

ESTUDO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NA PLANÍCIE DO RECIFE

**Waldir Duarte Costa Filho¹, Maria Marlúcia Freitas Santiago²,
Waldir Duarte Costa³ e Josué Mendes Filho²**

Resumo - O presente trabalho apresenta os resultados obtidos da química das águas subterrâneas nos três sistemas aquíferos intersticiais denominados de Beberibe Inferior (ABI), Cabo (AC) e Boa Viagem (ABV), na Planície do Recife. As análises mostram que as águas nos três aquíferos são de boa qualidade com 80 a 90% dentro dos limites de potabilidade de cada elemento. As águas coletadas em 1996, são classificadas como mista-mista no ABV, mista-sódica no ABI, e cloretada-sódica no AC. Altas concentrações de Na⁺ e de Cl⁻ e altos valores de CE, aparecem em alguns bairros onde, também pela relação iônica rCl/rHCO₃, sugerem focos de contaminação por água de origem marinha. Para a irrigação, as águas são de boa qualidade, classificando-se em S1 nos três aquíferos e C1 no ABI, C2 no AC e C2/C3 no ABV. Apesar dos diferentes tipos de água nos três aquíferos, a análise estatística multivariante demonstrou tratar-se de uma mesma água, a um nível de correlação de 82% entre os poços.

Palavras-chave - Água Subterrânea, Hidroquímica, Qualidade de Água.

INTRODUÇÃO

No município do Recife, assim como em outras metrópoles do Nordeste brasileiro, as águas subterrâneas, são utilizadas em caráter emergencial de forma desordenada. O

¹ CPRM - SUREG Recife, Av.Beira Rio, 45 - Madalena - CEP.: 50.610-100 - Recife - PE – Brasil - Telefone: (081) 227-0277 - Fax: (081) 228-2142 - E-mail: waldirfilho@costa.com.br

² Depto Física – UFC, Campus do Pici - Caixa Postal 6030 - CEP.: 60.451-970 - Fortaleza - CE – Brasil - Telefone: (085) 287-5133 - Fax: (085) 287-4138 - E-mail: marlucia@fisica.ufc.br -

³ COSTA Consultoria, Av.Santos Dumont, 320 - Aflitos - CEP.: 52.050-050 - Recife - PE – Brasil - Telefone: (081) 241-4815 - Fax: (081) 441-5777 - E-mail: waldir@costa.com.br

descontrole e a falta de aplicação de mecanismos legais e normativos, marcados por uma visão imediatista de uso dos recursos hídricos subterrâneos, sujeitam os aquíferos, aos impactos da extração descontrolada e da ocupação indisciplinada do solo, que põem em risco a qualidade das águas subterrâneas e a saúde do usuário.

Além disso, existe uma atitude generalizada de subestimar os riscos de poluição das águas subterrâneas, traduzida pela falta de ações políticas voltadas para a proteção dos aquíferos.

Dada a importância da água subterrânea, para o abastecimento público doméstico e a sua utilização desordenada na Planície do Recife, foi feito um estudo hidrogeológico na Região Metropolitana do Recife, denominado de Projeto HIDROREC (COSTA *et al*, 1998), através de um Convênio firmado entre o *International Development Resourch Center* do Canadá - I.D.R.C. e a Fundação de Apoio ao Desenvolvimento de Ensino da UFPE - FADE.

Deste estudo, resultou um trabalho de dissertação de mestrado de COSTA FILHO (1997) direcionado para a hidroquímica dos aquíferos da Planície do Recife, correlacionando os resultados obtidos (através de tratamentos estatísticos básicos) com a litologia dos aquíferos, ou unidades aquíferas presentes na área, e estabelecendo zonas com focos de salinização.

O presente trabalho tem por objetivo, apresentar os resultados alcançados na dissertação de mestrado de COSTA FILHO (op.cit.), utilizando-se do estudo hidroquímico nos aquíferos da Planície do Recife.

LOCALIZAÇÃO DA ÁREA

A Planície do Recife (Figura 1) está inserida na Região Metropolitana do Recife (RMR) no Estado de Pernambuco, entre os paralelos 08°09'19" e 08°00'41" de Latitude Sul e os meridianos 34°57'32" e 34°51'52" de Longitude Oeste de Greenwich, totalizando uma área de aproximadamente 112 km².

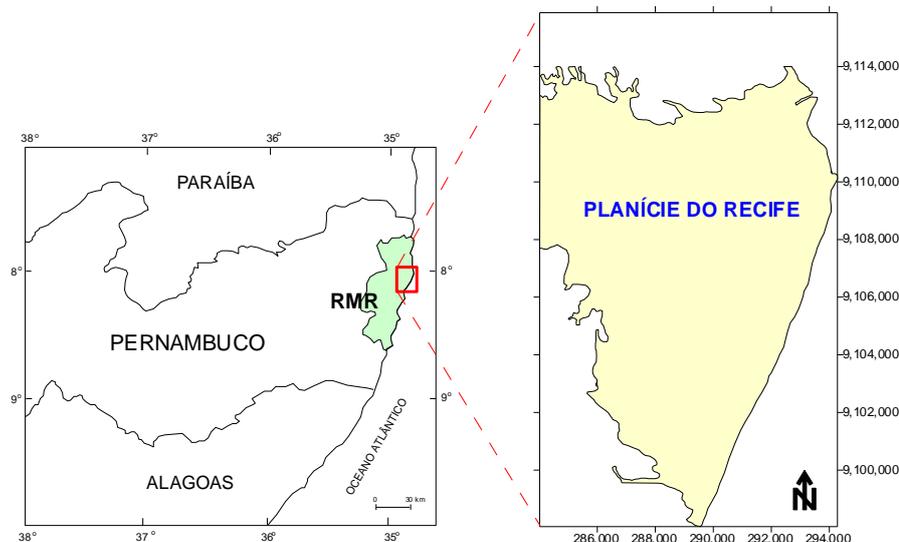


Figura 1 - Localização da área em estudo.
Fonte: COSTA FILHO *et al* (1998).

ASPECTOS HIDROGEOLÓGICOS DA ÁREA

As águas subterrâneas foram consideradas como pertencentes a três aquíferos intersticiais denominados de Beberibe Inferior, Cabo e Boa Viagem COSTA *et.al.* (1994), segundo estudos mais recentes. Segundo COSTA *et.al.* (1998), o Aquífero Beberibe Inferior, de caráter confinado, composto por arenitos quartzosos continentais, é o de maior potencialidade e boas condições hidrodinâmicas e possui condutividade hidráulica de $2,2 \times 10^{-5}$ m/s e transmissividade $2,2 \times 10^{-3}$ m²/s; o Aquífero Cabo, de caráter confinado, é composto por arenitos grosseiros de matriz arcoseana, arcósios, siltitos e argilitos, e possui condutividade hidráulica de $1,0 \times 10^{-5}$ m/s e transmissividade de $8,6 \times 10^{-4}$ m²/s; o Aquífero Boa Viagem, de caráter livre, é composto por misturas de areias argilosas, argilas, limos e vasas, de origem continental ou marinha, e possui condutividade hidráulica de $1,7 \times 10^{-4}$ m/s e transmissividade de 7×10^{-3} m²/s. O recobrimento destes mananciais, na maior parte da Planície, é constituído por aluviões e terraços marinhos, bastante arenosos e freqüentemente salinizados até 50-60 metros por influência das zonas de mangues.

METODOLOGIA

Foram utilizadas as análises de condutividade elétrica, pH e dos íons maiores (Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, Na⁺, K⁺, Cl⁻, HCO₃⁻ e SO₄⁼) de um conjunto de 278 poços cadastrados no Projeto

HIDROREC possuidores de análises físico-químicas, alguns com mais de uma, num total de 303 resultados. Destes, após filtragens específicas de erros e duplicidade além da delimitação da área, foram consideradas 203 análises completas e consistidas. Devido a grande variação temporal das análises físico-químicas, de setembro de 1966 a dezembro de 1994, foi feita uma nova amostragem, em 1996, de água em 91 poços para se ter dados recentes com uma melhor caracterização físico-química das águas subterrâneas da Planície do Recife e para comparação dos resultados atuais com os anteriores detectando alguma possível evolução hidroquímica nos aquíferos estudados, totalizando, dessa forma, 294 análises.

- ✓ **Consistência dos Resultados** = 84 análises eliminadas no 1º Grupo
 - ◆ Erro Relativo de Análise = 24
 - ◆ Duplicidade de Dados = 18
 - ◆ Cond.Elétrica x Conc.Iônica + Sól.Totais Dissol. Med. x Calc. = 42

- ✓ **Exclusão por Delimitação da Área** = 16 análises no 1º Grupo

- ✓ **Quantidade Final de Análises no 1º Grupo** = 203
- ✓ **Quantidade Inicial de Análises no 2º Grupo** = 91

- ↪ **Quantidade Total de Análises Físico-Químicas** = 294

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram construídas tabelas e histogramas de freqüência para os elementos mais significativos como o Ca^{++} , Na^+ , Cl^- , HCO_3^- , pH e condutividade elétrica, observando-se que as curvas de freqüência ou curvas de distribuição para os elementos maiores, em todos os aquíferos, nas duas épocas de amostragens, tem um comportamento assimétrico resultando numa curva log-normal, enquanto que, para a condutividade elétrica, tem um comportamento diferente resultando numa curva multimodal e, para o pH, tem, na amostragem do 1º grupo, um comportamento simétrico, resultando em curvas normais, ou gaussianas, enquanto que, na amostragem do 2º grupo, os comportamentos das curvas dos aquíferos mudam muito, resultando em curvas multimodais.

Segundo as normas estabelecidas pela Organização Mundial de Saúde, as águas nos três aquíferos são de boa qualidade com 80 a 90% dentro dos limites de potabilidade de cada elemento. Com relação ao pH, apenas as águas do Aquífero Boa Viagem apresentaram-se um pouco alcalinas, com algum risco quanto à corrosão e à incrustação.

Com os resultados das análises dos íons maiores construiu-se diagramas de Piper com resultados das amostras coletadas durante a perfuração dos poços de 1966 a 1994

(1º grupo) e amostras coletadas em 1996 (2º grupo - Figura 2), para os aquíferos Beberibe Inferior, Boa Viagem e Cabo. Classificando as águas coletadas em 1996, observa-se que, anionicamente, são mistas nos aquíferos Boa Viagem e Beberibe Inferior, e cloretadas no Aquífero Cabo, enquanto que, cationicamente, são essencialmente sódicas, nos aquíferos Beberibe Inferior e Cabo, e essencialmente mistas com a presença de águas cálcicas, no Aquífero Boa Viagem.

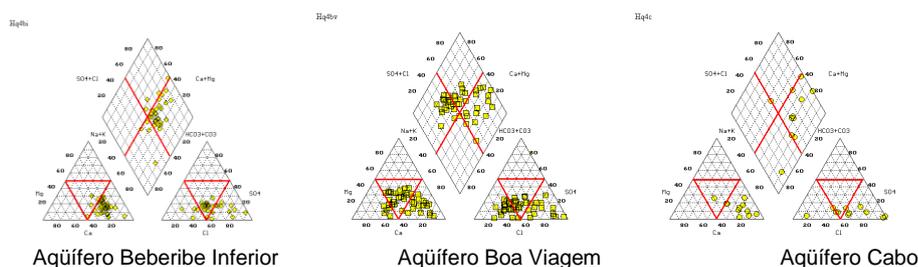


Figura 2 - Diagramas de Piper das amostras de água analisadas em 1996.

Diagramas de Piper construídos com séries temporais de 10 anos em 10 anos, ou seja, das décadas de 70, 80 e 90 mostram que, em geral, as águas não sofreram modificações.

Quanto aos tipos (Figura 3), as águas na Planície são muito variadas, apresentando 07 (sete) tipos no Aquífero Boa Viagem, 05 (cinco) no Aquífero Cabo e 06 (seis) no Aquífero Beberibe Inferior, corroborando com a classificação genérica de Piper (Figura 2).

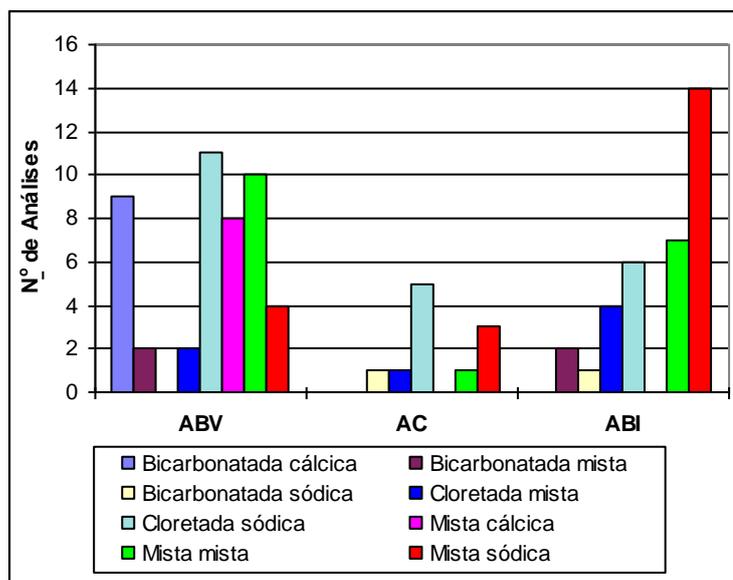


Figura 3 - Tipos de água nos respectivos aquíferos da Planície do Recife em 1996.

ABV-Aqüífero Boa Viagem, AC-Aqüífero Cabo, ABI-Aqüífero Beberibe Inferior.

Confrontando-se os mapas de concentrações de isotores dos três aquíferos, para cada elemento e em cada grupo de amostragem, obtêm-se algumas correlações entre os elementos, enquanto que não há qualquer tipo de correlação entre os aquíferos, ou seja, os tipos de águas dos aquíferos, bem como as concentrações dos elementos e suas relações iônicas, não interagem entre os casos (aquíferos).

Altas concentrações de sódio e de cloreto e altos valores de condutividade elétrica, aparecem nos bairros de Boa Viagem, Pina, Coelhos/São José e Recife antigo, que, com os valores da relação iônica $rCl/rHCO_3$, sugerem focos de contaminação por água de origem marinha. A Figura 4 exemplifica o caso do Aquífero Boa Viagem onde, o mesmo, apresenta focos com altos valores de condutividade elétrica (a) nos bairros de Boa Viagem e Recife, e altos valores da relação iônica $rCl/rHCO_3$ (b) no bairro de Boa Viagem.

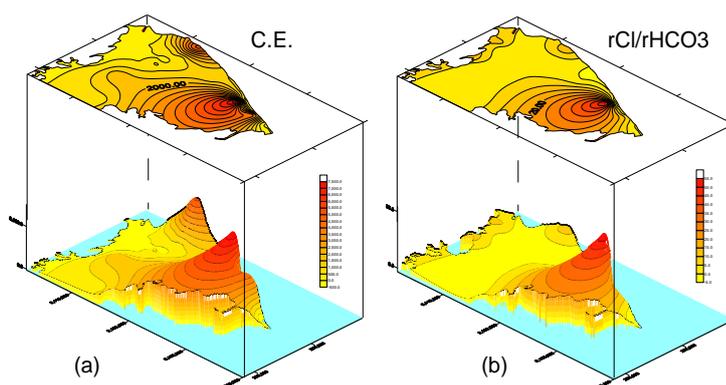


Figura 4: Mapas de Contorno e Superfícies 3D dos isovalores de condutividade elétrica (a) e de $rCl/rHCO_3$ (b) no Aquífero Boa Viagem.

As águas são, em geral, de boa qualidade para a irrigação (Figura 5), com risco de sódio baixo (S1) nos três aquíferos e com o risco de salinidade baixo (C1) no Aquífero Beberibe Inferior, médio (C2) no Aquífero Cabo e médio (C2) a alto (C3) no Aquífero Boa Viagem, prestando-se, para a maioria das culturas em quase todos os tipos de solos. Classificam-se como C1-S1 (62%), C2-S1 (73%), e C2-S1 e C3-S1 (40 e 37%), prestando-se, para a maioria das culturas em quase todos os tipos de solos.

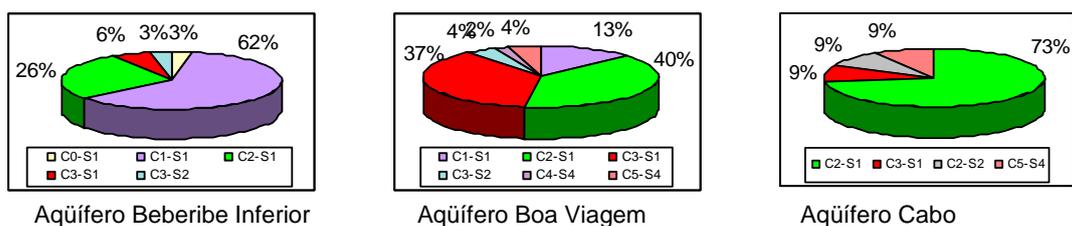


Figura 5 - Classificações das águas subterrâneas da Planície do Recife, para fins de irrigação, em 1996.

A análise de agrupamento (Figura 6) mostra que, apesar das diferenças de classificações dos três aqüíferos e dos prováveis focos de contaminação com água de origem marinha, existe, à uma correlação de 95%, grandes similaridades entre eles, agrupando os seus poços em 3 grandes grupos que, mesmo assim, estão misturados com uma correlação entre eles de 82%. Ou seja, as águas dos aqüíferos da Planície do Recife são similares, podendo ser consideradas, no geral, como um único tipo, de boa qualidade para o consumo humano e para a irrigação.

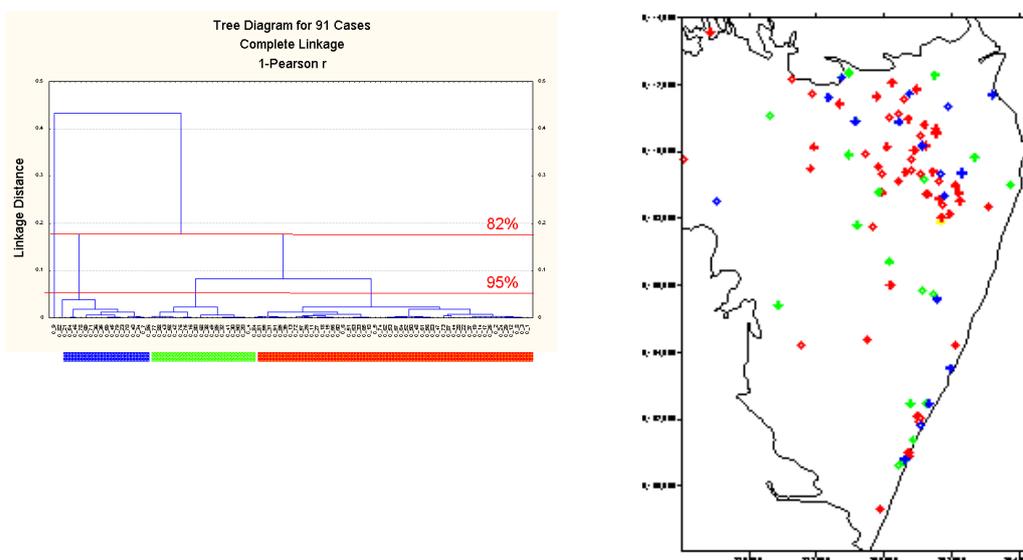


Figura 6: Dendrograma e Mapa resultante da análise de agrupamento de todas as amostras de 1996, dos três aqüíferos da Planície do Recife.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

De acordo com o estudo hidroquímico realizado nos aqüíferos da Planície do Recife, conclui-se que:

i. Mesmo com diferentes tipos de água nos três aquíferos, a análise estatística multivariante demonstrou, a um nível de correlação de 82% entre os poços, tratar-se de uma mesma água de boa qualidade para o consumo humano.

ii. Para a irrigação, as águas são, em geral, de boa qualidade, com risco de sódio baixo nos três aquíferos e com o risco de salinidade baixo no Aquífero Beberibe Inferior, médio no Aquífero Cabo e médio a alto no Aquífero Boa Viagem.

iii. Existem focos de provável contaminação por água de origem marinha sugerida pelas altas concentrações dos sais, principalmente, de sódio e de cloreto e pelos altos valores de condutividade elétrica.

Esta contaminação por água de origem marinha pode estar sendo ocasionada por intrusão da cunha salina ocasionada pela demasiada exploração dos poços, pela mistura com águas oriundas das formações salinizadas devido à má construção dos poços que estariam servindo de conduto hidráulico entre as formações, ou até mesmo por processos de filtração vertical induzida pela diminuição das cargas potenciométricas decorrentes dos super-bombeamentos dos poços.

Em função disto, é recomendável que os órgãos e empresas que operam com perfuração de poços para o abastecimento d'água tenham em mente a importância dos mananciais hídricos subterrâneos, melhorando a qualidade em suas perfurações utilizando-se de bons produtos e isolando as formações contaminadas. Além disso, o usuário, deve fazer valer o seu papel de consumidor, exigindo qualidade nos serviços destas empresas e deve ter em mente a necessidade do uso racional e da preservação quantitativa e qualitativa das águas subterrâneas, evitando bombeamentos com vazões muito elevadas e por longos períodos de tempo.

BIBLIOGRAFIA

COSTA,W.D.; SANTOS, A.C.; COSTA FILHO, W.D. (1994) - *O Controle Estrutural na Formação dos Aquíferos na Planície do Recife*. In: 8º Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. Recife, ABAS. p.38-43.

COSTA,W.D.; SANTOS, A.C.; COSTA FILHO, W.D.; FILHO, J.M.; MONTEIRO, A.B.; SOUZA, F.J.A. de (1998) - *Estudo Hidrogeológico da Região Metropolitana do Recife - Projeto HIDROREC- Convênio IDRC(Canadá) e UFPE/FADE. Relatório inédito.*

COSTA FILHO, W.D. (1997) - *Estudo Hidroquímico nos Aquíferos da Planície do*

Recife. Dissertação de Mestrado. Recife, UFPE. 225p.

COSTA FILHO, W.D.; SANTIAGO, M.M.F.; MENDES FILHO, J.; COSTA, W.D. (1998) -
Concentração salina das águas subterrâneas na Planície do Recife In: III Simpósio
de Hidrogeologia do Nordeste. Recife, ABAS. 124-131.