

SITUAÇÃO DOS AQUÍFEROS COSTEIROS NA PORÇÃO MAIS EXPLOTÁVEL DA REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE

Alexandre Luiz Souza Borba¹; Margarida Regueira da Costa²; Waldir Duarte Costa Filho³; Fernando Lourenço de Souza Júnior⁴; José Paulo de Santana Neto⁵.

RESUMO : A Região Metropolitana do Recife (RMR) por estar localizada numa Planície Deltáica possui características hidrogeológicas distintas, composta por sedimentos de origens diversas: fluvial, marinho, coluvial e mangues, que recobrem as bacias sedimentares costeiras de Pernambuco e da Paraíba, respectivamente ao sul e norte da região, separadas pelo divisor estrutural Lineamento Pernambuco. Os aquíferos desenvolvidos, com características hidrodinâmicas distintas, contribuem para o fornecimento d'água na RMR, principalmente a partir da década de 90 para os maiores usuários: condomínios residenciais e indústrias. O uso indiscriminado destes aquíferos tem provocado sérios danos: rebaixamentos dos níveis estático e dinâmico e a variação de parâmetros hidroquímicos (cloreto, ferro, condutividade elétrica sólidos totais dissolvidos e pH) entre outros, necessitando uma dinâmica e eficaz gestão integrada das águas subterrâneas por parte dos órgãos gestor (APAC – Agência Pernambucana de Águas e Clima) e ambiental (CPRH – Agência Pernambucana de Meio Ambiente e Recursos Hídricos). Os aquíferos Boa Viagem, Barreiras, Beberibe e Cabo foram selecionados para esse estudo devido ao fato de serem explorados para diversas finalidades de usos, ocasionando a construção de milhares de poços tubulares fora das normas técnicas estabelecidas e as consequentes super explorações ao longo do tempo.

ABSTRACT: The Metropolitan Region of Recife (RMR) for being located in a deltaic plain has different hydrogeological characteristics, formed by sediments of different origins: fluvial, marine, colluvial and mangroves, which cover the coastal sedimentary basins of Pernambuco and Paraíba, respectively south and northern of the region, separated by structural divider Pernambuco Lineament. Aquifers developed with different hydrodynamic characteristics, have been contributing to the supply of water to the metropolitan region of Recife, mostly from the 90 year's to the biggest users: condominium and residential industries. The fact is that the indiscriminate use of these aquifers has caused serious damage: downgrades of static and dynamic levels and the variation of hydrochemical parameters (chloride, iron, total dissolved solids and electrical conductivity pH) among others, requiring a dynamic and effective integrated management of groundwater by the authorizing bodies (APAC - Pernambuco water Agency and Climate) and environmental (CPRH - Pernambuco Agency for the Environment and water Resources). Aquifers Boa Viagem, Barriers, and Cape Beberibe were selected for this study due to their being exploited for various purposes of uses, causing the construction of thousands of wells outside the established technical standards and the consequent super exploitations over time.

PALAVRAS CHAVE: Aquíferos costeiros; Níveis estático e dinâmico; Parâmetros físico-químicos.

KEY WORDS: Coastal Aquifers; Estatic and dynamic nivel ; Physico-chemical parameters.

1) e 3) Geólogos, M. Sc. - Pesquisadores em Geociências da CPRM – Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais. e-mail: alexandre.borba@cprm.gov.br e waldir.costa@cprm.gov.br

2) Engenheira Civil, Dr. – Pesquisadora em Geociências da CPRM – Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais. e-mail: regueira.costa@uol.com.br

4) e 5) Graduandos em Engenharia Cartográfica – UFPE.

1. INTRODUÇÃO

O fato dos aquíferos costeiros da Região Metropolitana do Recife (RMR) continuar sendo explorados de maneira descontrolada por parte dos usuários, faz com que seja necessário um replanejamento da gestão das águas subterrâneas por parte dos órgãos gestor (APAC) e ambiental (CPRH), com o objetivo principal de controlar as captações existentes e as que poderão ser construídas.

Para estudar a situação dos aquíferos Boa Viagem, Barreiras, Beberibe e Cabo, foram selecionadas informações contidas em relatórios técnicos de poços tubulares rasos e profundos, pertencentes aos processos de outorgas de águas subterrâneas da Secretaria de Recursos Hídricos e Energéticos (SRHE) / Agência Pernambucana de Água e Climas (APAC) do Estado de Pernambuco, obtidas através do projeto celebrado entre esta secretaria e a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais / Serviço Geológico do Brasil (CPRM): “Monitoramento de Aquíferos Costeiros da Região Metropolitana do Recife – PE”, que envolve a porção da RMR com maior concentração de poços tubulares rasos (até 20 metros) e profundos. Foram consistidas informações de dados construtivos, descrições litológicas, dados de manutenções, testes de bombeamentos e análises físico-químicas deste projeto, bem como do Banco de Informações do SIAGAS (Sistema de Informações de Águas Subterrâneas) desenvolvido pela CPRM (Tabela 1).

O objetivo principal desse estudo foi avaliar as variações dos níveis estático e dinâmico e dos parâmetros físico-químicos mais representativos das águas dos aquíferos costeiros, comparando os intervalos históricos de 1998 a 2002 levantados pelo HIDROREC II (“Estudos hidrogeológicos de Recife, Olinda, Camaragibe e Jaboatão dos Guararapes, 2002”) com o período de 2009 a 2013.

Tabela 1 – Relação dos dados selecionados dos Processos de Outorgas Subterrâneas da SRHE/APAC-PE e do Banco de Informações do SIAGAS da CPRM, de 2009 a 2013.

Fonte de Informações	Relação de Dados Selecionados			
	Dados Construtivos e Descrições Litológicas	Dados de Níveis Estático e Dinâmico e Vazão	Testes de Bombeamentos	Análises Físico - Químicas
Relatórios Técnicos dos Processos de Outorgas Subterrâneas	426	298	101	112
Banco de Informações do SIAGAS	176	523	276	257

2. ANÁLISE DA GEOMETRIA DOS SISTEMAS AQUÍFEROS DA PLANÍCIE DO RECIFE

Considerando que contato do Aquífero Boa Viagem com os aquíferos Barreiras, Beberibe e Cabo é caracterizado pela presença de lentes areno-argilosas ou silticas-argilosas de caráter descontínuas, tem-se a existência de recarga vertical descendente do Aquífero Boa Viagem para os aquíferos sotopostos, sendo esta a principal fonte de recarga para esses aquíferos. Com base nestas características, é possível considerar a existência de três sistemas aquíferos distintos na Planície do Recife: Sistema Aquífero Boa Viagem/Barreiras; Sistema Aquífero Boa Viagem/Beberibe e Sistema Aquífero Boa Viagem/Cabo.

Os Sistemas Aquíferos Boa Viagem / Beberibe e o Boa Viagem / Cabo, respectivamente a norte e a sul do Lineamento Pernambuco, pode ser baseado nos seguintes fatos:

- os contatos entre os aquíferos Boa Viagem com o Beberibe e os aquíferos Boa Viagem com o Cabo são caracterizados por lentes descontínuas areno-argilosas ou silticas-argilosas e não por uma camada impermeável;
- a recarga para os aquíferos Beberibe e Cabo é feita principalmente através da filtração vertical procedente do Aquífero Boa Viagem.

Representando as configurações dos conjuntos dos Sistemas Aquíferos Boa Viagem / Barreiras; Boa Viagem / Beberibe e do Boa Viagem / Cabo, com relação a média das espessuras disponíveis do topo e base dos mesmos, é possível correlacionar as respectivas espessuras e selecionar pontos de controles exploráveis, representadas nas Figuras 1, 2 e 3, respectivamente,

A Figura 1 mostra que, nos bairros de Jardim Jordão e Jordão, o Aquífero Boa Viagem possui uma espessura média de 14,25 m, enquanto o Aquífero Barreiras possui valor médio de 52,75 m, sendo que ambas camadas litológicas são mais espessas no Jordão.

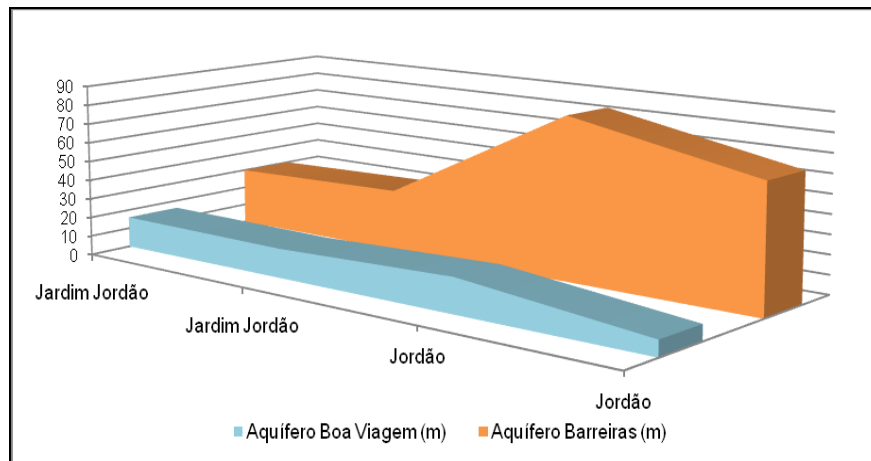


Figura 1 – Representação do Sistema Aquífero Boa Viagem / Barreiras, com relação à média das espessuras do topo e base.

A Figura 2 mostra que, nos bairros da Ilha do Leite, Derby, Boa Vista, Madalena, Torre, Graças, Jaqueira, Aflitos, Espinheiro, Parnamirim, Encruzilhada, Rosarinho, Casa Amarela, Casa Forte, Tamarineira e Arruda, o Aquífero Boa Viagem possui uma espessura média de 49,47 m, enquanto o Aquífero Beberibe possui valor médio de 68,12 m, sendo que a camada do Boa Viagem apresenta uma distribuição mais regular ao contrário do Beberibe que apresenta mais variações nas camadas litológicas, sendo mais espessas entre os bairros do Derby e a Madalena. As camadas litológicas dos aquíferos Boa Viagem / Beberibe se aproximam nas espessuras nos bairros do Derby, Madalena, Aflitos, Espinheiro, Encruzilhada, Rosarinho, Casa Forte e Tamarineira.

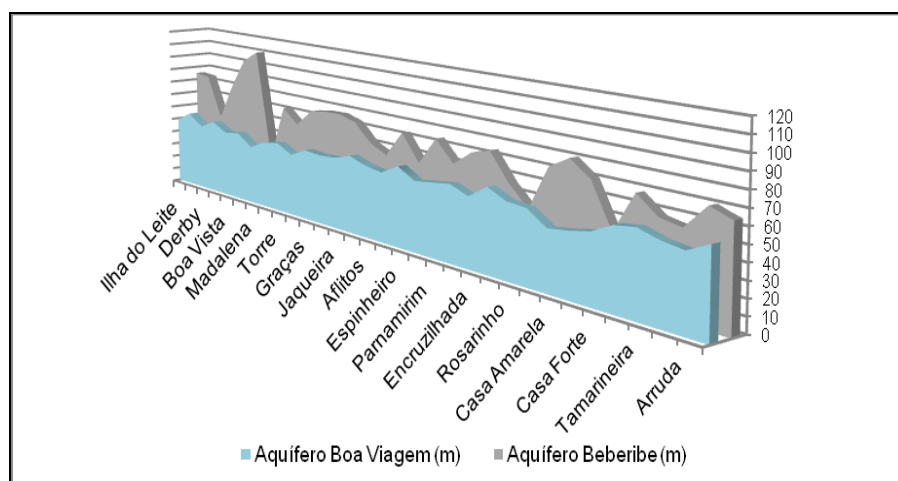


Figura 2 – Representação do Sistema Aquífero Boa Viagem / Beberibe, com relação à média das espessuras do topo e base.

A Figura 3 mostra que, nos bairros das Candeias, Piedade, Prazeres, Setúbal, Boa Viagem, Imbiribeira e Pina, o Aquífero Boa Viagem possui uma espessura média de 51,43 m, enquanto o Aquífero Cabo possui valor médio de 90,71 m, sendo que a camada do Boa Viagem apresenta uma distribuição das camadas litológicas relativamente regular, ao contrário do Cabo que apresenta camadas mais irregulares, com o bairro da Boa Viagem apresentando as maiores espessuras médias, seguidos por Piedade, Setúbal e Pina.

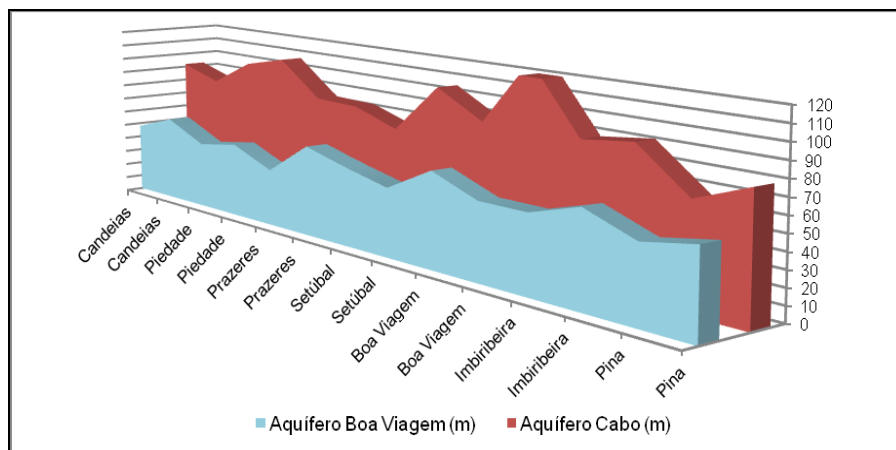


Figura 3 – Representação do Sistema Aquífero Boa Viagem / Cabo, com relação à média das espessuras do topo e base.

3. ANÁLISE DE PARÂMETROS MÉDIOS CONSTRUTIVOS E HIDRODINÂMICOS DOS POÇOS TUBULARES X AQUÍFEROS DA RMR, NOS PERÍODOS DE 1998 A 2002 E DE 2009 A 2013

A maneira como a maioria dos proprietários dos poços tubulares faz uso das águas subterrâneas na Região Metropolitana do Recife (RMR) vem gerando impactos nos rebaixamentos dos níveis estático e dinâmico das águas dos aquíferos costeiros, como também provocando alterações que comprometem cada vez mais a qualidade dessas águas. A progressiva exploração das águas subterrâneas pode resultar na salinização dos aquíferos com o avanço da cunha salina, por transferência vertical das águas ou por infiltração proveniente de mangues, estuários e lagoas salgadas. Nas áreas em que o subsolo é formado por camadas intercaladas de areia e argila, o bombeamento nas camadas aquíferas arenosas acarreta a lenta drenagem das argilas e sua compactação. Neste caso, o rebaixamento dos níveis d'água pode provocar a subsidência dos solos, de maneira lenta ao longo de muitos anos.

O fator construção de poços tubulares, rasos e profundos, fora das corretas normas técnicas, representa um grande incremento no potencial da contaminação das águas subterrâneas da RMR, sendo imprescindível monitorar todos os aquíferos existentes na RMR, devido à grande concentração de poços tubulares rasos e profundos existentes e os que poderão ser construídos.

Analisando os valores dos parâmetros médios construtivos dos poços tubulares rasos e profundos nos períodos de 1998 a 2002 e de 2009 a 2013 (Tabela 2), se observa a existência de dados que demonstram progressivos rebaixamentos históricos dos níveis estático e dinâmico ao longo dos aquíferos costeiros da RMR, necessitando uma ostensiva fiscalização dos poços tubulares rasos e profundos por parte dos órgãos gestor e ambiental, para que seja possível controlar e monitorar as variações nesses aquíferos.

Tabela 2 – Parâmetros médios construtivos e hidrodinâmicos dos poços tubulares rasos e profundos cadastrados na Região Metropolitana do Recife, nos períodos de 1998 a 2002 e de 2009 a 2013, respectivamente.

Parâmetros Médios Construtivos e Hidrodinâmicos dos Poços Tubulares da RMR												
Aquíferos	Período de 1998 a 2002						Período de 2009 a 2013					
	Profundidade (m)	Diâmetro do Revestimento (pol.)	Nível Estático (m)	Nível Dinâmico (m)	Vazão (m ³ /h)	Vazão Específica (m ³ /h/m)	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	1,63	10,2	4	5,3	8,6	6,6	2,0
Barreiras	59,1	6	10,08	23,06	13,91	1,07	49,8	6	17,5	28,7	10,3	0,92
Beberibe	120,85	4. ^{1/2}	31,5	45,87	17,59	1,22	124,3	4. ^{1/2}	62,8	76,9	7,82	0,55
Cabo	134,2	4. ^{1/2}	46,7	67,25	7,71	0,37	146,7	4. ^{1/2}	74,6	95,4	3,77	0,34

- ▶ O Aquífero Boa Viagem sofreu rebaixamento do nível estático e recuperação do nível dinâmico, porém ocorreu uma diminuição da profundidade média dos poços tubulares, cujos valores dos parâmetros podem tender a aumentar à medida que aumente as profundidades dos poços.
- ▶ O Aquífero Barreiras sofreu rebaixamento dos níveis estático e dinâmico, bem como da vazão específica, provavelmente provocada pela diminuição da profundidade média dos poços tubulares que não mais captam águas do Aquífero Boa Viagem, que influenciam diretamente esses parâmetros.
- ▶ O Aquífero Beberibe sofreu significativo rebaixamento dos níveis estático e dinâmico, bem como da vazão específica, provocando um aumento da profundidade média dos poços tubulares em busca de melhorar esses parâmetros.
- ▶ O Aquífero Cabo sofreu um grande rebaixamento dos níveis estático e dinâmico, bem como da vazão específica, provocando um aumento da profundidade média dos poços tubulares em busca da captação da água em melhores condições, apesar de não ser possível na RMR em virtude do descontrole na exploração e da má qualidade na construção dos poços tubulares que não seguem as

determinações da ABNT, provocando as misturas das águas dos aquíferos Boa Viagem, quando poluídas por agentes químicos diversos, com o Cabo.

4. CARACTERIZAÇÃO HIDROQUÍMICA DOS AQUÍFEROS COSTEIROS

Apesar dos poucos dados confiáveis existentes, tendo ocorrido uma melhora após a aprovação da Resolução CRH N°. 10/2009 de 03/12/2009 é possível analisar as variações hidroquímicas das águas explotadas dos aquíferos costeiros da Região Metropolitana do Recife, mais uma vez chamando a atenção para o fator padrão de qualidade das perfurações e construções dos poços tubulares. Observa-se que os aquíferos Boa Viagem, Beberibe e Cabo, apresentam valores máximos de condutividade elétrica e de sólidos totais dissolvidos acima dos padrões de potabilidade, enquanto que o Barreiras não apresenta estes valores máximos acima dos padrões, ao menos por enquanto.

Analisando os valores médios de parâmetros hidroquímicos dos aquíferos Boa Viagem, Barreiras, Beberibe e Cabo, nos períodos de 1998 a 2002 e de 2009 a 2013, de acordo com o grau de potabilidade das Portarias do Ministério da Saúde N°. 518 de 25 de março de 2004 e N°. 2.914 de 12 de dezembro de 2011 se verificam que ocorreram progressivas alterações nos valores em cada aquífero.

► O Aquífero Boa Viagem apresenta um aumento progressivo em todos os valores médios dos parâmetros hidroquímicos analisados (Tabela 3), sendo que o valor médio do ferro se manteve fora do estabelecido pelas portarias do Ministério da Saúde em ambos os períodos estudados.

Tabela 3 – Valores médios de parâmetros hidroquímicos dos poços tubulares rasos e profundos cadastrados no Aquífero Boa Viagem na Região Metropolitana do Recife, nos períodos históricos de 1998 a 2002 e de 2009 a 2013, respectivamente.

Aquífero Boa Viagem					
Período	Valores Médios de Parâmetros Hidroquímicos				
	Cloretos (mg/L)	Ferro (mg/L)	Condutividade Elétrica (µS/cm)	Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	pH
1998 a 2002	71,45	1,12	449,73	312,86	6,12
2009 a 2013	89,28	1,24	542,19	389,25	6,23

► O Aquífero Barreiras também apresenta um aumento progressivo em todos os valores médios dos parâmetros hidroquímicos analisados (Tabela 4), sendo que o valor médio do ferro se aproximou do valor máximo permitido, enquanto que os valores médios dos cloretos, da condutividade elétrica e dos sólidos totais dissolvidos seguem relativamente altos para esse aquífero, que vem sendo explorado com a finalidade principal do abastecimento comercial de água potável por carros pipas, fornecendo inclusive para hospitais.

Tabela 4 – Valores médios de parâmetros hidroquímicos dos poços tubulares rasos e profundos cadastrados no Aquífero Barreiras na Região Metropolitana de Recife, nos períodos históricos de 1998 a 2002 e de 2009 a 2013, respectivamente.

Aquífero Barreiras					
Período	Valores Médios de Parâmetros Hidroquímicos				
	Cloretos (mg/L)	Ferro (mg/L)	Condutividade Elétrica (µS/cm)	Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	pH
1998 a 2002	32,25	0,13	163,29	126,80	5,06
2009 a 2013	54,53	0,27	343,90	175,70	5,12

► O Aquífero Beberibe apresenta um aumento progressivo em todos os valores médios dos parâmetros hidroquímicos analisados (Tabela 5), sendo que o valor médio do ferro aparece bem próximo ao valor máximo permitido, enquanto que os valores médios dos cloretos, da condutividade elétrica e dos sólidos totais dissolvidos registram crescentes valores quando observamos os dois períodos, com o valor médio do pH registrando pouco aumento.

Tabela 5 – Valores médios de parâmetros hidroquímicos dos poços tubulares rasos e profundos cadastrados no Aquífero Beberibe na Região Metropolitana de Recife, nos períodos históricos de 1998 a 2002 e de 2009 a 2013, respectivamente.

Aquífero Beberibe					
Período	Valores Médios de Parâmetros Hidroquímicos				
	Cloretos (mg/L)	Ferro (mg/L)	Condutividade Elétrica (µS/cm)	Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	pH
1998 a 2002	58,31	0,22	448,87	315,88	6,35
2009 a 2013	62,37	0,28	511,72	357,62	6,41

► O Aquífero Cabo, o mais fragilizado pelas excessivas explorações e, conseqüentemente, com maior quantidade de poços tubulares mal construídos, apresenta um aumento progressivo em todos os valores médios dos parâmetros hidroquímicos analisados (Tabela 6), sendo que o valor médio do ferro já se encontrara com o valor máximo permitido acima do estabelecido em ambos períodos, enquanto que os valores médios dos cloretos, da condutividade elétrica e dos sólidos totais dissolvidos registram crescentes e acelerados valores.

Tabela 6 – Valores médios de parâmetros hidroquímicos dos poços tubulares rasos e profundos cadastrados no Aquífero Cabo na Região Metropolitana de Recife, nos períodos históricos de 1998 a 2002 e de 2009 a 2013, respectivamente.

Aquífero Cabo					
Período	Valores Médios de Parâmetros Hidroquímicos				
	Cloretos (mg/L)	Ferro (mg/L)	Condutividade Elétrica (µS/cm)	Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	pH
1998 a 2002	79,89	0,43	198,98	178,65	6,27
2009 a 2013	169,73	0,58	445,98	392,81	6,60

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES

- De uma maneira geral, os parâmetros hidrodinâmicos e hidroquímicos dos aquíferos costeiros da Região Metropolitana do Recife dependem diretamente das características construtivas, operacionais e da área de influência dos poços tubulares.

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

- Para a implantação de monitoramento das águas subterrâneas é necessário que haja uma estruturada caracterização hidrogeológica a partir da integração, análise e interpretação dos dados históricos existentes.

- A fácies carbonática do topo da sequência do Aquífero Beberibe e o Aquífero Cabo veem 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, principalmente quando esse aquífero está sendo contaminado por esgotos, hidrocarbonetos, lixos e outras fontes de contaminações.

- O Aquífero Boa Viagem necessita de estudos específicos, principalmente pela sua área de ocorrência e pelo fato de existirem ocorrências de águas de boa a excelente qualidade ao longo da

Planície de Recife, além de servir como recarga dos aquíferos Barreiras, Beberibe e Cabo, 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, oficinas mecânicas e lava jatos.

- Após a devida complementação e construção final de cada poço tubular, devem ser realizados os devidos testes de bombeamentos escalonado e contínuo para obtenção dos parâmetros hidrodinâmicos, seguidos da execução das análises físico-químicas das águas nos respectivos aquíferos a serem explorados, capaz de gerar novas informações imprescindíveis para o monitoramento das condições dos mesmos.

- Os resultados obtidos no período de 2009 a 2013 quando comparados com o período de 1998 a 2002 demonstram claramente que os órgãos gestor e ambiental de Pernambuco precisam refazer o planejamento para a gestão das águas subterrâneas na Região Metropolitana do Recife o mais breve possível.

6. BIBLIOGRAFIA

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.