



## Mapa hidrogeológico da região metropolitana de Belém

J.R. de Oliveira & E.J. Souza Costa (*in memoriam*)

Autônomo, e-mail: josavno@ig.com.br

**Abstract** The Hydrogeological Map of Belém and surroundings (metropolitan region), at 1:75.000 scale, details their aquiferous potentiality. It is a product of the Geological Survey of Brazil (CPRM) and its target is to provide assistance to the public authorities for a better planning, accompanying and preservation of the hydric resources for the people profit with good water and quality of life improvement. This article shows a lot of important topics for a soon suitable planning of the underground hydric resources in Belém and surroundings. The study approaches several subjects such as the hydrogeological features of the aquiferous systems on their various aspects, in order to achieve a knowledge level if not the ideal, at least the one that represents an improvement in the current knowledge. The Pirabas aquiferous system was better studied because it is the most exploited by the water companies in the metropolitan region. That aquiferous contains well-water that has a maximum depth of 300 m with 400 m<sup>3</sup> /h of discharge. It is defined the hydraulic properties of the wells and aquiferous. It is also characterized in the map the fluctuation in depth of the wells, and the variations in thickness of the aquiferous. Besides the Hydrogeological Map, with the deep wells, water wells and potential vulnerability, the study has yielded the Geological Map and an explanatory note. The subject of this article is only related to the Hydrogeological Map of Belém and surroundings (metropolitan region), at 1:75.000 scale.

Palavras-chave: mapa hidrogeológico, poços tubulares, aquíferos.

**INTRODUÇÃO** O mapa hidrogeológico e representação cartográfica do estado físico da água subterrânea dentro de sua moldura geológica. Em essência, é um mapa mostrando as características hidrogeológicas importantes de uma área, agrupadas de acordo com as demandas de utilização e de proteção de água subterrânea.

Dentro desse contexto, o mapa hidrogeológico busca agrupar as ocorrências de águas subterrâneas segundo os litotipos e estruturas destacadas na área. Como se trata de uma região eminentemente 100% sedimentar, cuja capacidade de armazenamento e circulação de água depende da porosidade das rochas da Formação Pirabas, do Grupo Barreiras e das coberturas Sutríticas Lateríticas e Aluvionares, a compartimentação hidrológica é a seguinte:

- aquíferos intergranulares descontínuos, livres;
- aquíferos intergranulares contínuos, livres e semiconfinados, e
- aquíferos intergranulares contínuos, livres e confinados.

As produtividades desses sistemas aquíferos estão indicados nas legendas do referido mapa (Tab. 01).

**METODOLOGIA DE TRABALHO** Para caracterizar as condições hidrogeológicas da RMB, efetuou-se: pesquisa bibliográfica, fotointerpretação, confecção de mapas base, planejamento das atividades de campo, cadastramento e inventário dos pontos de água (poços e fontes). Para os trabalhos de fotointerpretação foram utilizadas as fotografias aéreas verticais, escala 1:70.000, executado pelo convênio CPRM/DNPM/1976, como também mosaico de Radar e imagem de Satélite, ambas na

escala de 1:100.000. Eventualmente, foram utilizadas as bases plani-altimétricas da CODEM (1995), nas escalas 1:20.000 e 1:50.000, nas quais foram calculadas as programações. As cartas foram geradas a partir das Imagens LANDSAT TM-5 da SUDAM (1988). De posse desses dados, confeccionou-se a base cartográfica na escala 1:75.000, onde foram lançadas todas as informações adquiridas na base de campo, permitindo assim, a caracterização das Unidades Hidrogeológicas, com destaque para as profundidades e níveis estáticos e dinâmicos dos pontos de água, dentre outras.

**QUALIDADE DOS DADOS** Os usuários das águas subterrâneas na Região Metropolitana de Belém são: indústrias, condomínios, lava-jatos, postos de combustíveis, o sistema público de abastecimento, colégios, creches e outros.

Os poços para abastecimento público e industrial, a maioria obedece aos critérios estabelecidos pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), enquanto os poços de particulares e condomínios, com raras exceções, são poços mal construídos, e que podem comprometer o usuário, caso os elementos poluentes atinjam os aquíferos.

Até o momento já foram cadastrados cerca de 2.363 pontos de água, dos quais 70 são poços tubulares com profundidades entre 230 e 300 metros. Há uma predominância de poços com menos de 25 metros de profundidade, a maioria perfurada por processos manuais. Desses, pouco se sabe além das características físicas de construção. Ainda há as fontes, que, geralmente, ocorrem afastadas dos perímetros urbanos.



	<b>OCORRÊNCIA DE ÁGUA SUBTERRÂNEA</b>	<b>TIPOS LITOLÓGICOS</b>	<b>RESERVA (m<sup>3</sup>/h/10km<sup>2</sup>)**</b>
<b>Qh</b>	Aqüíferos porosos descontínuos de extensões variáveis e livres de Permeabilidade média a alta, e água de boa qualidade. O aproveitamento é feito por poços amazonas, ponteiros e tubulares rasos, de até 18 metros. Fornecem vazões da ordem de 10m <sup>3</sup> /h, são muito produtivos e de grande importância hidrogeológica.	Argilas, areias, siltes, arenitos inconsolidados e subordinadamente conglomerados	30.000
<b>Qp</b>	Aqüíferos porosos descontínuos, extensões variáveis e livres. Possuem alta permeabilidade, água de boa qualidade e vulnerabilidade média a alta. Seu aproveitamento é feito por meio de poços amazonas e tubulares rasos, de até 12 metros que permitem vazões bastante elevadas, na ordem de até 10m <sup>3</sup> /h.	Areias, arenitos inconsolidados médios a grossos, conglomerados e muito raramente siltes e argilas.	30.000
<b>Tdl</b>	Aqüíferos porosos descontínuos, extensões variáveis, semi-confinados a livre e permeabilidade baixa a média. A água é de boa qualidade, podendo ocorrer excesso de ferro em alguns poços. O aproveitamento é obtido por poços tubulares de até 40 metros. Possuem grande importância hidrogeológica e oferecem vazões de 1 a 3m <sup>3</sup> /h.	Argilas variegadas, silte, areias, lateritos e subordinadamente arenitos ferruginosos.	20.000
<b>Tb</b>	Aqüíferos porosos semi-confinados a confinados e extensão regional. Permeabilidade média a alta. Águas geralmente de boa qualidade, podendo ocorrer excesso de ferro, na maioria das vezes, devido, possivelmente, a presença de lateritas ferruginosas. Aproveitamento por poços tubulares de até 100m de profundidade. Possuem grande importância hidrogeológica e apresentam vazões na ordem de até 100m <sup>3</sup> /h.	Argila avermelhada, silte, areia, conglomerado e subordinadas lateritas e arenitos ferruginosos	60.000
<b>Tpi</b>	Aqüífero poroso, contínuo de extensão regional e confinado. Sua permeabilidade é alta e de grande importância hidrogeológica, com vazões na ordem de 400m <sup>3</sup> /h. Aproveitamento por poços de até 300m de profundidade.	Argilas esverdeadas, folhelhos, siltitos, calcário fossilífero, calcarenitos, areias, conglomerados e arenitos grosseiros.	200.000
<b>CONVENÇÕES</b> <b>Hidrogeológicas</b> <b>Produtividade e caracterização do poço</b>			
Poço tubular com vazões estimada entre 3 e 10m <sup>3</sup> /h Ø Poço tubular com vazões estimada entre 3 e 10m <sup>3</sup> /h, com análise físico-química e bacteriológica Poço tubular com vazão estimada entre 10 e 100m <sup>3</sup> /h Poço tubular com vazão medida superior a 100m <sup>3</sup> /h		Poço tubular com vazão medida superior a 100m <sup>3</sup> /h e análise físico-química Poço escavado com vazão estimada entre 3 e 10m <sup>3</sup> /h Poço escavado com vazão estimada entre 3 e 10m <sup>3</sup> /h com análise físico-química e bacteriológica Fonte com análise físico-química e bacteriológica	

*Tabela1. Sistemas aquíferos*  
**Qh/Qp e Tdl** – abrangem todos os sedimentos alúvio-colúviais e detrítico-lateríticos do Quaternário e do Terciário;  
**Tb** – Grupo Barreiras; **Tpi** – Formação Pirabas

\*\* disponibilidade de água, ao longo de 50 anos.



Grande parte dos perfis geológicos e geofísicos dos poços existentes foi comparada aos novos dados obtidos de poços recém construídos ou em fase de conclusão, no sentido de homogeneizar os perfis litológicos e conseqüentemente correlacionar aos níveis aquíferos existentes na área de trabalho.

**SISTEMA HIDROGEOLÓGICO** Os estratos geológicos que formam o sistema hídrico subterrâneo da área trabalhada, são consubstanciados com base nos resultados de análises dos relatórios técnicos das captações por poços que o sistema público de abastecimento de água, realizado pela COSANPA e SAAEB no período de 1978 a 2000, e, nos estudos desenvolvidos pela SEICOM (1995).

Merecem destaque, também, os trabalhos de dissertação de mestrado da UFPA na década de 90, voltados para qualidade das águas subterrâneas e perfilagem geofísica.

Vários outros estudos sobre perfuração foram desenvolvidos pela FSESP (Fundação de Serviços de Saúde Pública), CPRM (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais) e Empresas de Perfuração (GEOSER, GEONORTE, CORNER; FEMAC CONTEP (SP), SÓ POÇOS (AM) e PROÁGUA (PI).

Os trabalhos mais recentes sobre hidrogeologia da área trabalhada foram realizados pela CPRM no município de Ananindeua (1998) e Distrito de Icoaraci (1999). Esses estudos envolvem o cadastramento de pontos de água, condicionamento hidrogeológico e projeto de poços. Os perfis hidrogeológicos da RMB mostram que os estratos geológicos constituem aquícludes, aquíardos e aquíferos dos sistemas Pirabas, Barreira e Cobertura Quaternária.

Não obstante a complexidade lenticular desses aquíferos, com espessuras saturadas de até 35 metros, interaleitadas com camadas impermeáveis de mesma possança, as quais não possuem em parte comunicações hidráulicas, gerando a partir dos 35 metros, aquíferos do tipo confinado, conforme as perfurações de 392 e 372 metros, realizadas pela FEMAC e PETROBRÁS, respectivamente.

Essas duas perfurações retratam que, até a profundidade de 280 metros, já são bem conhecidas as potencialidades hidrogeológicas e apresenta água de excelente qualidade físico – química em suas condições naturais, principalmente nas profundidades de 180 a 280 metros. Abaixo dessa profundidade não se conhece as características hidrodinâmica, a não ser a estrutura litológica, composta de clásticos de cores variegadas. Até o momento não se sabe a espessura desses sedimentos. Segundo informação verbal do hidrogeólogo Tancredi, existe uma linha sísmica

(Baia do Guajará/Icoaraci), que atestam o embasamento com 500 metros de profundidade.

Ainda não se conhece a base da Formação Pirabas, entretanto em um Bouguer da PETROBRÁS, interpretado pela CPRM, escala de 1:250.000, sugere que o embasamento cristalino acha-se em profundidades entre 1.000 a 7.000 metros.

Para otimizar as potencialidades da área, sugere-se que os aquíferos existentes entre 300 a 500 metros de profundidades sejam testados, pois, com a expansão urbana, haverá necessidade de suprir essa demanda com poços tubulares profundos.

Com base nos dados das perfilagens geofísica e perfuração de poços profundos, propõem-se um coluna estratigráfica da cobertura sedimentar da Região Metropolitana de Belém.

**RESERVAS DE ÁGUA SUBTERRÂNEA** São consideradas como reservas da água subterrânea as unidades hidrogeológicas, de superfície e sub-superfície que possam vir a suprir a demanda de água subterrânea da área. É um tema muito controvertido, principalmente quando se estende a conceituação à potencialidade e disponibilidade que são termos aplicáveis à oferta da água. A reserva de água subterrânea constitui a quantidade de água mobilizável existente nos sistemas aquíferos das formações geológicas.

Na Região Metropolitana de Belém em uma área de 1.200 km<sup>2</sup> ocorrem exclusivamente rochas sedimentares das Coberturas Quaternárias, Barreira e Pirabas, as quais compõem aquíferos superpostos, onde esses níveis aquíferos guardam grande volume de água (Tabela 2).

**CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES** O levantamento hidrogeológico realizado na região metropolitana de Belém obtiveram em especial a cartografia e descrição das unidades litoestratigráficas e avaliação dos recursos hídricos subterrâneos, permitindo as conclusões pertinentes a seguir:

As rochas mais antigas pertencem à bacia Amazônica, que engloba a Formação Pirabas (subafloramento), de idade Mioceno inferior, Grupo Barreira (Mioceno superior), cobertura detrítico-laterítico (Plio-pleistoceno) e pelos depósitos aluviais (Quaternário).

O aquífero Pirabas constitui-se na principal opção para captação imediata de água subterrânea, com poços de profundidades de 220/300 metros, e vazões em torno de 200 a 500 m<sup>3</sup>/h, com água de excelente qualidade, portanto, utilizável para quaisquer fins.



SISTEMA AQUÍFERO	ÁREA		COEFICIENTE		ESPESSURA	ÁGUA DE SATURAÇÃO		Vol. de Água Sob Pressão	Reserva Permanente	TOTAL
	Água de Saturação (km <sup>2</sup> )	Água sob Pressão (km <sup>2</sup> )	Prioridade Efetiva	Armazenamento (s)	Espessura Saturada HO (m)	Vol. De Rocha Saturada (x 10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup> )	Vol. de Água De Saturação (x 10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup> )	(2) (x 10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> /Ano) (3) = (1) + (2)	
PÓS- BARREIRAS	1200	-	0,2	-	HC 10	30	2,4	-	2,4	7,14
BARREIRAS	1200	1200	0,2	1,67x10 <sup>4</sup>	bb=30	27	7,2	0,0060	7206	21,43
PIRABAS	1200	1200	0,2	1,01x10 <sup>4</sup>	BP=100	152		0,0121	24,0121	71,42
TOTAL	-	-	-	-	-			-	33,6181	100

*Tabela 2. Reserva permanente de água subterrânea*  
*Fonte: PEHRMBA*



O aquífero Barreira apresenta-se como uma segunda opção de zona de captação para poços com profundidades de 40/100 metros, e vazões na ordem de 20/100m<sup>3</sup>/h, entretanto, apresenta na maioria das vezes alto teor de ferro, sendo imprestáveis para fins nobres.

Os aquíferos das Coberturas Detrítica-Laterítica (areno argilosos) e os Depósitos Quaternários (essencialmente arenoso) são os mais utilizados pela população com poços de profundidade de 12/30 metros. Em alguns locais, tais como platô e planície de inundação, não são favoráveis para captação de água por poços rasos, já que o teor de ferro é

excessivo. Às vezes não ultrapassam 10 m<sup>3</sup>/h, sendo a média de 2 a 3 m<sup>3</sup>/h. Na região de baixadas, os poços estão sujeitos à alta poluição devido às baixas condições de higiene em que vivem os moradores dessas áreas.

**Agradecimentos** Os autores deste trabalho agradecem aos geólogos Abraão Fernando Figueira de Melo e José Armindo Pinto por sua valiosa contribuição por meio de discussão, sugestões e críticas. Agradecem, ainda, a colaboração oferecida pelos técnicos de nível médio José Roberto Messias Castro Edilberto Raimundo Lisboa Leão e Edílson Augusto Vieira Flexa.

### Referências

- OLIVEIRA J.R. de. 1998. *Caracterização Preliminar das Potencialidades Aquíferas do Município de Ananindeua com Proposta Técnica para Perfuração de Poços Tubulares Profundos para captação de Água Subterrânea – Pará*. Belém: CPRM/PEHRMB, (Relatório Inédito).
- OLIVEIRA J.R. de. 1998. *Caracterização Preliminar das Potencialidades Aquíferas do Distrito de Icoaraci com Proposta Técnica para Perfuração de Poços Tubulares Profundos para captação de Água Subterrânea – Pará*. Belém: CPRM/PEHRMB (Relatório Inédito).
- OLIVEIRA J.R. *et. al.* 2000. Construção de Poços Tubulares Profundos no RMB. IN: I Congresso Mundial de Águas Subterrâneas, Fortaleza-CE, *Anais...* Fortaleza: ABAS.
- OLIVEIRA J.R. 2002. *Projeto Estudos Hidrogeológicos da Região Metropolitana de Belém e Adjacências*.