

APLICAÇÃO DO SIAGAS NA ANÁLISE DA EXPLOTAÇÃO DO AQUÍFERO CABO NA REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE – PE

Alexandre Luiz Souza Borba¹; Margarida Regueira da Costa²; Fernanda Soares de Miranda Torres³; Pedro Augusto dos Santos Pfaltzgraß³; Gabriella Melo de Oliveira⁴.

Resumo – Desde a década de 90 que os aquíferos litorâneos existentes na Região Metropolitana do Recife (RMR) passaram, definitivamente, a fazer parte, cada vez mais, do abastecimento de água para todos os tipos de usuários e não apenas nos períodos mais críticos de desabastecimento por parte da concessionária responsável do Estado de Pernambuco. O aquífero Cabo ocorre desde o bairro do Pina (Recife) até o município de Ipojuca, faixa litorânea equivalente a 48 Km de extensão, que devido à presença da argila e caulim na composição do cimento, bem como por intercalações de camadas ou lentes siltico argilosas, resulta numa baixa permeabilidade, cujo aquífero pode se apresentar nas formas livre, confinada e semi confinada. A partir do levantamento do Banco de Informações do SIAGAS (Sistema de Informações de Águas Subterrâneas), foram selecionados dados médios de alguns parâmetros construtivos, de bombeamentos e da qualidade da água de 690 poços tubulares, os quais foram separados, analisados e comparados em 3 períodos históricos: de 1998 a 2002; 2002 a 2011 e 2011 a 2018, resultando em preocupante diagnóstico: a contínua degradação do Aquífero Cabo.

Abstract – Since the 1990, existing coastal aquifers in the Metropolitan Region of Recife (RMR) have become increasingly part of water supply for all types of users and not only during the most critical periods of shortage by part of the responsible concessionaire of the State of Pernambuco. The Cape aquifer occurs from the neighborhood of Pina (Recife) to the municipality of Ipojuca, a coastal area equivalent to 48 km in length, due to the presence of clay and kaolin in the cement composition, as well as by intercalations of layers or clayey silica lenses, results in a low permeability, whose aquifer can be present in free, confined and semi-confined forms. From the survey of the Information Bank of SIAGAS (Information System of Groundwater), we selected average data of some construction parameters, pumping and water quality of 628 tubular wells, which were separated, analyzed and compared in 3 historical periods: from 1998 to 2002; 2002 to 2011 and 2011 to 2018, resulting in a disturbing diagnosis: the continuous degradation of the Cabo Aquifer.

Palavras-Chave: Aquífero, Parâmetros dos Poços, Degradação.

Keywords: Aquifer, Well Parameters, Degradation.

¹Geólogos, M.Sc. - Pesquisadores em Geociências da CPRM – Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais. Av. Sul, nº 2291, Afogados – Recife-Pe, e-mail: alexandre.borba@cprm.gov.br

²Engenheira Civil, Dra. – Pesquisadora em Geociências da CPRM – Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais. Av. Sul, nº 2291, Afogados – Recife-Pe, e-mail: margarida.regueira@cprm.gov.br

³Geólogos, M.Sc. - Pesquisadores em Geociências da CPRM – Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais. Av. Sul, nº 2291, Afogados – Recife-Pe, e-mail: alexandre.borba@cprm.gov.br

³Estagiária do Serviço Geológico do Brasil - Curso de Geologia.

1. LEGISLAÇÃO ESPECÍFICA PARA AS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS EM PERNAMBUCO: AMPARO JURÍDICO

O Estado de Pernambuco conta com a Lei N^o. 11.427 de 17 de janeiro de 1997, específica para gerenciar as águas subterrâneas: Conservação e Proteção das Águas Subterrâneas no Estado, regulamentada pelo Decreto N^o. 20.423 de 26 de março de 1998, bem como pelo reforço atuante da Câmara Técnica de Água Subterrânea (CTAS), que promove Estudos Técnicos específicos em captações subterrâneas (poços tubulares, poços amazonas e surgências) capazes de resultar em Leis, Decretos, Resoluções e Portarias que são encaminhadas ao Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CRH) para configurações e aprovações, sendo estas fundamentais para a Gestão Integrada de Pernambuco entre a Secretaria de Recursos Hídricos (SRH) e a Agência Estadual de Meio Ambiente (CPRH). Através da Lei Estadual N^o. 14.028 de 26 de março de 2010 foi criada a APAC (Agência Pernambucana de Águas e Clima) vinculada a SRH e que está responsável, além de outras atribuições, pelos Setores de Outorga, Fiscalização, Monitoramento e Cobrança dos Recursos Hídricos.

A Gestão em Pernambuco tenta garantir, de maneira coerente e racional, o acesso aos recursos hídricos como direito de todos, através de marcos regulatório, políticos e modelos institucionais, capazes de promover a eficiência econômica, reduzindo a pobreza e assegurando a proteção ambiental.

Para a Região Metropolitana do Recife (RMR), região que possui a maior concentração de poços tubulares de Pernambuco, com poços de diversas profundidades e qualidades técnicas de construções de poços envolvidas, cujo incremento resulta em uma área alvo de alerta das condições de explorações dos aquíferos costeiros existentes, foi elaborada a Resolução CRH N^o. 04/2003 de 20 de novembro de 2003 – Aprovação do Mapa de Zoneamento Explotável dos Aquíferos Beberibe, Cabo e Barreiras, após análise do Relatório Técnico do Estudo Hidrogeológico do Recife, Olinda, Camaragibe e Jaboatão dos Guararapes _ HIDROREC II (2002), cujo principal objetivo foi tentar controlar as explorações de águas em funções das outorgas de direito de uso.

Após novos estudos, reformulações e estendendo para toda a área de abrangência da RMR, excetuando-se o município de Goiana (extremo Norte), foi elaborada a atual Resolução CRH N^o. 01/2019 de 14 de março de 2019, cujo Mapa de Zoneamento está representado na Figura 1.

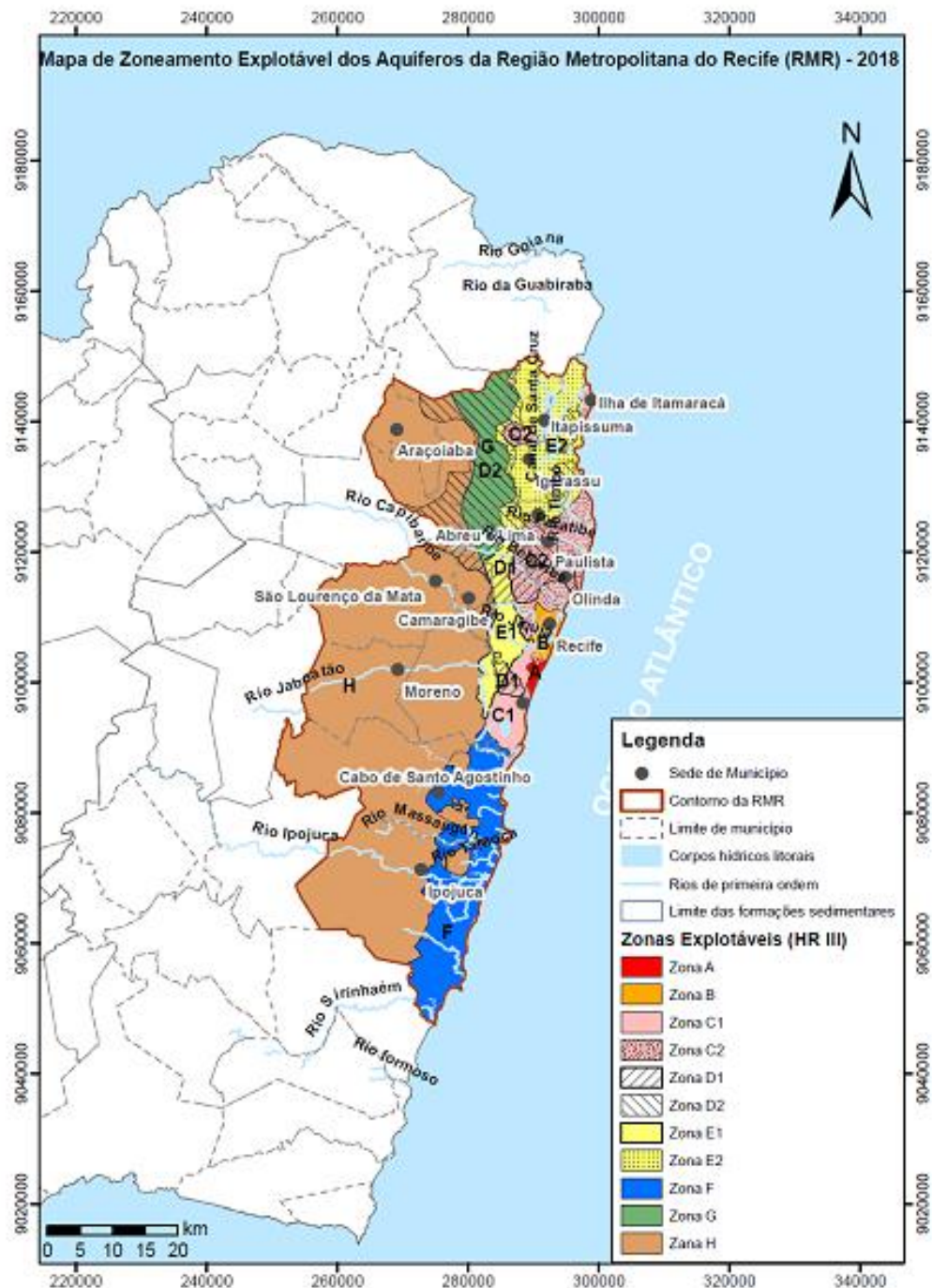


Figura 1 - Mapa de Zoneamento Explotável de Água Subterrânea da Região Metropolitana do Recife, referente à Resolução CRH N°. 01/2019 de 14 de março de 2019.

As Zonas Explotáveis são subdivididas em: **Zona A** – Aquífero Cabo; **Zonas B e C1** – Aquíferos Beberibe e Cabo; **Zona C2** – Aquífero Beberibe; **Zonas D1 e D2** – Aquífero Barreiras; **Zona E1** – Aquíferos Beberibe e Cabo; **Zona E2** – Aquífero Beberibe; **Zona F** – Aquífero Cabo; **Zona G** – Aquífero Beberibe e **Zona H** – Aquífero Fissural.

2. METODOLOGIA

Através do Banco de Informações do SIAGAS (Sistema de Informações de Águas Subterrâneas) do Serviço Geológico do Brasil – CPRM, foram selecionadas informações sobre 690 poços tubulares construídos no Aquífero Cabo e os respectivos dados médios de alguns parâmetros relacionados aos bombeamentos (nível estático; nível dinâmico e vazão) para mesma faixa de tempo (24 horas) e da qualidade da água (ferro; cloretos; condutividade elétrica; sólidos totais dissolvidos e pH), separados em 3 períodos históricos: de 1998 a 2002; 2002 a 2011 e 2011 a 2018.

Vale salientar que as séries históricas de 1998 a 2002 e 2002 a 2011 foram mantidas em virtude de terem sido trabalhadas anteriormente, sendo assim o novo período (de 2011 a 2018) gerado melhorou a análise do comportamento da exploração do Aquífero Cabo ao longo dos 3 períodos, com a aplicação dos mesmos parâmetros comparativos.

Os poços tubulares selecionados possuem profundidades úteis que variam entre 130 e 160 m e os revestimentos/filtros em PVC Geomecânico nos diâmetros entre 4” e 6”. As informações sobre os bombeamentos foram destacadas em função dos testes de bombeamentos contínuos para até 12 horas, com níveis estáticos (N.E.) variando entre 45,10 e 83,60 m; níveis dinâmicos (N.D.) variando entre 62,78 e 108,93 m; e vazões (Q) variando entre 3,2 e 8,5 m³/h. Os parâmetros físico-químicos analisados foram o Ferro, os Cloretos, a Condutividade Elétrica, os Sólidos Totais Dissolvidos e o pH.

3. ASPECTOS GERAIS DA ÁREA DE OCORRÊNCIA DO AQUÍFERO CABO

A Região Metropolitana do Recife está inserida numa Planície Deltáica, cujos sedimentos têm origens Fluvial, Marinho, Coluvial e Mangues, entre outros, capazes de recobrirem as Bacias Sedimentares Costeiras Pernambuco (a norte) e Cabo (a sul), separadas pelo divisor estrutural Lineamento Pernambuco e gerando aquíferos com características hidrodinâmicas distintas.

Os principais aquíferos costeiros desenvolvidos (Boa Viagem, Barreiras, Itamaracá, Beberibe, Algodoais, Cabo e Fissural) contribuem de maneira eficiente e progressiva, principalmente a partir da década de 90, para o fornecimento de água aos diversos tipos de usuários: residenciais (individual ou coletivo); comercial (instalações próprias de escritórios ou comercialização de água); hospitais; indústrias; clubes recreativos (privados ou públicos);

exploração de água mineral; exploração pela COMPESA (Companhia Pernambucana de Saneamento); restaurantes; lava jatos de veículos; etc.

O aquífero Cabo ocorre desde o bairro do Pina (Recife) até o município de Ipojuca, que devido à presença de argilas e caulim na composição do cimento, bem como por intercalações de camadas ou lentes siltico argilosas, resulta numa baixa permeabilidade, podendo se apresentar nas formas livre, confinada e semi confinada.

Entre Recife até Barra de Jangadas (município do Jaboatão dos Guararapes) existe uma variação faciológica desse aquífero, tanto verticalmente quanto horizontalmente, fazendo com que se apresente ora em maior permeabilidade (predomínio da fácies arenosa) e menor (fácies siltico argilosa). Enquanto que entre os municípios do Cabo de Santo Agostinho e Ipojuca, esse aquífero se caracteriza pelas ocorrências de derrames vulcânicos, porções mais argilosos e maiores extensões das camadas areníticas.

A recarga desse aquífero na RMR é caracterizada pela passagem de água por drenança vertical descendente do aquífero Boa Viagem de maneira muito lenta (entre Recife e Jaboatão dos Guararapes) e do aquífero Algodoads de maneira mais efetiva (entre Cabo de Santo Agostinho e Ipojuca).

4. CARACTERÍSTICAS GERAIS DA EXPLOTAÇÃO DO AQUÍFERO CABO NA RMR

O Aquífero Cabo ocorre nas formas livre, confinada e semi-confinada, sendo o principal manancial hídrico subterrâneo de toda a faixa costeira com relação ao abastecimento de diversos condomínios de edifícios residenciais e da rede hoteleira, particularmente, entre Recife e Jaboatão dos Guararapes (principalmente nos bairros de Boa Viagem, Pina, Setúbal, Piedade e Candeias); da área do complexo industrial em Prazeres (Jaboatão dos Guararapes); da rede hoteleira nas praias do Cabo de Santo Agostinho e Ipojuca; e do Complexo Portuário de Suape (Ipojuca).

Entre os municípios de Recife e Jaboatão dos Guararapes, os parâmetros hidrodinâmicos médios desse aquífero são $4,8 \times 10^{-4}$ m²/s de transmissividade e $2,7 \times 10^{-5}$ m/s de condutividade hidráulica. E entre os municípios do Cabo de Santo Agostinho e Ipojuca, os parâmetros hidrodinâmicos médios são $1,1 \times 10^{-3}$ m²/s de transmissividade e $1,5 \times 10^{-5}$ m/s de condutividade hidráulica.

A Planilha 1 representa as médias históricas de 1998 a 2002; 2002 a 2011 e 2011 a 2018 das características dos poços tubulares dos usuários descritos acima, que captam as águas do Aquífero Cabo ao longo de toda a Região Metropolitana do Recife.

Planilha 1 - Médias históricas das características dos poços tubulares dos usuários da RMR que exploram o Aquífero Cabo.

Período	Profundidade (m)	Diâmetro (Ø)	N.E. (m)	N. D. (m)	Q (m ³ /h)
1998 a 2002	134,2	4,5	46,7	67,25	7,71
2002 a 2011	134,0	4,5	69,8	101,20	2,6
2011 a 2018	138,5	4,5	81,2	105,41	2,4

Os valores dos níveis estático e dinâmico estão aumentando progressivamente nessas médias históricas, com diminuição das vazões, provavelmente, refletindo a grande quantidade de poços tubulares que captam água desse aquífero, sendo ainda mais prejudicado pela má qualidade dos aspectos construtivos (construtores de poços que desobedecem as normas técnicas) e pela grande clandestinidade (ausências das outorgas de direito de uso) das captações, principalmente entre os municípios de Recife e Jaboatão dos Guararapes, onde se concentram a maior quantidade nessa porção do Aquífero Cabo.

5. CARACTERÍSTICAS GERAIS DE ALGUNS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DO AQUÍFERO CABO NA RMR

Em função das características dos poços tubulares e os parâmetros resultantes dos bombeamentos, foi possível obter uma relação com alguns parâmetros físico-químicos das águas do Aquífero Cabo, sendo representados na Planilha 2 para as médias históricas de 1998 a 2002; 2002 a 2011 e 2011 a 2018 ao longo de toda a Região Metropolitana do Recife.

Planilha 2 - Médias Históricas de alguns parâmetros físico-químicos das águas do Aquífero Cabo na RMR.

Período	Ferro (mg/L)	Cloretos (mg/L)	Condutividade Elétrica (µS/cm)	Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	pH
1998 a 2002	0,42	79,80	198,91	177,84	6,26
2002 a 2011	0,57	158,84	444,93	287,92	6,59
2011 a 2018	0,63	197,61	517,56	380,23	5,84

A série histórica demonstra que as águas captadas no Aquífero Cabo tendem a diminuir, gradativamente, o padrão de qualidade referente às Portarias do Ministério da Saúde N^o. 518/2004 e N^o. 2.914/2011 para consumo humano. O teor do Ferro ultrapassou o dobro do valor máximo permitido (0,3 mg/L) e o valor dos Cloretos se aproximaram do valor máximo permitido (250,0 mg/L). Os valores das Condutividade Elétrica e dos Sólidos Totais Dissolvidos aumentaram e confirmam à má qualidade das construções da maioria dos poços tubulares. Enquanto que o pH demonstra que as águas tendem a aumentar a acidez, podendo provocar problemas de gastrites e estomacais, bem como atacar os revestimentos/filtros e os sistemas de bombeamentos dos poços tubulares.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES

- Apesar de existir uma lei específica e um decreto regulamentador para a conservação e proteção das águas subterrâneas, Pernambuco ainda precisa melhorar muito a sua gestão das águas.
- A Região Metropolitana do Recife (RMR) possui a maior concentração de poços tubulares de Pernambuco, com diversas profundidades e qualidades técnicas de construções de poços envolvidas, resultando num verdadeiro caos exploratório dos aquíferos costeiros devido à clandestinidade (ausências de outorgas de direito de uso).
- O Aquífero Cabo necessita urgentemente que os órgãos gestor e ambiental estadual tomem as devidas providências quanto aos procedimentos de fiscalização, regularização de outorgas e até monitoramentos, uma vez que o mesmo vem sofrendo com as explorações irregulares e por poços tubulares mal construídos.
- Os dados das 3 séries históricas de 1998 a 2002; de 2002 a 2011 e de 2011 a 2018 alertam para os aumentos dos valores dos níveis estático e dinâmico, de maneira progressiva. O teor de Ferro passou do dobro permitido pelas Portarias do Ministério da Saúde para o consumo humano, enquanto o teor de Cloretos avançam para o valor máximo permitido. Os valores das Condutividade Elétricas e dos Sólidos Totais Dissolvidos aumentaram, confirmando o alto índice de poços tubulares mal construídos que exploram o aquífero.

7. REFERÊNCIAS

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.

<http://siagasweb.cprm.gov.br> Acesso em 30/04/2019.

MINISTÉRIO DA SAÚDE – Portaria nº 518, de 25 de março de 2004.

MINISTÉRIO DA SAÚDE – Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro 2011.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM. **Vulnerabilidade das Águas Subterrâneas da Região Metropolitana do Recife**. Recife. 1994. 29p. il.