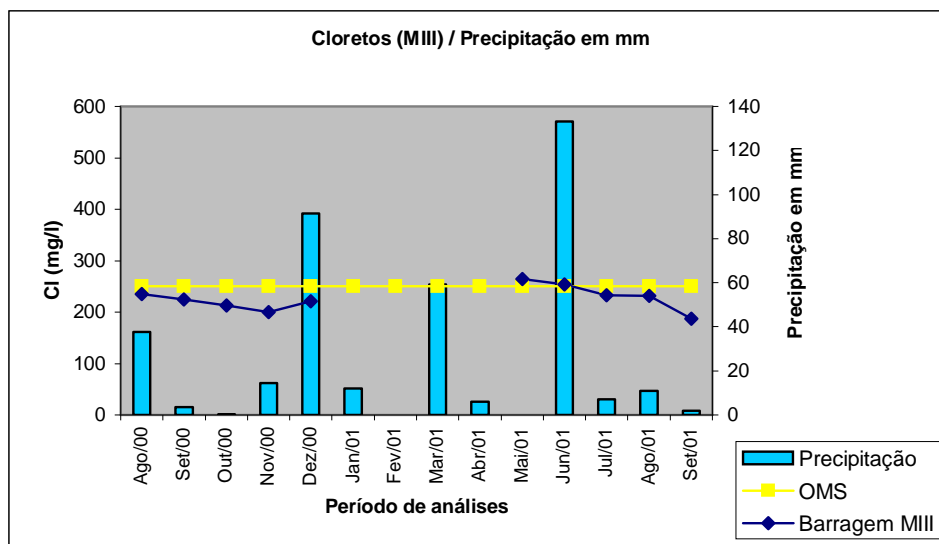
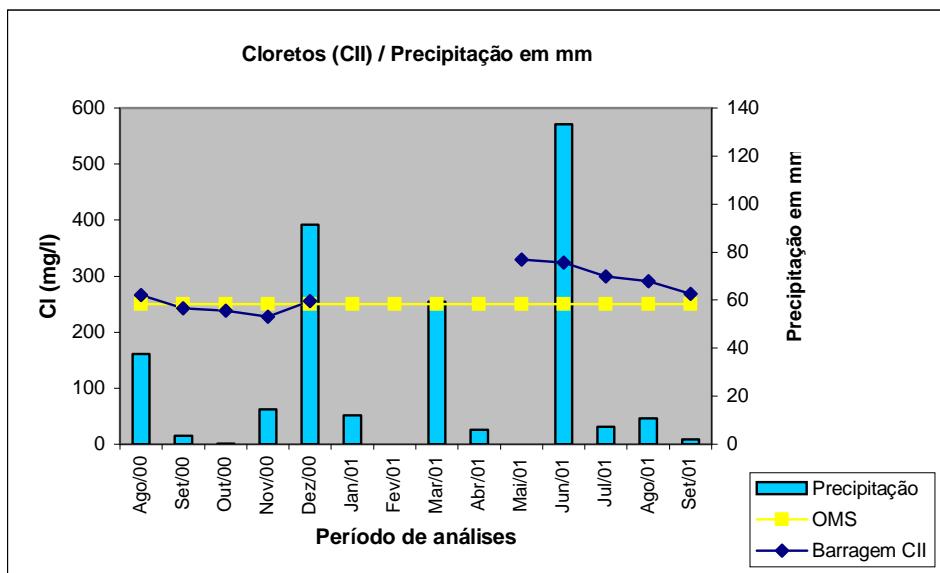
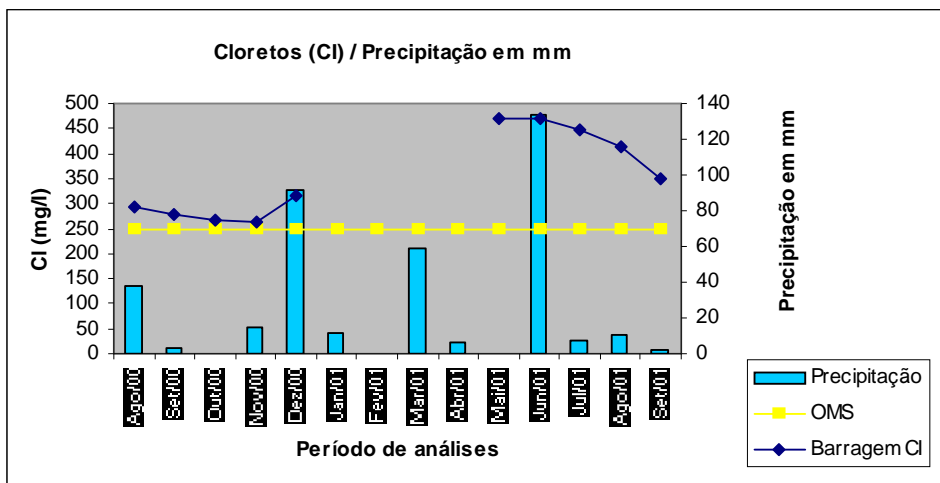


Figura 3 – Precipitação (mm) na área em estudo, padrão da OMS para cloretos e valores observados de cloreto nas barragens CI, CII e MIII (COSTA, 2002).

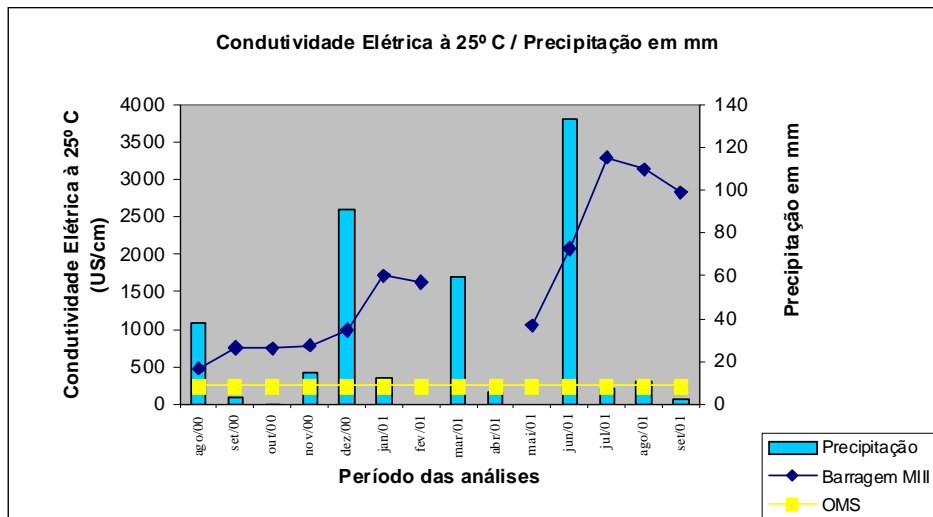
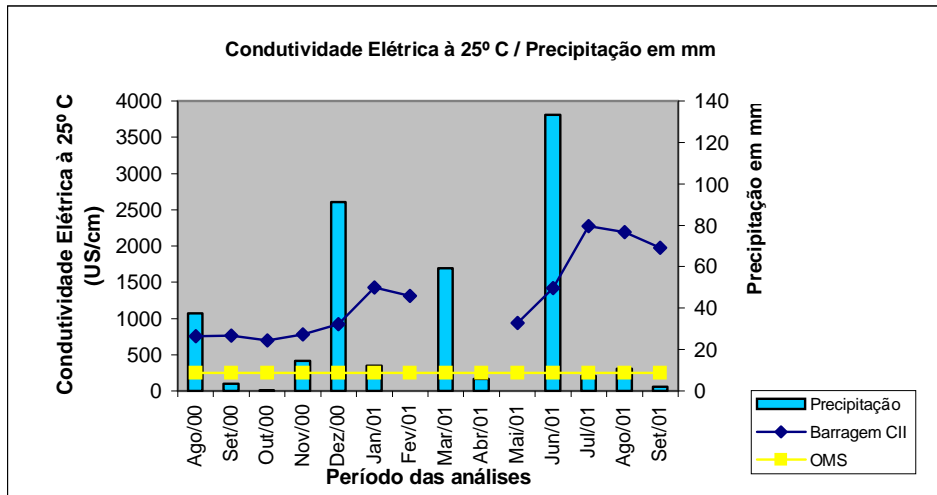
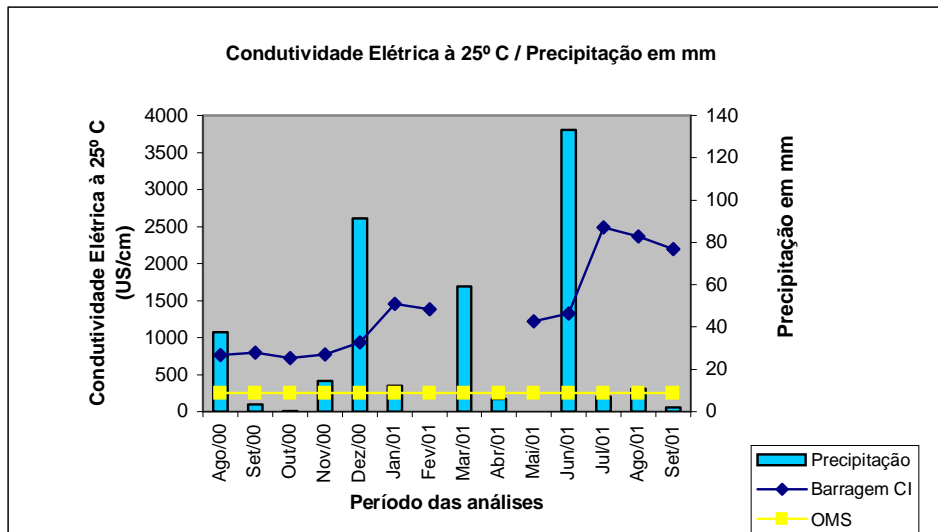


Figura 4 – Precipitação (mm) na área em estudo, padrão da OMS para condutividade elétrica e valores observados de condutividade elétrica nas barragens *CI*, *CII* e *MIII* (COSTA, 2002)..

Os dados de condutividade elétrica – CE, obtidos em laboratório (Figura 4), mostraram que praticamente não ocorreu uma evolução, da classe C3 ( $750 < CE < 2250 \mu\text{S}/\text{cm}$ , a  $25^\circ\text{C}$  e sólidos dissolvidos entre 480 e 1440mg/l) apesar de estar intimamente ligada à precipitação.

Quanto à bacteriologia, todas as análises realizadas caracterizaram a água como “não potável”, em consequência da presença, em grande número, de coliformes totais e coliformes fecais (*Escherichia coli*), oriundos, provavelmente, da presença de animais que utilizam a área a montante das barragens subterrâneas.

Em relação à concentração em mmol/L de íons cátions e íons ânions, observa-se na Figura 05 notadamente em relação ao sódio e cloreto, que estes aumentaram significativamente entre os meses de novembro de 2006 e dezembro de 2007. Estes resultados evidenciam a necessidade de um monitoramento da qualidade da água utilizada em sistemas de irrigação na agricultura familiar, visto que, águas com alta concentração iônica potencializam os riscos de salinização e sodificação dos solos. Além disso, o aumento da concentração iônica é diretamente proporcional ao aumento da condutividade elétrica e inversamente proporcional ao nível de águas disponíveis nesses poços.

Estes resultados têm contribuído, ao longo dos anos para um decréscimo na produção e produtividade agrícola, principalmente por se tratar de agricultura familiar e de subsistência, na maioria dos casos monitorados. Vale salientar que, embora algumas culturas sejam tolerantes a águas com valores elevados de CE, como é o caso da beterraba, cenoura e cebola, amplamente cultivadas na região, o manejo inadequado da irrigação poderá ocasionar a salinização e sodificação, alterando as propriedades físicas e químicas dos solos. Estes fatos por si só já requerem uma atenção especial e o monitoramento da qualidade dessas águas e a educação dos agricultores com relação ao uso e manejo destas é um assunto de relevada importância (MONTENEGRO *et al* 2008).



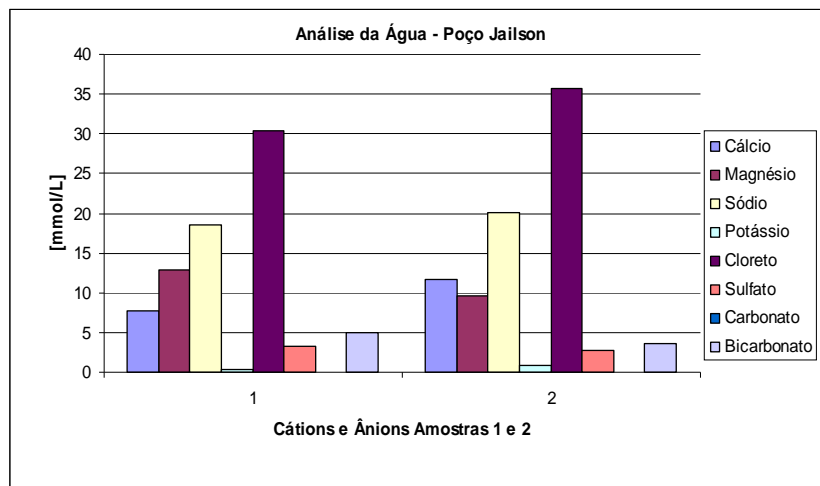
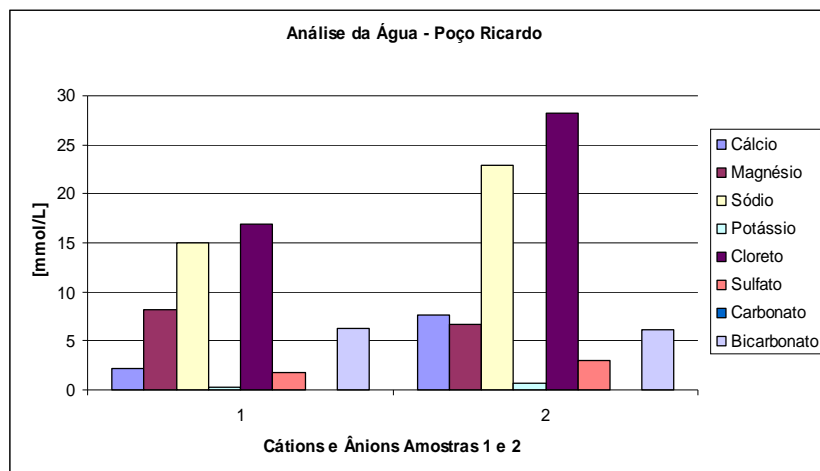
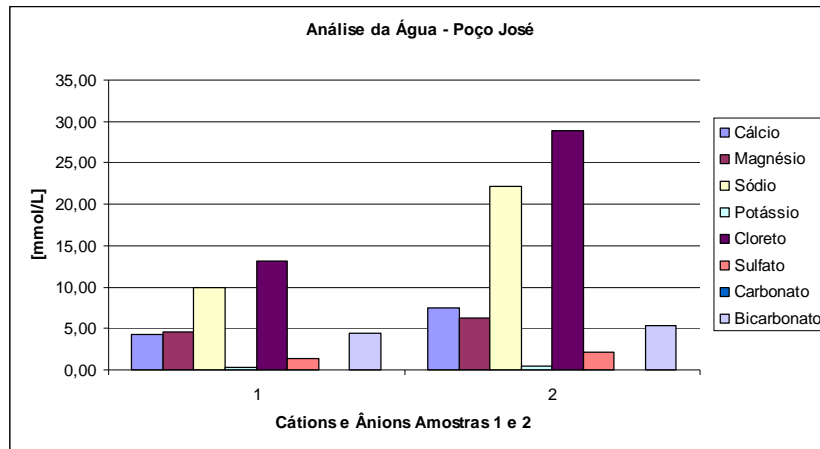


Figura 05 - Análise físico-química das amostras para o período de novembro de 2006 a dezembro de 2007.

## 5. CONCLUSÕES

A degradação dos solos das poucas áreas disponíveis para agricultura irrigada tem contribuído para uma crescente redução das áreas agricultáveis, seja em função de técnicas inadequadas de conservação do solo, seja em função de super e subdimensionamento de sistemas de irrigação aliada a falta de assistência técnica especializada, onde a maioria dos agricultores utilizam técnicas obsoletas de irrigação e não estão, embora aptos a absorverem novas técnicas, a utilizar a água disponível de forma racional, maximizando e otimizando seu uso, além de proteger o solo com a adoção de técnicas simples como plantio em curva de nível, plantio direto, utilização de cobertura morta, rotação de cultura e uso racional e consciente de fertilizantes e defensivos agrícolas, muitas vezes utilizados sem o menor critério de quando e o quanto deve ser aplicado, o que aumenta o potencial de contaminação da água e do solo.

A qualidade da água nas barragens estudadas refletem bem o tipo de solo da área de contribuição de cada uma. Barragens implantadas em Planossolos e solos Litólicos apresentam uma salinidade muito maior do que aquelas implantadas em solos aluviais, como esperado requerendo cuidados especiais de monitoramento e de manejo. Havendo indícios de salinização crescente, a atividade agrícola deve ser suspensa e promovida a exaustão das águas até o início das chuvas;

A água só deverá ser utilizada para consumo humano após filtragem, de preferência após esterilização mediante fervura. Isso se deve à circulação de animais que ocorre de forma habitual na região das barragens;

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COSTA, W. D. Manual de barragens subterrâneas. Conceitos básicos, Aspectos Locacionais e Construtivos. Recife-PE., 43p.,1997
- COSTA, M. R.; Avaliação de Reservatórios Constituídos por Barragens Subterrâneas. 2002. 189f. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- DUARTE, R.. A Seca Nordestina de 1998-1999: Da crise Econômica a Calamidade Social. Recife, SUDENE (PE), 162p., 1999.
- GOMES, C. C. Modelagem matemática para estudo de comportamento de aquífero aluvial represado por barragem subterrânea - Dissertação de Mestrado Apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Área de Concentração Recursos Hídricos na Universidade Federal do Ceará, Fortaleza – CE., 1990.

MONTEIRO, L.C.C.. Barragens Subterrâneas: Uma Alternativa para Suprimento de Água na Região Semi-árida. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 3, Fortaleza- CE. ANAIS, ABAS, V. 1. p. 421-430., 1984.

MONTENEGRO, A.A.A.; SILVA, V.P.;MONTENEGRO, S.M.G.L.; LIMA, E.B.; SILVA, E.F.S.; SILVA, A.P.N.; MOURA, R.F. & MOURA, G.B.A. “ Gestão Participativa na Agricultura Familiar Com Águas Marginais no Semi-árido de Pernambuco. In IX Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste – Salvador, BA, Novembro, 2008.