

ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO TUCUNDUBA-BELÉM/PA, COMO BASE PARA UMA PROPOSTA ALTERNATIVA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Fabíola Magalhães de Almeida¹; Milton Antonio da Silva Matta¹; Erika Regina França Dias¹;
Iris Celeste Nascimento Bandeira¹; Joyce Brabo do Prado¹ & Andrei Batista de Figueiredo¹

Resumo – Este trabalho faz parte de um estudo integrado sobre a bacia hidrográfica do Tucunduba, localizada na porção sudoeste da Região Metropolitana de Belém/PA, envolvendo um conjunto de aspectos hidrogeológicos e ambientais. São aqui apresentados os resultados de um Plano de Trabalho de Bolsa de Iniciação Científica (CNPq/BIBIC/UFPA), financiado pelo Governo do estado do Pará. Foram investigados os aspectos geológicos e fisiográficos da bacia, o balanço hídrico local, aspectos da geometria das camadas aquíferas da área da Bacia do Tucunduba, partindo de uma análise dos relatórios de poços tubulares existentes na referida área, além das condições sócio-econômicas da população envolvida. Foram discutidas, também, as possibilidades técnicas e a viabilidade econômica do estabelecimento de uma proposta alternativa para o abastecimento da comunidade envolvida na área de estudo, através da água subterrânea.

Abstract – This paper presents the results of an investigation carried out in the Tucunduba hydrographic basin, located at the southeastern part of Belém Metropolitan Region. The investigations were carried out by a work plan financed by the State of Pará Government, together with CNPq/BIBIC/UFPA, as part of an integrated project involving a group of hydrogeological and environmental aspects. The final aim of this study is to contribute for an alternative proposition for public water system using groundwater. Here, the aspects of geology, physiography, water balance, aquifer geometry and population socioeconomic characteristics are described toward the establishment of an alternative water consume proposition.

Palavras-Chave – Bacia do Tucunduba – Abastecimento público

¹ UFPA; Universidade Federal do Pará; CG; Caixa postal 1611; 66017970; (0XX91) 31831425; matta@ufpa.br

INTRODUÇÃO

O presente trabalho mostra um dos resultados finais alcançados com o desenvolvimento do plano de trabalho “Estudos Geológicos e Hidrogeológicos da Bacia Hidrográfica do Tucunduba-Belém/PA, como Base para uma Proposta Alternativa de Abastecimento de Água”, desenvolvido no período de agosto-2003/julho-2004, como parte das atividades do projeto “Fundamentos Hidrogeológicos para a Gestão dos Recursos Hídricos Subterrâneos da Região de Belém, Ananindeua e Barcarena – PA, Brasil”, financiado pelo Governo do Estado do Pará, através do Convênio SECTAM/FUNTEC/UFPA/FADESP.

O Projeto constitui parte de um estudo integrado sobre a bacia hidrográfica do Tucunduba, envolvendo um conjunto de fundamentos hidrogeológicos e ambientais de especial interesse para a gestão dos recursos hídricos no âmbito da bacia.

O principal objetivo deste trabalho foi o estudo da geometria das unidades aquíferas da área proposta, tendo como base relatórios técnicos de poços de diversas empresas e órgãos. Este estudo poderá subsidiar propostas de abastecimento público e projetos de desenvolvimento sustentável para a região.

Contribui, também, para o cadastramento completo e mapeamento dos poços tubulares profundos existentes na porção referente à Bacia do Tucunduba da Região Metropolitana de Belém, no sentido de construir uma memória técnica sobre a hidrogeologia da região, avaliando as potencialidades aquíferas e suas vulnerabilidades naturais à poluição;

LOCALIZAÇÃO DA ÁREA

A Bacia do Tucunduba está localizada na parte sul da cidade de Belém, sendo delimitada pelas bacias do Murucutu, Una e Estrada Nova. Ocupa uma área total de 10,55 km², dos quais 5,75 km² (54,50%) são de área alagável e 4,80 km² (45,50%) de área não alagável. Inclui os distritos DAGUA, DABEL e DAENT (parte dos bairros de São Brás, Marco, Curió-Utinga e Universitário e os bairros de Canudos e Terra Firme). É composto de 14 canais que perfazem 14.175m de extensão (Fig.01).

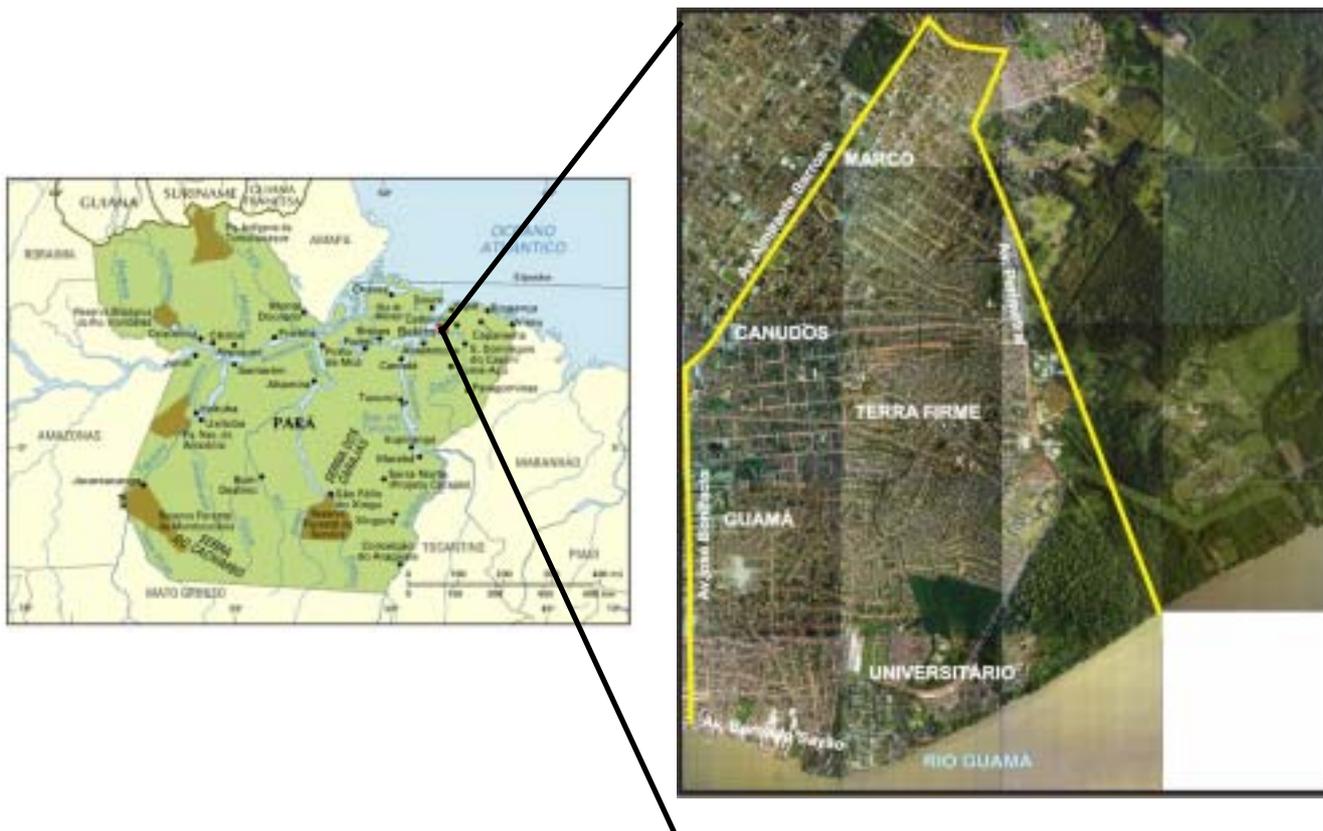


Figura 01 – Mapa de localização da bacia do Tucunduba.

METODOLOGIA E ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

A metodologia utilizada para o desenvolvimento deste plano de trabalho pode ser entendida através das seguintes atividades: 1- *Pesquisa Bibliográfica*; 2- *Coleta de Informações Técnicas*, nas diversas empresas de perfuração de poços atuantes em Belém, no sentido de coletar informações sobre poços existentes no âmbito da área, incluindo perfis litológicos e perfilagens geofísicas; 3- *Levantamento de Campo*, além da checagem de todas as informações fornecidas pelos relatórios analisados, levantamentos com GPS de todos os poços cadastrados e caracterização dos aspectos socioeconômicos da população envolvida, através de questionários especialmente elaborados; 4- *Estudo da Geometria das Unidades Aquíferas*, utilizando dados de profundidades, espessuras, continuidades laterais, etc.

A BACIA DO TUCUNDUBA

A Bacia do Tucunduba é constituída pelos igarapés do Tucunduba, Lago Verde, Caraparu, Dois de Junho, Mundurucus, Gentil Bittencourt, Nina Ribeiro, Santa Cruz, Cipriano Santos, Vileta, União, Leal Martins e Angustura.

O igarapé Tucunduba é o principal curso hídrico da bacia com 3.600 metros de extensão (PMB, 2000 b) e é também o maior contribuinte para os alagamentos dos terrenos baixos localizados no bairro do Guamá.

O conjunto litoestratigráfico que compõe a Bacia Hidrográfica do Tucunduba é formado pela Formação Pirabas, Grupo Barreiras, Formação Pós-Barreiras e pelos sedimentos modernos (Tabela 01).

Formação Pirabas: É a unidade estratigráfica mais antiga relacionada com a bacia. Esta unidade, porém, não aflora dentro do contexto da Região Metropolitana de Belém (RMB). A ocorrência dessa formação está principalmente na Ilha de Fortaleza, município de Primavera (PA), mas ocorrem também ao longo da faixa da costa do estado do Pará, nas localidades de Salinópolis, Maracanã, São João de Pirabas, Curuçá e arredores da cidade de Capanema.

A extensão lateral da unidade é de grande expressão, com gradação em direção à plataforma para os sedimentos da Formação Amapá e na direção da Ilha do Marajó, para os sedimentos da Formação Marajó.

Grupo Barreiras: A ocorrência deste grupo é registrada na região do Salgado, região Bragantina e nas adjacências da RMB (Ilhas de Mosqueiro e Outeiro). Esta unidade apresenta, além de um sistema intercalado de areias e argilas, com geometria confusa, também conglomerados com cores variadas que estão laterizados, sob a forma de um perfil imaturo (COSTA, 1991 in SAUMA FILHO op cit).

O posicionamento das unidades litoestratigráficas que compõem este grupo é confirmado na descrição de poços tubulares na região de Belém. A ocorrência de ferro nas águas dos poços tubulares na região está diretamente associada ao Grupo Barreiras.

Formação Pós-Barreiras: Sedimentos areno-argilosos de granulometria grossa, amarelados e inconsolidados. Estão em discordância erosiva sobre o Grupo Barreiras, em um contato marcado por seixos rolados de arenito ferruginoso ou ainda fragmentos dos sedimentos Barreiras.

Sedimentos Modernos: São observados às margens de igarapés, melhor à maré baixa e nas praias da região. Podem ser representados por clásticos do tipo areia, silte e argila. Também compõem a unidade os solos ricos em húmus, de coloração escura a amarronzada.

Segundo FIGUEIREDO et al, 2002, o relevo na área da Bacia do Tucunduba é muito baixo variando de 0 a 25 metros nas áreas mais altas da bacia. Este relevo é constituído, praticamente, por uma topografia plana, que envolve o Pediplano Pliocênico, que está relacionada com o topo da Formação Barreiras (cota 10-25 m), o Pediplano Neo-Pleistocênico, o qual está relacionado com os terrenos da cobertura detrítica Pleistocênica (cota 5-15 m) e a Planície de Inundação, que envolve os principais cursos hídricos da bacia (cota < 5 m).

Sendo assim, o igarapé Tucunduba se encontra em um ambiente de várzea, com o mínimo de infraestrutura. A superpopulação agrava as inundações nas áreas alagáveis do local, o que altera o

funcionamento natural da drenagem. Os aterros feitos com lixo, com caroços de açaí, cascas de castanha e serragens e a concentração de lixo no leito maior e menor do igarapé alteram a topografia e impedem o escoamento das águas das chuvas e das enchentes, e a drenagem de parte dos esgotos das terras mais altas, propiciando a formação de “lagos de quadra”. O desmatamento de suas margens, por sua vez, facilita a erosão e o conseqüente assoreamento do leito do igarapé, o que diminui a profundidade e a capacidade de contenção do volume d’água do igarapé (Almeida, 2003).

ASPECTOS DO BALANÇO HÍDRICO

A bacia hidrográfica do Tucunduba, como elemento da porção superficial do ciclo hidrológico, foi considerada um sistema físico, onde a entrada é o volume de água precipitada e de contribuição subterrânea e a saída é o volume de água escoado pelo exutório, tendo como perdas intermediárias os volumes evaporados, transpirados e infiltrados profundamente, segundo descrição de (Costa 2002).

Tabela 01 - Coluna estratigráfica da área da Bacia do Tucunduba. FONTE:FIGUEIREDO, 2002.

<i>ERA</i>	<i>PERIODO</i>	<i>ÉPOCA</i>	<i>UNIDADE</i>	<i>DESCRIÇÃO SUMÁRIA</i>
Cenozóico	Quaternário	Holoceno	Sedimentos modernos	Areias de granulometria fina a média, marrons, intercaladas a argilas escuras, com restos vegetais, distribuídos nas orlas dos rios e igarapés.
		Pleistoceno	<i>Pós-Barreiras</i>	Sedimentos inconsolidados, areno-argilosos, finos a médios, com concreções ferruginosas.
	Terciário	Mioceno-Plioceno	<i>Grupo Barreiras</i>	Arenitos ferruginosos, areias finas a médias, siltsosas e argilas.
		Oligo-Mioceno	<i>Formação Pirabas</i>	Calcários muito fossilíferos e margas, intercalados com folhelhos rítmicos e arenitos calcíferos.

MATTA, 2002, apresentou os cálculos do balanço hídrico para a região de Belém e Ananindeua, analisando dados climatológicos referentes ao período de 1987 a 1996, a partir de registros feitos pelo Instituto Nacional de Meteorologia INMET/Belém.

Segundo esses cálculos, observa-se que, no período de dezembro a julho $P > ETP$, há um excesso de água no solo, o que resulta num escoamento na superfície. Já no período de agosto a outubro $P < ETP$, ocorre retirada e há deficiência de água no solo. Ao término deste período, a precipitação volta a ultrapassar a evapotranspiração potencial, com isto ocorre à reposição de água no solo e, posteriormente, o excedente escoar pela superfície.

ASPECTOS SÓCIO- ECONÔMICOS E AMBIENTAIS

A área do Tucunduba possui uma população de aproximadamente 161.500 habitantes, sendo que, de acordo com IBGE/Censo 2000, dentre os bairros que se encontram sob influência da bacia do Tucunduba, o bairro do Guamá é o mais populoso e o Montese (Terra Firme) é o segundo mais populoso.

A ocupação desordenada caracteriza o Tucunduba como periferia de Belém, sendo habitado por uma camada social de baixo poder aquisitivo, onde existem níveis acentuados de pobreza, miséria e degradação ambiental.

O Tucunduba é uma área cujos terrenos não construídos continuam sendo palco de inúmeras ocupações, como é o caso da avenida Perimetral, a qual representa o próprio dinamismo da sociedade que recoloca continuamente os diversos setores sociais no espaço. A sociedade, pelo trabalho, transforma a natureza e imprime nela suas formas. O Tucunduba é um apanhado de variados tempos, de diferentes trabalhos da sociedade.

A falta de saneamento básico e de uma política de Desenvolvimento Sustentável não permite melhora no que diz respeito às condições da área aqui estudada. São muitos os problemas, envolvendo pessoas e a natureza. Doenças chegam com a água que está contaminada, sendo esta contaminação proveniente de despejos domésticos, sanitários e industriais, além da presença de produtos químicos como o cromo hexavalente, e matéria orgânica proveniente da lavagem de peles de animais, causando mau cheiro característico.

Soma-se a isso latas, madeiras, pneus e outros itens, contribuindo ainda para a redução de luminosidade da água, interferindo no processo de fotossíntese na redução das taxas de oxigênio dissolvido na água, para a alteração da fauna e da flora, para o aumento da concentração de matéria orgânica em decomposição e para a proliferação de bactérias patogênicas.

A água do Tucunduba é considerada, assim, inviabilizada para a utilização doméstica, lazer ou qualquer outro tipo de atividade. (AGUIAR, 2000).

GEOMETRIA DAS CAMADAS AQUÍFERAS

Com os relatórios estudados sobre os poços cadastrados, foram construídos perfis litológicos para cada poço individualmente (Figs. 02 a 20) . Elaborou-se seções compostas para porções específicas da bacia, no sentido de buscar o entendimento dos aspectos geométricos das principais unidades aquíferas ocorrentes na área de estudo.

A Tabela 02 mostra a relação dos poços cadastrados e as informações de relevância para a análise geométrica.

Tabela 02 - Dados dos poços cadastrados da região do Tucunduba.

Poços Cadastrados	Proprietário	Coordenadas UTM	Empresa de Perfuração	Profundidade	Nível Estático	Comprimento do(s) Filtro(s)
Poço 01	Cosanpa	784485/9838995	Cosanpa	64m	2m	15m
Poço 02	??	784475/9838885	-	66m		14m
Poço 03	??	784480/9838990	-	89m	6m	21,2m
Poço 04	Cosanpa	784471/9838990	-	105m	8,9m	18m
Poço 05	Cosanpa	784471/9838995	-	240m	6,4m	¿?
Poço 06	Cosanpa	784453/9839006	Femac	310m	3,5	10,7m e 3,0m
Poço 07	Cosanpa	781512/9838237	CORNER	268m	1,89	36,3m
Poço 08	UFPA	783777/9836861	Pentagono	258m	2m	30m
Poço 09	UFPA	783740/9836878	GEOSER	176m	4,6m	10m,10m e 10m
Poço 10	Embrapa	783950/9841100	HIDROSOLO	48m	??	15m
Poço 11	SERPRO	784070/9840600	HIDROSOLO	75m	¿?	20m e 4m
Poço 12	R. Vieira	780035/9836645	Pentagono	60m	??	??
Poço 13	R. Vieira	780030/9836625	-	12m	0,80m	??
Poço 14	Cosanpa	782769/9841026	Pentagono	60m	??	??
Poço 15	Ed. Gioconda	780880/9839600	J. Solo	36m	??	14m
Poço 16	H. das Clínicas	782440/9842558	GEOSER	98,00	??	3m
Poço 17	Cosanpa	788365/9848500	COSANPA	200,00	??	17m
Poço 18	Col. A. Meira	781650/9839830	DAE/ Pará	35,5	3,1	12m
Poço 19	Ed. Florença	779325/9840375	PETEM	37,00	2,5	9m
Poço 20	Cosanpa	782500/9841600	COSANPA	29,00	8,7	6m
Poço 21	Cosanpa	784302/9838918	-	297,00		
Poço 22	Ufra	784368/9838781	-	??	??	??
Poço 23	Embrapa	784090/9841143	-	81,00	??	??

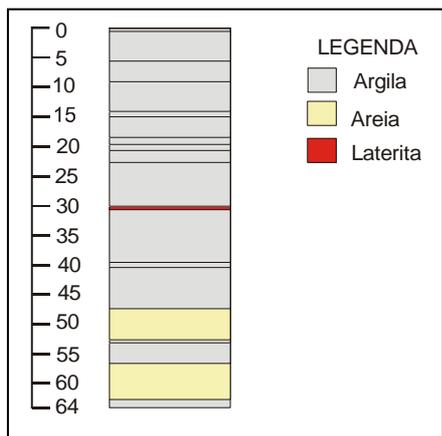


Figura 2 – Perfil litológico do poço 01.

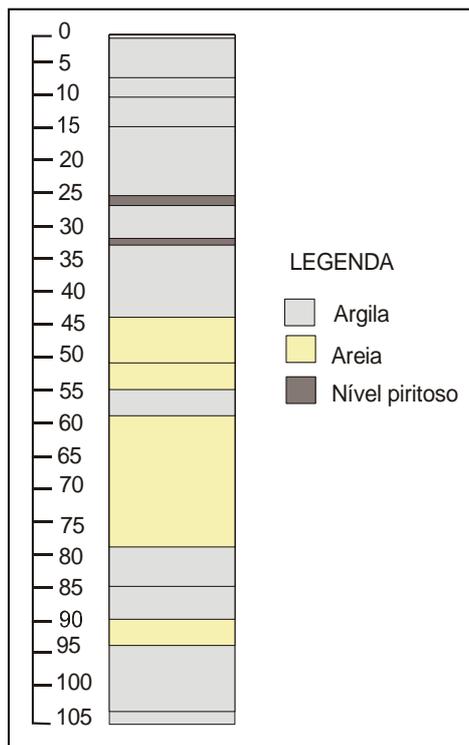


Figura 03– Perfil litológico do poço 04.

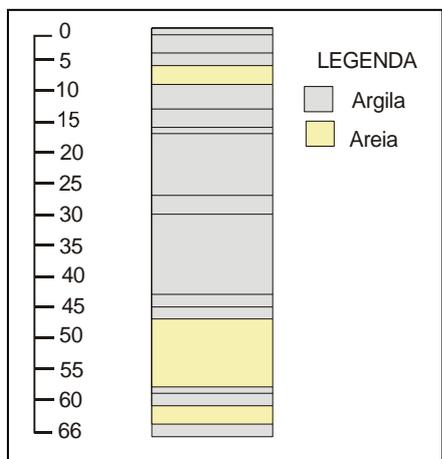


Figura 4 – Perfil litológico do poço 02.

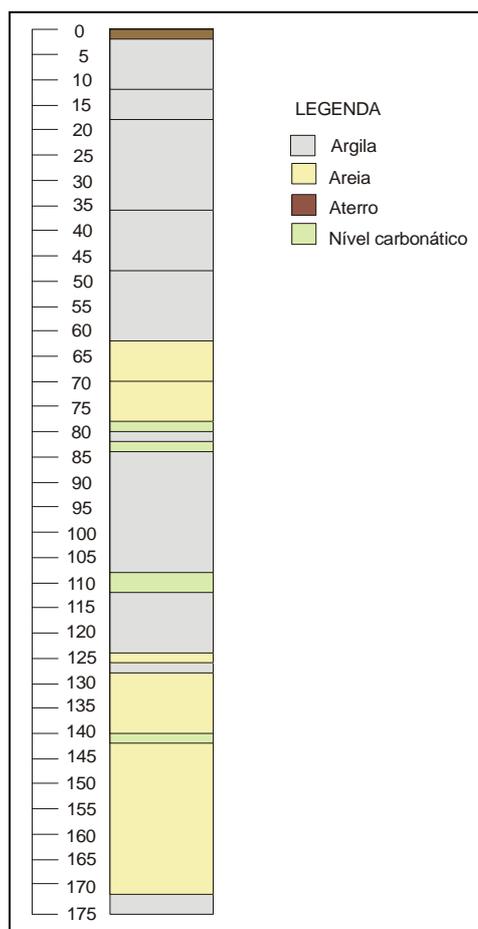


Figura 06 – Perfil litológico do poço 09.

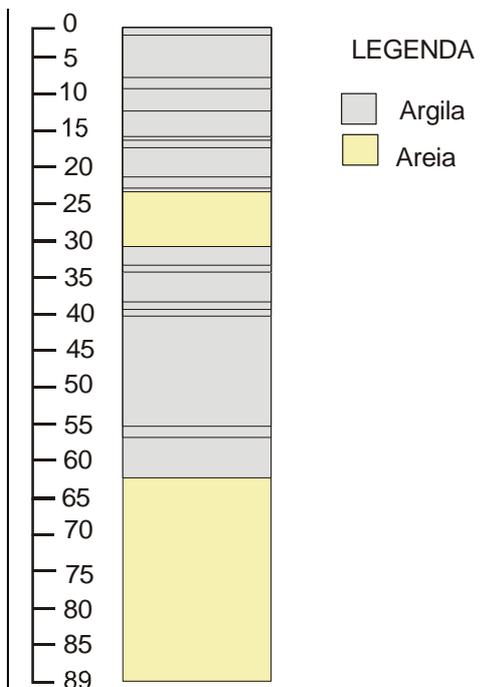


Figura 05 – Perfil litológico do poço 03.

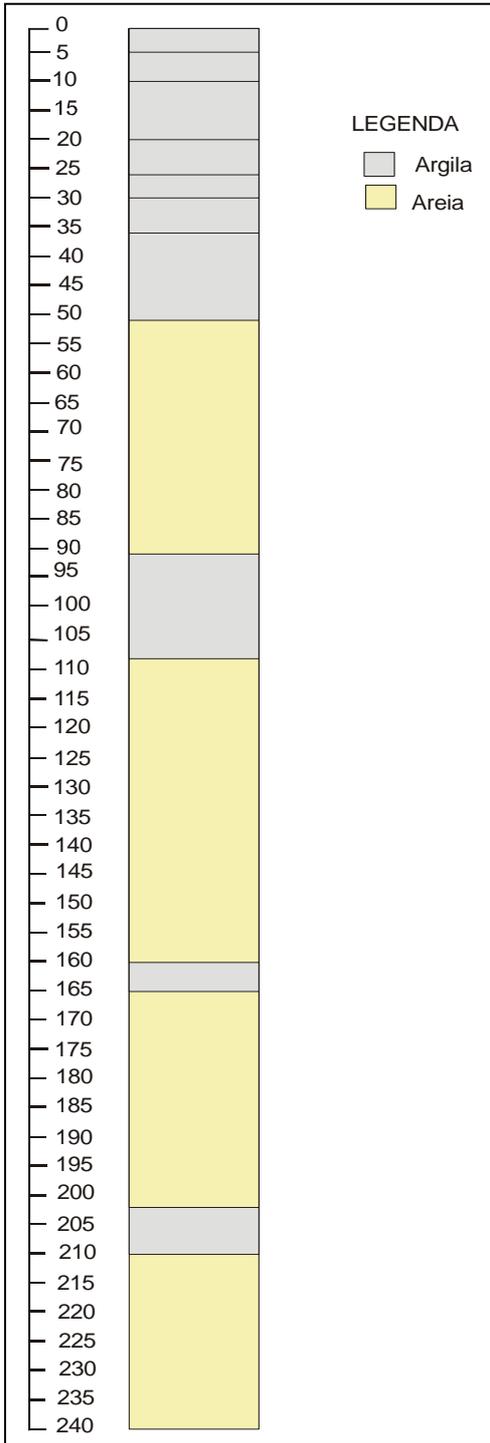


Figura 07– Perfil litológico do poço 05.

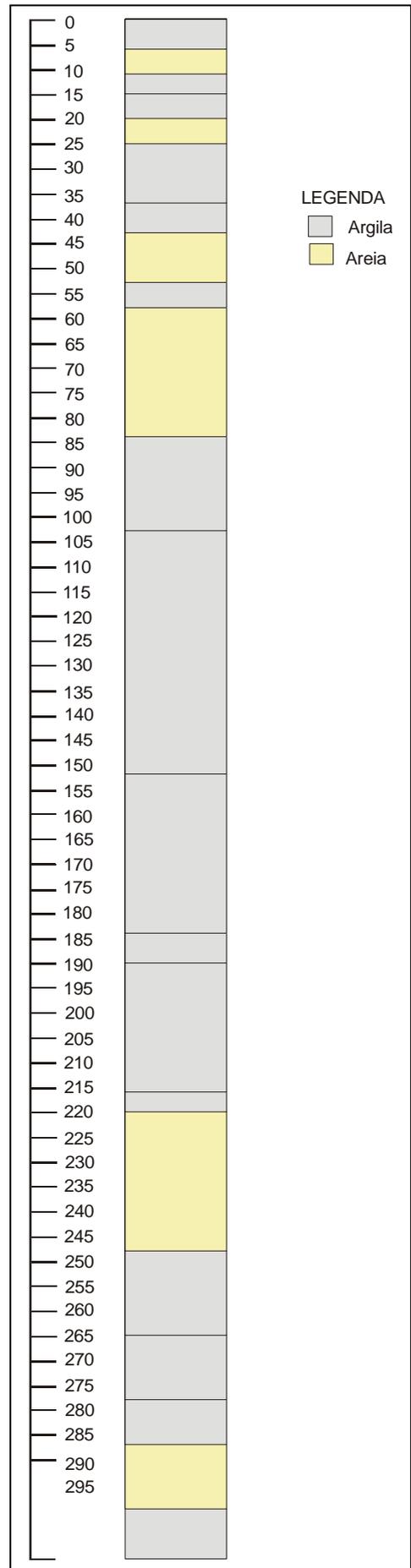


Figura 08– Perfil litológico do poço 06.

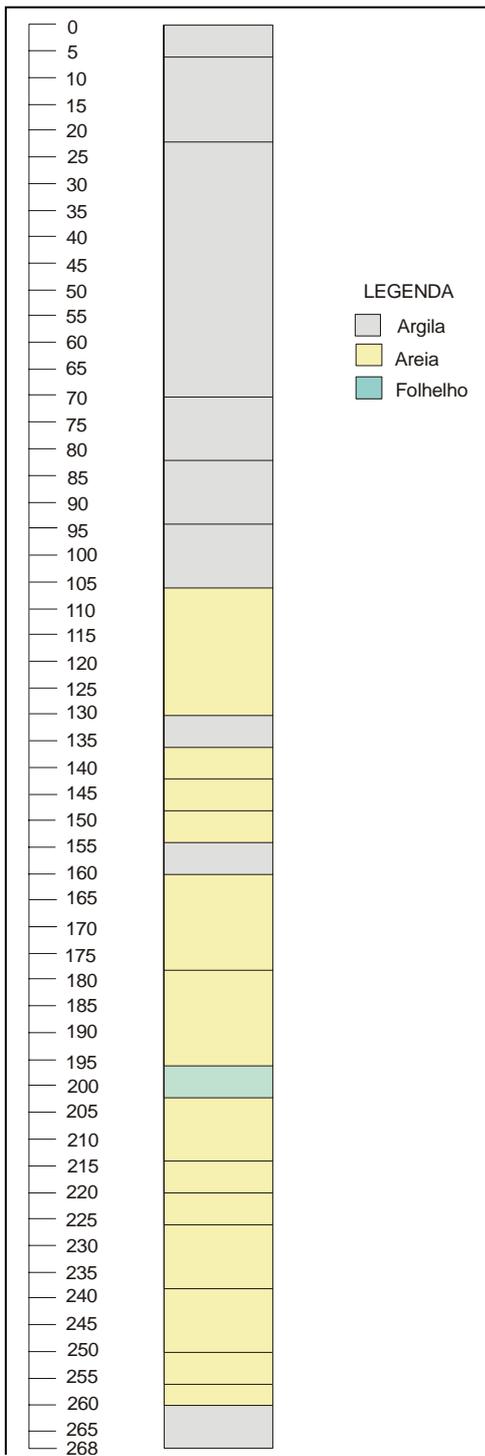


Figura 09– Perfil litológico do poço 07.

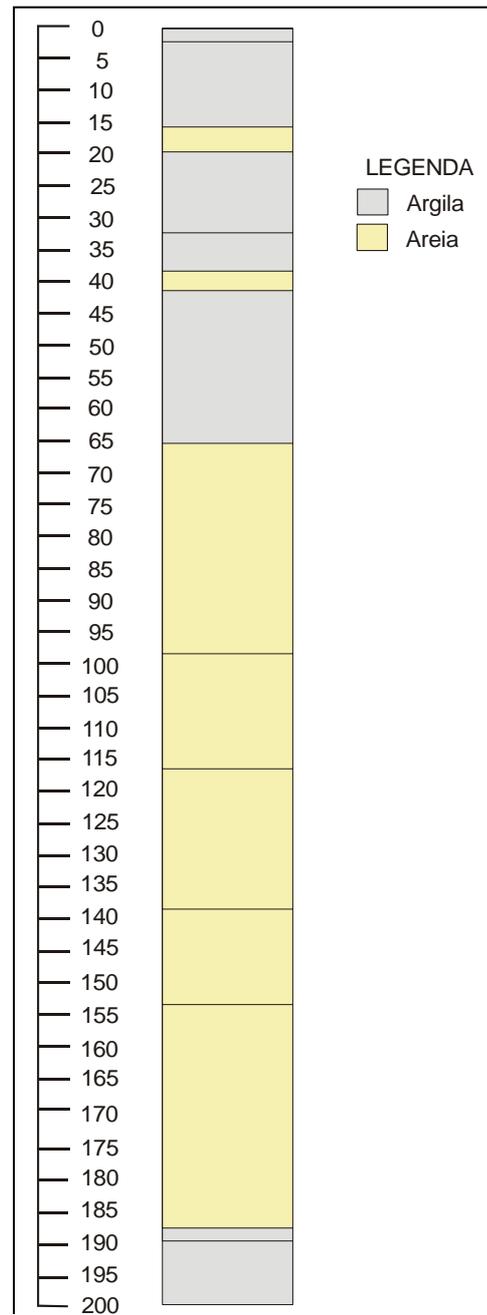


Figura 10– Perfil litológico do poço 19.

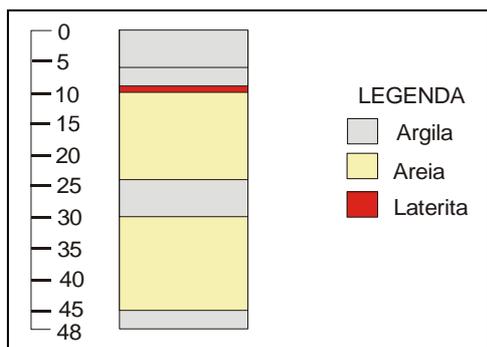


Figura 11– Perfil litológico do poço 11.

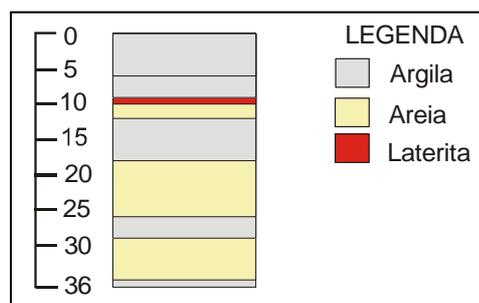


Figura 12– Perfil litológico do poço 10.

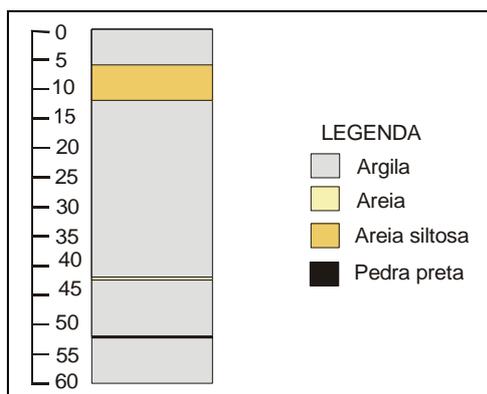


Figura 13– Perfil litológico do poço 13.

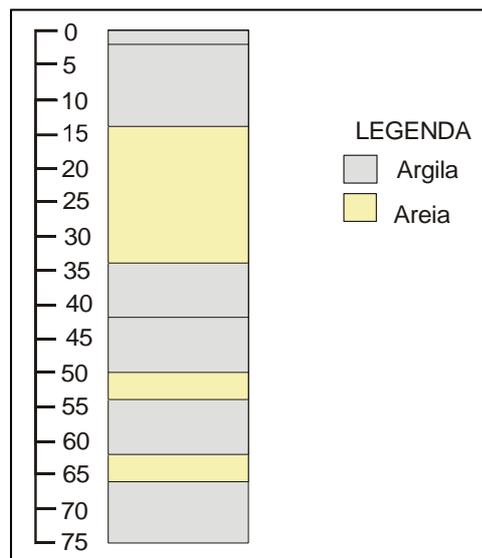


Figura 14– Perfil litológico do poço 17.

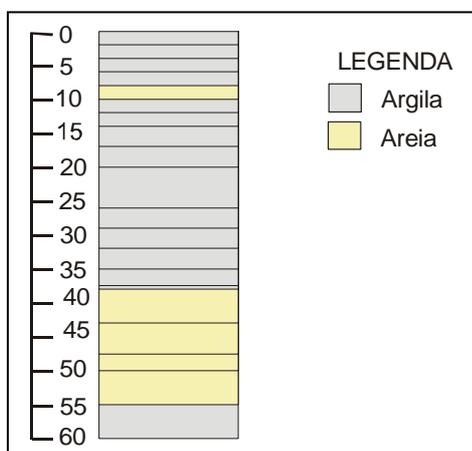


Figura 15– Perfil litológico do poço 16.

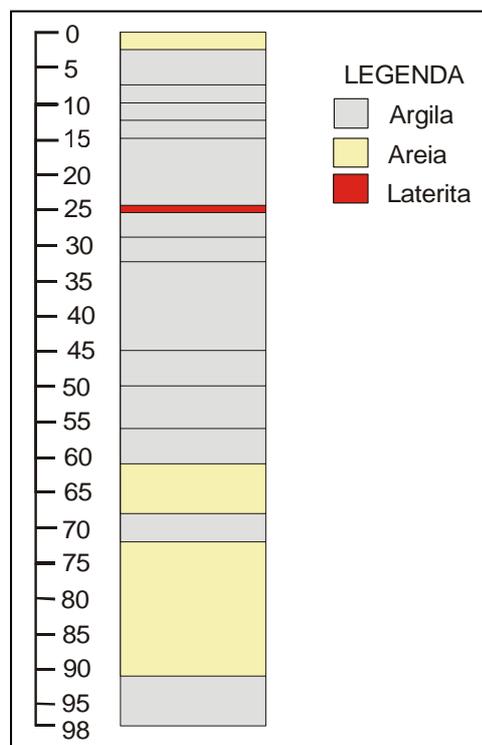


Figura 16– Perfil litológico do poço 18.

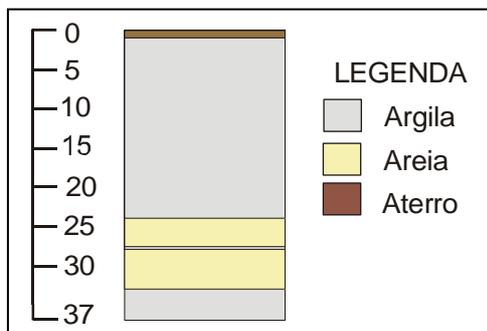


Figura 17 – Perfil litológico do poço 21.

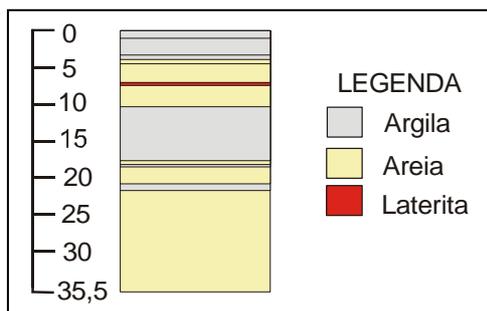


Figura 18 – Perfil litológico do poço 20.

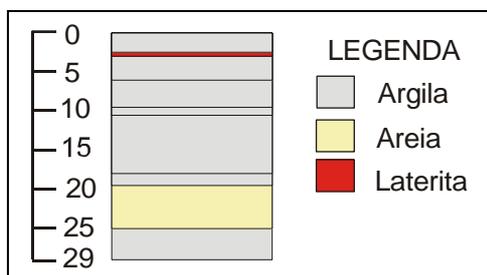


Figura 19 – Perfil litológico do poço 22.

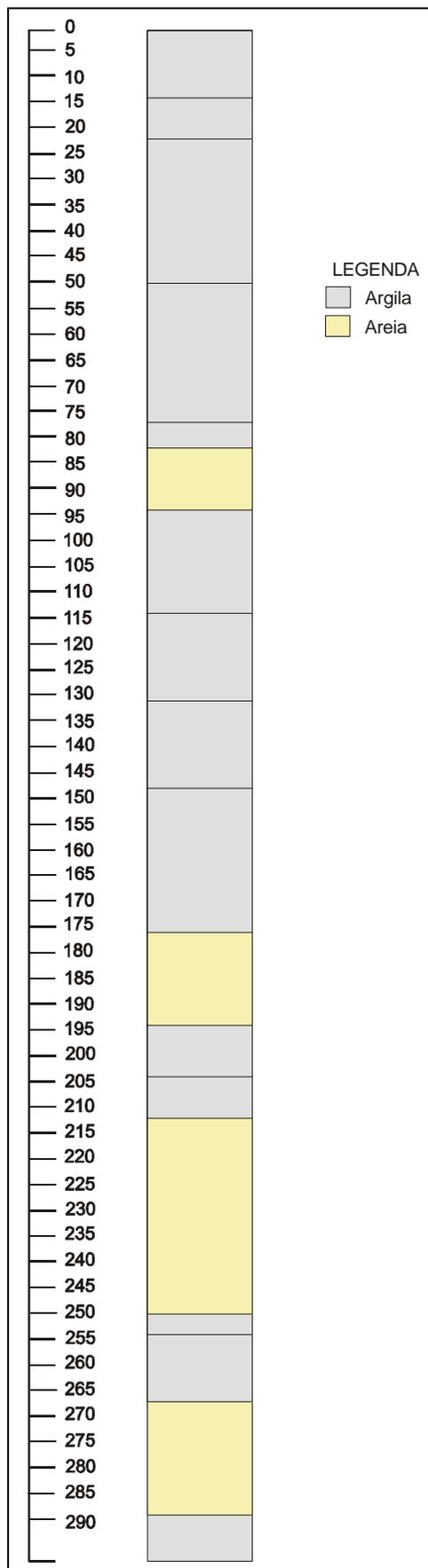


Figura 20– Perfil litológico do poço 23.

Foram identificadas três unidades aquíferas na área, as quais apresentam comportamentos diferentes quanto aos aspectos de espessura, profundidade, continuidade lateral e vazão.

A Unidade Aquífera Inferior, identificada abaixo de 100 metros de profundidade, pode ser observados em seis dos poços estudados. Seus intervalos de profundidade variam entre 106 a 288m, para diferentes poços, caracterizando a grande variação dessa unidade na área estudada.

Esta é a unidade mais indicada para consumo, pois além de encontrar-se mais protegida dos agentes poluidores, é capaz de abastecer uma demanda muito grande da população dos bairros da área de estudo. Abaixo se especifica os intervalos nos poços individuais:

- No poço 05 os intervalos de profundidade deste aquífero são 108 a 160m; 165 a 202m; 210 a 240m;
- No poço 06 os intervalos são 152 a 184m; 190 a 216m; 220 a 248m; 265 a 278m; 287 a 295m;
- No poço 07 os intervalos de profundidade deste aquífero são 106 a 130m; 136 a 142m; 142 a 148m; 148 a 154m; 154 a 160m; 160 a 178m; 178 a 196m; 202 a 214m; 214 a 220m; 220 a 226m; 226 a 238m; 238 a 250m; 250 a 256m; 256 a 260m;
- No poço 09 os intervalos são 124 a 126m; 128 a 140m; 143 a 172m;
- No poço 19 os intervalos observados são 98 a 117m; 117 a 139m; 139 a 154m; 154 a 187m;
- No poço 23 os intervalos são de 177 a 195m; 213 a 252m; 268 a 288m.

A Unidade Aquífera Intermediária foi identificada em profundidades entre 20 e 100 metros e pode ser observada em sete entre os poços estudados. Especificamente aparece nos seguintes poços:

- No poço 01 os intervalos desses aquíferos são de 47,3 a 52,5m e de 56,5 a 62,6m;
- No poço 02 estes intervalos são de 47 a 58m e de 61 a 64m;
- No poço 03 estes intervalos são de 23,35 a 29,85m e de 61,35 a 89m;
- No poço 04 os intervalos são de 43 a 50m; 50 a 54m; 58 a 78m; 89 a 93m;
- No poço 10 os intervalos são de 10 a 24m; 30 a 45m;
- No poço 11 os intervalos são de 15 a 34m; 51 a 54m; 63 a 66m;
- No poço 16 estes intervalos são de 38 a 39m; 39 a 44m; 44 a 48m; 48 a 50m; 50 a 55m;
- No poço 17 os intervalos são de 19 a 26m; 30 a 35m;
- No poço 18 os intervalos desta unidade são de 61 a 68m; 72 a 91m;
- No poço 20 esses intervalos são 19 a 21m; 22,5 a 35 m;

➤ No poço 22 o intervalo é de 20 a 25 metros.

Nesta unidade aquífera é onde está localizada a maioria dos filtros dos poços tubulares estudados, o que indica uma preferência das empresas perfuradoras de poços por esta unidade, já que o custo das obras de captação não é tão alto em relação as necessidade da demanda.

A Unidade Aquífera Superior situa-se desde a superfície até profundidades máximas de 20 metros e está caracterizada nos poços 14 e 15, sendo que o intervalo de profundidade varia de 0 a 12 metros.

Com base nas informações litológicas adquiridas à partir dos perfis de poços descritos, elaborou-se uma seção litológica composta para parte da área estudada.(Fig. 21)

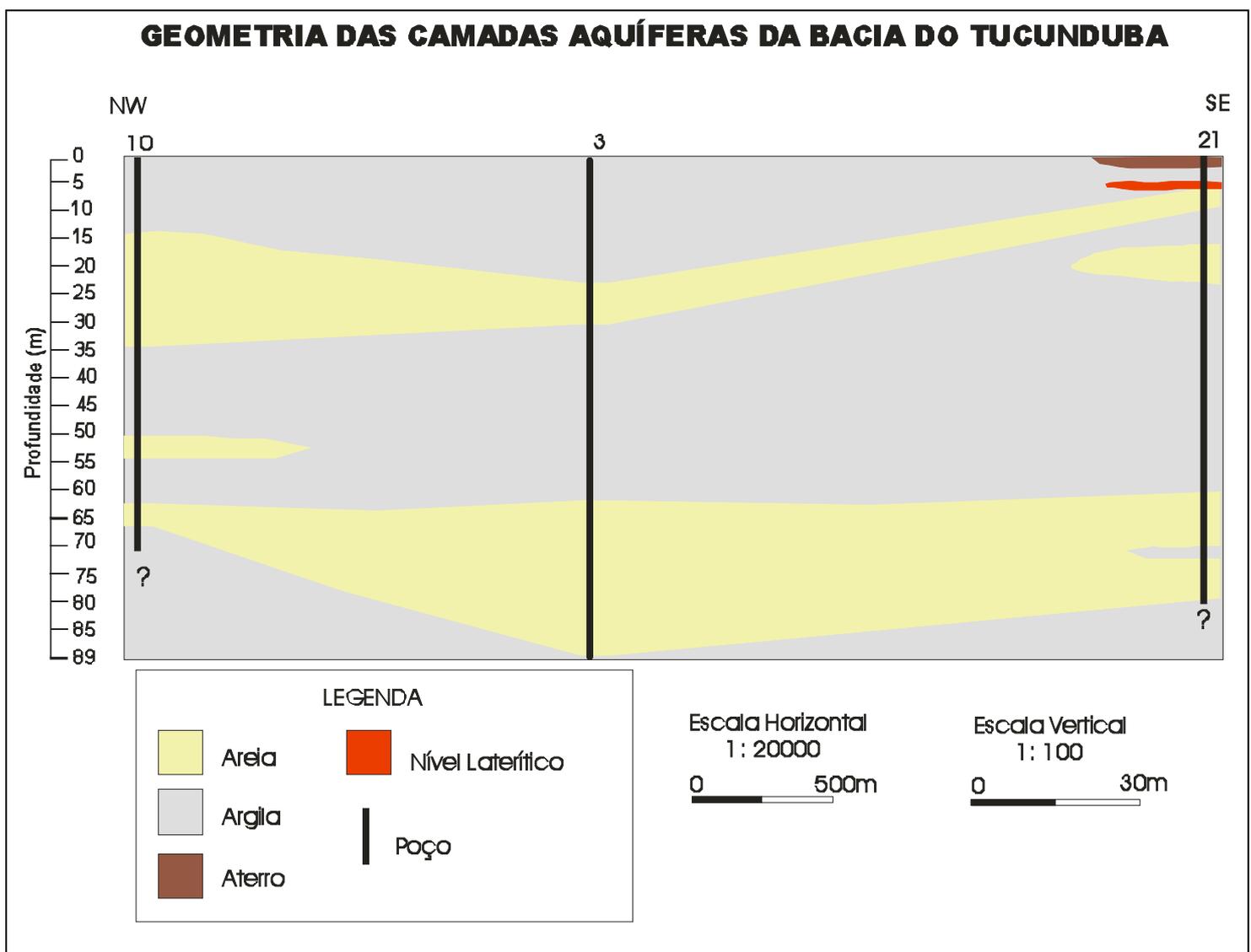


Figura 21 – Seção litológica composta mostrando o comportamento geométrico das três unidades aquíferas identificadas para a área estudada.

CONCLUSÕES

Com base no desenvolvimento deste estudo algumas conclusões podem ser esboçadas:

- ❖ A área da bacia do Tucunduba é ocupada por uma população de baixo poder aquisitivo, que sente falta das mínimas condições de saneamento básico;
- ❖ A ocupação se deu de forma desordenada e descontrolada, causando fortes influências no meio ambiente, em geral, e na população, de forma específica;
- ❖ É marcante a falta de uma política de desenvolvimento sustentável por parte do poder público competente;
- ❖ Preliminarmente podem ser identificadas três unidades aquíferas na área de estudo, aqui denominadas de Inferior, com profundidades abaixo de 100m, Intermediária, com profundidades mínima de 20m e máxima de 80m e Superior com profundidades abaixo de 20m;
- ❖ As interpretações geométricas das unidades aquíferas aqui feitas permitirão, na continuação dessa pesquisa, a elaboração de uma proposta de abastecimento público para a população envolvida, tomando por base as águas subterrâneas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] **AGUIAR, S. A., 2000**, Degradação Sócio-Ambiental: Um estudo sobre a população residente na proximidade da foz do igarapé Tucunduba (Belém – Pará) , UFPA, Monografia de Curso de Especialização.
- [2] **ALMEIDA, F. M. de, 2003**. Estudo Comparativo da Qualidade da Água Subterrânea das Bacias do Tucunduba e Paracuri – Belém/PA, UFPA. Bolsa de Iniciação Científica- PIBIC/CNPq .
- [3] **COSTA, F.R. 2002**, Utilização de SIG (Sistema de Informações Geográficas) na Caracterização Física da Bacia do Tucunduba, como base para o Desenvolvimento Sustentável. Trabalho de Conclusão de Curso. UFPA. Belém,96p.

- [4] **FIGUEIREDO, A. B. de; MATTA, M. A. da S.; ALMEIDA, F. M. de; DIAS, E. R. F.; COSTA, F. R. da.** Fundamentos Básicos para Exploração de Água Subterrânea na Bacia doTucunduba, Belém-PARÁ. In: XII CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS,2002, Irianópolis. Anais em CD-Rom. São Paulo: ABAS, 2002. v. 01.
- [5] **MATTA, M. A. da S. 2002,** Fundamentos Hidrogeológicos para a Gestão Integrada dos Recursos Hídricos da Região de Belém/Ananindeua – Pará, Brasil. Belém, Universidade Federal do Pará. Centro de Geociências. 292p. (Tese de Doutorado).