

# UTILIZAÇÃO DAS BARRAGENS SUBTERRÂNEAS NO ESTADO DE PERNAMBUCO

**Margarida Regueira da Costa <sup>1</sup>; José Almir Cirilo <sup>2</sup>.**

<sup>1</sup> Engenheira civil, Msc. da SECTMA/PE, Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos - UFPE, e-mail: [regueira.costa@uol.com.br](mailto:regueira.costa@uol.com.br)

<sup>2</sup> Engenheiro civil, Professor Adjunto da UFPE – Departamento de Engenharia Civil – Grupo de Recursos Hídricos. Fone: (081) 271.8223. E.mail: [almircirilo@torricelli.com.br](mailto:almircirilo@torricelli.com.br)

Escrito para apresentação no  
XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola  
31 de julho a 04 de agosto de 2006 - João Pessoa - PB

**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, é preciso analisar 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, analisando-se o comportamento qualitativo do aquífero aluvionar e seus usos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Barragem subterrânea, Salinização.

**ABSTRACT:** The heterogeneity of agro-climatic, social and economic situation in the Brazilian semi-arid land requires some local adaptations of water resources uses and conservation technologies. For this 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, where the qualitative behavior of the alluvial reservoir and the use was analyzed.

**KEY WORDS:** Underground dams, Salinization.

## INTRODUÇÃO

Ao longo de sua história, a região Nordeste do Brasil tem sofrido continuamente os efeitos de freqüentes e prolongadas estiagens, com sérias conseqüências para a população. As causas são sobejamente conhecidas, mas nunca enfrentadas de forma consistente e estruturada. Os grandes projetos podem representar soluções futuras para velhos problemas. O seu desenvolvimento demanda, no entanto um grande espaço de tempo e nem sempre atende aos pequenos agricultores e as comunidades carentes. Em função disso, tem sido buscada soluções simples, práticas e economicamente viáveis. No início da década 80 foi desenvolvido pela UFPE um modelo de construção de barragens subterrâneas denominado COSTA & MELO (COSTA, 1997), apresentando três características: A presença de um poço amazonas, localizado antes do barramento artificial, a presença de uma trincheira forrada com lona de plástico (material impermeável) e a construção de um enrocamento de pedras. O modelo apresenta ainda como vantagens rapidez e baixo custo de execução.

Assim a partir de 1997, o governo do Estado de Pernambuco implantou 498 barragens subterrâneas, nas regiões agreste e sertão do Estado onde em função da necessidade de se realizar um acompanhamento das obras foi realizada uma avaliação em 151 das barragens implantadas.

## MATERIAL E MÉTODOS

**Monitoramento** - As 151 barragens monitoradas estavam distribuídas em treze municípios, divididos regionalmente de acordo com a Figura 1. Os municípios escolhidos para a análise mais detalhada foram São Caetano, Ouricuri e a região de Mutuca, compreendendo os municípios de Pesqueira, Belo Jardim e Jataúba.

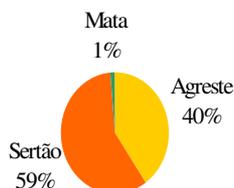


Figura 1 – Distribuição percentual das barragens escolhidas por mesorregião.

Na classificação quanto ao uso das barragens, estas foram distribuídas em duas: Ativas e Inativas (Figura 2). Das quais 94 foram diagnosticadas como barragens ativas (por já terem sido utilizadas pela comunidade ao menos uma vez após a sua construção) e 57 em barragens inativas (nunca terem sido utilizadas pela comunidade após a sua construção). As inativas foram ainda divididas em dois grupos:

- 20 barragens inativas por motivo associado à população: são aquelas que estão em bom estado técnico, que têm acumulado água de boa qualidade, mas nunca foram utilizadas pela comunidade por motivos diversos (Figura 3).
- 37 inativas por motivo técnico: barragens em que foram detectados preliminarmente problemas técnicos que impossibilitaram o uso pela comunidade.

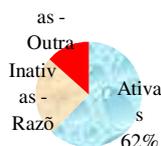


Figura 2 – Uso ou não das barragens subterrâneas avaliadas.

Em relação às causas de natureza técnica que provocaram o “aparente insucesso” das barragens subterrâneas foram identificados os seguintes erros de locação e de construção conforme: Construção de barragem próxima à cabeceira do riacho; Ausência do enrocamento de pedras; Construção de poço amazonas com tubos de concreto pré-moldado com baixa porosidade. Na busca de solucionar o problema de baixo volume de captação de água, foram colocados enrocamentos de pedras a jusante das barragens identificadas (Figura 4) e construídos outros poços amazonas, desta feita com tijolos perfurados, como mostra a figura 5.

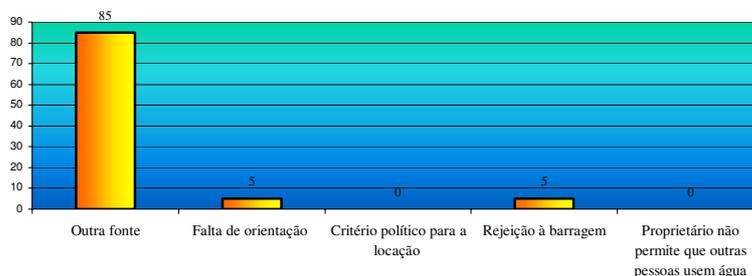


Figura 3 – Motivos de natureza diversa para não utilização das barragens.



Figura 5 – Poço amazonas construído com tijolos furados na porção inferior e tijolos maciços na parte superior.

Figura 4 - Enrocamento de pedras na barragem SJ (Mutuca-PE).

**Área de estudo** - Para o acompanhamento da dinâmica hidrossalina, foi instalado um campo experimental, entre os municípios de Belo Jardim e Jataúba, onde realizou por 3 anos coletas mensais da água. A microrregião caracteriza-se por apresentar um clima que, segundo a classificação Koeppen, é semi-árido muito quente tipo estepe, sujeito a chuvas torrenciais (COSTA; 2002).

**Métodos analíticos** - Com exceção do pH, da condutividade elétrica e da temperatura, todos os demais parâmetros foram determinados em laboratório da análise, usando o STANDARD METHODS (1992), utilizando o método especificado no quadro 1.

Quadro 1 – Alguns métodos utilizados na obtenção dos parâmetros.

PARÂMETRO	MÉTODO
Alcalinidade total, Carbonato e Cloretos	Titulação Potenciométrica
Dureza e Cálcio	EDTA (Titulação)
Nitrito	Kit de Nitrito
Nitrato	Método de Ácido Cromatográfico
Sulfato	Turbidímetro
Condutividade Elétrica	Condutivímetro
pH	Phmetro
Cloreto	Titulação

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

**Aspectos qualitativos da água** - Para efeito comparativo dos resultados, foram realizadas análises de amostras de água do aquífero aluvial e de um reservatório. É evidente que o principal problema da qualidade de água, na zona semi-árida, é a concentração de sal e a contaminação por bactérias coliformes.

Nas amostras de água do reservatório superficial verificou-se que a concentração de cloreto estava acima de 520 mg/l, valor este superior ao recomendado pela Organização Mundial de Saúde (OMS) para suprimento humano, que é de 250 mg de Cl/l. Uma queda acentuada deste valor foi observada com a chegada da estação chuvosa continuando, entretanto, acima do valor limite da norma (Quadro 2).

Quadro 2 – Padrões de Potabilidade da OMS (1), Brasil (2, 3), Canadá (4), U.S.A. (5) e Alemanha (6), da CETESB (1990) in Feitosa et al. (1997).

I	Parâmetro	Unidade	Fonte de referência					
			1	2	3	4	5	6
	pH	-	6.5-8.5	-	6.5-8.5	6.5-8.5	6.5-8.5	6.5-9.5
	Nitratos	mg/l N	10	10	10	10	10	50
	Nitritos	mg/l N	-	-	-	1.0	-	0.1
	Cloretos	mg/ Cl	250	600	250	250	250	-
II	Dureza Total	mg/l	500	-	500	-	-	-

NOTAS:

I - Parâmetros físicos e organolépticos 1- OMS- Organização Mundial de Saúde (recomendado);

II-Parâmetros químicos que afetam a qualidade organoléptica 2- Dec. Fed. nº 79637 de 09/03/77;

3- Port. 36 do Min. Da Saúde de 19/01/90;

4- Canada (Guidelines for Canadian Drinking Water Quality);

5- EUA;

6- Germany (TVO 2001).

Fonte: Adaptada de CETESB, 1990, in Feitosa et al, 1997.

Nas barragens subterrâneas, a concentração de cloreto estava próxima ao valor recomendado OMS para suprimento humano, porém foi verificada também uma sensibilidade na 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 chegando a valores superiores a 480 mg/l, diminuindo estes valores com o uso. Os dados de condutividade elétrica (CE) mostraram que a precipitação proporciona uma diluição e conseqüentemente, a queda da condutividade elétrica no reservatório superficial, porém uma evolução da classe C3 ( $750 < CE < 2250 \mu S/cm$ ,  $25^\circ C$  e sólidos dissolvidos entre 480 e 1440mg/l) praticamente não foi verificada. Enquanto que no aquífero aluvial, observou-se um aumento na CE na água após o fim das chuvas, e uma posterior queda promovida pela diluição e utilização da água armazenada. Esse tem sido o comportamento típico das barragens em utilização contínua. Os valores de pH e Alcalinidade Total, pouco são afetados pelo início do período chuvoso na região. Como o pH é a medida da concentração de  $H^+$  na água, este não sofre alterações significativas nos períodos seco e chuvoso. A alteração de seus valores é devido à variação da temperatura, pois as concentrações são função do grau de ionização, que dependem diretamente da temperatura da água. Os valores recomendados pela OMS variam de 6,5 a 8,5. As amostras nos dois subsistemas permanecem abaixo destes valores, na maior parte do ano. Os valores médios verificados de Dureza Total do reservatório superficial estavam abaixo do limite recomendado pela OMS como padrão de potabilidade, que é de 500 mg/L enquanto que as amostras do aluvião encontram-se em alguns casos acima do limite aceitável. Com o aumento da precipitação, foi verificada uma queda da concentração no açude devido à diluição de elementos como cálcio e magnésio. O mesmo não ocorre no aluvião, devido as características do solo, que não deve apresentar quantidades suficientes destes carbonatos. O pH próximo da neutralidade também colabora com a não dissolução de possíveis carbonatos presentes no solo. Pela classificação de Logan (1965), a água do açude e a do aluvião são consideradas duras (acima de 200 mg de  $CaCO_3/L$ ). As concentrações do Nitrato ( $NO_3^-$ ) foram menores que 9 mg/l, inferior ao limite estabelecido pela OMS.

### CONCLUSÕES

Em relação à tecnologia empregada: A metodologia construtiva proposta no modelo deve ser integralmente cumprida. Após a solução dos problemas técnicos de construção, as barragens subterrâneas recuperadas passaram a acumular um significativo volume de água.

Em relação à salinização: O monitoramento nas barragens subterrâneas vem justificando a necessidade de manejo no sistema. Os resultados demonstram que nas barragens localizadas em áreas de recarga proveniente de solos Litólico, que produzem infiltração e escoamento hipodérmico mais lento (COSTA, 2002), existe uma oscilação esperada para a salinidade após as primeiras precipitações, enquanto que nas barragens onde não existe nenhum uso da água a salinização cresce, o que era esperado. Esse comportamento também acontece com a acumulação em açudes neste tipo de solo. Como proposta de manejo da salinidade, está em fase de implantação o cultivo de halófitas do gênero *Atriplex* nas áreas com problema.

Em relação à produtividade da barragem: As barragens subterrâneas utilizadas mais para a agricultura, realizada através da irrigação controlada, e para dessedentação de animais chegou-se a ter até 3 colheitas em um ano.

### LITERATURA CITADA

- Costa, W. D. Manual de barragens subterrâneas. Conceitos básicos, Aspectos Locacionais e Construtivos. Recife-PE, 1997.
- Costa, M. R. Avaliação de reservatórios constituídos por barragens subterrâneas. Universidade Federal de Pernambuco-Pernambuco, 2002. 189p. Dissertação de Mestrado.
- Standart Methods for Examination of Water and Wastewater. United States of America, 1992.