



## Caracterização hidrogeológica e proposta de poços tubulares na região oeste do Pará

J.R. de Oliveira

Autônomo, e-mail: josavno@ig.com.br

**Resumo** Neste trabalho são apresentados dados relativos às questões atinentes aos recursos hídricos subterrâneos da região oeste do estado do Pará, fundamentados essencialmente no cadastro do banco de dados do SIAGAS. Destacando-se ainda diretrizes de procedimentos para projetos de poços tubulares, com vistas ao abastecimento público, a partir da captação de água subterrânea em terrenos sedimentares e cristalinos.

**Palavras-chave:** Projetos de poços tubulares, água subterrânea, terrenos sedimentares e cristalinos, oeste do estado do Pará.

**INTRODUÇÃO** A Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM, desde sua fundação em 1969, vem desenvolvendo atividades relacionadas às águas subterrâneas, primeiramente restritas às áreas de exploração. Nessa fase, destaca-se uma série de poços tubulares perfurados notadamente no nordeste, sudeste e sul do país, com vazões, às vezes, surpreendente. A partir da metade da década de 70 até o início dos anos 90, a CPRM ampliou essas atividades para os estados do Pará (1975/80) e Amazonas (1985/95), com perfuração de mais de 200 poços tubulares, em profundidades de 60-250 metros, visando, principalmente, o abastecimento público e industrial.

Atualmente, a CPRM mantém um Banco de Dados, onde estão registradas as maiorias dos poços construídos no estado do Pará. Nesse sentido, concebeu-se e iniciou-se uma linha programática de levantamentos de dados hidrogeológico, materializado pelo Sistema de Informações de Águas Subterrâneas – SIAGAS, que por meio de visitas técnicas, recolhe em cada poço, além das coordenadas com GPS, todas as outras informações passíveis de coleta.

As informações técnicas sumarizadas abaixo são frutos do Projeto PRIMAZ, frente OESTE do Pará, executado pela CPRM, a partir de 1993/1999 e do SIAGAS, a partir de 2002 até a presente data.

**CARACTERÍSTICAS GEO-ESTRUTURAIS** Face às características do levantamento desenvolvido na região oeste do estado do Pará, em consonância com os objetivos visados pelo PRIMAZ e o SIAGAS tanto à geologia como a hidrogeologia é enfocada sem a ortodoxia tradicional do tema.

A Bacia Amazonas é do tipo intracratônica, ocupa uma área de aproximadamente 500.000 km<sup>2</sup> e abrange parte dos estados do Amazonas e Pará. Está limitada ao norte pelo Escudo das Guianas e ao sul pelo Escudo Brasileiro. E está separada das bacias do Marajó, a leste, e do Solimões, a oeste, pelos arcos regionais de Gurupá e do Purus, respectivamente.

O arcabouço estrutural da bacia consiste em duas amplas plataformas (uma ao norte e outra ao sul) e uma calha central segmentada nas direções leste-oeste e sudeste-nordeste, separada das plataformas por duas linhas de charneira, além dos arcos regionais limitantes da bacia.

O substrato proterozóico da bacia é constituído por rochas ígneas, metamórficas e vulcanossedimentares das províncias estruturais e geocronológicas Maroni-Itacaiunas e Amazônia-Central, de Cordani *et al.* (1984).

O arcabouço estratigráfico fanerozóico da bacia atinge quase 6.000 metros de espessura e pode ser dividido em duas seqüências de primeira ordem: uma paleozóica, intrudida por diques e soleiras de diabásio, e outra mesozóico-cenozóica.

O empilhamento estratigráfico mostrado abaixo foi feito a partir das sondagens da PETROBAS (sondagem N° 88 do SGMB) em Itaituba, Aveiro (2-BUST-1-PA), Uruará (ITU-0001-PA) e da CPRM (3IT-02-PA), perfurado próximo à Vila Operária da CAIMA, como também dos dados geologia de superfície (Caputo & Andrade 1968, CPRM 1976, 1977).

Tomando como base às cidades de Altamira – Itaituba, disposta longitudinalmente à rodovia Transamazônica e Cuiabá Santarém, no interflúvio Xingu-Tapajós, abrangendo parte da borda norte do Craton do Guaporé e parte do flanco sul da bacia sedimentar do Amazonas. Foram individualizadas as seguintes unidades litoestratigráficas:

Supergrupo Uatumã do Pré-Cambriano Superior, constituído pelas vulcanogênicas da Formação Iriri e pelas rochas intrusivas do Granito Maloquinha. Essas unidades encontram-se recobertas por uma seqüência de rochas sedimentares clásticas, formadas pelas seguintes formações:

Formação Trombetas, com os membros Pitinga e Manacapuru, de idade Siluriana Inferior; Formação Maecuru, do Devoniano Inferior; Formação Ererê, do



Devoniano; Formação Curuá, com os membros Barreirinha e Cururi, do Devoniano Superior; Formação Monte Alegre, Formação Itaituba e Formação Nova Olinda, todas do Carbonífero Superior, sendo as duas últimas formadas por rochas clástico-evaporíticas.

Diques e soleiras do Diabásio Panatecaua, de idade Mesozóica são abundantes na área.

A Formação Alter do Chão, cretácio-terciária, de origem continental, recobre as unidades preexistentes mais ao norte da área.

Finalmente, as aluviões do Quaternário dispõem-se ao longo dos principais cursos d'água.

Sob o aspecto estrutural foram delineadas três unidades distintas: Domínio estrutural das rochas Pré-Cambrianas, Domínio Estrutural das rochas Paleozóica e Domínio Estrutural das rochas Terciárias. O objetivo é avaliar as reais possibilidades hidrogeológicas das camadas aquíferas do Paleozóico.

Como a cidade de Uruará está assentada integralmente sobre rochas da bacia paleozóica, buscou-se definir os possíveis controles estruturais, impressos nos afloramentos estudados e consubstanciados pela interpretação dos sensores remotos (imagens de satélites, radar etc.).

Nos sítios dos granitóides comparecem feições rúpteis de direções predominantemente NW/SE e NE/SW, com mergulhos subverticais a verticais. Esses elementos rúpteis estão bem desenhados nas imagens de radar e satélite, onde essas feições de ruptibilidades atuaram, também, no Proterozóico, Mesozóico e Cenozóico gerando falhas extensionais, devido à reativação dos lineamentos anteriores.

Dentro dessa temática é sabida que os planos de foliação e juntas são descontinuidades, muitas vezes frequentes nas unidades geológicas, sendo que as zonas de cisalhamento são geralmente mais fechadas, devido às fraturas de tração, com pouca magnitude como armazenadoras de água subterrânea. Assim sendo, as feições de ruptibilidades, são os mais importantes, pois influenciam, sobremaneira, nas formas de recarga, armazenamento e circulação das águas subterrâneas no cristalino fraturado ou em rochas fissuradas cársticas.

Ressalta-se que a locação de poços nas áreas de cristalino é imprescindível, a utilização de métodos geofísicos (eletroresistividade, eletromagnético, dentre outros).

**CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS** No contexto da folha SA. 22-Y-C-IV, onde está inserido o município de Uruará acha-se caracterizados por três tipos principais de aquíferos, sendo um do tipo poroso, fraturado e outro fraturado/cárstico, com características hidrogeológicas muito diversificadas.

Os aquíferos porosos englobam rochas sedimentares da Formação Trombetas e similares. Ocupam mais de 60 % do município, formando aquíferos multicamadas, onde os aquitardes definem o grau de confinamento, conferindo assim, características hidrogeológica distintas, que proporcionam vazões na ordem de até 40 m<sup>3</sup>/h.

Já os aquíferos fraturados, sem sombra de dúvidas, os de maiores complexidades, devido à anisotropia do meio. Em geral são rochas de potencialidade hidrogeológica fraca, em decorrência da baixa porosidade intersticial, exceto nos casos onde existem condições de fraturas abertas e interligadas hidraulicamente. As vazões são geralmente baixas, com variações de 3 a 10 m<sup>3</sup>/h.

Ao longo de alguns trechos da rodovia Transamazônica são frequentes aquíferos cárstico, principalmente, Medicilândia (km 92), Uruará (km 204), Placas (km 294) e Itaituba, dentre outras. Esse aquífero é uma variação do tipo fraturado.

A partir dos conhecimentos adquiridos foram caracterizadas várias unidades com potencial aquífero na área trabalhada: Aluviões, Formação Itaituba, Formação Monte Alegre, Formação Maecuru Formação Trombetas, manto de intemperismo e os granitóides do embasamento cristalino.

A primeira unidade aquífera é os aluviões de natureza livre, constituídos de argilas, areias e cascalhos inconsolidados. Distribuem-se ao longo dos rios e tributários, com espessuras que podem atingir até 20 metros. Em geral, apresentam boas porosidade e permeabilidade, devido ao caráter arenoso dessa estrutura. O aproveitamento dessas reservas pode ser feito por meio de poços tipo amazonas ou tubulares rasos. São faixas aluvionares com largura acima de 100 metros e de pouca profundidade, conseqüentemente, susceptível à poluição antrópica, a não ser que haja uma adequada proteção dessas áreas.

A segunda unidade caracterizada pelas coberturas detrito-laterítico e manto de intemperismo, que estão sobrepostos às rochas sedimentares e a do embasamento. São as mais utilizadas pelas comunidades locais, principalmente na ausência das faixas aluvionares, onde os poços tipo amazonas, escavados manualmente atingem profundidades de até 20 metros.

A terceira unidade, representada pelo conjunto das formações Itaituba Monte Alegre, Maecuru e Trombeta, que são aquíferos portadores de água subterrânea, cuja constituição litológica é caracterizada por sistemas aquíferos múltiplos, com alternâncias de sedimentos argilosos calcíferos (folhelho, calcário, arenito) e siltitos arenosos. As camadas arenosas apresentam boa porosidade e permeabilidade, principalmente nas áreas confinadas,



onde devem ser exploradas por poços tubulares profundos.

Finalmente, as unidades envolvendo aquíferos fraturados, sem sombra de dúvidas, são as de maiores complexidades, devido à anisotropia do meio. Em geral são rochas de potencialidade hidrogeológica fraca, em decorrência da baixa porosidade intersticial, exceto nos casos onde existem condições de fraturas abertas e interligadas hidráulicamente.

Devido ao reduzido número de poços tubulares no município, tornou-se impossível tecer maiores considerações sobre o comportamento hidrogeológico dessas unidades.

Vale ressaltar que a sede municipal está assentada sobre rochas calcárias da Formação Itaituba, onde são frequentes cavernas e água às vezes salobras.

**PROSPECÇÃO GEOFÍSICA** Ao sul de Uruará ocorre rocha do embasamento cristalino, e é de bom alvitre realizar a geofísica terrestre, utilizando-se o método da eletrorresistividade, que emprega as técnicas de sondagem elétrica vertical (SEV) e do caminhamento elétricos (dipolo-dipolo), cuja finalidade é demarcar prováveis locais para furos de sondagens mecânicas.

O caminhamento elétrico diagnostica as estruturas verticais e subverticais, tais como falhas e fraturas em profundidades, de forma a se ter como resultado, pseudo-seções da distribuição das resistividades aparentes no subsolo e, o feitiço estrutural da área em estudo. Já as sondagens elétricas verticais têm por finalidade definir o controle das profundidades, sobretudo da cobertura sedimentar ou manto de alteração, por intermédio de interpretação quantitativa baseada no modelo de estratos horizontais.

**PROJETOS DE POÇOS** Os poços tubulares compõem uma parte significativa do cotidiano moderno, principalmente nas cidades urbanas e quando não há projeto de poços bem elaborados, como acontece com outras atividades humanas dessa natureza, o poço representa uma fonte pontual de poluição ao meio ambiente, tendo em vista as falhas na construção da grande maioria dos poços tubulares cadastrados pelo PRIMAZ e SIAGAS.

Esse tópico tem como finalidade estabelecer as especificações técnicas para construção de poços tubulares, necessários para captação de água subterrânea no município de Uruará e adjacência fundamentada nas características hidrogeológica da área.

As variáveis envolvidas na construção de poços tubulares são múltiplas, como os tipos de rochas, complexidade estrutural, materiais utilizados na

coluna de revestimento, disponibilidade financeira, etc.

Levando em conta essa situação e o conhecimento hidrogeológico adquirido durante o cadastramento do PRIMAZ e do SIAGAS, propõem-se dois modelos esquemáticos de Projeto de Poço para a região.

A Fig. 1 representa um perfil construtivo esquemático de poço tubular para área, com as especificações necessárias para que se possa permitir, de forma satisfatória, a realização de operação de perfuração, completação, cimentação, dentre outros elementos para um bom projeto de poço para área.

Os diâmetros de perfuração para rochas duras fraturadas e alteradas são de 6 a 12" respectivamente e que somente a parte alterada será revestida, utilizando tubos PVC de 8". As profundidades dos poços para o cristalino devem ficar em torno de 80 a 130 metros.

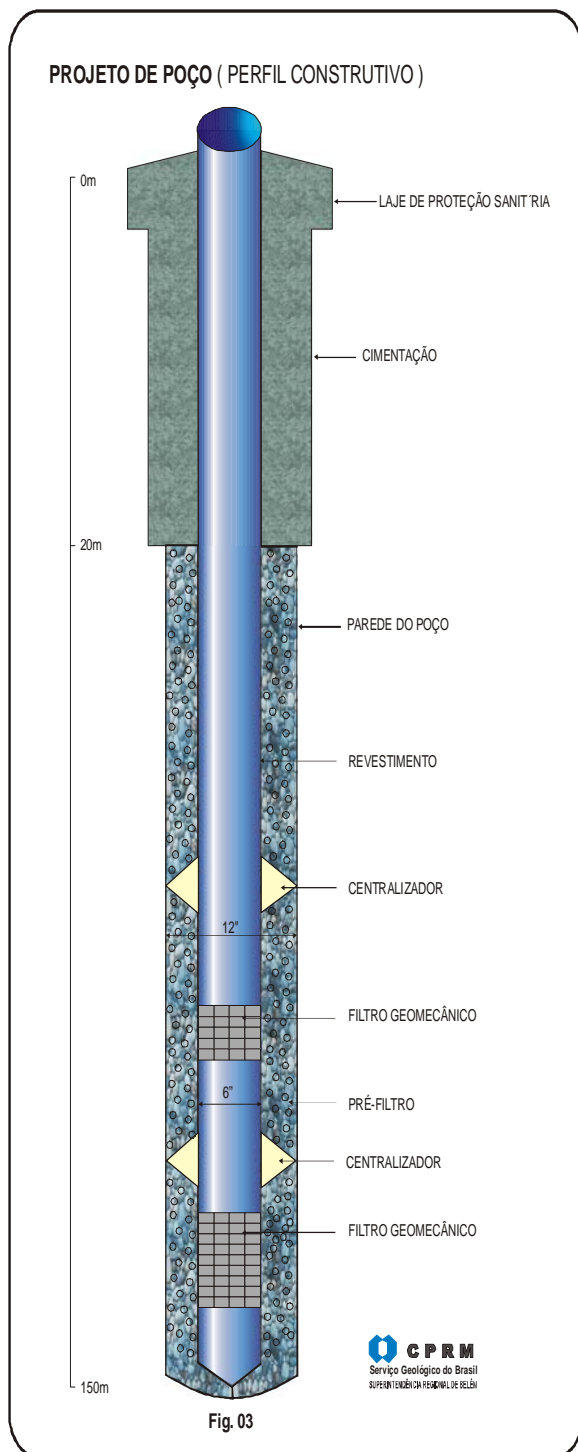
Em terrenos sedimentares, o tipo de perfuração a ser utilizado deve ser rotativo, ao passo que nas rochas duras, principalmente no cristalino, a percussora ou rotopneumática deve ser preferida.

Do ponto de vista hidrogeológico destaca-se a presença do Aquífero Alter do Chão ao norte da rodovia Transamazônica, como o de maior potencial para água subterrânea no município. Ressalta-se que a sede municipal está assentada sobre rochas da bacia Paleozóica do Amazonas, também com médio potencial. Nessa área, os poços podem atingir até 350 metros de profundidade, quando atingem o embasamento.

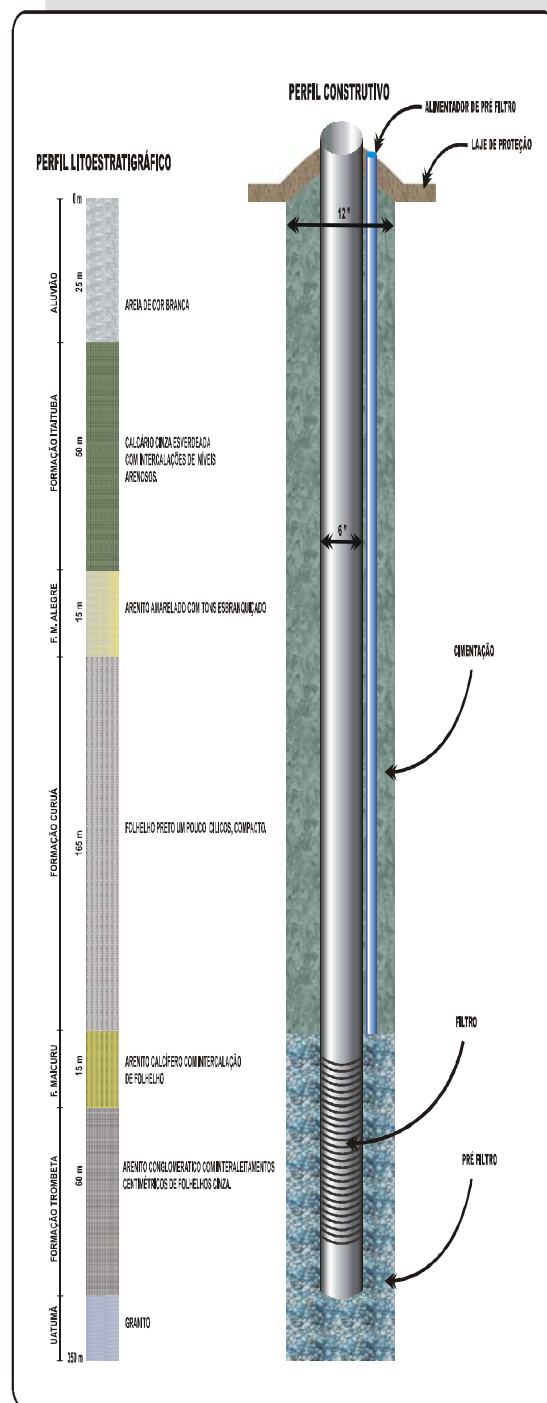
A Fig. 2 exibe um perfil construtivo esquemático de poço tubular profundo, com diâmetro de perfuração em 12 1/4 e revestimento de 6", respectivamente. Outros elementos são caracterizados, sem, contudo quantificá-los, porém o posicionamento dos filtros deve ser definido por meio da perfilagem geofísica, preferencialmente o método Gama, que separa com segurança, os extratos areno-argilosos.

No dimensionamento dos diâmetros de perfuração e revestimento, foi levada em conta a eventual necessidade de instalação de bombas submersas para médias vazões, bem como a necessidade de se dispor de espaços anulares suficientes para permitir, de forma satisfatória, a realização de operações de pré-filtro, cimentação, entre outras.

No exposto este laudo técnico é mais que suficiente para subsidiar todo e qualquer projeto de poço para o município de Uruará.



**Figura 1**



**Figura 2**

## Referências

- CPRM. 1985. *Projeto CAIMA*. Manaus: CPRM-SUREG, Anexo: perfil de sondagem e descrição do poço 3IT-02-PA.
- CPRM. 1976. *Projeto Calcário Itaituba*. Belém: CPRM-SUREG, Convênio DNPM-CPRM, Programa Polamazônia, Mapa geológico, folha SB.21-X-A-III, escala 1 : 100.000.
- CUNHA P.R.C., GONZAGA F.G., COUTINHO L.F.C. 1993. *Revisão da carta estratigráfica da Bacia do*

*Amazonas*. Belém: PETROBAS/DEXNOR, Relatório interno.

- OLIVEIRA J.R. de. 1997. *Caracterização Hidrogeológica da Área Urbana de Itaituba com proposta técnica para perfuração de poços tubulares profundo para captação de água subterrânea – Nordeste do estado do Pará*. Belém: CPRM/PRIMAZ.