

**PANORÂMICA DOS TRABALHOS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS  
DESENVOLVIDOS PELA CPRM NO ESTADO DO AMAZONAS**

M.M. de Souza\*

\*Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM  
Av. Carvalho Leal, 1017 Cachoeirinha - Manaus, AM 69065

**RESUMO**

Neste escrito é mostrada, em dados qualitativos, a potencialidade dos aquíferos do Estado do Amazonas e mais especificamente da cidade de Manaus. Poços mal perfurados e mal acabados, pondo em risco a saúde pública, enfatizam a necessidade de corretas locações e da criação de um mínimo controle sobre estes serviços. A classificação genérica das águas existentes sob a cidade de Manaus como Água Mineral Hipotermal libera a exploração destes aquíferos. Tal prática aliada à utilização dos imensos cursos d'água que drenam toda região, virá a otimizar o uso integrado das águas subterrâneas e superficiais nesta cidade. O fato de mais de noventa por cento das cidades do Amazonas constituírem sedes de municípios sem grandes recursos financeiros localizadas às margens de grandes rios, aliado ao posicionamento sobre rochas sedimentares, justificam a integração aqui citada.

**PALAVRAS-CHAVE**

Águas superficiais; Aquíferos; Captação subterrânea; Poluição; Controle.

**INTRODUÇÃO**

A Amazônia não é pior nem melhor, ela é apenas diferente. Sob este ângulo de visão são as pessoas que aí labutam nas mais diversas atividades aprendem e entendem quando se tenta explicar e justificar o porque da captação de água subterrânea no Estado que é literalmente cortado pelo rio de maior volume de águas do mundo o rio Amazonas, pelo maior rio afluente da terra o rio Madeira, que possui a regime de hidrográfica de melhor distribuição superficial e que tem ao seu dispor um regime de chuvas simplificado na seguinte frase: no verão chove todo dia e no inverno chove o dia todo.

Somente em 1976 foram executados os primeiros cinco poços tubulares na localidade de Tabatinga, nas proximidades da fronteira Brasil/Colômbia na região do Alto rio Solimões. Entretanto, é a partir de 1979 que se utiliza tecnologia na exploração dos ricos aquíferos subterrâneos do Estado do Amazonas. Hoje, ao iniciar do ano 1990 já contamos com o completo domínio da geologia e hidrogeologia da região, após a execução de quase 250 poços.

**ÁGUAS SUPERFICIAIS NO ESTADO DO AMAZONAS**

Em regra geral, as cidades nascem espontaneamente ao longo ou nos entroncamentos das vias de transportes. Como na Amazônia as vias fluviais até hoje ainda significam o principal meio de locomoção, as suas cidades são banhadas por grandes rios que a princípio foram suas fontes de suprimento de água. Manaus, por exemplo, está situada à margem esquerda do rio Negro, nas proximidades da confluência rio Negro-rio Solimões. Assim sendo, o rio Negro tem neste ponto uma descarga líquida mínima de 35.000 m<sup>3</sup>/s o que, por si só, vem a constituir um manancial inesgotável, continuamente renovado e ao mesmo tempo dificilmente poluível. Merece lembrar que a cor escura de água negra é devida aos ácidos orgânicos contidos que proporcionam pH que

varia de 4,5 a 5.

As demais cidades do Estado se localizam às margens dos rios Negro, Madeira, So-  
limões e Amazonas que pelos seus próprios nomes já dispensam outros comentários.  
Devido aos grandes volumes de água e a pouca presença humana e industrial nestas  
áreas, estes cursos d'água são hoje impoluíveis, necessitando apenas da separa-  
ção das partículas argila e silte que estão em suspensão devido às suas grandes  
caudalidades.

Estes imensos caudais aliados ao regime de intensas chuvas durante oito meses do  
ano, ao clima extremamente úmido e à portentosa cobertura de floresta equatorial  
vêm favorecer sobremaneira à contínua recarga dos mananciais subterrâneos de to-  
da a região.

Ao nosso ver, uma gestão integrada de águas subterrâneas e superficiais será em  
verdade a solução mais econômica para o abastecimento de água para Manaus que nos  
últimos vinte anos quintuplicou sua população e sua área urbana, e para outras  
cidades amazônicas que carecem de recursos para implantação e manutenção de cus-  
tosas estações de tratamento de água, bem como de extensas redes de adução.

#### A NATUREZA DOS AQUÍFEROS PERFURADOS NO AMAZONAS

No que concerne à geologia, os aquíferos perfurados e explorados no Estado do A-  
mazonas pertencem sobretudo à Formação Alter do Chão que apresentam uma distrí-  
buição aflorante de 437.500 km<sup>2</sup> com uma espessura que chega a 545 m. Em Manaus,  
onde foi mais perfurada, esta unidade litológica é constituída de arenitos e ar-  
gilites friáveis, intercalados por níveis e camadas de arenitos e argilitos con-  
solidados arenito Manaus, sua espessura aqui é de 200 m. A distribuição verti-  
cal de tais arenitos e argilitos litificados é muito errática, se encontrando as  
mais diversas profundidades tendo distribuição horizontal também descontínua, o  
que não acarreta necessariamente um confinamento dos aquíferos explorados.

De origem continental e depositado em ambiente oxidante estes sedimentos terciá-  
rios pliocênicos/cretáceos superior possuem comportamento subhorizontal e uma  
granulometria predominante fina a média sem a presença de significativos níveis  
conglomeráticos.

Tectonicamente a Formação Alter do Chão não se acha afetada, apresentando uma a-  
titude generalizada N 90°; 2°S.

Sobreposta por sedimentos aluviais quaternários pleistocênicos e holocênicos de  
natureza predominante arenosa, a Formação Alter do Chão tem seus aquíferos ime-  
diatamente recarregados através dos inúmeros aluviões dos cursos de água que dre-  
nam toda a região e dos 2.000 mm médios de precipitação anual que são em parte  
absorvidos por areais pleistocênicos existentes. A pouca evaporação motivada pe-  
la elevada umidade do ar e a cobertura florestal contribuem também para uma ma-  
ior absorção das águas superficiais pelas rochas.

Abaixo da Formação Alter do Chão estão os sedimentos marinhos da Formação Nova O-  
linda (permo-carbonífero), Itaituba (carbonífero) e Monte Alegre (carbonífero)  
ricos em calcários e gipsita e os folhelhos lacustres da Formação Curuá (carbo-  
devoniano) ricos em pirita e gás sulfídrico. Deste modo, sob Manaus, a explora-  
ção de água subterrânea para consumo humano sofre limitações entre as profundida-  
des de 200 m a 1.106 m a partir de onde voltam a ocorrer outros aquíferos per-  
tencentes aos sedimentos das formações Maecuru (devoniano), Trombetas (siluro-or-  
doviciano) e Prosperança (cambro-ordoviciano) que se prolongam à profundidade de  
2.100 m onde está o embasamento ígneo constituído pelo Supergrupo Uatumã de ida-  
de pré-cambriana superior.

#### JUSTIFICA-SE O USO DA CAPTAÇÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NA CIDADE DE MA- NAUS PARA O ABASTECIMENTO DA POPULAÇÃO?

Custa crer a alguém que resida em qualquer outra cidade brasileira que a cidade  
de Manaus, que é banhada pelo rio Negro, necessite de poços artesianos para sa-  
tisfazer à sua demanda de água potável.

Sabemos que a maioria das cidades têm captação de águas para abastecimento situada a dezena de quilômetros de distância, enquanto que Manaus tem sua principal tomada de água a exatos 4,5 km do centro da cidade, sem a necessidade de reservatório de 35.000 m<sup>3</sup>/s de água que deveria apenas ter o seu pH, de 4,5 a 5, elevado com a correção dos ácidos dissolvidos e posterior tratamento convencional.

Entretanto, as estações de bombeamento oferecem virtualmente três quartos da demanda de água da cidade e mesmo que a oferta se igualasse à demanda, não existem redes de distribuição suficiente para a população, que cresce desordenadamente com a constante migração da população do interior que vem para a capital em busca do sonho da Zona Franca.

Assim sendo, a perfuração de poços tubulares aparece como a alternativa barata, rápida e eficiente para novas indústrias e novos bairros que constantemente surgem em Manaus.

### LOCAÇÃO DE POÇOS NO PERÍMETRO URBANO

Em todo o Estado do Amazonas somente a cidade de Manaus conta com uma rede de esgoto construída ainda pelos ingleses no início deste século, formando um conjunto de galerias que servem ao centro da cidade numa ínfima área de 6 km<sup>2</sup> e mais recentemente temos o Distrito Industrial de Manaus com 20 km<sup>2</sup> que conta também com precário sistema de esgoto. Se considerarmos que Manaus ocupa uma área de aproximadamente 250 km<sup>2</sup>, veremos que menos de 3% da área urbana conta com tal serviço.

Deste modo, a locação de poços artesanais na cidade deverá tomar em conta a existência de potenciais focos de contaminação, sobretudo para poços com profundidades menores que 40 m ou com aproveitamento de aquíferos situados a menos de 30 m de profundidade.

Essa é a principal limitação aos projetos de locação de poços na cidade de Manaus.

Sob a cidade existem, intercalados entre camadas friáveis, vários níveis horizontais de arenitos e argilitos (arenito Manaus) litificados, com uma continuidade lateral quase que constante e espessura que varia de alguns decímetros a duas dezenas de metros. Tais litótipos são encontrados a diversos níveis de profundidade a depender da cota da boca do poço.

Deste modo, em função do equipamento de sondagem, é preciso um estudo prévio antes da determinação do melhor local a ser perfurado.

São comuns as ocorrências de extensos areais que funcionam como zonas de acúmulo superficial de águas meteóricas e posterior fonte de recarga dos aquíferos não muito profundos das proximidades. Este fator influencia sobretudo os poços com profundidade menor do que 80 m.

Poços com profundidades muito superior a 200 m ainda não foram perfurados em Manaus. Entretanto, sabemos da limitação, em termos de qualidade, existente para os aquíferos situados entre 200 m e 1.106 m de profundidade que produzem águas duras e sulfurosas e além dos 2.100 m onde se encontra o embasamento de rochas ígneas.

### NECESSIDADE DO CONTROLE QUALITATIVO DOS POÇOS

Os duzentos metros de espessura inicial dos sedimentos que estão sob Manaus garantem quantitativamente aquíferos onde as interferências laterais têm pequeno significado com um distanciamento além dos 300 m. O fato realmente preocupante é a qualidade dos poços perfurados no que tange à locação, construção e acabamento dos serviços de perfuração atualmente executados.

Deste modo, é comum ver-se poços com 15 m ou 20 m de profundidade localizados e em fase de produção a 5 m ou a 20 m de distância de fossas e sumidouros de duas ou mais casas em conjuntos residenciais, mesmo aqueles de classe alta, assim como também é usual encontrar-se poços sem a necessária cimentação de boca ou até mes-

mo sem uma simples placa superficial de cimento que impeça ou mesmo dificulte a entrada de águas superficiais ao longo da tubulação de revestimento. Para estes consumidores, a bonita aparência da água sem matéria sólida em suspensão é o suficiente para que tudo seja considerado na mais perfeita ordem.

O que é desastroso é a ocorrência destes casos quando a água se destina ao consumo de edifícios, conjuntos residenciais e operários de indústrias.

Como sabemos da não existência de órgão fiscalizador dos serviços de saúde, é preciso que ao menos se conscientize, os donos de poços, da necessidade de ao menos uma análise bacteriológica da água consumida, num espaço mínimo de cada seis meses.

Por outro lado os órgãos de saúde do estado e do município deverão exigir, para aprovação de projetos e para liberação de habite-se, a existência de poço artiano em locais onde conscientemente a empresa de saneamento estadual sabe não ter condições de atendimento. Deste modo, onde houvera previsão de permanência ou trânsito diário de mais de 500 pessoas, seria reconhecida e exigida a existência de um poço que automaticamente estaria sujeito a um controle de qualidade.

### RESULTADOS OBTIDOS NOS POÇOS PERFORADOS PELA CPRM

Desenvolvemos nossos trabalhos de exploração de águas subterrâneas no Estado do Amazonas, quase que exclusivamente no perímetro urbano de Manaus, excetuando apenas alguns poços perfurados nos municípios de Tabatinga, Itacoatiara, Tefé, Manaus, Manacapuru, São Gabriel da Cachoeira, Rio Preto e Iranduba.

Em Tabatinga, 1976, foram perfurados cinco poços totalizando 107 metros, em depósitos sedimentares quaternários constituídos por argilas e areias de granulometrias diversas, sobrepostos as argilas esverdeadas da Formação Solimões. Tais furos apresentaram os seguintes dados:

- Profundidades perfuradas: de 20,0 m a 22,6 m
- Níveis estáticos : de 5,07 m a 8,39 m
- Níveis dinâmicos : de 7,02 m a 10,2 m
- Vazões alcançadas : de 3,3 m<sup>3</sup>/h a 4,2 m<sup>3</sup>/h
- Diâmetro de perfuração : 12"
- Diâmetro de revestimento: 6"
- Tubos galvanizados e filtros inoxidáveis.

Na cidade de São Gabriel da Cachoeira foram perfurados 4 poços atravessando o manto intemperizado e penetrando na rocha granítica fraturada obtendo-se os seguintes dados:

- Profundidades perfuradas: de 40,0 m a 56,0 m
- Níveis estáticos : de 0,10 m a 3,7 m
- Níveis dinâmicos : de 41,12 m a 44,9 m
- Vazões alcançadas : de 1,84 m<sup>3</sup>/h a 8,34 m<sup>3</sup>/h
- Diâmetros de perfuração : 8" e 6"
- Diâmetro de revestimento: 8" e 6"
- Tubos e filtros : PVC rígido.

No município de Manaus, os poços perfurados já atingem a casa dos 250 e apresentam, de modo simplificado, as seguintes características:

- Todos os poços cortam unicamente os sedimentos da Formação Alter do Chão.
- A profundidade máxima atingida foi de 220 metros.
- A vazão máxima foi de 360,0 m<sup>3</sup>/h.
- O poço mais raso perfurado foi de 42 m.
- Apenas 3 poços apresentaram surgência (máxima de 1,65 m<sup>3</sup>/h).
- Apenas 2 poços produzem águas ricas em ferrobactérias.
- Os diâmetros de perfuração variam de 17" a 9".
- Os diâmetros de revestimento variam de 10" a 4".
- Os filtros utilizados foram: galvanizados, inoxidáveis e PVC rígido.

Nas demais localidades, anteriormente citadas, foram perfurados apenas um poço

em cada município.

Em virtude dos sedimentos da Formação Alter do Chão serem predominantemente arenosos, não se pode dispensar o uso de bentonita ou outro aditivo para evitar desmoronamento, sobretudo para os poços com profundidade acima de 80 m. Nesta formação, em 90% dos furos realizados, foram atravessados estratos do chamado Arenito Manaus que se constitui realmente de arenito e argilito com cimento silicoso ferruginoso apresentando forte litificação. Aqui em 25% das sondagens foram atravessados níveis de argila plástica, de cor vermelha, com até 10 m de espessura.

Na desativação de bentonita e outras argilas é usada costumeiramente uma solução de polifosfato. Para o correto posicionamento dos filtros é utilizada uma combinação dos dados obtidos pelas perfilagens gama, resistividade e potencial espontâneo, ao lado das amostras de calha e do tempo de penetração. Após os quinze anos de estudos, observação e perfuração de poços já nos é possível zonear com segurança os aquíferos sob o perímetro urbano de Manaus e das principais cidades do Estado do Amazonas.

Assim, em função deste dito zoneamento, da profundidade do poço e da posição topográfica, é possível aproximar-se uma previsão de nível estático, rebaixamento e vazão a serem obtidas para um poço programado.

De todo o conhecimento já adquirido, sabemos que filtros galvanizados têm uma vida útil de no máximo 4 anos e quanto às aberturas das telas devem ser preferencialmente de 0,50 mm ou 0,75 mm podendo ir, em casos especiais, até 1,0 mm.

Quanto à qualidade das águas da Formação Alter do Chão, as análises realizadas as classificam como água mineral hipotermal, com as seguintes características médias (g/l): pH na fonte - 4,8; pH em laboratório - 5,1; temperatura na fonte - 27,3°C; resíduo a 180°C - 0,0227;  $\text{NH}_3$  - 0,0000375;  $\text{NO}_3$  - 0,0014;  $\text{CaCO}_3$  - 0,00384;  $\text{SiO}_2$  - 0,0102;  $\text{Ca}^{++}$  - 0,0031;  $\text{Mg}^{++}$  - 0,000325;  $\text{K}^+$  - 0,000525;  $\text{Na}^+$  - 0,00122;  $\text{Cl}^-$  - 0,0014;  $\text{HCO}_3^{--}$  - 0,00638; excepcionalmente só um dos poços analisados apresentou os seguintes teores (g/l):  $\text{F}^-$  - 0,0013;  $\text{SO}_4^{--}$  - 0,002; todos os poços analisados não contêm:  $\text{NO}_2$ ; Fe; Mn;  $\text{Al}^{+++}$ ;  $\text{Ti}^{++++}$ ; Li<sup>+</sup>;  $\text{NH}_4^+$ ; Br<sup>-</sup>; I<sup>-</sup>; S<sup>-</sup>;  $\text{HPO}_4^{--}$ ;  $\text{CO}_3^{--}$ .

Excepcionalmente alguns poços são supercontaminados com ferrobactérias, em função da existência restritamente local de vários níveis e camadas de laterita ferruginosa ao longo de grande parte do perfil dos sedimentos perfurados.

#### COLUNA ESTRATIGRÁFICA SOB A CIDADE DE MANAUS

0	m a	200 m	- Cobertura aluvial holocênica; Areas pleistocênicos; Formação Alter do Chão; arenitos e argilitos (água potável de superior qualidade).
200	m a	574 m	- Formação Nova Olinda; arenitos, folhelhos, calcários e gipsita (água dura).
574	m a	934 m	- Formação Itaituba; calcários, arenitos e folhelhos (água dura).
934	m a	958 m	- Formação Monte Alegre; calcários e arenitos (água dura).
958	m a	1.106 m	- Formação Curuá; folhelhos escuros piritosos (água sulfurosa).
1.106	m a	1.265 m	- Formação Maecuru; arenitos, folhelhos (água potável de boa qualidade).
1.265	m a	1.780 m	- Formação Trombetas; arenitos (água potável de superior qualidade).
1.780	m a	2.100 m	- Formação Prosperança; arenitos arcoseanos (água potável de boa qualidade).
A partir de 2.100m-			- Supergrupo Uatumã; riolitos, dacitos e granitos.

#### BIBLIOGRAFIA

Caputo, M.V. et alii (1971). Litoestratigrafia da bacia do Amazonas. Belém, PE

- TROBRÁS, 92 p.
- Santos, J.O.S. (1975). A inaplicabilidade do termo "Barreiras" na geologia da Amazônia Central e Ocidental. Manaus CPRM/SUREG-MA, 20 p.
- Souza, M.M. de (1974). Perfil geológico da BR-174 (Manaus/Boa Vista) no trecho: Manaus/serra do Abonari. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28<sup>o</sup>. Porto Alegre, 1974. Anais do... Porto Alegre, Soc.Bras.de Geol. V.2, 75-86.
- Souza, M.M. de & Medeiros, M.F. (1972). Contribuição ao estudo sedimentológico da região de Manaus. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 26<sup>o</sup>, Belém, 1972. Anais do... Belém, Soc.Bras. de Geol. V.1, 129-140.