

# GEOMETRIA DOS SISTEMAS AQUIFEROS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO PARACURI - BELÉM/PA, COMO BASE PARA UMA PROPOSTA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA

Milton Antonio da Silva Matta<sup>1</sup>; Fabíola Magalhães de Almeida<sup>1</sup>; Erika Regina França Dias<sup>1</sup>; Iris Celeste Nascimento Bandeira<sup>1</sup> & Andrei Batista de Figueiredo<sup>1</sup>

**Resumo** - As unidades aquíferas ocorrentes na área da bacia do Paracuri Belém-PA tiveram sua geometria caracterizada, como parte das atividades de projeto de pesquisa desenvolvido pela UFPA e financiado pelo Governo do Estado do Pará. A pesquisa foi baseada em coleta de informações técnicas, em órgãos públicos e privados, os quais disponibilizaram informações sobre os relatórios com dados litológicos e parâmetros hidrogeológicos de poços construídos na área em questão. Foram construídos tabelas, perfis e seções compostas com os dados obtidos. Os resultados da análise permitiram a caracterização geométrica de três unidades aquíferas. Estas foram classificadas como Aquífero Inferior, Aquífero Intermediário e Superior, a partir de uma correlação entre as unidades aquíferas classificadas com as unidades geológicas de ocorrência na RMB e adjacências. Ficou evidente a importância hidrogeológica do Aquífero Pirabas, devido a maior continuidade lateral mostrada por suas camadas de areias e melhor qualidade da água, com menor teor de ferro, resultante de ambiente deposicional mais livres de oxidação.

**Abstract** – The aquifer units of the Paracuri basin area have been studied in terms of their geometric properties as part of a research project financed by the State of Para Government and carried out by Federal University of Para researchers. The work was based upon geological data and hydrogeological parameters supplied by private and public water companies. Tables, cross sections and composed cross sections have been built in order to investigate the geometrical properties of the aquifer systems. Three aquifer units have been identified in the Paracuri basin area. They have been named Lower Aquifer, Intermediate Aquifer, and Upper Aquifer. These aquifer units are very much correlated to the ones identified to the entire Belém Metropolitan region. It is notable the hydro geological importance of the Pirabas Aquifer System to the region underwater supply. It shows better drinking properties, including lesser Fe amounts.

---

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

**Palavras-Chave** - Geometria de Aquíferos; Bacia do Paracuri.

## **INTRODUÇÃO**

Este trabalho mostra os resultados alcançados com o desenvolvimento do plano de trabalho “Caracterização da Geometria dos Sistemas Aquíferos da Bacia do Paracuri - Belém-PA”, desenvolvido no período de 2003 a 2004, referente à parte das atividades de uma Bolsa de Iniciação Científica (CNPq/PIBIC/UFPA). Esta atividade fez parte dos objetivos do projeto “Fundamentos Hidrogeológicos para a Gestão dos Recursos Hídricos Subterrâneos da Região de Belém, Ananindeua e Barcarena– Pará- Brasil”, financiado pelo Governo do Estado do Pará, através do Convênio SECTAM/FUNTEC/UFPA/FADESP.

O objetivo principal deste trabalho é a caracterização geométrica das camadas aquíferas existentes na região da bacia do Paracuri, localizada no Distrito Administrativo de Icoaraci (DAICO), Região Metropolitana de Belém (RMB), tendo em vista o estabelecimento de uma proposta de abastecimento de água, através dos mananciais subterrâneos.

## **LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

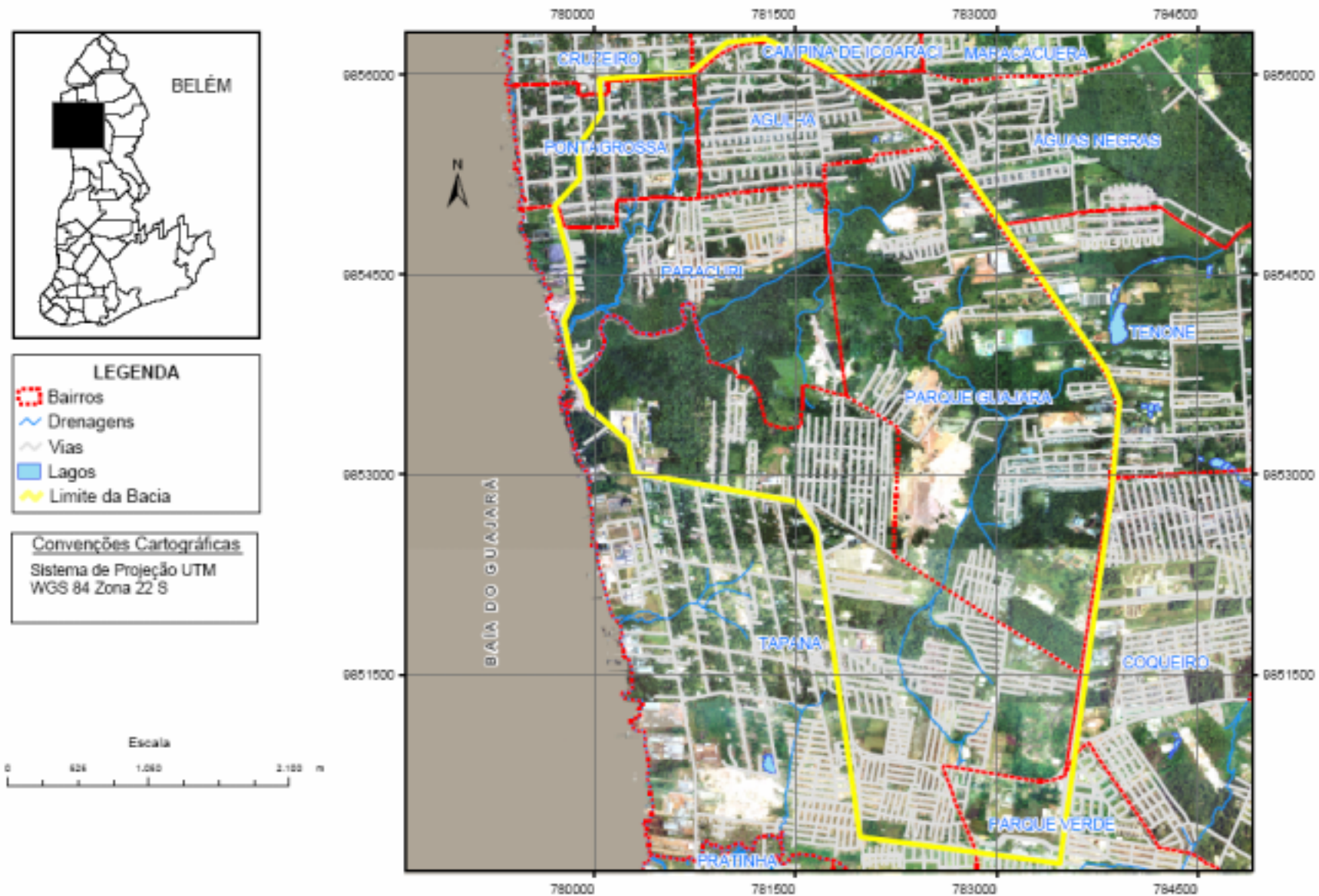
A bacia hidrográfica do Paracuri (área específica de estudo) corresponde a uma área de 14,60 km<sup>2</sup> de extensão, sendo 1,02 Km<sup>2</sup> (6,99%) de área alagável e 13,58 Km<sup>2</sup> (93,01) de área não alagável.

A bacia é formada pelos bairros do Paracuri, Parque Guajará, Agulha e parte dos bairros do Parque Verde, Tapanã, e Ponta Grossa; e pelos igarapés Paracurí e Livramento, que se constituem num dos principais meios de transporte, fonte de alimentação e renda para a população do bairro Paracurí e do DAICO como um todo.

Esta bacia sofre influência da baía do Guajará, sendo considerada uma das maiores bacias do município de Belém, possuindo uma população estimada de 200.000 habitantes e sendo constituída de canais naturais que perfazem um total de 13.860 m de extensão. (Fig. 01)

## **METODOLOGIA**

A seqüência metodológica adotada para a realização deste estudo pode ser entendida através da descrição das seguintes atividades: 1 - Pesquisa bibliográfica; 2 - Coleta de informações técnicas em empresas do setor público e privado atuantes na área objeto do estudo; 3 - Tratamento e sistematização das informações adquiridas, incluindo análise de confiabilidade e unificação de linguagem e nomenclaturas; 4- Tratamento dos dados utilizando programas computacionais; 5- Interpretação dos resultados e estabelecimento das principais conclusões.



**Figura 01** - Mapa de Localização da Bacia hidrográfica do Paracuri (Modificado de CODEM, 2004)

Com os resultados obtidos do laboratório construíram-se mapas, tabelas, perfis litológicos para cada um dos poços, além de uma seção composta envolvendo alguns dos poços estrategicamente distribuídos na área. Todo o resultado obtido sobre o material coletado foi interpretado dentro da busca de: i) consistência dos dados dos relatórios obtidos; ii) comportamento das camadas aquíferas, com base nos perfis construídos; iii) classificação das unidades aquíferas e correlação com as unidades geológicas regionais; iv) caracterização das unidades e indicação daquelas com melhores características para consumo humano e industrial.

## **A BACIA DO PARACURI**

Belém do Pará, como todas as grandes metrópoles do país, teve seu espaço urbano ampliado de forma desordenada e descontrolada, tendo a cidade incorporado novas áreas. Essas novas áreas e esse processo fizeram com que as periferias crescessem, intensificando a relação com o centro e promovendo uma discrepância entre a divisão territorial e social.

Um claro exemplo deste processo pode ser observado na forma de ocupação das várzeas por famílias de baixa renda, associada à falta de saneamento básico e degradação ambiental. A bacia hidrográfica do Paracuri pode ser citada como um arquétipo deste processo.

A nascente da bacia hidrográfica do Paracuri localiza-se na porção sudoeste do distrito do Benguí, precisamente no bairro do Tapanã, estendendo-se até as margens da baía do Guajará, tendo como limites ao norte, os bairros da Ponta Grossa e Agulha; ao sul, o bairro do Tapanã; ao leste, o bairro do Parque Guajará; e a oeste, a baía do Guajará.

Esta vasta rede hidrográfica encontra-se ameaçada hoje pelo uso e ocupação desordenada do solo urbano, principalmente nas áreas de várzea da bacia hidrográfica, sendo este reflexo direto da falta de política habitacional para Região Metropolitana de Belém, interferindo, assim, no sistema de captação e abastecimento de água dessa população, que em sua maior parte é composta por baixa renda.

O abastecimento de água no DAICO, em sua totalidade, está baseado na captação de água subterrânea (poços tubulares), serviço realizado atualmente pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Belém (SAAEB), autarquia da Prefeitura Municipal de Belém, criada pela Fundação Nacional de Saúde (FNS) em 1969.

No DAICO, a população atendida com abastecimento de água pelo SAAEB, corresponde a 67.690 habitantes. A maioria das precariedades e mesmo a inexistência do abastecimento de água ocorrem nas áreas de ocupação do Distrito, que comportam aglomerados populacionais relevantes em termos quantitativos, os quais não foram levantados em sua totalidade pelo IBGE no censo de 1996.

Devido ao ineficaz, ou mesmo inexistente, abastecimento público de água, os conjuntos habitacionais e condomínios suprem-se com as águas provindas de poços tubulares rasos, que

reduzem, em parte, esta deficiência. Em muitos conjuntos onde existem poços comunitários, a captação está abandonada devido à quantidade de ferro excessiva, por falta de bomba ou por motivos outros, obrigando as pessoas mais aquinhoadas a procurarem os perfuradores locais para construir os seus próprios poços.

Esta situação tende a piorar pois, com o passar do tempo, a água subterrânea torna-se possível de ser contaminada pelas fossas, construídas em terrenos pequenos, próximos a poços de captação e de aquíferos livres. Levando-se em conta, ainda, a condição geológica do solo e principalmente, onde a permeabilidade for alta, haverá maior possibilidade de contaminação da água captada dos poços rasos.

Uma outra situação a ser examinada é a dos poços escavados (“poços amazonas”) que são utilizados pela população de renda mais baixa e sujeitas às mesmas condições daquelas que utilizam poços tubulares rasos, pois como são poços abertos podem ser facilmente contaminados.

Portanto, o abastecimento de água é um dos mais cruciantes e graves problemas do Distrito, sendo necessário medidas mitigadoras, por parte do gestor municipal, a fim de minimizar esse lastimável quadro. Nestas circunstâncias, uma alternativa para a situação é a utilização de água subterrânea, armazenada nos sistemas aquíferos mais profundos, com profundidades de algumas centenas de metros.

## **CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS HIDROGEOLÓGICOS**

Os sistemas hidrogeológicos da região de Belém e Ananindeua incluem aquícludes, aquítardes e aquíferos, pertencentes às unidades estratigráficas Pirabas, Barreiras e Cobertura Quaternária. Esses sistemas estão razoavelmente estudados até uma profundidade em torno de 280m. A partir daí, as características hidrodinâmicas e as espessuras das camadas de sedimentos não são conhecidas (Matta, 2002).

Segundo Matta (2002), esse sistema mostra uma complexidade geométrica de suas unidades aquíferas, com espessuras saturadas de até 30 metros, interaleitadas com camadas impermeáveis de espessura equivalentes, as quais parecem não apresentar comunicações hidráulicas. Aquíferos confinados aparecem a partir dos 25 metros.

De acordo com Matta (2002), os pacotes sedimentares que acumulam água subterrânea na região de Belém e Ananindeua são formadores de cinco conjuntos aquíferos principais, denominados de: Aluviões; Pós-Barreiras; Barreiras; Pirabas Superior e Pirabas Inferior.

Aluviões: As aluviões constituem um domínio permoporoso que, apesar de suas boas capacidades armazenadoras, não possuem expressão significativa na área de Belém, em função de suas espessuras inferiores a 10m. Trata-se de aquíferos livres cuja recarga se dá diretamente através

das precipitações pluviométricas. As descargas se dão através dos rios, fontes, evapotranspiração e poços. Suas vazões estão na ordem de 10 m<sup>3</sup>/h.

Pós-Barreiras: É constituída por níveis argilo-arenosos, inconsolidados, existentes desde a superfície até cerca de 25 metros sendo, por vezes, recoberta por alúvios e colúvios.

O potencial hidrogeológico desse aquífero é fraco, como atestam as vazões dos poços, normalmente abaixo de 5 m<sup>3</sup>/h. Entretanto, na maioria das vezes, apresenta água de boa qualidade para consumo humano, podendo, em alguns casos, não ser potável devido ao teor excessivo de ferro, precisando de tratamento para ser consumida.

Esses aquíferos são, em geral, de natureza livre, ou semi-confinado, localmente. A carga se verifica diretamente através das precipitações pluviométricas.

Apresentam, também, alta vulnerabilidade junto às principais fontes pontuais de contaminação das águas subterrâneas, principalmente em função de sua profundidade quase sempre inferior a 25 m, colocando-se nas zonas de interação com fossas sépticas, postos de combustíveis, cemitérios, etc.

Barreiras: Esta unidade aquífera é a mais conhecida e explorada na área estudada e corresponde aos sedimentos do Grupo Barreiras, cujas expressões litológicas são bastante heterogêneas. Estão aí incluídos desde argilitos até arenitos grosseiros com níveis conglomeráticos. Aparecem ainda níveis lateríticos e argilosos caulinizados.

A unidade Barreira aparece em profundidade de 25 a 90 metros. São camadas aquíferas de espessuras em torno de 70 m e vazões entre 10 a 70 m<sup>3</sup>/h. Nas camadas com granulometrias de areias grossa a cascalhos, têm sido mencionadas vazões de até 80 m<sup>3</sup>/h.

Um dos principais problemas para a captação de água dessa unidade aquífera tem sido o seu teor de ferro, freqüentemente com valores acima de 0,3 mg/L, fora do padrão recomendado pelo Ministério da Saúde.

São aquíferos de natureza semi-livre a semi-confinada, neste caso pela presença de camadas argilosas sucessivamente intercaladas nas areias. A recarga se dá por contribuição das camadas sobrepostas ou através da precipitação pluviométrica nas áreas de afloramento dessa unidade.

Pirabas Superior: Essa unidade é composta pelos sedimentos marinhos, fossilíferos, da Formação Pirabas. Comparecem camadas de argilas calcíferas de cor cinza-esverdeada e leitos de calcário duro, de coloração cinza esbranquiçada, que se alternam sucessivamente com camadas de arenito calcífero, siltitos e areias.

Os níveis aquíferos dessa unidade aparecem no intervalo de 70-180 metros e são do tipo confinado. Os intervalos de profundidade das camadas aquíferas variam muito dentro da área de Belém e adjacências.

As camadas aquíferas têm boas espessuras, geralmente em torno de 80 m, e melhores continuidades laterais que a unidade Barreiras. O potencial desse aquífero é expresso por vazões da ordem de 100 a 200 m<sup>3</sup>/h, principalmente associados aos arenitos mais grosseiros.

Pirabas Inferior: Essa unidade é composta, predominantemente, de camadas repetitivas de arenitos de cor cinza-esbranquiçada, granulação fina a conglomerática, com intercalações mais espessa de argilas e siltitos avermelhados, ocorrendo nos intervalos de 180-193 m, 197-211 m, 229-240 m e 251-259 m.

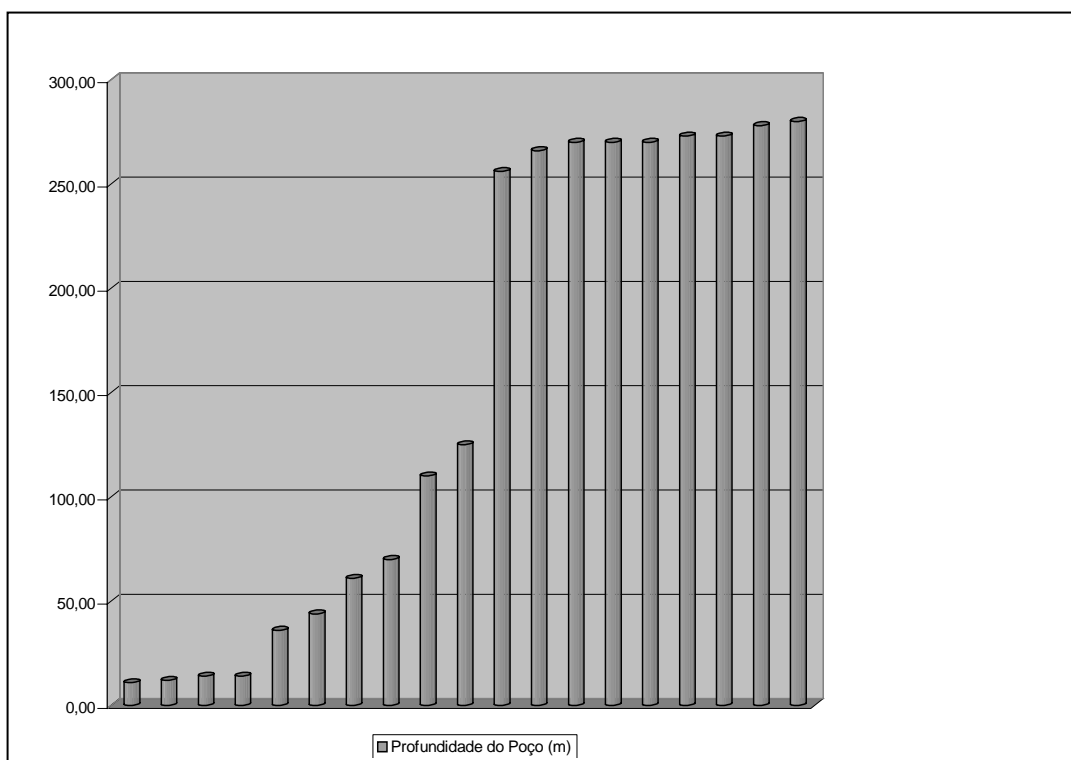
Este sistema aquífero tem sido pouco detectado na região de Belém e Ananindeua, principalmente devido às grandes profundidades, o que acarreta em altos custos das obras de captação. Isto restringe sobremaneira a utilização das águas dessa unidade na área.

São excelentes aquíferos, com vazões da ordem de até 600 m<sup>3</sup>/h e boa potabilidade, pois os teores de ferro são baixíssimos ou mesmo ausentes na maioria das vezes.

## **ANÁLISE DAGEOMETRIA DAS UNIDADES AQUIFERAS**

Dentro do cadastro de poços tubulares construídos para área da Bacia do Paracuri (Tabela 01), foram selecionados 19 (dezenove) poços para serem analisados quanto aos aspectos geométricos das camadas aquíferas. Desses poços tubulares, 11 (onze) são considerados profundos, apresentando profundidades superiores a 100m; e 8 (oito) são considerados poços rasos, com profundidades inferiores a 80m (Fig 02).

Foram elaborados perfis litológicos para cada um dos poços (Figs. 04 a 15), sendo que os perfis dos poços 1, 2, 3 e 4 (Fig. 04) foram elaborados na escala de 1:100 em função de suas profundidades relativamente baixas, enquanto que os perfis dos poços restantes foram elaborados na escala de 1:1000. Com esses poços também foi construída uma seção composta (Fig.03).



**Figura 02** – Distribuição das profundidades dos poços tubulares da região de Icoaraci

Foi possível identificar três unidades aquíferas na área, comportando-se diferentemente quanto aos aspectos de espessura, profundidade, continuidade lateral e vazão.

❖ O aquífero Inferior, identificado abaixo de 100 metros de profundidades, pode ser observado em 07 (sete) dos poços analisados. Seus intervalos aquíferos identificados variam entre os limites de 100m até 280m.

Esta unidade aquífera é onde está localizada a maioria dos filtros dos poços tubulares estudados. Ela possui vazões elevadas, que variam de 147 a 167m<sup>3</sup>/h e encontra-se mais protegida dos agentes poluidores, por isso é excelente para consumo, sendo capaz de abastecer uma demanda muito grande da população dos bairros da área de estudo.

❖ O aquífero Intermediário, identificado em profundidades entre 20 e 100 metros, pode ser observado em 09 (nove) dos poços estudados.

O aquífero desta unidade oferece vazão da ordem de 10 a 12m<sup>3</sup>/h, suficiente para abastecimento doméstico de condomínios e de residências na área estudada.



**Tabela 01** – Poços cadastrados para este estudo no Distrito de Icoaraci

Número do Poço	Tipo de Poço	Localização da área	Profundidade (m)	Nível		Coordenadas	
				Estático	Dinâmico	Longitude	Latitude
01	Tubular	Rua 15 de Agosto, 1397	11	-	-	780089	9855512
02	Tubular	Rua Coronel Juvencil, 14	12	-	-	780294	9855542
03	Tubular	Tv. São Francisco, 264	14	-	-	781499	9856657
04	Tubular	Rod. do Tapanã, SN (DEJOBÉ)	14	-	-	781651	9852192
05	Tubular	Bairro do Tenoné	36	6	-	784790	9853960
06	Tubular	Unidade SESPÁ	43,9	3,7	-	781519	9856311
07	Tubular	*Conj. Bella Manoella I – Tenoné	61	7	-	785152	9853311
08	Tubular	*Estrada da Maracacuera	70	6,5	-	785644	9857596
09	Tubular	Rod. Arthur Bernardes – SOCIPE	110	-	-	780009	9853026
10	Tubular	Palácio dos Despachos	125	-	-	783654	9852239
11	Tubular	Sétima Rua – Paracuri	256	6	-	780792	9854879
12	Tubular	Conj. Eduardo Angelim	266	18,92	-	783057	9854749
13	Tubular	*Icoaraci	270	10,5	-	780832	9856269
14	Tubular	Tv. Souza Franco com Sétima Rua	270	-	-	780770	9855736
15	Tubular	Conj. Residencial Canarinho	270	-	-	783032	9852102
16	Tubular	COHAB	273	22,85	-	781795	9856529
17	Tubular	Loteamento Morada de Deus I e II	273	19	-	782848	9857379
18	Tubular	Conj. Residencial Tocantins	278	22,39	-	783222	9853127
19	Tubular	Paracuri II	280	-	-	781341	9854830

O aquífero Superior situa-se desde a superfície até profundidades máximas de 20 metros e está caracterizado em 18 (dezoito) dos poços estudados

Confeccionou-se uma seção composta, envolvendo os poços 01, 02, 03 e 04. Na seção percebe-se o comportamento da porção mais superior da unidade aquífera superior identificada na área estudada.

As duas camadas aquíferas identificadas mostram características lenticulares. A primeira ocorre numa profundidade que varia de 3,80 a 4,70 metros, sendo observada nos poços 02 e 03, apresentando espessura de 1,70 metros (poço 02) e 2,00 metros (poços 03). A segunda camada arenosa, observada nos poços 01, 02, 03 e 04, aparece em profundidades que variam de 11,00 a 14,00 metros, com espessuras de 7,80 metros (poço 03), de 6,10 metros (poço 02), de 4,00 metros (poço 01) e de 3,90 metros (poço 04). No poço 03 esta camada arenosa mostra-se mais adelgada.

Esta porção do sistema aquífero superior é a mais explotada na região de Belém e adjacências, particularmente por poços escavados. Possui vazões baixas, inferiores a 15m<sup>3</sup>/hora.

Por situar-se próximo à superfície, sendo, na maioria das vezes aquífero livre, não se recomenda sua utilização para abastecimento público em função de sua alta vulnerabilidade a contaminantes de vários tipos (cemitérios, fossas sépticas e negras, postos de serviço de combustível, etc.).

## **CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES**

Os estudos realizados sobre a área da bacia do Paracurí, apesar de ainda preliminares, permitem uma série de conclusões e recomendações, como as que se seguem:

A análise dos dados técnicos e sua interpretação permitiram a caracterização geométrica de três unidades aquíferas. Estas unidades aquíferas foram classificadas como Inferior, Intermediário e Superior, a partir de uma correlação entre as unidades aquíferas classificadas com as unidades geológicas de ocorrência na RMB e adjacências.

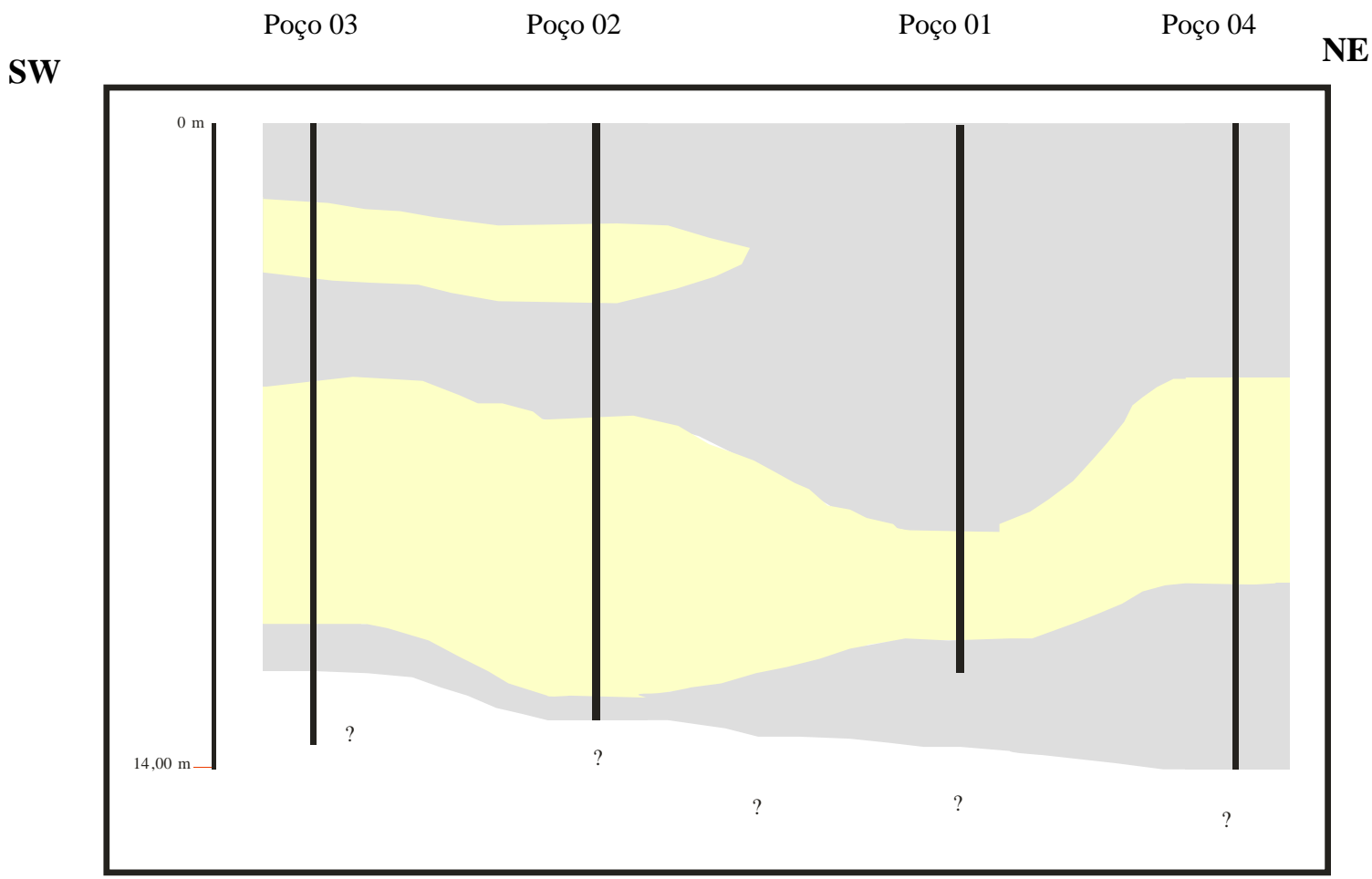
Observa-se também que o Aquífero Pirabas é muito importante hidrogeologicamente, devido a maior continuidade lateral mostrada por suas camadas de areias e melhor qualidade da água, com menor teor de ferro, resultante de ambiente deposicional mais livres de oxidação.

Os aspectos geométricos da unidade aquífera mais superior demonstram ser essa unidade a mais vulnerável a contaminações. Sua baixa profundidade de ocorrência, associada ao caráter lenticular de suas camadas produtivas não a qualificam para uso relativo a abastecimento público.

De acordo com as vazões oferecidas pelos aquíferos Inferior e Intermediário, vai ser possível estipular uma relação custo/benefício para o abastecimento de água subterrânea para os bairros pertencente a área em questão.




## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

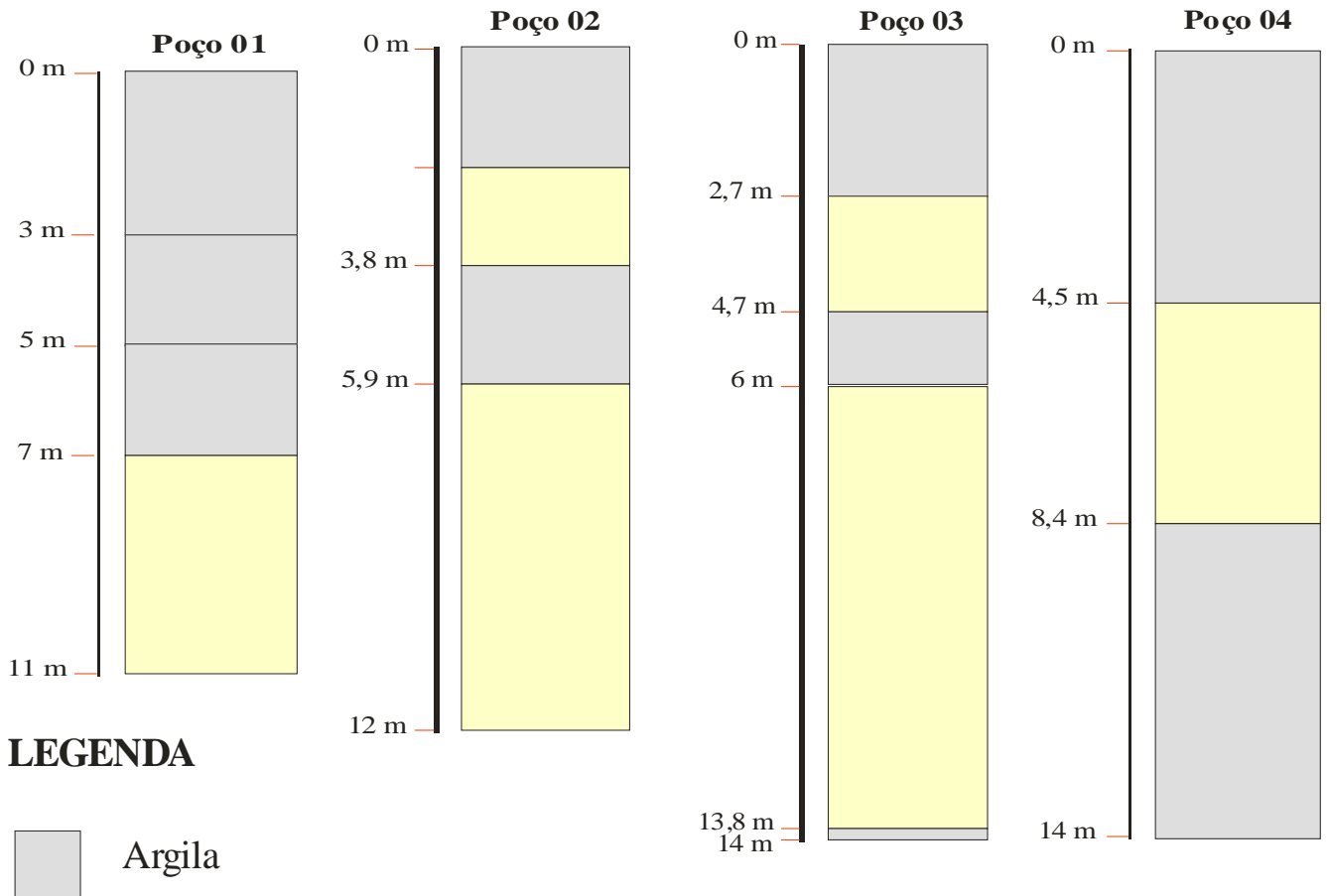
- [1] MATTA, M.A.S. 2002, Fundamentos Hidrogeológicos para a Gestão Integrada dos Recursos Hídricos da Região de Belém/Ananindeua – Pará, Brasil. Belém, Universidade Federal do Pará. Centro de Geociências. 292p. (Tese de Doutorado)



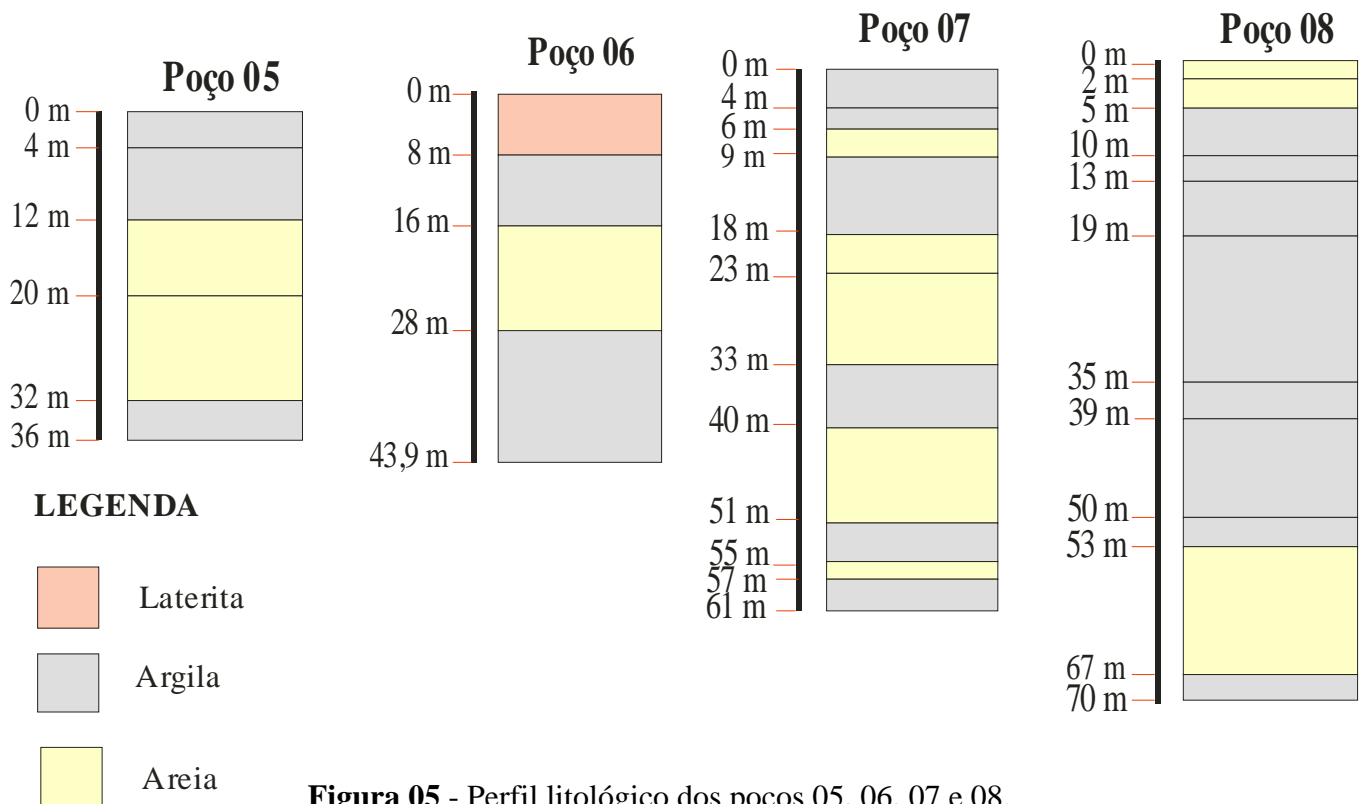
**Figura 03** - Correlação entre os poços 01, 02, 03 e 04.

### Legenda

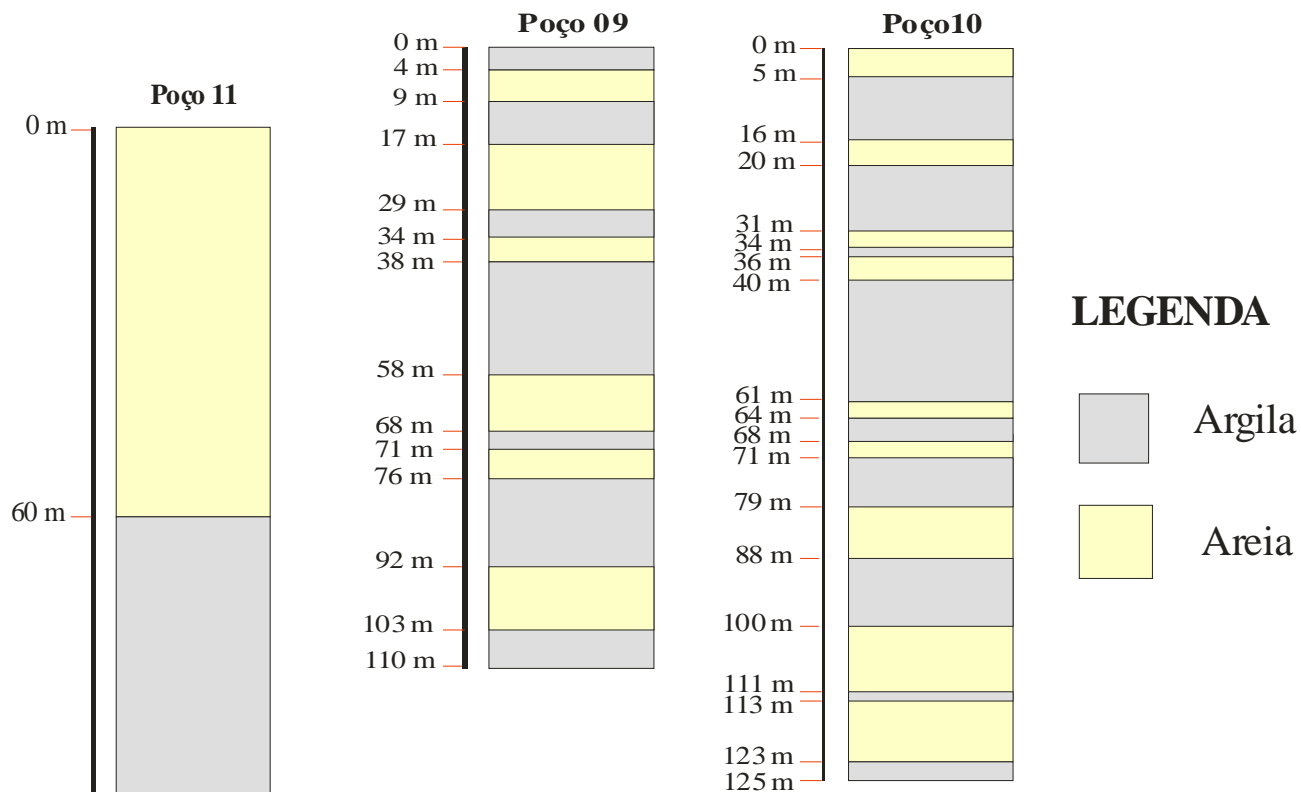
-  Poço
-  Areia
-  Argila



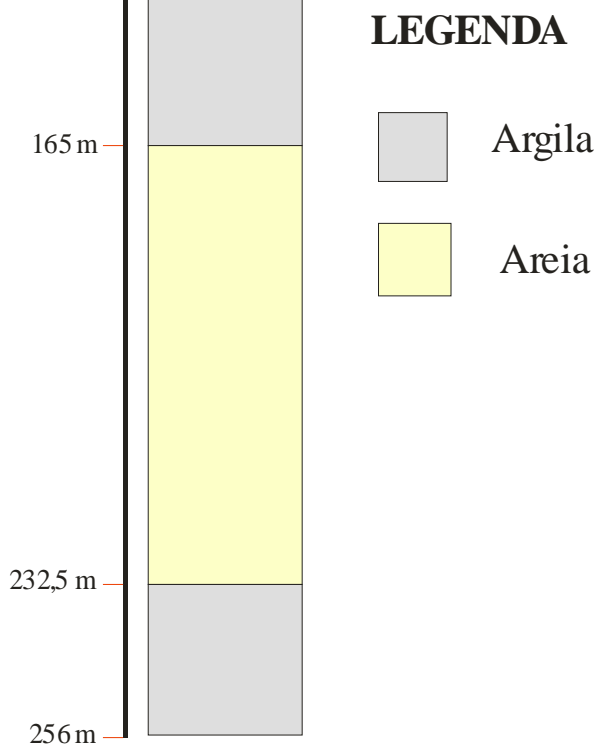
**Figura 04** - Perfil litológico dos poços 01, 02, 03 e 04.



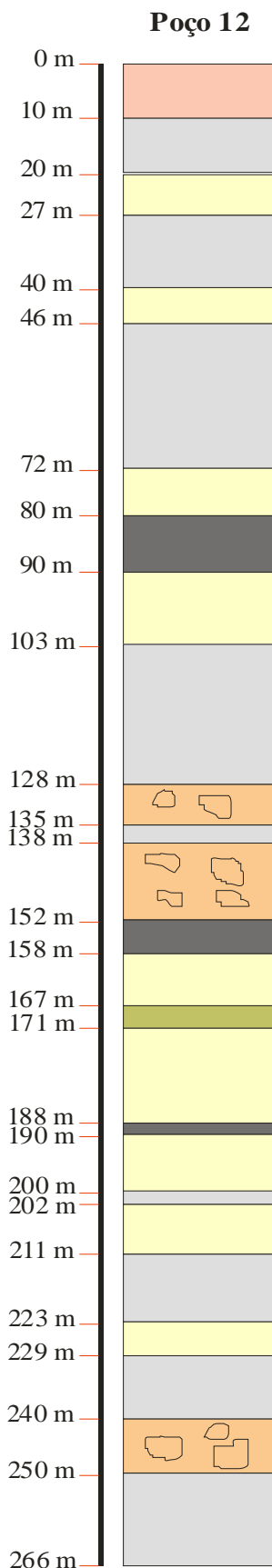
**Figura 05** - Perfil litológico dos poços 05, 06, 07 e 08.



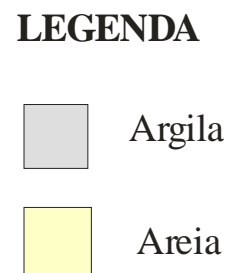
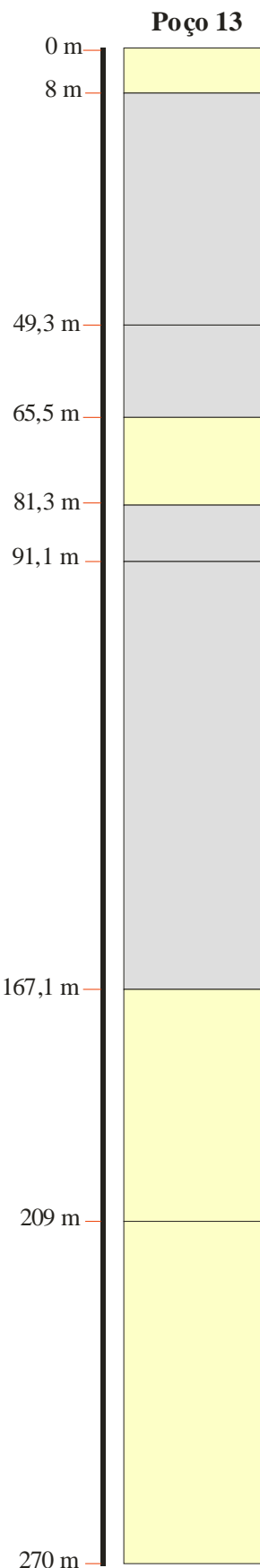
**Figura 06** - Perfil litológico dos poços 09 e 10.



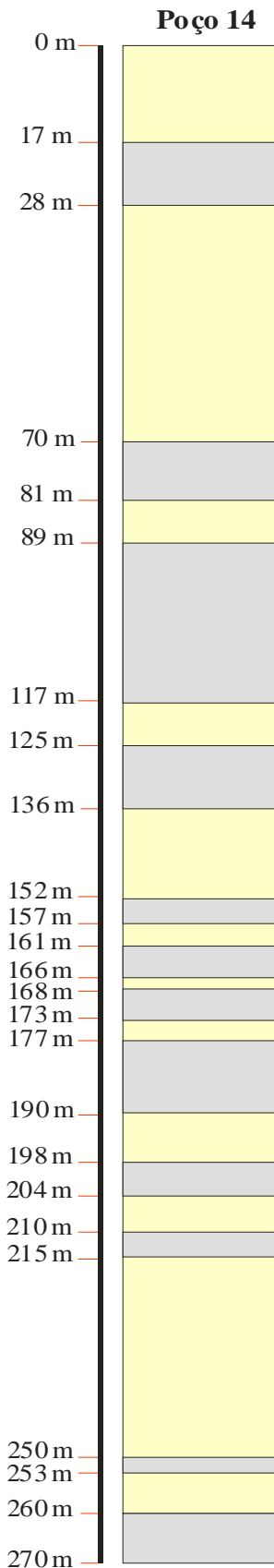
**Figura 07** - Perfil litológico do poço 11.



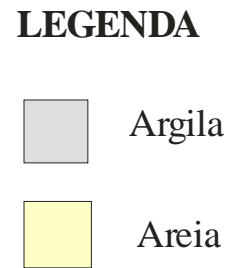
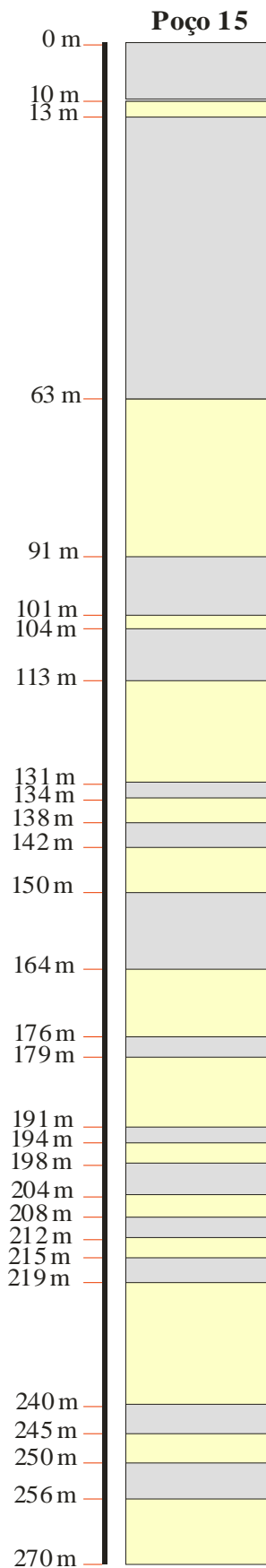
**Figura 08** - Perfil litológico do poço 12.



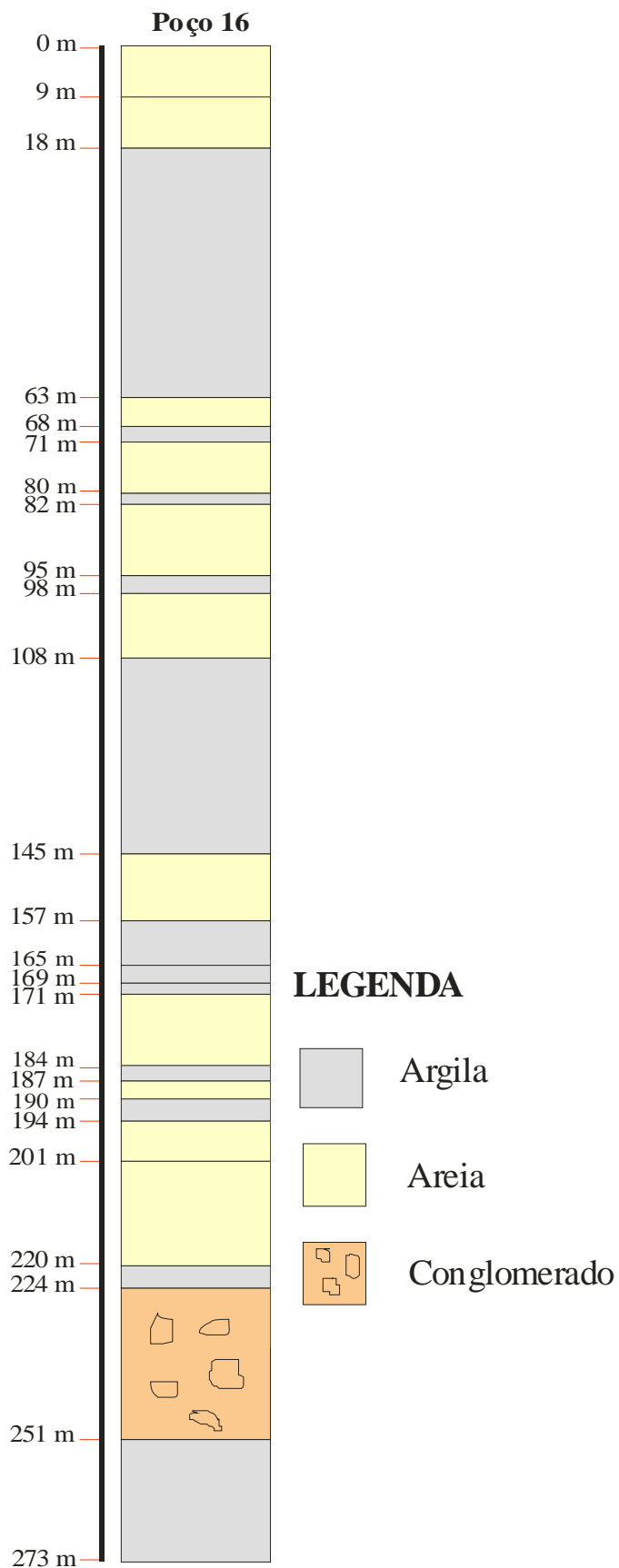
**Figura 09** - Perfil litológico do poço 13.



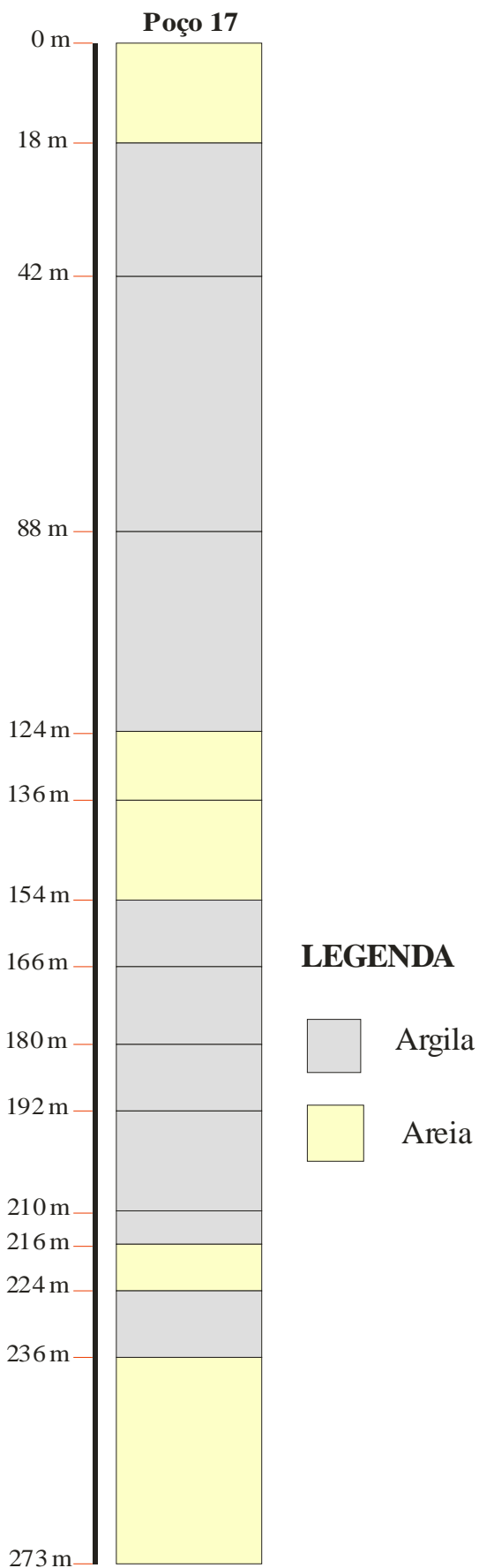
**Figura 10** - Perfil litológico do poço 14



**Figura 11** - Perfil litológico do poço 15

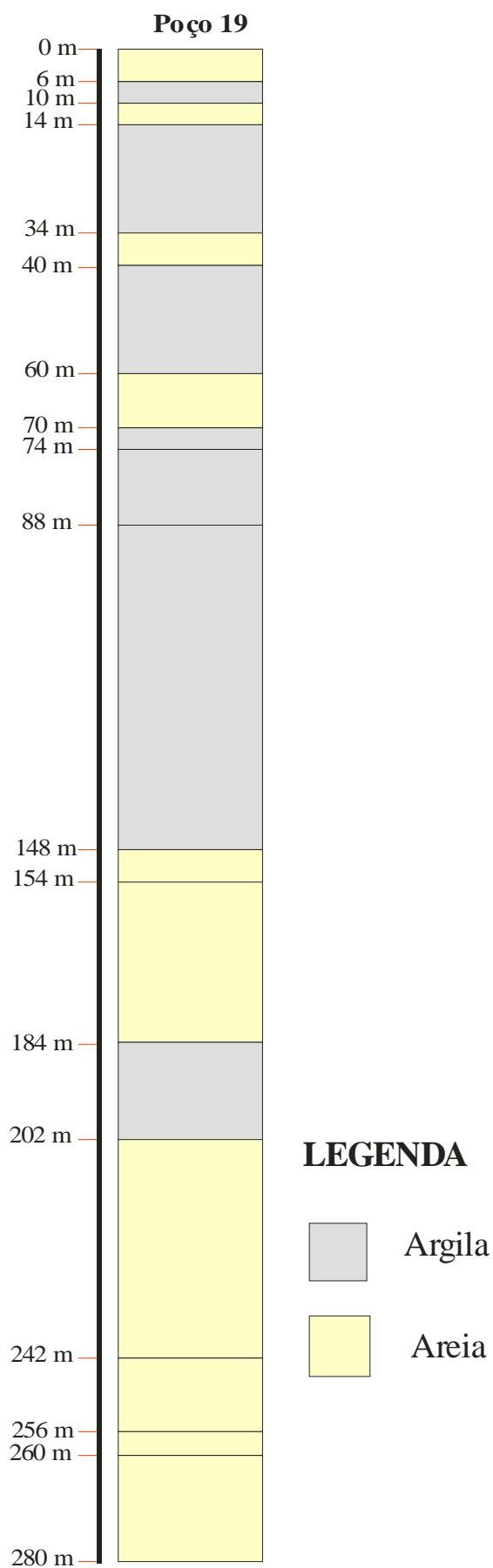
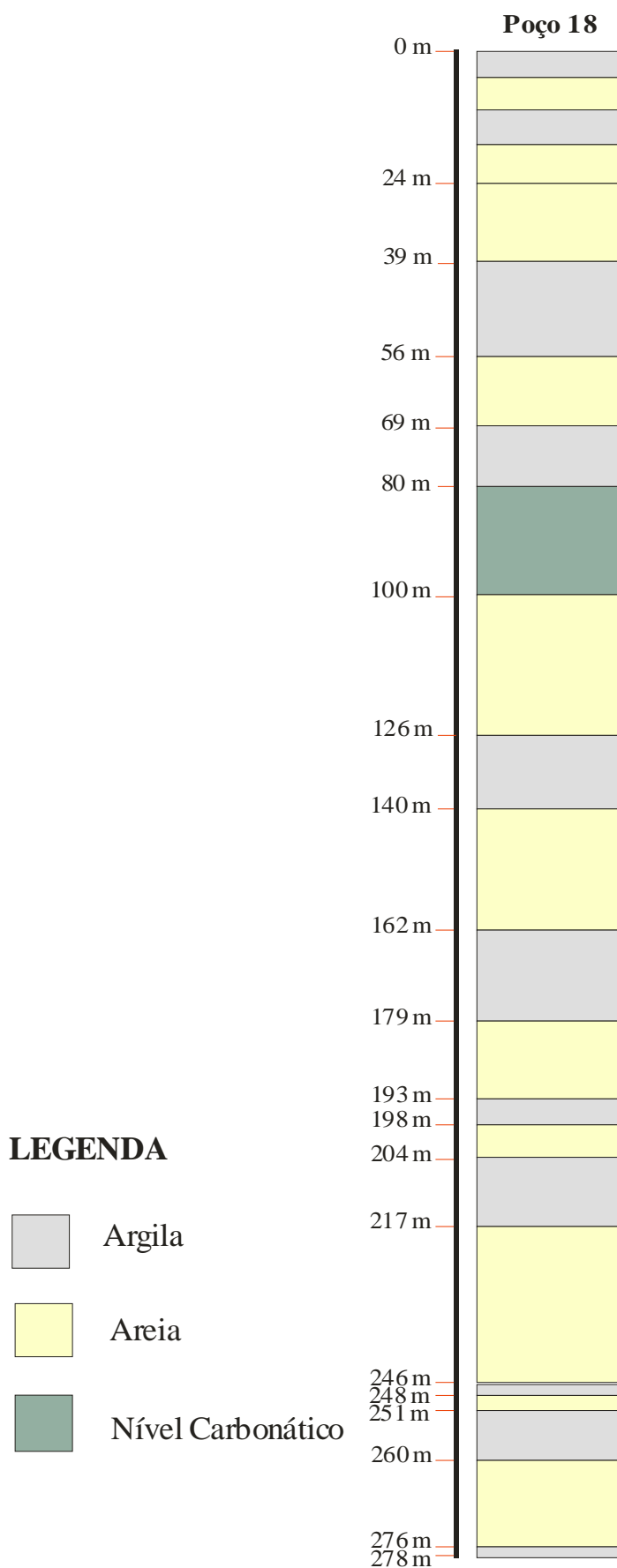


**Figura 12** - Perfil litológico do poço 16



**Figura 13** - Perfil litológico do poço 17





**Figura 14 - Perfil litológico do poço 18**

**Figura 15 - Perfil litológico do poço 19**