

# BREVE ABORDAGEM SOBRE AS CARACTERÍSTICAS DA FORMAÇÃO GEOLÓGICA DO AQUIFERO BEBERIBE NA REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE

Hélio Oliveira Rodrigues <sup>1</sup>; Vilma Maria Silva <sup>2</sup> & Hélio Oliveira dos Santos Rodrigues <sup>3</sup>.

## Resumo

O Aquífero Beberibe constitui o principal manancial hídrico subterrâneo da Região Metropolitana do Recife e vem sendo amplamente utilizado no abastecimento dos municípios do setor norte da Região Metropolitana, além de suprir de água os seus parques industriais e recreativos. Neste sentido, o presente trabalho tem como objetivo estudar o referido aquífero, não apenas por este ser de fundamental importância para o estado de Pernambuco e abastecer uma grande parte da Região Metropolitana, mas também, pela necessidade de se ter um maior conhecimento sobre as suas composições químicas, ocorrências e padrões de qualidade e, as formas de tratamento convencional e alternativo. A título de exemplo, cabe mencionar que os municípios de Itapissuma e Itamaracá são abastecidos com água do referido aquífero, sendo Itamaracá, também abastecido com água do aquífero dos sedimentos recentes a partir das disposições da Constituição Federal de 1988 através do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA) e do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), e das estruturas da Política Nacional do Meio Ambiente, levando em consideração, as principais fontes de informação da Legislação Ambiental da União, do Estado e dos Municípios em Pernambuco.

**Palavras Chaves:** Aquífero Beberibe; Formação Geológica e Meio Ambiente.

## Abstract

The Aquifer Beberibe, constitutes the main underground water sources in the Metropolitan Region of Recife and has been widely used in supply of the municipalities of the northern sector Metropolitan Region, besides supplying water its industrial and recreational parks. In this sense, the present work aims to study the aquifer above, not only because this is of fundamental importance to the state of Pernambuco and supply a large part of the Metropolitan area, but also

---

<sup>1</sup> R. Marquês de Baependy, 176 – Campo Grande - Recife – PE, (81) 32432779 / 87894404, helioosr@hotmail.com <sup>2</sup> R. Emma da Costa Gomes, 81 Iputinga, Recife –PE, CEP:50670-150, (81) 34531045/94698823, vmfeph@ig.com.br. <sup>3</sup> R. Marquês de Baependy, 176 – Campo Grande - Recife – PE (81) 32432779 / 87894404, helioosr@hotmail.com.

by the need to have a greater knowledge of their chemical compositions, occurrences and quality standards and forms of conventional and alternative treatment. For example, it is worth mentioning that municipalities Itapissuma Itamaracá and are supplied with water from said aquifer being Itamaracá also stocked with water from the aquifer sediments from the provisions of the Federal Constitution of 1988 through the National Environmental System ( SISNAMA ) and the National Environmental Council ( CONAMA ) , and structures of the National Environmental Policy Act , taking into consideration, the main sources of information of Environmental Law Union , the state and municipalities in Pernambuco.

**Key Words:** Aquifer Beberibe; Geological Formation and Environment.

## 1- INTRODUÇÃO

Nos dias atuais, uma das grandes preocupações, tanto a nível nacional quanto internacional é com a qualidade de vida das pessoas, dos animais e com o meio ambiente e isso, tem uma relação direta com a qualidade da água, por esta ser considerada um bem precioso da terra e sua disponibilidade insuficiente, para atender as necessidades que aumentam a cada dia. Recife, cidade onde está sendo desenvolvido este projeto, bem como sua Região Metropolitana, possui uma grande extensão territorial, tendo sua cobertura geológica constituída de quase em sua totalidade por depósitos quaternários, distribuídos em costas variáveis entre 1m e 10m acima do nível do mar, constituídos de sedimentos compostos de areias variadas e poligênicas, oriundas de aluviões, depósitos de colúvio, terraços fluviais, terraços marinhos, áreas de praias, polo-mangues e dunas antigas. A sua localização é estruturada na zona deltaica formada por um conjunto de vários rios como Capibaribe, Beberibe e Tejipio, Jaboatão, Sirinhaém, entre outros que constituem atualmente a grande planície do Recife e Região Metropolitana. O Aquífero Beberibe, é um dos principais mananciais hídrico subterrâneo da zona Norte do estado de Pernambuco e vem sendo amplamente utilizado no abastecimento das populações de algumas localidades da Região Norte do Recife e também amplamente utilizado nos suprimentos de parques industriais e recreativos, dando principalmente suporte hídrico, a uma grande parte dos municípios de Olinda, Abreu e Lima, Igarassu e Ilha de Itamaracá. Neste sentido, o presente trabalho teve como objetivo principal estudar a formação geológica do Aquífero Beberibe, para identificar suas características geológicas a partir da formação da bacia sedimentar.

## 2- HISTÓRICO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

A história da humanidade mostra, que na idade Antiga, período entre 5000-3000 a.C; já havia indícios de perfurações de poços na China e que muitas civilizações antigas fundamentavam-se nos amplos suprimentos de águas subterrâneas e de águas superficiais, assim como da mesma forma, muitas civilizações se declinaram por falta de água. Há 2100 a.C; no final da 11ª dinastia egípcia, um dos chefes do exército Mentuchotep revelava a escavação de 14 poços por 3000 homens. Quatro séculos após, Senacharib usava polias para retirar águas de poços. O primeiro poço escavado em rocha sólida foi construído em duas partes, superior e inferior, onde a superior tinha 50 m de profundidade e seção de 5,50 x 7,30 m e a inferior, medindo cerca de 40 m de profundidade perfazendo assim um total de 90 m. Cerca de 800 a.C. os persas e egípcios construíram túneis e poços que atingiram os aquíferos, enquanto os egípcios e os chineses estavam familiarizados com métodos de escavação que lhes permitiam obter água do subsolo. Contudo, a falta de noções sobre as águas subterrâneas decorrem do desconhecimento dos antigos cientistas acerca da origem e destino dessas reservas. Assim, muitas hipóteses errôneas foram formuladas para explicar a presença de águas nos poços e nas nascentes e uma delas era acreditar-se que a água do mar convertia-se em água potável através da infiltração, onde se a escavação, de um poço era bem sucedida, a teoria era de que uma corrente de água marinha depurada tinha sido interceptada. De cunho estritamente filosófico Anaxágoras (500–428) a.C; suspeitou da relação entre a precipitação e a recarga dos mananciais subterrâneos. Aristóteles (384-322) a.C; discorreu as primeiras noções corretas do ciclo hidrológico. Desta forma, na idade antiga não existem registros de estudos científicos sobre águas subterrâneas.

Nas idades Média e Moderna, o interesse geral pela perfuração de poços substituindo as escavações foi despertado no século XII, quando se perfurou com sucesso um poço em Artois na França, em 1626. Daí acreditar-se que a palavra “artesiano” se deve ao nome dessa localidade.

Pierre Perrault (1608-1680) d.C; com os avanços do conhecimento no ciclo hidrológico, realizou os primeiros levantamentos de balanço hídrico, na bacia do rio Sena, entre 1668 e 1670. Nesta época foram feitas as primeiras medidas de precipitação, ou seja, 520 mm/ano e vazão de 10.000 m<sup>3</sup>/ano, sendo apenas 16% originário da precipitação, tendo-se obtido dados de infiltração e evapotranspiração. Edmé Mariotté (1620-1684) d.C; precisamente em 1686, realizou medições de vazão do rio Sena, confirmando a hipótese de Perrault, na qual a vazão do rio correspondia a 16% de precipitação anual. Edmond Halley (1656-1702) d.C; aproximadamente em 1693 constatou que o volume de água evaporado dos oceanos sofria precipitação, recarregando os cursos superficiais e os mananciais subterrâneos, onde os experimentos foram baseados em formas empíricas. Na idade

Contemporânea, um poço artesiano cuja perfuração foi iniciada em 1833 e concluída em 1841 em Granelle, próximo à Paris foi por muitos anos o mais profundo do mundo, com 549 metros de profundidade. Sua construção propiciou grande experiência na sondagem de poços e perfurações de rochas.

### **3 - IMPORTÂNCIA DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS PARA O DESENVOLVIMENTO DA HUMANIDADE**

Segundo Gusmão (2002), aproximadamente 70% da superfície de nosso planeta é coberto por água e essa "abundância" aparente nos tem levado a considerar a água como um elemento barato e inesgotável. Contudo, do total de água disponível, apenas uma pequena parte é adequada para nosso consumo, pois, 97,6% é água salgada que estão localizadas nos (oceanos); 2,4% é doce, onde do total de água doce 78,1% aparecem em forma de gelo, 21,5% são águas subterrâneas e apenas 0,4% estão na superfície terrestre, ou seja, em lagos, rios ,etc. Excluídas as águas congeladas localizadas nos (polos), conclui-se que a quase totalidade de água doce disponível, se encontra no subsolo (98%) e uma pequena parte na superfície. Alguns autores afirmam que 0,6% das águas que se encontram nos rios,lagos,lençóis freáticos, 70% são utilizadas na Agricultura; 22% na indústria e apenas 8% nas são destinados para o abastecimento das cidades, para consumo humano e devido a essa pequena disponibilidade de água doce e ao contínuo crescimento da população mundial, a Organização das Nações Unidas estima que no ano 2025 um terço dos países do mundo terão seu desenvolvimento freado pela falta de água. Em 1990, 28 países com um total de 335 milhões de habitantes, já enfrentavam essa situação. Para 2025, estima-se que de 46 a 52 países terão esse problema, envolvendo uma população de 2,8 a 3,3 bilhões de habitantes (para uma população total estimada em oito bilhões). A escassez é acentuada pelo uso crescente e perdulário de um recurso que já não é mais abundante. Em Israel são empregados 600 m<sup>3</sup> de água para irrigar um hectare por ano.

No Brasil por se ter um dos piores índices de desperdício do mundo, no Nordeste Brasileiro são utilizados 18.000 m<sup>3</sup>, ou seja, 30 vezes mais. Apesar desses índices, o Brasil possui de 13 a 15% das reservas de água doce do mundo; China 9% e Canadá e os Estados Unidos 8% respectivamente e no ritmo atual de consumo mundial, o Brasil poderá tornar-se, em futuro próximo,um grande exportador de água. O tempo necessário para que a água de superfície chegue até os depósitos subterrâneos pode variar enormemente: de duas semanas, para alimentar os lençóis freáticos superficiais e até 10.000 anos, para atravessar as camadas de rochas intermediárias e formar depósitos profundos, aos quais chega de forma extremamente pura. Isso significa que, se

tais depósitos forem esgotados rapidamente, teremos de aguardar outros 10.000 anos para que sejam reconstituídos.

A água pura tem um pH neutro igual a 7, assim, ela nem é ácida nem básica e nesse estado é incolor (sem cor), inodora (sem cheiro) e insípida (sem gosto). A única substância natural capaz de ser encontrada nos três estados físicos (líquido, sólido e gasoso), nas diversas temperaturas existentes em nosso planeta. Estando continuamente interagindo, mudando e em movimento, sua densidade é de 1 g/ cm<sup>3</sup>, ou seja, 1 m<sup>3</sup>, ou seja, (1000 litros) de água pesando em torno de 1000 quilos. A água que se bebe hoje pode conter moléculas que já foram bebidas pelos animais pré-históricos.

Às águas subterrâneas, que são muito utilizadas pelo homem tem origem meteórica, ou seja, encontradas em profundidades aproximadamente inferiores a 1000 metros abaixo da superfície do solo são geralmente fontes mais seguras para obtenção de água do que às superficiais e isso ocorre, por conta do seu trajeto natural de percolação vertical, onde as rochas cumprem um papel fundamental, como filtro natural. Dissolvendo mais substâncias do que qualquer outro líquido, a água independente de onde possa passar (através do chão ou de nosso corpo), dissolve e carrega consigo muitas substâncias químicas, minerais ou nutrientes.

Segundo Rebouças (1996), os mananciais subterrâneos acham-se relativamente melhor protegidos dos agentes de contaminação que afetam rapidamente a qualidade das águas dos rios, na medida em que ocorre sob uma zona não saturada (aquífero livre), ou está protegido por uma camada relativamente pouco permeável (aquífero confinado) e mesmo assim, estão sujeitos a impactos ambientais como contaminação, onde essa se dá quase sempre ocorre pela ocupação inadequada de uma área que não considera a sua vulnerabilidade, ou seja, a capacidade do solo em degradar as substâncias tóxicas introduzidas no ambiente, principalmente na zona de recarga dos aquíferos.

#### **4 - CARACTERIZAÇÃO GEOGRÁFICA DA REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE**

A Região Metropolitana do Recife é formada por 14 (quatorze) municípios, onde quanto a estes foram realizados vários estudos hídricos subterrâneos, principalmente na década de 1960. Segundo Costa (et al., 1998a) foi constatado na Região Metropolitana do Recife, que na parte Norte existem ocorrências de rochas do embasamento cristalino, dos sedimentos da Bacia Sedimentar PE-PB, da formação de Barreiras e da Planície do Recife, além de uma pequena ocorrência de sedimentos da Bacia Vulcano-Sedimentar do Cabo e da Formação de Barreiras, porém, no presente estudo serão abordadas apenas as caracterizações do Aquífero Beberibe.



Fonte: SECTMA – 2000

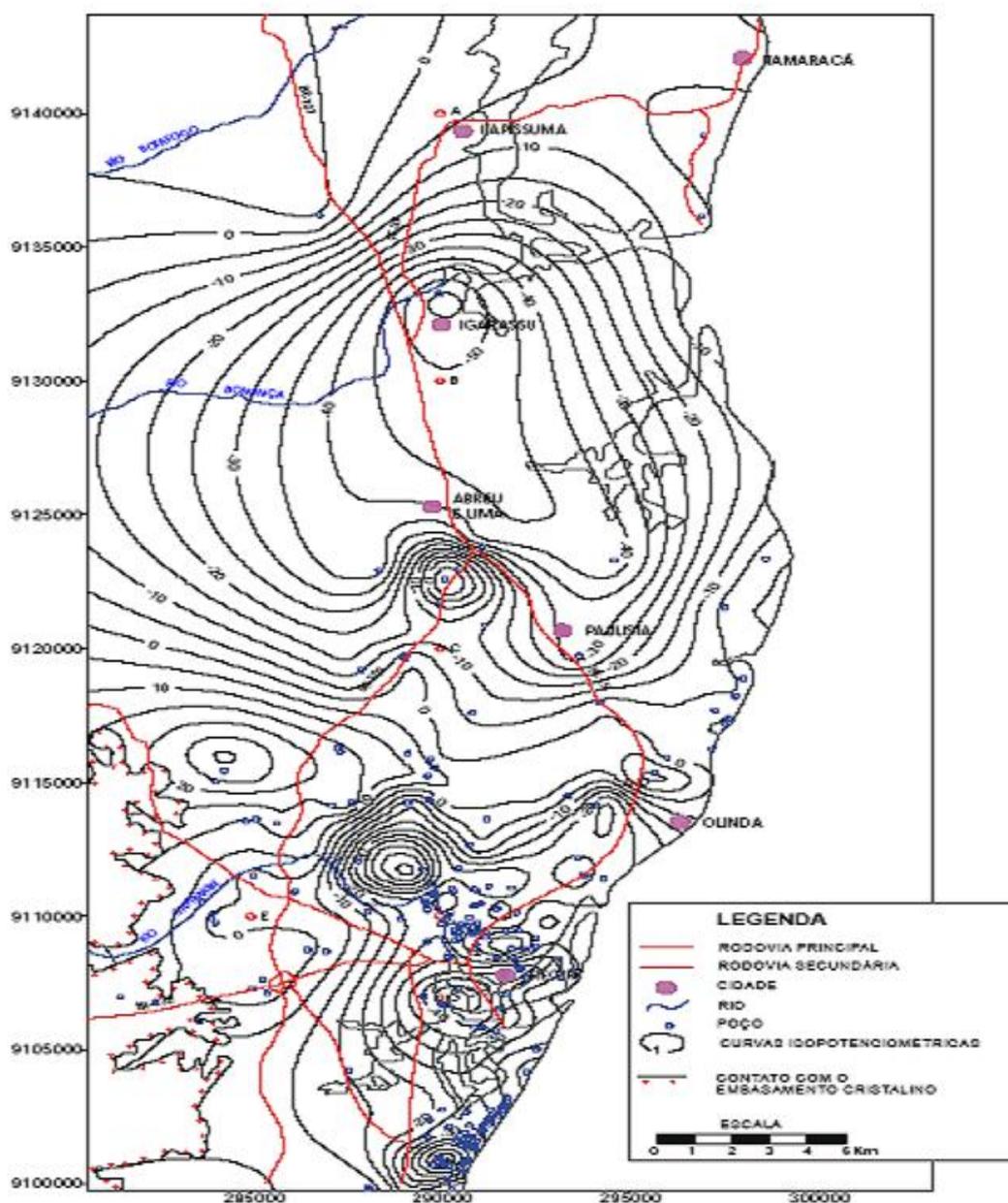
Figura 1. Municípios que compõem a Região Metropolitana do Recife

#### 4.1 - Caracterização da Formação do Aquífero Beberibe - Bacia Sedimentar

Por definição, denomina-se aquífero, toda unidade geológica que tem a capacidade de armazenar e liberar água e por natureza podem ser classificados como: de porosidade primária (aquífero intersticial), de porosidade secundária (aquífero fissural/cárstico fissural) ou aquífero aquitardo (aquítardo ou aquíperme), que é toda unidade litológica que tem a capacidade de armazenar água, mas com pouca liberação, com regular permeabilidade e baixa transmissividade como a argila. A porosidade de um aquífero pode ser conceituada como a relação entre o volume dos vazios de uma

rocha pelo seu volume total, sendo considerada a porosidade eficaz a relação entre o volume de água drenada, com exclusão do volume retido por adsorção, capilaridade, entre outros e o volume total da rocha. Permeabilidade é a capacidade que um meio tem de permitir a percolação de água entre os espaços dos grãos.

Condutividade hidráulica é a medida da velocidade que indica o quanto uma partícula d'água é capaz de fluir dentro de um meio. Transmissividade é o produto entre a condutividade hidráulica e à espessura saturada do aquífero, que reflete a quantidade de água que pode ser transmitida horizontalmente por toda a espessura saturada do aquífero.



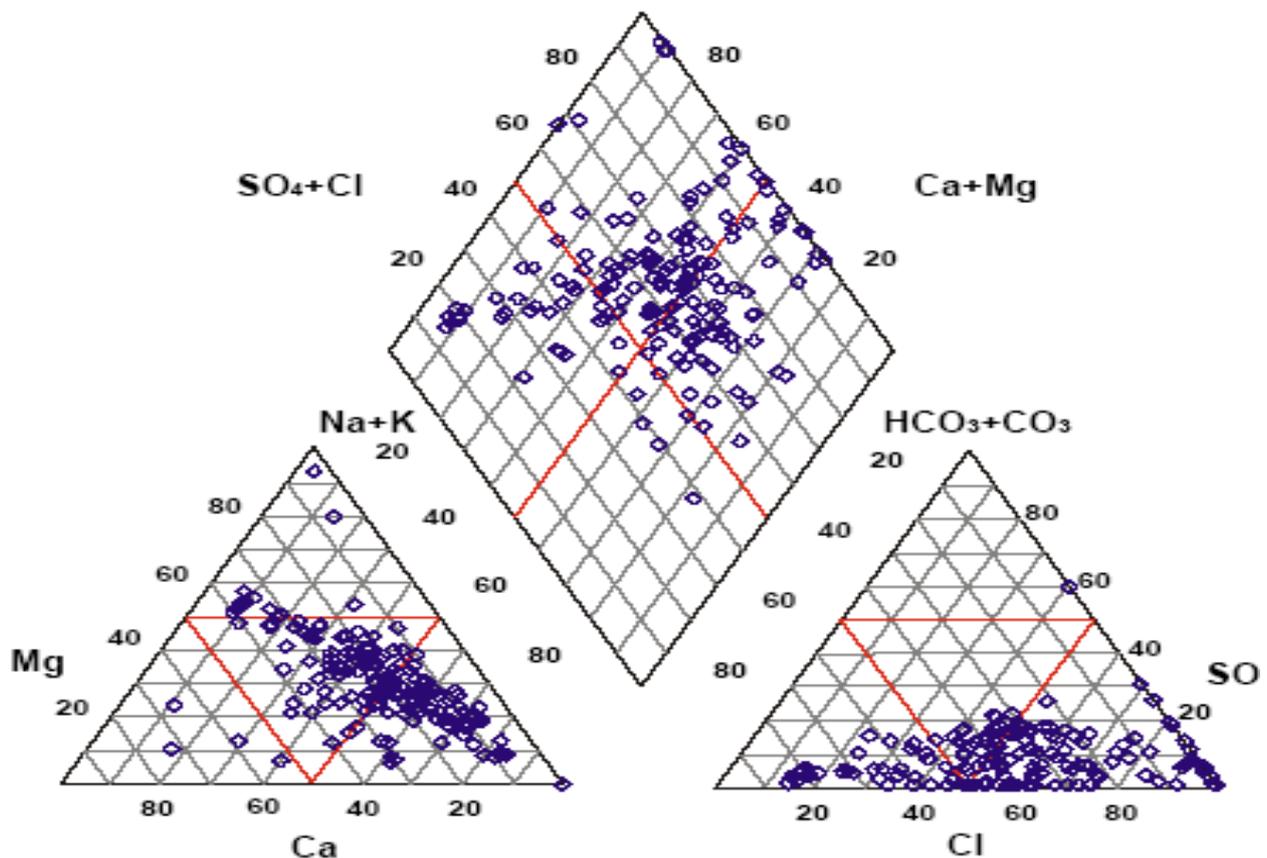
Fonte: Costa et al., (1998)

Figura 2. Mapa Potenciométrico do Aquífero Beberibe na Região Metropolitana do Recife 1986/1990.

Coeficiente de armazenamento é um valor adimensional que reflete a compressão da água dentro do aquífero, onde no caso do aquífero livre que está sujeito apenas à pressão atmosférica é igual à porosidade eficaz. Quanto ao estado de ocorrência, os aquíferos podem ser classificados em três tipos, ou seja: Confinados, quando o aquífero está confinado por formações impermeáveis sobrepostas existindo pressões superiores à atmosférica, semi-confinados, quando o aquífero está confinado por formações semipermeáveis sobrepostas, permitindo um fluxo por drenagem de cima para baixo, em condições naturais e livres, quando sofre apenas às pressões atmosféricas.

Com base nessas diferenças litológicas e em particularidades locais, alguns hidrogeólogos (Costa et al., 1998a) subdividiram a Formação Beberibe em dois sub-níveis denominados Aquífero Beberibe Inferior (a parte basal, mais silicosa) e Aquífero Beberibe Superior (a porção superior, calcífera). Regionalmente, aparece, entre os dois sub-níveis, uma camada ou nível semipermeável (siltica ou argilosa) de coloração cinza esverdeada ( fácies lagunar) e com espessura variável, tendo, em média, 10 metros. Essa sequência sedimentar, embora subdividida, constitui um sistema hidráulico único que, na sua maior parte, ocorre como um aquífero confinado drenante, com forte anisotropia e permeabilidade vertical menor em relação à horizontal. Em áreas restritas, esse nível siltico-argiloso funciona como aquitardo, separando os dois sub-níveis e condicionando um comportamento de semi-confinamento para o sub-nível inferior. As características litológicas desse aquífero proporcionam uma estratificação química de suas águas, com águas cloretadas e mais agressivas, na porção inferior e águas carbonatadas com dureza elevada, na porção superior.

Isto, em consequência do progressivo aumento de bicarbonatos e carbonatos, da base para o topo do aquífero, devido ao aumento acentuado do cimento calcífero na porção superior da Formação Beberibe e a presença de arenitos calcíferos e calcarenitos que se intercalam em camadas e/ou lentes de dimensões variadas. Esse aumento de bicarbonatos e carbonatos, provocando um elevado grau de dureza das águas subterrâneas na porção superior desse aquífero, tem causado restrições a sua utilização pela COMPESA que vem limitando a exploração para abastecimento público, à porção inferior do citado aquífero. Atualmente, o aquífero Beberibe vem sendo superexplorado, em áreas restritas, para abastecimento do setor norte da RMR, acarretando uma redução significativa de sua carga potenciométrica nessas áreas, a produtividade do aquífero é elevada a média.



Fonte: Costa *et al.*, (1998)

Figura 3. Diagrama de Piper das classificações das águas do Aquífero Beberibe na Região Metropolitana do Recife.

Os poços que captam água do Beberibe possuem uma vazão específica média em torno de 3 m<sup>3</sup>/h/m e vazões médias de 58 m<sup>3</sup>/h. A qualidade da água é boa, com Resíduo Seco (RS) médio de 295 mg/l. Embora esse valor esteja dentro dos limites de tolerância quanto à potabilidade (295mg/l – Portaria 36/GM–1990), a água apresenta-se cloretada sódica a bicarbonatada cálcica, com aumento da dureza da base para o topo do aquífero, podendo ocorrer, na porção superior do mesmo, valores acima do limite tolerado. Sendo principal fornecedor de água subterrânea de toda Região Metropolitana do Recife, na porção norte e na Planície do Recife é explorado para abastecimento público, domésticos e empresas de água mineral, devido à boa qualidade de sua água. De idade Cretáceo Superior, sua espessura média é de ordem de 180 metros podendo atingir até 350 metros, tendo suas camadas mergulhando suavemente em direção ao mar havendo uma tendência de redução, no sentido norte-sul. Costa (1998b), subdividiu a Formação Beberibe baseando-se em duas diferenças litológicas, onde a primeira se caracteriza por arenitos continentais quartzosos de granulações variáveis, com intercalações de siltitos e folhelhos e a segunda, pela predominância de arenitos duros de origem marinha, compactos, com abundante cimento calcífero (fáceis litorâneas). Com espessura variável, em média de 10 (dez) metros, na maior parte de seu

trajeto ocorre como aquífero semi-confinado drenante, com forte anisotropia e permeabilidade vertical menor em relação à horizontal.

O aquífero Beberibe possui uma transmissividade de  $2,2 \times 10^{-3}$  m<sup>2</sup>/s, condutividade hidráulica de  $2,2 \times 10^{-5}$  m/s, porosidade eficaz de  $1,0 \times 10^{-1}$  e coeficiente de armazenamento de  $2,0 \times 10^{-4}$ . Estes valores dos parâmetros hidrodinâmicos refletem uma composição arenosa fina a siltosa/argilosa, porém de bom potencial hidrogeológico. Segundo Costa Filho (1997), às características litológicas, do referido aquífero proporcionam uma estratificação química de suas águas, com águas cloretadas sódicas e cloretadas mistas e águas carbonatadas com dureza elevada na porção superior. A potabilidade de suas águas atingem 97% dos limites estipulados pela Organização Mundial da Saúde – OMS.

## **5 - PROBLEMA DE PESQUISA**

Quais as principais características da formação geológica do Aquífero Beberibe?

### **5.1 - Objetivo Geral**

Compreender as características da formação geológica do Aquífero Beberibe na Região Metropolitana do Recife

#### *5.1.1 - Objetivos Específicos*

- . Analisar as características da formação geológica do Aquífero Beberibe na Região Metropolitana do Recife;
- . Identificar as características geológicas a partir da formação da bacia sedimentar do referido aquífero na Região Metropolitana do Recife;
- . Apontar as características da formação geológica a partir da bacia sedimentar do Aquífero Beberibe.

## **6 - METODOLOGIA**

A metodologia adotada neste trabalho tem como objetivo compreender as características da formação geológica do Aquífero Beberibe na Região Metropolitana do Recife, a partir de uma análise das características específicas de sua bacia sedimentar e identificar tal formação. O estudo

foi desenvolvido através de uma abordagem qualitativa exploratória de forma descritiva. Qualitativa pode ser caracterizada, como uma tentativa de se explicar em profundidade, não apenas o significado, mas também as características do resultado das informações obtidas por entrevistas, ou questões abertas, sem a mensuração de características ou comportamento (OLIVEIRA, 2008). Exploratória por ter como objetivo fornecer subsídios para uma maior compreensão do fenômeno que está sendo estudado, e corresponde a primeira etapa de investigação, enquanto que a descritiva tem por descrever os resultados obtidos a partir das análises.

## **7- CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O Aquífero Beberibe, constitui o principal manancial hídrico subterrâneo da Região Metropolitana do Recife e vem sendo amplamente utilizado no abastecimento das populações dos municípios do setor norte da citada Região Metropolitana, além de suprir de água os seus parques industriais e recreativos. A título de exemplo, cabe mencionar que os municípios de Itapissuma e Itamaracá são abastecidos com água do aquífero Beberibe, sendo Itamaracá, também abastecido com água do aquífero dos sedimentos recentes.

O Aquífero Beberibe apresenta uma sequência de arenitos de granulação variada, tendo, na base, clastos de natureza silicosa que gramam, progressivamente, para sedimentos calcíferos, no topo, chegando a atingir mais de 300 m de espessura, na faixa litorânea. A porção inferior da formação se caracteriza por arenitos continentais quartzosos, de granulação variável, com intercalações de siltitos e folhetos, enquanto que na parte superior predominam arenitos duros, compactos, com abundante cimento calcífero ( fácies litorânea). Suas características litológicas proporcionam uma estratificação química de suas águas, com águas cloretadas e mais agressivas, na porção inferior e águas carbonatadas com dureza elevada, na porção superior.

## **8- REFERÊNCIAS**

- BRASIL, Constituição da República Federativa. **Disposições da Constituição Federal através do Sistema Nacional do Meio Ambiente**. Brasília (DF); Senado Federal – 1988.
- COSTA FILHO, W. D. **Estudo Hidroquímico nos Aquíferos da Planície do Recife**. Recife, 1997. 225 p. il. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, 1997.
- COSTA, W. D. et al. **Estudos Hidrogeológicos da Região Metropolitana do Recife**. Relatório Técnico. Recife: IDRC – UFPE – FADE, 1998. 126. il.

COSTA, W. D. **Evolução da Potenciometria dos Aquíferos na Região Metropolitana.** In: GUSMÃO, A. D. **Águas Subterrâneas: Aspectos de Contaminação e Remediação.** Série Ciência e Tecnologia. Editora Universidade de Pernambuco. Recife, 2002.

OLIVEIRA, M. M. de. **Como fazer projetos, relatórios, monografias, dissertações e teses.** 4 ed. – Rio de Janeiro: Elsevier. 2008.

REBOUÇAS, A.C. Diagnóstico do setor de hidrogeologia. **Caderno técnico da Associação Brasileira de Águas Subterrâneas - ABAS.** 46 p. São Paulo-SP. 1996.

SECTMA - SECRETARIA DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E MEIO AMBIENTE. **Programa de Gestão Integrada dos Recursos Hídricos.** Pernambuco. Brasil, 2000.