

CONFIGURAÇÃO GEOMÉTRICA DOS AQUÍFEROS DA REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE

Alexandre Luiz Souza Borba¹; Waldir Duarte Costa Filho² & João de Castro Mascarenhas³

Resumo – O presente trabalho enfatiza uma das etapas do convênio elaborado e iniciado entre a Secretaria de Recursos Hídricos (SRH) de Pernambuco e a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM): “Monitoramento de Aquíferos Costeiros da Região Metropolitana do Recife – PE”. Estão descritas as características gerais dos aquíferos costeiros da Região Metropolitana do Recife (RMR), ou seja, o Boa Viagem, Barreiras, Beberibe, Cabo e Fissural, destacando-se os parâmetros hidrodinâmicos e hidroquímicos, bem como as características construtivas e de exploração através dos mesmos. A grande dificuldade em estudar o comportamento geométrico dos aquíferos costeiros da RMR, está no fato de que são necessários dados confiáveis com relação às amostras de calhas provenientes de perfurações de poços e as profundidades relacionadas, capazes de definir com maior segurança a correlação entre os perfis litológicos obtidos X a área de ocorrência dos mesmos. Por último, passamos por uma grande dificuldade em poder selecionar dados de parâmetros hidroquímicos das análises físico-químicas, pois a maioria dos existentes não são confiáveis. Acreditamos que através do supracitado projeto, a RMR começará a ter uma nova realidade com relação aos estudos dos seus aquíferos costeiros, que refletirá diretamente na futura Gestão das Águas Subterrâneas da mesma.

Abstract – This work emphasizes a step in the agreement drawn up and initiated between the Department of Water Resources (SRH) of Pernambuco and Research Company for Mineral Resources (CPRM): "Monitoring of Coastal Aquifers in the Metropolitan Region of Recife - PE. They described the general characteristics of coastal aquifers in the Metropolitan Region of Recife (RMR), ie, the Boa Viagem, Barriers, Beberibe, Cable and fissure, especially the hydrodynamic and hydrochemical parameters and the constructive characteristics and exploitation through them. The

¹ Pesquisador em Geociências, Geólogo, M.Sc. – CPRM Serviço Geológico do Brasil, Superintendência Regional de Recife, Avenida Sul, 2291, Afogados, Recife/PE, Cep 50770-011, Fone (81) 3316.1475 / 8812.7198, Fax (81) 3316.1403, aborba@re.cprm.gov.br / alexandreborba@yahoo.com.br

² Pesquisador em Geociências, Hidrogeólogo, M.Sc. – CPRM Serviço Geológico do Brasil, Superintendência Regional de Recife, Avenida Sul, 2291, Afogados, Recife/PE, Cep 50770-011, Fone (81) 3316.1469 / 9997.8848, Fax (81) 3316.1403, waldir@re.cprm.gov.br / wdcfilho@gmail.com

³ Pesquisador em Geociências, Geólogo – CPRM Serviço Geológico do Brasil, Superintendência Regional de Recife, Avenida Sul, 2291, Afogados, Recife/PE, Cep 50770-011, Fone (81) 3316.1469 / 9973.4031, Fax (81) 3316.1403, joaomascarenhas@re.cprm.gov.br / joao.mascarenhas@oi.com.br

major difficulty in studying the behavior locus of coastal aquifers of RMR, is the fact that reliable data are needed with respect to the rails samples from drilling wells and related depths, able to define with greater certainty the correlation between the profiles lithologic X obtained the area of occurrence. Finally, we experience a great difficulty in being able to select data of hydrochemical parameters of the physical and chemical analysis, because most of the existing unreliable. We believe that through the above-mentioned project, the RMR will begin to have a new reality in relation to their studies of coastal aquifers, which reflect directly on the future management of groundwater in the same.

Palavras-Chave – Aquífero, Água Subterrânea, Recife.

1 - INTRODUÇÃO

A Região Metropolitana do Recife (RMR) está localizada em uma Planície Deltáica, cujos sedimentos têm origens diversas: Fluvial, Marinho, Coluvial, Mangues, etc., que recobrem as bacias sedimentares costeiras Pernambuco (a norte) e Cabo (a sul), separadas pelo divisor estrutural Lineamento Pernambuco. Assim sendo, se desenvolveram aquíferos com características hidrodinâmicas distintas e que, através dos mesmos, principalmente a partir da década de 90, vêm contribuindo e emergencial para o fornecimento d'água para a capital de Pernambuco.

Porém, o uso indiscriminado dos aquíferos desta região, tem provocado sérios danos como: rebaixamento piezométrico; variação dos parâmetros hidroquímicos; contaminação por agentes físico-químicos; e ocupação indiscriminada das áreas de recarga entre outros, necessitando desta forma de um estudo que gere resultados capazes de desencadear o uso racional e a proteção dos mesmos.

Sintonizado no problema pelo qual vem ocorrendo no âmbito nacional com a exploração das águas subterrâneas, que expõe as futuras populações à escassez desse precioso bem mineral, como consequência da ausência de técnicas preservativas e construtivas capazes de conduzir às condições de explorações ordenadas, é que o Governo Federal através da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) elaborou o Projeto “Implantação de Rede Básica Nacional de Monitoramento Integrado das Águas Subterrâneas”, cujo objetivo geral será a caracterização hidrogeológica a partir da integração, análise e interpretação dos dados existentes, bem como o monitoramento da água subterrânea através de poços tubulares selecionados através do SIAGAS (Sistema de Informações de Águas Subterrâneas).

Foi iniciado o Projeto de “Monitoramento de Aquíferos Costeiros da Região Metropolitana do Recife – PE”, cujo convênio envolve a Secretaria de Recursos Hídricos (SRH) de Pernambuco e a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), que está focado no levantamento das condições operacionais das captações subterrâneas, prevendo atualizações do Banco de Dados, Modelo de Monitoramento, a Nova Configuração das Áreas de Zoneamentos Explotáveis e a Geometria dos Aquíferos, sendo esta última compondo a etapa do projeto apresentada nesta ocasião.

2 - CARACTERIZAÇÃO HIDROGEOLÓGICA DOS AQUÍFEROS COSTEIROS DA RMR

A Região Metropolitana do Recife (RMR) é a maior aglomeração urbana do Nordeste e a quinta do Brasil (atrás das regiões metropolitanas de São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte e Porto Alegre respectivamente), e a 109ª do mundo. Está entre as nove primeiras regiões metropolitanas instituídas no Brasil (criada pela Lei Complementar Federal 14/73 de 8 de junho de 1973).

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a RMR é formada por 14 [municípios](#): [Abreu e Lima](#), [Araçoiaba](#), [Cabo de Santo Agostinho](#), [Camaragibe](#), [Igarassu](#), [Ilha de Itamaracá](#), [Ipojuca](#), [Itapissuma](#), [Jaboatão dos Guararapes](#), [Moreno](#), [Olinda](#), [Paulista](#), [Recife](#) e [São Lourenço da Mata](#). Com 3.731.719 habitantes ([IBGE/2008](#)), sua área de influência abarca todo o Estado de [Pernambuco](#), além dos [Estados](#) da [Paraíba](#), [Alagoas](#), a parte sul do [Rio Grande do Norte](#), e o interior dos Estados do [Piauí](#), [Maranhão](#) e [Bahia](#).

Em termos de recursos hídricos, a RMR apresenta um quadro de sustentação hídrica baseada predominantemente na captação de águas superficiais de vários reservatórios, e complementada através de aquíferos que se estendem por toda a faixa costeira do Estado.

Os reservatórios de água superficial não vêm atendendo a demanda de abastecimento humano dessa região, que convive com um racionamento diário mesmo nas áreas regularmente abastecidas (10 % da população não são atendidas com abastecimento público). Na região norte da RMR, a empresa concessionária, a Companhia de Saneamento de Pernambuco (COMPESA), responsável pelos serviços de abastecimento público, vem se utilizando mais de poços tubulares do que dos mananciais de superfície, perfurados e revestidos na profundidade do Aquífero Beberibe.

De uma maneira geral, segundo o HIDROREC II (2002), a geologia da RMR é constituída por rochas do embasamento cristalino e pelas rochas sedimentares sobrepostas, pertencentes às Bacias Sedimentares Costeiras Cabo e Pernambuco-Paraíba, subdividindo-a em três domínios geológicos principais:

- _ Na área Oeste: o Embasamento Cristalino do Maciço Pernambuco-Alagoas;
- _ Na área Sul: a Bacia Vulcano-Sedimentar do Cabo;
- _ Na área Norte: a Bacia Sedimentar Pernambuco-Paraíba.

Segundo o HIDROREC II (2002) os aquíferos que ocorrem nos diversos domínios hidrogeomórficos da RMR (Figura 1) se apresentam de formas diferentes, como se segue:

- Aquífero Beberibe, nas formas livre, confinada e semi-confinada;
- Aquífero Cabo, nas formas livre, confinada e semi-confinada;
- Aquífero Boa Viagem, nas formas livre e semi-confinada;
- Aquífero Barreiras, nas formas livre e semi-confinada; e o
- Aquífero fissural, na forma livre.

A seguir, seguem as características gerais das litologias dos aquíferos descritos, comparando-se os aquíferos de natureza granular (Tabela 1).

● **Aquífero Boa Viagem.**

Aquífero descrito por Costa et al (1994), tem com característica o conjunto de depósitos recentes, incluindo aluviões, coluviões, terraços fluviais, terraços marinhos, areias de praia, paleomangues e dunas antigas, todos localizadas na região deltáica do conjunto de rios Capibaribe, Beberibe e Tejipió, formando a atual planície do Recife. Ocorre encobrindo outros aquíferos mais antigos, o Beberibe ao norte e o Cabo ao sul, ou diretamente sobre o embasamento cristalino, na região mais oriental do Recife, correspondendo a Cidade Universitária, Caxangá e Várzea.

Possui uma constituição granulométrica bastante variada, desde a fração argilosa até a fração de areia grossa, com níveis de cascalho, sobretudo nos terraços fluviais. Por isso, sob o ponto de vista hidrogeológico, há dificuldade e impedimento na avaliação mais precisa do comportamento de fluxo descendente (drenança), bem como na avaliação dos parâmetros hidrodinâmicos deste aquífero.

Tabela 1 - Características Gerais das Litologias dos Aquíferos da RMR.

| PARÂMETROS | Aquífero Beberibe | Aquífero Cabo | Aquífero Boa Viagem | Aquífero Barreiras |
|---------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|---|---|
| Granulometria dos Sedimentos | Predominância de arenitos | Predominância de arenitos argilosos | Alternância de areias e argilas | Alternância de areias e argilas |
| Cimentação dos Sedimentos | Carbonática na parte superior | Argila | Argilosa ou ausente | Argilosa |
| Coloração predominante dos sedimentos | Acinzentada | Acinzentada a esverdeada | Amarelada | Cores variegadas, amarela, vermelha, etc. |
| Presença de estratificação (*) | Incipiente | Bem assinalada | Ausente ou incipiente | Bem assinalada |
| Diagênese primária dos sedimentos | Média | Fraca a média | Incipiente a nula | Fraca a média |
| Material Orgânico na matriz | Inexistentes ou restos fosfatados. | Inexistente | Conchas recentes, restos de madeira de paleo-mangues | Inexistente |
| Angulosidade/Arredondamento dos Grãos | Semi-arredondado | Arredondado a subarredondado | Sub-anguloso | Semi-arredondado |
| Composição mineral primária | Quartzo | Quartzo e argilo-minerais | Quartzo, feldspato, fragmentos de rochas cristalinas. | Quartzo e argilo-minerais |
| Resistência à penetração mecânica | Resistência média a elevada | Regular a forte | Baixa resistência | Baixa a média |

(*) Somente observada em afloramentos no campo.

Fonte: HIDROREC II (2002).

São necessários perfis geológicos através de poços a serem perfurados na área mais confiáveis, para que sejam feitas seções de correlações. Porém, já está definido que de sua espessura pode chegar até o máximo de 80m na região do bairro da Boa Viagem e com uma média de 50m para a RMR, com vazões, em geral, superiores àquelas obtidas do aquífero Cabo, com poços apresentando vazões superiores a 20 m³/h.

Além da exploração por poços profundos (superiores a 20m), esse aquífero é intensamente captado por poços rasos tubulares e/ou amazonas.

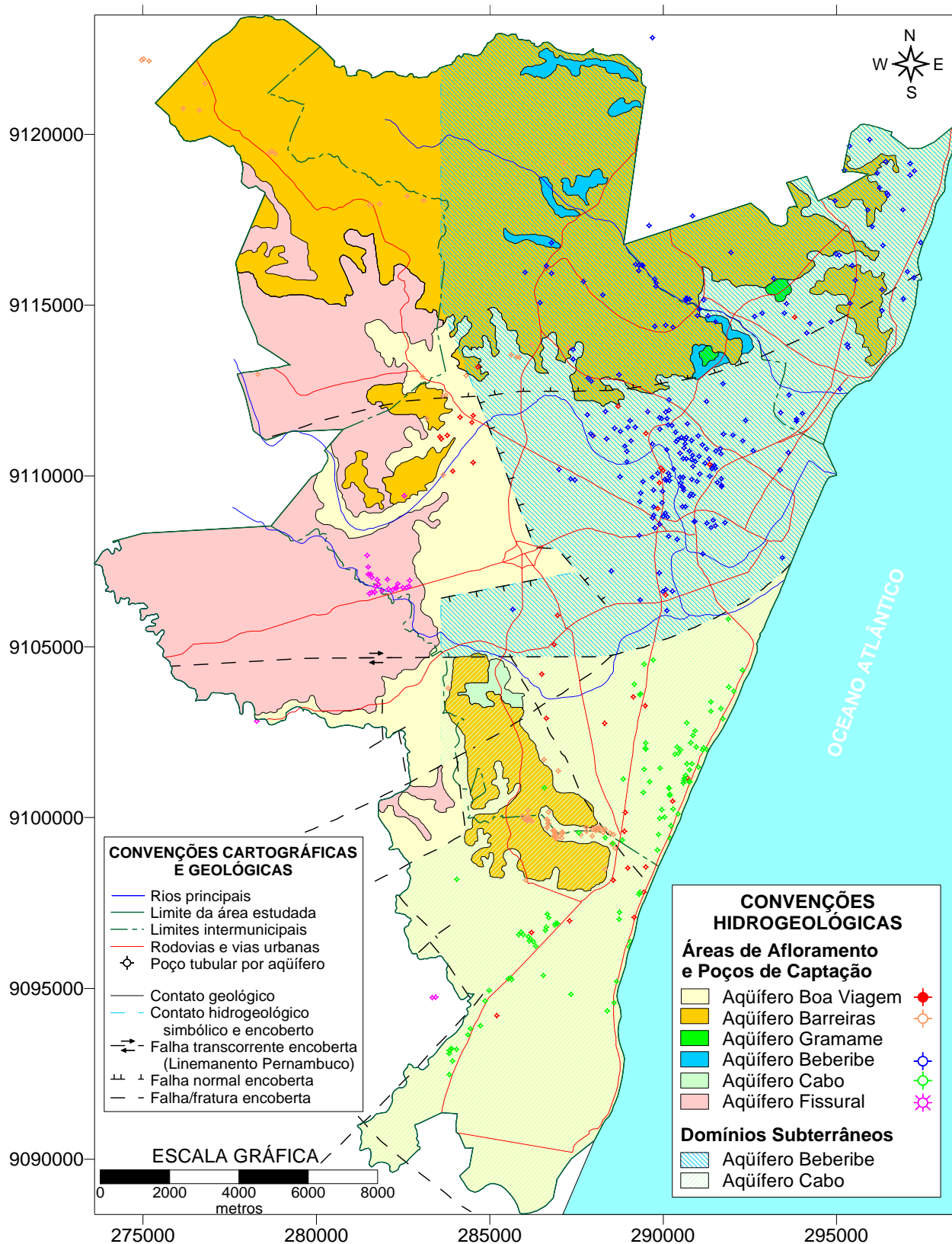


Figura 1 – Mapa Hidrogeológico Simplificado com distinção dos Domínios Aquíferos.

Fonte: HIDROREC II (2002).

● **Aquífero Barreiras.**

Na maioria das ocorrências dessa formação, a morfologia é de tabuleiros contínuos de grande extensão e outra forma de ocorrência é em chãs ou em morros, de amplitude reduzida e descontínua.

Este aquífero é caracterizado por uma alternância de camadas bem estratificadas ou com estratificação incipiente, de constituição arenosa, argilosa ou siltosa, podendo ocorrer níveis de seixos. Em função da predominância da fácies psamítica ou pelítica, o mesmo possuirá maior ou menor condição de armazenamento e de permeabilidade.

Alguns dos poços perfurados nesse aquífero apresentam vazões médias da ordem de 13 m³/h na região de Ibura e Jordão, porém, na região de Aldeia, a vazão média cai para apenas 3 m³/h, demonstrando a heterogeneidade desse aquífero.

● **Aquífero Beberibe.**

É o principal aquífero da RMR em termos de capacidade de vazão de exploração e características hidroquímicas da água, e que vem sendo explorado para as mais diversas finalidades de uso (Abastecimento Humano, Comercialização de Água Potável e Mineral, nas Indústrias, etc.), sendo a concessionária (COMPESA) responsável pelos maiores volumes extraídos.

O Aquífero Beberibe tem como área de ocorrência a região centro-norte do Recife e em Olinda, apresentando-se, de uma maneira generalizada, em duas situações hidrogeológicas:

- no Recife ocorre predominantemente com características de confinado a semi-confinado, na forma de pacotes com sedimentos recentes do Aquífero Boa Viagem e no vale do Rio Beberibe chega a aflorar na superfície, ocorrendo como um aquífero livre;

- e na área de Olinda o mesmo ocorre recoberto com alternância ora pela Formação Barreiras ora pelos calcários da Formação Gramame.

Na planície deltáica do Recife, o aquífero Beberibe ocorre limitado ao sul com o Aquífero Cabo, devido ao falhamento transcorrente – Lineamento de Pernambuco – e a oeste com o falhamento normal que ocorre segundo a direção N-S, nas proximidades do bairro do Engenho do Meio. A norte esse aquífero se estende por toda a faixa costeira, chegando a atravessar todo o Estado da Paraíba. Na direção leste, o aquífero se estende na plataforma continental, por sob o Oceano Atlântico.

Devido à ocorrência de duas falhas paralelas com trends para nordeste, na planície do Recife, originaram-se movimentos de afundamento escalonado, provocando o basculamento do o bloco norte e o conseqüente aumento da espessura do Aquífero Beberibe de sul para norte.

Esse aquífero além de se apresentar com o aumento de espessura de sul para norte e de oeste para leste, possui variação textural e composicional, o que reflete na qualidade da água nele armazenada.

Nas zonas mais espessas, o aquífero é representado tanto pela fácies carbonática do topo da seqüência, como pela fácies continental quartzosa, sem cimentação calcífera, enquanto nas zonas mais delgadas, ocorre apenas a fácies não carbonática.

Foram observadas, através das amostragens resultantes das perfurações de poços, a presença de carbonatos nas profundidades inferiores a 150 metros, o que torna a água uma dureza elevada, sendo relacionado ao Beberibe Superior.

Nos casos em que atingem a profundidade em torno de 260 metros, e isolando corretamente o pacote de calcários da Formação Gramame que é atravessado em alguns pontos da área, a água é de melhor qualidade, relacionado diretamente ao Beberibe Inferior.

Alguns Estudos apresentadas pelo “Setor de Geologia” da COMPESA, admitem que grande parte da recarga do Aquífero Beberibe na porção norte da RMR vem se verificando através de drenança vertical descendente através de fraturas dos calcários sobrepostos àquela formação. Nesse caso, o conjunto de arenitos do Beberibe e os calcários do Gramame estariam formando um sistema aquífero, apesar das características totalmente diferenciadas entre os dois tipos de aquíferos.

Existe a possibilidade de ocorrer “realimentação” do Aquífero Beberibe através de drenança do Aquífero Barreiras a ele sobreposto na área mais ocidental da bacia.

Os poços perfurados nesse aquífero podem oferecer vazões de até 400 m³/h, sendo os poços explorados pela COMPESA no bairro de Olinda fornecendo uma vazão média entre 50 e 70 m³/h.

● **Aquífero Cabo.**

Se estende desde o município de Ipojuca ao sul até o lineamento Pernambuco, na altura do bairro do Pina, com direção aproximadamente E-W, com vigência para Nordeste nas proximidades da costa.

Apenas uma pequena área de afloramento do aquífero Cabo ocorre na região do Barro, a oeste de Estância, porém a maior parte do aquífero ocorre sob o pacote de sedimentos recentes que constitui o aquífero Boa Viagem, com espessura média de 50m.

Existe uma baixa permeabilidade do mesmo, devido à presença da argila e caulim na composição do cimento, bem como por intercalações de camadas ou lentes siltico-argilosas. Essa variação faciológica ocorre tanto na vertical como na horizontal, fazendo com que se apresente ora com maior permeabilidade, onde predomina a fácies arenosa ora com menor permeabilidade, onde predomina a fácies siltico-argilosa.

Na maior parte da Boa Viagem os poços possuem vazões inferiores a 5 m³/h, com elevados rebaixamentos de nível, chegando a alguns locais a não ultrapassar a vazão de 2 m³/h, com profundidades perfuradas variando entre 120 e 160m.

O maior problema que vem afetando as águas do aquífero Cabo é a variação da composição hidroquímica, principalmente a partir da década 90, provocada pela exploração descontrolada e pela construção mal executada de poços tubulares.

A recarga desse aquífero é caracterizada pela passagem de água por drenança vertical descendente do aquífero Boa Viagem de maneira muito lenta, uma vez que as camadas siltico-argilosas que ocorrem no aquífero superior possuem condutividade hidráulica muito baixa. A outra forma de recarga ocorre na planície do Recife no bairro do Barro, porém em área de apenas 5,5 km².

● **Aquífero Fissural.**

Ocorre principalmente na região ocidental do Recife, nos bairros da Várzea, Curado e nos morros de Tejipló, que se estende para oeste até o município de Jaboatão dos Guararapes.

O regolito que capeia as rochas é decorrente do clima mais chuvoso e úmido, que favorece o intemperismo químico da rocha, provocando a sua decomposição com a consequente formação do manto de intemperismo, cuja espessura chega até 30m. Esse manto eluvial é constituído principalmente por argilas, que possuem boa porosidade e baixa permeabilidade, dificultando a recarga do aquífero fissural sotoposto.

Além da possibilidade da captação da água deste manto de intemperismo, também se pode explorar ao longo de pequenas áreas de aluviões associadas ao mesmo.

Em ambos os casos, os poços perfurados não ultrapassam 30m de profundidade, em geral com vazões inferiores a 10 m³/h e apresentando águas classificadas de irregular a boa para o padrão de potabilidade da Portaria No. 518/2004 do Ministério da Saúde.

Segundo o HIDROREC II (2002), o aquífero fissural se caracteriza por:

- ▶ Em geral, não possuem porosidade e permeabilidade primárias, ou intergranulares, sendo as mesmas como características de natureza secundária, resultante de aberturas provocadas por deformações rupturais do tipo fenda ou fissura (sem movimentos) ou falha (com movimento de blocos);
- ▶ É heterogêneo e anisotrópico, sendo totalmente descontínuo no espaço, tanto na vertical como na horizontal;
- ▶ Diferentemente ao aquífero intersticial, o fluxo da água nele contida, se processa mais no sentido vertical do que no horizontal, com exceção dos casos em que as fraturas são predominantemente de alívio de tensões;
- ▶ Por ser um aquífero descontínuo, não é válido calcular coeficientes de transmissividade e armazenamento, e por se desconhecer os limites de profundidade das zonas fraturadas, não se avaliam as reservas permanentes.

3 - CARACTERIZAÇÃO HIDRODINÂMICA DOS AQUÍFEROS COSTEIROS DA RMR

Os coeficientes hidrodinâmicos dos aquíferos apresentam grandes variações de um local para outro, devido às condições locais de composição granulométrica, de compactação, de cimentação e de pressão, entre outros fatores naturais.

De uma maneira geral, os aquíferos costeiros da RMR apresentam, em termos de parâmetros estatísticos, os valores de Transmissividade que podem ser resumidos (Quadro 1) a seguir.

Quadro 1 - Parâmetros Estatísticos da Transmissividade na RMR.

| Parâmetros Estatísticos | Transmissividade por Aquífero (em m ² /s) | | | | |
|-------------------------|--|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | Beberibe Inf. | Beberibe Sup. | Cabo | Boa Viagem | Barreiras |
| Média | 2,24 x 10 ⁻³ | 2,38 x 10 ⁻³ | 8,62 x 10 ⁻⁴ | 6,99 x 10 ⁻³ | 1,77 x 10 ⁻³ |
| Desvio Padrão | 5,71 x 10 ⁻³ | 2,38 x 10 ⁻³ | --- | 1,00 x 10 ⁻² | 1,11 x 10 ⁻³ |
| Coef. Variação | 254,4 % | 100,2 % | --- | 143,74 % | 63,33% |
| Valor máximo | 5,28 x 10 ⁻² | 9,61 x 10 ⁻³ | 4,22 x 10 ⁻³ | 3,16 x 10 ⁻² | 4,05 x 10 ⁻³ |
| Valor mínimo | 4,25 x 10 ⁻⁶ | 2,01 x 10 ⁻⁴ | 2,78 x 10 ⁻⁶ | 1,86 x 10 ⁻⁵ | 3,61 x 10 ⁻⁴ |
| Número dados | 126 | 14 | 19 | 24 | 12 |

Fonte: HIDROREC II (2002).

De acordo com o Estudo Técnico mais recente da RMR (HIDROREC II, 2002), o aquífero Beberibe Inferior possui elevado coeficiente de variação, mostrando o grau de dispersão em torno da média encontrada nesse aquífero. Já o aquífero Beberibe Superior mostra uma menor dispersão em torno da média, neste caso podemos, no conjunto, tratá-los como um único aquífero.

O aquífero Cabo se apresenta com menor valor médio de transmissividade em relação ao anterior, pois, apesar de possuir espessuras próximas ao do Beberibe, sua condutividade hidráulica é bem menor, em face de presença de uma matriz argilosa/caulinítica.

O valor médio encontrado para o aquífero Barreiras não é representativo para todo o aquífero, pois esta formação na RMR caracteriza-se por uma predominância de sedimentos pelíticos sobre os psamíticos.

Enquanto que o precisa ser testado melhor para termos uma conclusão mais concreta sobre os parâmetros do mesmo, mais, por enquanto, tomemos estes dados como parâmetros comparativos.

De uma maneira geral, através da seleção de dados existentes, foi possível obter os parâmetros médios dos aquíferos na RMR (Quadro 2), através do mesmo estudo técnico (HIDROREC II, 2002): a transmissividade; a condutividade hidráulica, sendo esse parâmetro obtido pela divisão da transmissividade média pela espessura média do aquífero; a porosidade eficaz (para o aquífero livre); e o coeficiente de armazenamento (para o aquífero confinado).

Com base nas características construtivas e operacionais dos poços tubulares da RMR, é possível observar as seguintes informações representadas no Quadro 3.

Quadro 2 – Parâmetros Hidrodinâmicos Médios dos Aquíferos na RMR.

| Coeficientes Hidrodinâmicos | Aquíferos | | | |
|------------------------------|---|---|---|---|
| | Beberibe | Cabo | Boa Viagem | Barreiras |
| Transmissividade | $2,2 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ | $8,6 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ | $7,0 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ | $1,7 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ |
| Condutividade Hidráulica | $2,2 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ | $1,0 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ | $1,7 \times 10^{-4} \text{ m/s}$ | $3,4 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ |
| Porosidade Eficaz | $1,0 \times 10^{-1}$ | $7,0 \times 10^{-2}$ | $1,0 \times 10^{-1}$ | $5,0 \times 10^{-2}$ |
| Coeficiente de Armazenamento | $2,0 \times 10^{-4}$ | $1,0 \times 10^{-4}$ | - | - |

Fonte: HIDROREC II (2002).

Quadro 3 – Médias das Características dos Poços Tubulares na RMR.

| Aquíferos | Parâmetros Médios | | | | | |
|------------|-------------------|---------------------------------|--------------------|--------------------|---------------------------|--|
| | Profundidade (m) | Diâmetro do Revestimento (pol.) | Nível Estático (m) | Nível Dinâmico (m) | Vazão (m ³ /h) | Vazão Específica (m ³ /h/m) |
| Boa Viagem | 16,12 | 4 | 4,95 | 13,54 | 14,03 | 5,28 |
| Barreiras | 59,10 | 6 | 10,08 | 23,06 | 13,91 | 1,65 |
| Beberibe | 120,85 | 4. ^{1/2} | 31,50 | 45,87 | 17,59 | 2,45 |
| Cabo | 134,20 | 4,5 | 46,70 | 67,25 | 7,71 | 0,49 |
| Fissural | 30,28 | 4. ^{1/2} | 10,46 | 19,38 | 10,48 | 4,50 |

Fonte: Adaptado com base nos dados do HIDROREC II (2002).

4 - CARACTERIZAÇÃO HIDROQUÍMICA DOS AQUÍFEROS COSTEIROS DA RMR

Apesar dos poucos dados confiáveis existentes, capazes de definir as condições hidroquímicas das águas explotadas dos aquíferos costeiros da RMR, e baseando-se nos dados do HIDROREC II (2002), observa-se que os aquíferos Beberibe, Boa Viagem e Cabo, apesar de apresentarem valores máximos de condutividade elétrica e de sólidos totais dissolvidos acima dos padrões de potabilidade, que neste trabalho adotamos o estabelecido na Portaria No. 518/2004 do Ministério da Saúde possuem médias baixas, mesmo contando com tais valores máximos. Enquanto que, no caso dos aquíferos Barreiras e Fissural, tais parâmetros não apresentam valores máximos acima dos padrões. Vale salientar que o Fissural na RMR diz respeito às características do manto de intemperismo e dados em poços no aluvião.

A alcalinidade foi identificada como de um caráter algo corrosivo às águas dos cinco aquíferos, principalmente no aquífero Barreiras, seguido dos aquíferos Fissural e Beberibe.

A dureza total apresentada pelas águas dos cinco aquíferos identifica-as como águas brandas, e dentro dos padrões de potabilidade, não causando danos à saúde.

Com relação aos íons maiores (cálcio, magnésio, sódio, potássio, cloretos, sulfatos, bicarbonatos, carbonatos e nitratos), todos eles situam-se dentro dos limites de potabilidade, com valores bem abaixo de 100 mg/L, havendo, no entanto, alguns focos de elevados teores (cloretos e sódio) que comprometem localmente a qualidade química da água explotada, principalmente nos aquíferos Beberibe, Boa Viagem e Cabo. O nitrato apresenta focos de elevados teores nos aquíferos Barreiras, Beberibe e Boa Viagem, constituindo-se em objeto de maior cuidado na gestão dos recursos hídricos.

Aquífero Beberibe apresenta quatro zonas distintas com relação aos valores elevados de sólidos totais dissolvidos, representando zonas salinizadas acima dos limites de potabilidade, localizadas:

- na área da Ceasa, bairro de Jardim São Paulo, de menor expressão, com valores um pouco acima de 1.000 mg/L;
- no bairro do Cordeiro, nas intermediações da Avenida Caxangá, com valores de até 1.800 mg/L;
- no extremo sul do município de Olinda, nas intermediações do Complexo de Salgadinho até o início do bairro dos Bultrins, com valores de até 2.000 mg/L;
- nos bairros dos Coelhos e São José, com valores de até 2.200 mg/L.

5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES

Os princípios básicos para um estudo hidrogeológico no tocante ao planejamento e a gestão da água, são o correto dimensionamento de oferta e a demanda dos recursos hídricos. Porém, na hidrogeologia nem sempre é fácil definir o dimensionamento da oferta, ou seja, o cálculo de reservas e disponibilidades, pois envolvem aspectos geológicos e o uso e ocupação do solo, que quase sempre resulta em interferência antrópica sobre a qualidade das águas armazenadas em sub-superfície.

O monitoramento dos corpos hídricos superficiais e subterrâneos é fundamental para definir qualquer situação no planejamento e gestão das águas.

Para a implantação de monitoramento de águas subterrâneas é necessário que haja uma estrutura de caracterização hidrogeológica a partir da integração, análise e interpretação dos dados existentes e ampla pesquisa bibliográfica.

Tudo isto se deve as características hidroquímicas e hidrodinâmicas que vêm atendendo ao consumo humano da região norte da RMR, mesmo que com variações significativas e alarmantes em casos como os encontrados no aquífero Cabo, os conflitos existentes na exploração do aquífero Beberibe, pois deste são explotadas as águas para o abastecimento público, através da COMPESA, e de abastecimento de água mineral, fiscalizadas pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), mas que necessita urgentemente de um estudo específico sobre os limites de ambas as demandas.

Torna-se necessário que sejam tomadas medidas estratégicas e políticas de uso, proteção e conservação dos recursos hídricos subterrâneos urgentes.

Os aquíferos Beberibe e Cabo também vêm sofrendo com problemas de contaminação devido a poços tubulares mal construídos, capazes de permitir a migração das águas do aquífero Boa Viagem nas porções norte e sul da RMR, respectivamente.

Conseqüentemente, o aquífero Boa Viagem necessita de estudos específicos, principalmente pela sua área de ocorrência, uma vez que não se sabe o grau de contaminação em que o mesmo está inserido, tais como: os lixões da RMR, a ocupação humana, o desmatamento das áreas de recarga, a falta de saneamento básico, os rejeitos líquidos de fábricas poluidoras, os despejos dos produtos químicos e as atividades ligadas aos postos de combustíveis - o vazamento de hidrocarbonetos.

Faz-se necessário a obtenção de amostras de calhas provenientes de perfurações de novos poços e a aplicação da perfilagem geofísica, para definir com maior segurança a coluna litoestratigráfica da RMR. Posteriormente, após a devida complementação do poço tubular, realizar os testes de bombeamentos escalonado e contínuo para obtenção dos parâmetros hidrodinâmicos atuais e precisos. E por último, mas não menos importante, executar as análises físico-químicas das amostras as águas coletadas dos mesmos. Com estes conjunto de medidas, seria possível definir com mais segurança as características hidrodinâmicas e hidroquímicas dos aquíferos costeiros da RMR, bem como a geometria dos mesmos.

6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COSTA, W. D. et al. *Estudos hidrogeológicos da Região Metropolitana do Recife*. Relatório Técnico (HIDROREC I). Recife: IDRC-UFPE/FADE, 1998. 126p. il.
- COSTA, W. D. et al. *Estudos hidrogeológicos de Recife, Olinda, Camaragibe e Jaboatão dos Guararapes*. Relatório Técnico (HIDROREC II). Recife: Secretaria de Recursos Hídricos – Governo do Estado de Pernambuco, 2002. 150p. il.
- LIMA FILHO, M. F. de. *Análise estratigráfica e estrutural da Bacia Pernambuco*. São Paulo, 1998. 139p. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo (USP).
- MINISTÉRIO DA SAÚDE – Portaria nº 518, de 25 de março de 2004. www.portal.saude.gov.br/portal/saude, em 26/03/2010.