

## MONITORAMENTO DOS AQUIFÉROS COSTEIROS DA REGIÃO DO RECIFE E ADJACÊNCIAS – PERNAMBUCO-BRASIL

Waldir D. Costa<sup>1</sup>; Mario A.V.dos Santos<sup>2</sup>; Waldir D.Costa Filho<sup>3</sup>; Suzana M.G.L.Montenegro<sup>4</sup>; Jaime J. da S. P. Cabral<sup>5</sup>; Denise J.Cavalcanti<sup>6</sup>.

<sup>1</sup>. Waldir D. Costa, geólogo, doutor em hidrogeologia, professor titular da UFPE,

E.mail: [waldircosta2000@yahoo.com.br](mailto:waldircosta2000@yahoo.com.br);

<sup>2</sup>. Mario A.V.dos Santos, geólogo, mestre em hidrogeologia, consultor autônomo,

E.mail: [mariovalenca@yahoo.com.br](mailto:mariovalenca@yahoo.com.br);

<sup>3</sup>. Waldir D.Costa Filho, geólogo, mestre em hidrogeologia, técnico da CPRM, E.mail: [waldir@abaspe.org.br](mailto:waldir@abaspe.org.br);

<sup>4</sup>. Suzana M.G.L.Montenegro, engenheira civil, doutora em recursos hídricos, professora adjunta da UFPE,

E.mail: [suzanam@ufpe.br](mailto:suzanam@ufpe.br);

<sup>5</sup>. Jaime J. da S. P. Cabral, engenheiro civil, doutor em recursos hídricos, professor adjunto da UFPE,

E.mail: [jcabral@ufpe.br](mailto:jcabral@ufpe.br);

<sup>6</sup>. Denise J.Cavalcanti, engenheira civil, especialista em saneamento ambiental, consultora da CPRH,

E.mail: [djcaavalcanti@hotmail.com](mailto:djcaavalcanti@hotmail.com);

### RESUMO

Os estudos existentes sobre o comportamento dos aquíferos costeiros da Região Metropolitana do Recife em que foram constatados rebaixamentos acentuados do nível dos aquíferos e a salinização de várias áreas em exploração, mostraram a necessidade de se implementar um programa de monitoramento dos aquíferos da região. Esse monitoramento foi precedido de um estudo para atualização dos dados, sobretudo hidroquímicos, e resultaram na escolha dos pontos onde serão instaladas “estações telemétricas” para monitoramento em tempo real daquelas características. O estudo revelou a existência de zonas de maior concentração de salinidade, decorrente de poços mal construídos, que não coincidem com as zonas em que a superfície potenciométrica se encontra mais deprimida.

### ABSTRACT

Previous studies on the coastal aquifers in Recife Metropolitan Region revealed high salt concentration of groundwater in some areas and decreasing potentiometric levels throughout the past years. These studies highlighted the need for implementing a monitoring program in the aquifers for managing groundwater used in the region. The proposal of this monitoring program has been preceded by data collection updating the existing groundwater data basis, mainly concerning hydrochemical aspects. The updated data basis helped defining the monitoring wells for installation of automatic monitoring devices for potentiometric levels and groundwater salinity. The present study revealed areas exhibiting high salt concentration on groundwater where the potentiometric levels are not as low as in other areas, suggesting that the cause for the high salt concentration may be due to abandoned or defecting wells.

Palavras-Chave: monitoramento, salinidade, rebaixamento

### INTRODUÇÃO

O estudo hidrogeológico realizado pela Secretaria de Recursos Hídricos de Pernambuco, na região do Recife e municípios adjacentes, em 2002, revelou que os aquíferos Cabo, na região sul e Beberibe, na área norte, sotopostos em regime de semiconfinamento, ao aquífero Boa Viagem, se achavam em regime de sobre-exploração, havendo rebaixado os seus níveis potenciométricos em média de 40m (ao sul) e 30m (ao norte), no período de 1998/2002.

A partir dessas informações, foi elaborado um estudo, através de um convênio entre o DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral do Ministério de Minas e Energia, com a SECTMA – Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente e CPRH – Companhia Pernambucana de Meio Ambiente, para escolher os locais mais representativos onde iriam ser instaladas 10 (dez) estações pioneiras de sensoriamento remoto dos níveis d’água e da condutividade elétrica da água dos dois aquíferos profundos em exploração.

Esses sensores telemétricos irão remeter informações a tempo real para a CPRH, onde se situa o centro de coleta e análise dos dados a serem monitorados.

### ESTUDOS REALIZADOS

Foram levantadas em campo cerca de 500 informações de condutividade elétrica da água de poços, coletadas e efetuadas análises físico-químicas de 80 amostras mais representativas, elaborados os mapas de evolução da condutividade elétrica no tempo, de resíduo seco e de profundidade do nível dos aquíferos Cabo e Beberibe.

O estudo contou ainda com informações oriundas de pesquisas anteriores, destacando-se entre elas a do já citado estudo hidrogeológico do Recife, denominado de HIDROREC II, e a pesquisa elaborada pelo Grupo de Recursos Hídricos da UFPE, que monitorou a qualidade da água de 90 poços, sobretudo na zona sul do Recife, durante o período de 1999/2002.

### RESULTADOS APRESENTADOS PELO HIDROREC II

O estudo do HIDROREC II apresentou uma série de produtos, entre os quais o “Mapa de zoneamento explorável da região do Recife, Olinda, Camaragibe e Jaboatão”, que se constituiu numa ferramenta de grande

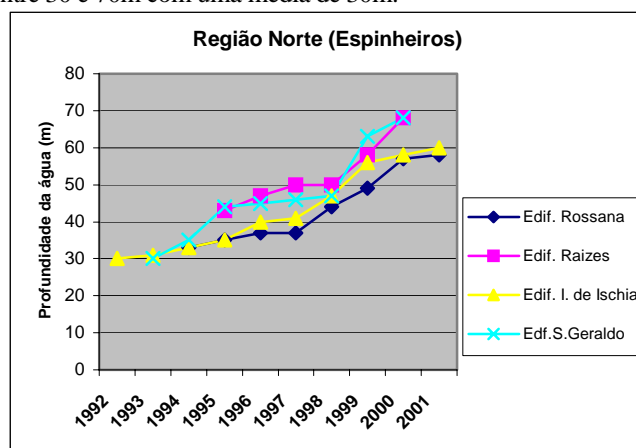
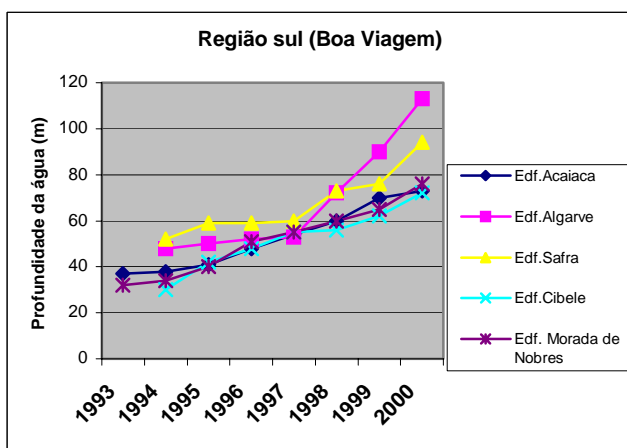
valor para a gestão das águas subterrâneas naquela região. Todavia, os dados mais preocupantes apresentados no referido trabalho foram o da crescente salinização das águas subterrâneas e o elevado rebaixamento dos níveis dos aquíferos mais profundos dessa região.

A salinidade as águas dos aquíferos inferiores (Cabo na zona sul e Beberibe na zona norte) apresentou algumas zonas preferenciais, sendo as principais, a que se desenvolve ao norte de Boa Viagem abrangendo boa parte do Pina e a segunda nos bairros de Ilha do Leite, Coelho, São José, Santo Antonio e parte da Boa Vista, ou seja no setor mais oriental da cidade do Recife.

Nesse estudo foram levantadas as hipóteses de salinização pela interface marinha e por infiltração vertical a partir do aquífero superior – Boa Viagem, que se apresenta em vários locais bastante salinizado em virtude da presença de paleo-mangues.

A salinização pela interface marinha poderia se dar em função da super-exploração que se vem efetuando na região costeira, que teria rompido o equilíbrio existente entre as águas doces continentais e as águas salgadas oceânicas, enquanto a infiltração vertical descendente das águas salinizadas do aquífero Boa Viagem, poderia se verificar tanto por drenança vertical a partir das camadas semi-permeáveis da base deste aquífero, como por poços mal construídos.

Quanto aos rebaixamentos acentuados dos níveis dos aquíferos, a figura 1 mostra alguns poços existentes nas regiões sul (Boa Viagem) e norte (Espinheiro). Como se observa, em Boa Viagem a profundidade do nível potenciométrico situava-se entre 30 e 50m em 1994 e, no final da década de 90 esses níveis variavam entre 70 e 115m com uma variação média em torno dos 40m. Na zona norte, no bairro de Espinheiro, a variação no mesmo período ficou entre 30 e 70m com uma média de 30m.



[A]

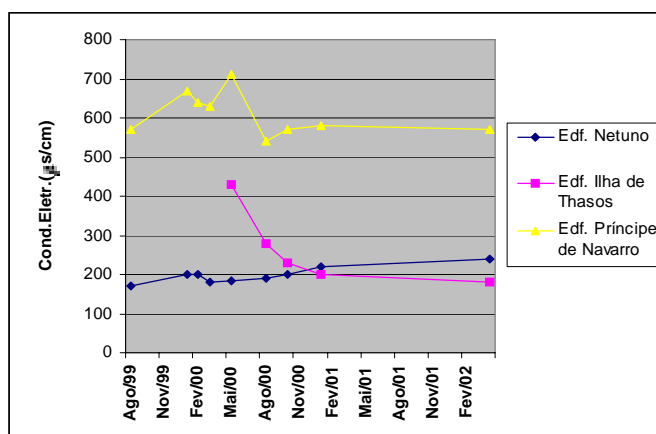
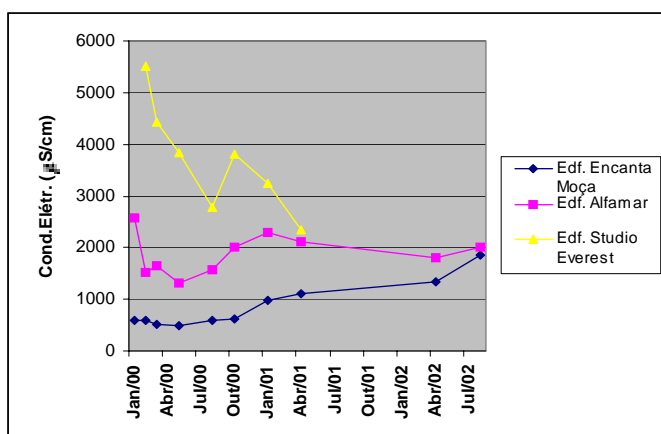
[B]

Figura 1 – Gráfico da variação da profundidade do nível de água nos aquíferos Cabo (em A) e Beberibe (em B)

Em anexo é apresentado o mapa de profundidade dos níveis d'água dos aquíferos inferiores (Beberibe e Cabo) na região estudada pelo HIDROEC II.

**RESULTADOS APRESENTADOS NA PESQUISA DO GRH/UFPE**

Os poços monitorados no período de 1999/2002 apresentaram resultados variáveis, uns com evolução crescente da salinidade, outros com evolução decrescente, e outros ainda, com salinidade estabilizada. Essa variação ocorreu tanto em poços com salinidade mais elevada (C.E.> 1.000 µS/cm) como nos de baixa salinidade (ver figura 2).



[A]

[B]

FIGURA 2 – Gráfico da variação da salinidade em zonas mais salinizadas (A) e menos salinizadas (B)

As zonas com elevada salinidade apresentam uma evolução crescente quando a fonte de contaminação, em geral um poço salinizado e abandonado, continua a provocar a salinização. Quando a fonte de contaminação é eliminada com a cimentação do poço, os poços vizinhos já salinizados tendem a apresentar uma evolução decrescente.

As zonas com baixa salinidade apresentam uma evolução crescente quando o processo de contaminação se inicia a partir da infiltração de águas salinizadas do aquífero superior, no próprio poço, podendo estabilizar com o tempo ou até a regredir, se o impacto dessa contaminação for pequeno em relação aos volumes bombeados.

Ratificando resultado obtido no estudo do HIDROREC I, o GRH/UFPE também constatou em análises de isótopos naturais, executadas no CENA(Piracicaba/SP), que as águas subterrâneas dos aquíferos da RMR, mesmo as mais salinizadas, não são de origem oceânica, afastando a hipótese de intrusão marinha pela quebra do equilíbrio da interface água doce/água salgada.

#### DEFINIÇÃO DAS ÁREAS DE PESQUISA

Após o levantamento de campo quando foram medidas com condutivímetro portátil as condutividades elétricas de cerca de 500 amostras de água no poço e realizadas 80 análises físico-químicas, e incorporando os estudos anteriores, foram definidas as áreas de pesquisa em que se caracterizaram as seguintes situações:

- Acentuado rebaixamento da superfície potenciométrica do aquífero Cabo, na região sul de Boa Viagem, com níveis a profundidades superiores a 100m;
- Elevados valores de resíduo seco do aquífero Boa Viagem, simultaneamente com a evolução crescente da salinidade do aquífero Cabo, na região centro-leste de Boa Viagem;
- Elevados valores de resíduo seco do aquífero Boa Viagem, na região do Pina;
- Elevados valores de resíduo seco do aquífero Beberibe, na região de Boa Vista-Ilha do Leite
- Acentuado rebaixamento da superfície potenciométrica do aquífero Beberibe, na região de Espinheiro
- Áreas de interferências entre poços explotados pela COMPESA com poços que explotam água mineral na região noroeste do Recife
- Áreas de interferências múltiplas entre poços que explotam água mineral na região de Aldeia.

Nessas áreas de pesquisa foram escolhidas as 10 (dez) estações telemétricas, nas quais serão introduzidos em poços existentes, sensores telemétricos que irão enviar a tempo real, para a estação central receptora, localizada na CPRH, informações sobre a condutividade elétrica da água e a profundidade do nível da água.

#### CONCLUSÕES DO ESTUDO

O estudo realizado permitiu concluir que:

- As áreas onde ocorre maior salinidade não correspondem às zonas onde os níveis do aquífero inferior se acham mais profundos.

- A salinidade que ocorre em determinadas áreas da planície do Recife, nada tem a ver com o avanço da “cunha salina” pela quebra do equilíbrio da interface água doce/água salgada.

- A causa principal da salinização é a má construção de poços e do material do seu revestimento: poços antigos revestidos com tubos pretos de aço se acham corroídos e os poços mais novos, com revestimento de PVC, não estão proporcionando estanqueidade das luvas e roscas. Em ambos os casos, a ausência de uma cimentação adequada do espaço anelar na zona superior, vêm acarretando a infiltração de água salinizada do aquífero Boa Viagem para os aquíferos sotopostos (Cabo na zona sul e Beberibe na zona norte).

- Algumas áreas, como o sul do Pina, a Ilha do Leite, o Recife antigo, a zona leste da Boa Vista, dentre outras, já apresentam uma expansão da pluma de salinização que provoca a salinização de qualquer novo poço que venha a ser construído naquela área.

- Nessas áreas, o principal agente causador dessa salinização progressiva é a grande quantidade de poços desativados e abandonados, que continuam a contaminar o aquífero.

- Em algumas áreas, em que os poços com elevada salinização foram cimentados, o contínuo bombeamento dos outros poços tem proporcionado a diminuição da salinidade dos mesmos.

- Algumas áreas apresentam elevadas depressões da superfície potenciométrica, em razão da grande quantidade de poços em exploração contínua, como a zona sul de Boas Viagem, denominada de “Zona A” no estudo do HIDROREC, e o bairro do Espinheiro.

- A drenança vertical descendente do aquífero Boa Viagem para os aquíferos sotopostos, Cabo e Beberibe, vem se fazendo de maneira muito lenta devido à predominância de argilas na base desse aquífero, o que implica numa quase ausência de recarga dos aquíferos inferiores.

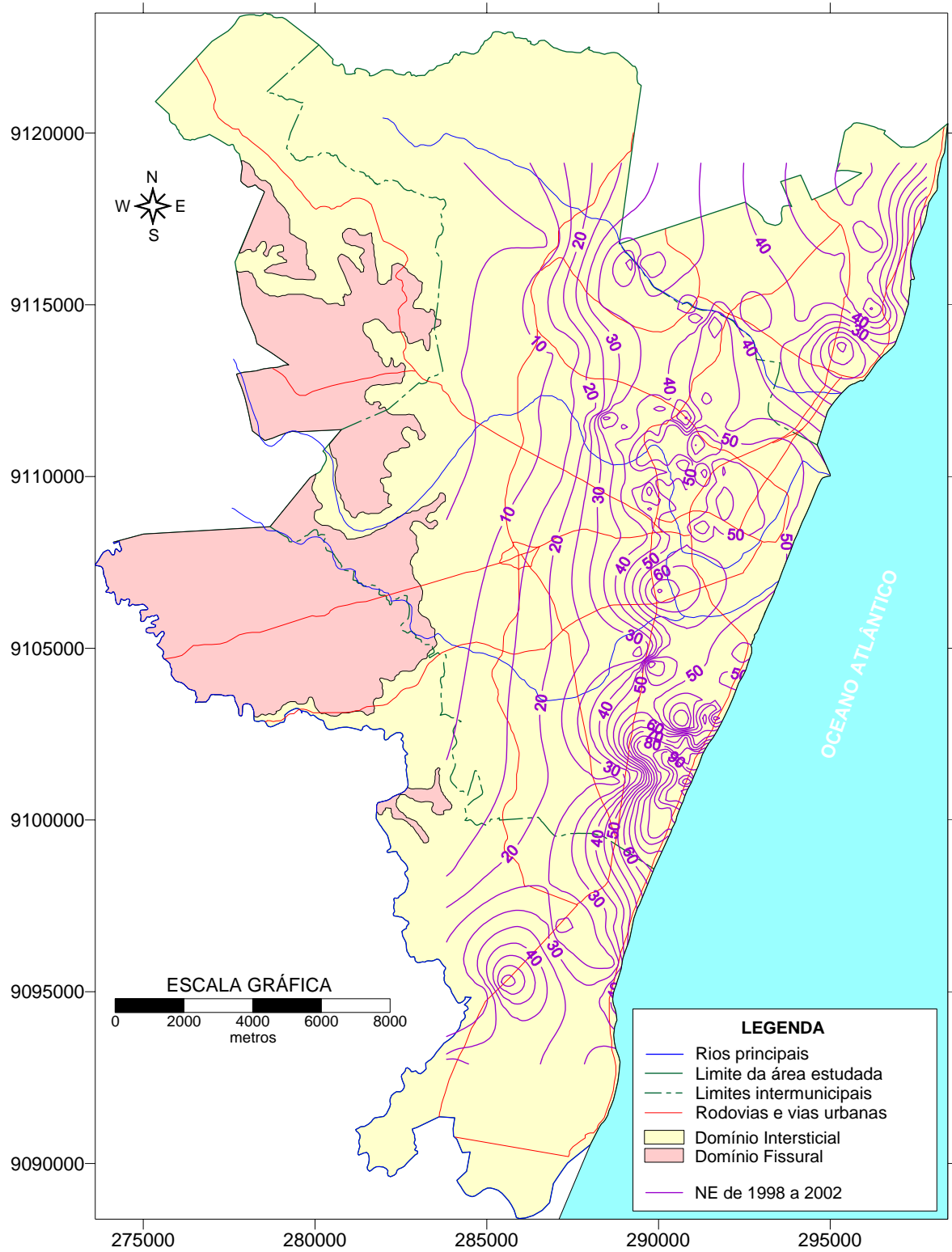
- Em decorrência da precária recarga, os aquíferos Cabo e Beberibe, na cidade do Recife, se acham em regime de sobre-exploração com depleção das reservas permanentes, e riscos de exaustão em curto prazo, além de outros graves problemas como uma salinização generalizada e uma subsidência regional.

- Como principal ação na gestão dos aquíferos da área, necessita o governo monitorar os rebaixamentos de nível e a qualidade da água desses aquíferos.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVAREZ, C; CRUZ, W.B.; PEIXOTO, C.A.M., 1980: Modelo Matemático do Aquífero Beberibe. In: I Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, Recife, PE.
- BATISTA, R.P., 1984. Estudo Hidrogeológico da Planície do Recife. Dissertação de Mestrado, UFPE, Recife, PE. 91p.
- CABRAL, J.J.S.P., 1985. Intrusão Salina em Aquíferos Costeiros: Uma Análise pelo Método de Elementos de Contorno. Dissertação de Mestrado, COPPE/UFRJ.
- CABRAL, J. J. da S. P., SANTOS, S. M. dos,

- DEMÉTRIO, J. G. A., MONTENEGRO, S. M. G. L. - 2000.: A Groundwater Information System For Recife Metropolitan Region. In: MIS, 2000, Lisboa. 2000.
- COSTA, W.D.; REBOUÇAS, A. DA C. & COUTINHO, P. DA N.: 1968 : Reconhecimento Geológico e Hidrogeológico do Recife e Municípios Adjacentes - Anexo do Planejamento do Sistema de Abastecimento D'água da Área Metropolitana do Recife - DSE/SUDENE, Recife-PE.
- COSTA, W.D., SANTOS, A.C., COSTA FILHO, W.D. - 1991 : A Superexploração e a Salinização da Água Subterrânea na Planície do Recife. In: XIV Simpósio de Geologia do Nordeste. Recife, SBG. 139-142.
- COSTA FILHO, W. D., 1997. Estudo Hidroquímico nos aquíferos da Planície do Recife. Dissertação de Mestrado. Recife-PE, UFPE. 225p.
- COSTA, W.D.; MANOEL FILHO, J. SANTOS, A.C.; COSTA FILHO, W.D.; MONTEIRO, A.B.; E SOUZA, F.J.A. - 1998 Gestão dos Recursos Hídricos Subterrâneos na Cidade do Recife/PE - Brasil, Anais do Congresso Sul-Americano de Águas Subterrâneas , da ALSHUD- Montevidéu - Uruguai
- COSTA, W.D.; MONTEIRO, A.B; COSTA FILHO, W.D.; E SANTOS, A.C. , 2000 :Condicionamento Hidrogeológico Da Exploração Do Aquífero Costeiro Boa Viagem - Anais em CD do 1º Congresso Mundial Integrado de Águas Subterrâneas - ABAS/ALSHUD/IAH - Fortaleza - 31jul/4ago-2000
- COSTA, W.D. , 2000 : Riscos Potenciais E Reais Decorrentes Da Super-Exploração Das Águas Subterrâneas No Recife - Pe - Anais em CD do 1º Congresso Mundial Integrado de Águas Subterrâneas - ABAS/ALSHUD/IAH - Fortaleza - 31jul/4ago-2000
- COSTA, W.D. & COSTA FILHO, W.D , 2001 : Recarga Artificial Dos Aquíferos Da Planície Do Recife - Anais do XII Encontro Nacional de Perfuradores de Poços e IV Simpósio de Hidrogeologia do Nordeste - Recife - PE - 14/17-10-01
- COSTA, W.D., COSTA FILHO, W.D. e MONTEIRO, A.B - 2002: A Sobre-Exploração Dos Aquíferos Costeiros Em Recife-Pe - Anais em CD e resumo em livro, do XXXII IAH & VI ALSHUD CONGRESS - Mar Del Plata - Argentina
- CRUZ, W. B.; SILVA, A. B.; JARDIM, F. G.; PEIXOTO, C. A. M., 1978. Modelamento de Simulação Analítica de Exploração do Aquífero Beberibe na Área de Olinda-Igarassu-PE. Revista Brasileira de Geociências, Vol. 8, p 32-54.
- CUSTÓDIO, E. & LLAMAS, M.R., 1977. Estudo Sobre as Possibilidades de Intrusão Marinha no Aquífero Beberibe, Região Costeira de Olinda-Goiana (PE). Rev. Bras. Geoc., São Paulo, vol.8, p 239-255.
- CUSTÓDIO, E.; CRUZ, W. B.; SILVA, A. B.; JARDIM, F. G.; PEIXOTO, C. A. M., 1978. Idade das Águas Subterrâneas no Aquífero Beberibe na Região Costeira de Olinda - Goiana, Estado de Pernambuco. Rev. Bras. Geoc., São Paulo, vol. 8, p 103-112.
- FRANÇA, H.P.M.de, VASCONCELOS NETO, B.G.M., ANDRÉ, H.O., CIRILO, J.A., CABRAL, J.J.S.P., 1988. Análise Preliminar do Comportamento Hidrodinâmico e da Intrusão Marinha no Aquífero Beberibe na Região Metropolitana Norte do Recife. In: 1o Simpósio de Hidrogeologia do Nordeste. Recife, ABAS. 59-72.
- MONTEIRO, A. B - 2000 : Modelagem do Fluxo Subterrâneo nos Aquíferos da Planície do Recife e seus Encaixes. Dissertação de Mestrado apresentada no Curso de Pós-Graduação do CT/UFPE.
- MONTEIRO, A. B. ; COSTA, W. D. e FRANÇA, A. E. , 2001 : Zona "A" - O Aquífero Cabo Pede Socorro - Anais em CD do XII Encontro Nacional de Perfuradores de Poços e IV Simpósio de Hidrogeologia do Nordeste - Recife - PE - 14/17-10-01
- MONTENEGRO, S. M. G. L., MONTENEGRO, A. de A., de LIMA, E. S., DEMÉTRIO, J. G. A., CABRAL, J. J. S. P., MANOEL FILHO, J., BARBALHO JR., C. G., VENÂNCIO, S. G., LAFFAYETE, K. P. V. - 2000: Dinâmica da salinização do aquífero Cabo na Região Metropolitana do Recife. XI Congr. Bras. de Águas Subterrâneas. CD. Fortaleza, CE.
- MONTENEGRO, S.M.G.; MONTENEGRO, A.A.; CABRAL, J.J.S.P; DEMÉTRIO, J.G.A.; MANOEL FILHO, J.; LIMA, E.S. de; OLIVEIRA, E.M.; PAIVA, A.L.R. - 2002: Groundwater salinity in the Cabo aquifer in Recife Coastal Plain, Pernambuco, Brazil. Proceedins of the XXXII IAH & VI ALSHUD Congress-Groundwater and Human Development, p.1-10, Mar del Plata, Argentina.
- MONTENEGRO, S.M.G.; COSTA, W.D.; CABRAL, J.J.S.P; MONTENEGRO, A.A.; LIMA, E.S. de; MANOEL FILHO, J.; DEMÉTRIO, J.G.A. - 2003: Monitoring time and spatial changes in groundwater salinity in Recife Coastal plain. Proceedings of the Second International Conference on Salt Water Intrusion and Coastal Aquifers (SWIACA), Merida, Mexico.
- TEIXEIRA, J. A., 1988.: Modelo Conceitual Para Uso e Proteção dos Recursos Hídricos da Faixa Costeira Recife-João Pessoa. Tese de.doutoramento, USP, São Paulo-SP. 271p.



[FONTE:HIDROREC II]

Mapa De Profundidade Dos Níveis D'água Dos Aqüíferos Inferiores (Beberibe E Cabo)