

## I-031 - PROPOSTA DE POÇO TUBULAR PROFUNDO PARA UM CONDOMÍNIO RESIDENCIAL NA CIDADE DE BELÉM-PA

**Aline Azevedo Andrade**<sup>(1)</sup>

Graduanda em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal do Pará (UFPA).

**João Diego Alvarez Nylander**<sup>(2)</sup>

Graduando em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal do Pará (UFPA).

**Nádia Ingrid do Carmo Cardoso**<sup>(3)</sup>

Graduanda em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal do Pará (UFPA).

**Wandréia Oliveira da Silva**<sup>(4)</sup>

Graduanda em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal do Pará (UFPA).

**Endereço**<sup>(1)</sup>: Passagem Santa Clara, 98 – Guamá - Belém - PA - CEP: 66075-590 - Brasil - Tel: (91) 983171674 - e-mail: eng.ingridcard@gmail.com

### RESUMO

A água é fundamental à vida e ao desenvolvimento da sociedade, seu valor econômico é imensurável sendo um recurso natural finito, desta maneira, os seus usos múltiplos devem ocorrer de forma consciente. Grande parte da água doce disponível no planeta encontra-se no subsolo. Componente do ciclo hidrológico, a água subterrânea ocorre a partir do processo de infiltração, onde irá fluir lentamente pelas formações geológicas. A água contida nos aquíferos geralmente apresenta uma boa qualidade e, dependendo do local onde esteja localizada, ou seja, da formação geológica, pode ser aproveitada para consumo humano. A captação subterrânea

O presente estudo propõe um poço tubular profundo para um condomínio residencial na cidade de Belém-PA, a partir de dados litológicos de poços tubulares adjacentes à área de estudo, estimando dessa maneira o perfil construtivo do poço.

**PALAVRAS-CHAVE:** Abastecimento de água, Captação subterrânea, Poço tubular profundo

### INTRODUÇÃO

A água constitui um elemento essencial à vida, grande parte da água doce disponível no planeta encontra-se no subsolo. No Brasil, o manancial subterrâneo é utilizado muitas vezes como forma de complementar o sistema de abastecimento de água por manancial superficial, no entanto, em outras regiões é a principal forma de abastecimento (ANA, 2005). Os avanços tecnológicos possibilitaram não apenas exploração das águas superficiais, mas também das águas subterrâneas. “A água subterrânea faz parte do ciclo hidrológico, ocorrendo nos poros e interstícios das formações geológicas de caráter sedimentar, ou nos planos de fraqueza estrutural das formações geológicas de caráter ígnea ou metamórfico”. O valor econômico da água é imensurável, sendo um recurso natural finito e esgotável. As águas subterrâneas fluem lentamente pelas formações geológicas, no entanto, as águas superficiais fluem rapidamente através de rios, lagos, mares (TSUTIYA, 2006).

A cidade de Belém está situada sobre as formações geológicas do grupo Barreiras, e terrenos do Quaternário Subatual e do Recente, apresentando solo do tipo latossolo amarelo, pdzólicos, concrecionário laterítico, gleissolo e solos aluviais. Possuindo sua hidrogeologia composta por: Aluviões, Pós-Barreiras, Barreiras, Pirabas Superior e Inferior (MATTA, 2002). Os aquíferos do grupo Barreiras e Pirabas merecem destaque por apresentarem vazões significativas para exploração, ambos aquíferos se diferenciam por diversos fatores, dentre eles está a profundidade. O aquífero Barreiras constitui-se granulometria finas a grossas de areia, podendo existir cascalho. As camadas desta formação podem intercalar argilas e areias, sendo as camadas geológicas da Região Metropolitana de Belém de formação descontínua. Já o aquífero mais profundo é dito Pirabas (CABRAL, 2007). A profundidade deste aquífero diminui as chances de riscos de contaminação ocasionada pela ausência e/ou precária ineficiência de coleta e tratamento de esgoto.

Então porque a preocupação com poços já que eles beneficiam o abastecimento doméstico, industrial, além do que diminuem os gastos com taxas a ser paga à concessionária pelos serviços de água e esgoto? De acordo com CPRM (2001) a preocupação ocorre devido aos riscos provenientes de poços rasos

“Para os poços escavados e tubulares rasos devem ser dadas atenções especiais, por serem os mesmos utilizados em larga escala pela população mais carente, pois a mesma não dispõe de esgoto sanitário e seus poços têm uma relação promíscua com as fossas biológicas. Os dejetos das fossas, com o passar do tempo, se infiltram e atingem o lençol freático, contaminando, assim, as águas dos poços”.

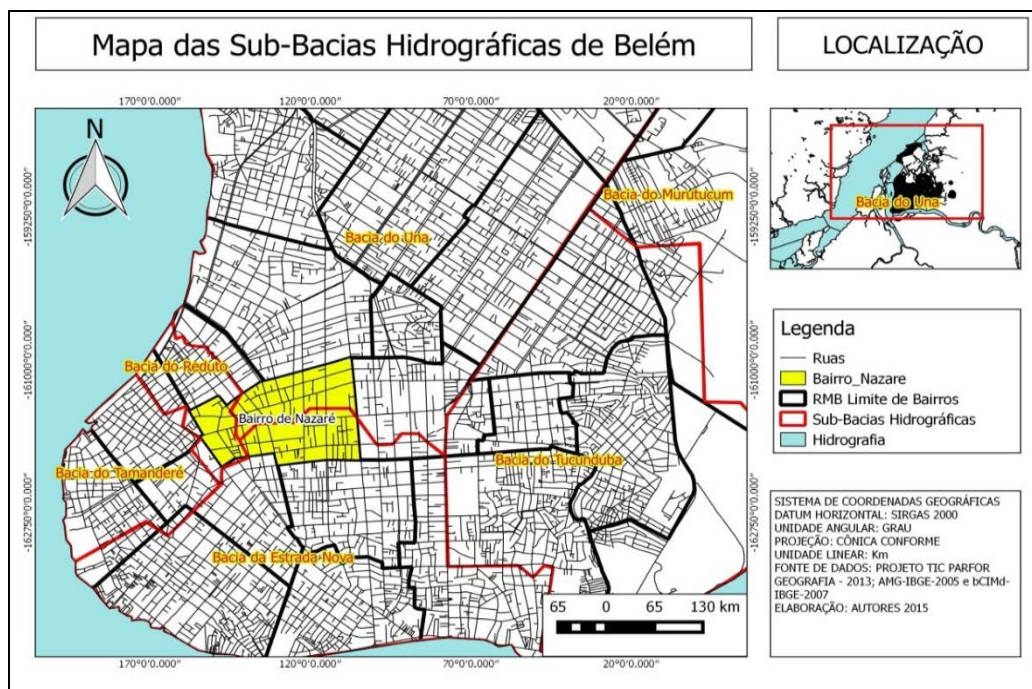
Segundo dados da CPRM (2001) “Foram cadastrados cerca de 2.235 pontos de água, dos quais 67 são poços tubulares com profundidades entre 220 e 300 metros. Há uma predominância de poços com menos de 25 metros de profundidade, a maioria perfurados por processos manuais”.

Portanto, muitos poços não são registrados em órgão como o Sistema de informações das águas subterrâneas (SIAGAS) e muitas informações importantes nos poços já cadastrados como é o caso de valores teste de bombeamento e análises químicas não constam no banco de dados. Além da perfuração de muitos poços serem irregulares, ou seja, são perfurados por pessoas desprovidas de conhecimentos técnicos relacionados ao poço.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Para a elaboração da proposta de poço tubular profundo, foi, inicialmente, caracterizado a área de estudo. O poço foi projetado com a função de abastecimento público, por isso foi escolhido um do condomínio residencial. O qual está localizado no bairro de Nazaré, região densamente urbanizada do município de Belém/PA.

O bairro se encontra localizado sobre as seguintes bacias hidrográficas urbanas: Bacia da Estrada Nova, Bacia do Una e Bacia do Reduto. Com os dados da Prefeitura Municipal de Belém (2014) sobre as mesmas, possibilitou-se a construção do Mapa 1. Este mapa mostra as bacias hidrográficas da cidade de Belém e os limites do bairro de Nazaré.



**Figura 1 – Limites das Sub-Hidrográficas e Bairros do Município de Belém**  
**Fonte: Adaptado de Belém, 2014.**

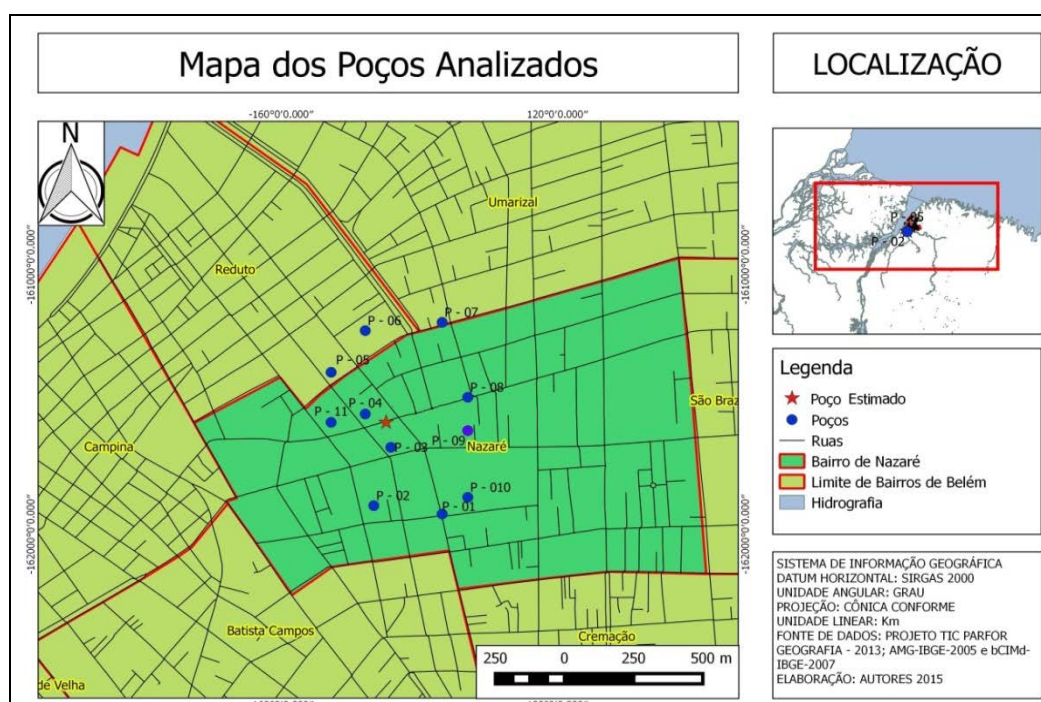
O estudo foi desenvolvido em três etapas:

1. Determinar o volume de água consumido no edifício;
2. Levantados dos poços tubulares mais próximos;
3. Desenvolver o perfil construtivo do poço.
  - a. Estimar o perfil litológico;
  - b. Rebaixamento disponível e a vazão referencial para instalação;
  - c. Determinar o comprimento do filtro.

Na Etapa 1, foi levantado os dados para o cálculo da vazão de captação requerida. Desse modo, determinou-se a população residente no edifício (Pop), isto é, encontrou-se o número de apartamento por andar, sendo estimado uma média de 5 residentes por habitação. O consumo per capita de água (q) em apartamentos é de 200 L/hab.dia, como afirma Tsutiya (2006). Também foi utilizado o coeficiente do dia de maior consumo ( $K_1$ ) igual a 1,2, segundo orientações da NBR 12.211/92, “*Estudos de concepção de sistemas públicos de abastecimento de água*”. A captação de água diária será compreendida em um período (n) de 16 horas. Em posse desses valores, calculou-se a vazão de captação em L/s ( $Q_p$ ), conforme a Equação 1:

$$Q_p = \frac{Pop \times K_1 \times q}{3600 \times n} \quad \text{fórmula (1)}$$

Na etapa seguinte, foi realizada a listagem dos poços adjacentes à área do edifício (Figura 2) e discriminado suas características principais (profundidade útil, litologia, nível estático, nível dinâmico, vazão específica, vazão de estabilização, rebaixamento, transmissividade, seção filtrante e condutividade hidráulica). Para isso, utilizou-se o Sistema de Informações das Águas Subterrâneas – SIAGAS, o qual foi desenvolvido pelo Serviço Geológico do Brasil, onde estão disponibilizados relatórios dos perfis construtivos de poços tubulares em todo território nacional.



**Figura 2- Poços adjacentes considerados para o estudo litológico da área**  
**Fonte: Autores, 2015.**

Para o desenvolvimento da terceira etapa, foram seguidas orientações contidas na NBR 12.212/92, “*Projeto de poço para captação de água Subterrânea*”. Por isso foi necessária subdividi-la em três fases distintas. Inicialmente, foi estimada a composição litológica que deveria ser encontrada na perfuração do poço, com base nos dados de poços encontrados na etapa anterior. Vale ressaltar que nesta fase é escolhido o diâmetro do poço tubular.

Na fase seguinte é estimado os níveis estático (NE) e dinâmico (ND) do poço e, também, sua vazão específica ( $Q_{esp}$ ), que é determinada pela razão da vazão de captação pelo rebaixamento (diferença entre NE e ND). A posição da bomba é escolhida nesta fase, mas vale ressaltar a profundidade do crivo da bomba (PC) é o valor real de sua profundidade. Portanto, para determinar o nível de operação mínimo desse poço é calculado o seu rebaixamento disponível (RD), representado na Equação 2:

$$RD = 0,6 \times (PC - NE) \quad \text{fórmula (2)}$$

Em posse do RD e é calculado a vazão referencial de bombeamento ( ), isto é, o volume máximo por hora que poderia ser retirado desse poço. Conforme a seguinte equação:

$$Q_M = Q_{asp} \times RD \quad \text{fórmula (3)}$$

Na terceira fase, será determinado quantos metros de filtro serão necessários para captar esse volume de água. Para isso, será utilizado a Equação 4, apresentado na NBR 12.212:

$$L = \frac{Q}{3,14 \times A_o \times D \times V} \times 100 \quad \text{fórmula(4)}$$

Onde:

L = comprimento do filtro, em m;

Q = vazão a ser extraída, em m<sup>3</sup>/s;

A<sub>o</sub> = área aberta total, relação entre a somatória das áreas individuais das ranhuras e a área da superfície total do filtro, em %;

D = diâmetro do filtro, em m;

V = velocidade de entrada da água, em m/s.

Para o desenvolvimento desse cálculo, deve-se obter conhecimento do tipo de filtro empregado. Desse modo, salienta-se que a seção filtrante utilizada será do tipo espiralado, com área aberta de 31% de sua superfície total. A velocidade de entrada da água equivale à condutividade hidráulica do aquífero, por isso será escolhido de acordo com o solo estimado, a partir da tabela desenvolvida por Fetter (1988).

**Tabela 1 – Faixa de valores de condutividade hidráulica para vários materiais não consolidados.**

Material	Condutividade Hidráulica (cm/s)
Argila	$10^{-9} - 10^{-6}$
Silte; Siltearenoso	$10^{-6} - 10^{-4}$
Areia argilosa	$10^{-6} - 10^{-4}$
Areia siltosa; Areia fina	$10^{-5} - 10^{-3}$
Areia bem distribuída	$10^{-3} - 10^{-1}$
Cascalho bem distribuído	$10^{-2} - 10^{-1}$

Fonte: Fetter (1988)



## RESULTADOS E DISCUSSÕES

A perfuração piloto terá um diâmetro de 4'', entretanto o diâmetro útil do poço será de 8''. Devido a vazão necessária para o abastecimento ser pequena, será utilizado o diâmetro de 4'' tanto para o revestimento quanto para o filtro (NBR 12.212/1992). A boca do poço terá uma altura de 0,6 m, e a cimentação será feita até a profundidade de 10 metros, com o intuito de isolar o aquífero mais próximo ao solo, para isso foi levado em consideração a diferença de cotas entre a cota do terreno do poço P-00 e a do o canal mais próximo obtendo-se o valor de 5 m, estimando que a essa profundidade estivesse o aquífero livre.

O espaço de 9 a 15 m será preenchido com material argiloso. O material do revestimento e filtro será de plástico geomecânico e o pré-filtro será constituído de areia quartzosa de 1 a 3 mm. O poço (P-00) possuirá a profundidade útil de 38,00 m. Estima-se que o nível estático poderá se encontrar a aproximadamente a 8,20 metros de profundidade enquanto que o nível dinâmico 16,0 metros, com um rebaixamento de 7,8 m, estando dentro do valor de rebaixamento disponível estimado em de 12,48 m, quando levado em consideração as características do P-02, e a sua vazão de estabilização deverá atingir 1,5 m<sup>3</sup>/h. Deste modo sua  $Q_{esp}$  será igual a 0,192 m<sup>3</sup>/h/m, encontrando, assim, a vazão para instalação do poço de aproximadamente 2,4 m<sup>3</sup>/h. No entanto, ressalta-se que terá de ser realizado o teste de bombeamento de 24 h para a verificação dos dados estimados. O filtro estará posicionado na profundidade de 32 a 36,30 metros, apresentando o comprimento de 4,30 m, esse comprimento foi determinado de acordo com as recomendações da NBR (NBR 12.212/1992), considerando a área de abertura total igual a 31% (SECCO, 2009) e a condutividade hidráulica de 10<sup>-3</sup> m/s (FETTER, 1988). O método de perfuração do poço será o rotativo.

A bomba utilizada será do tipo submerso e estará situada a 6 m abaixo do nível dinâmico. Ao final da perfuração a empresa responsável terá de disponibilizar um relatório sobre as condições do poço. É importante ressaltar que deverão ser realizadas análises físico-químicas e bacteriológicas, para verificar a qualidade da água e suas condições de potabilidade, e mesmo se a água for de boa qualidade recomenda-se a desinfecção da mesma (Portaria Nº 2.914/11, MS).

É importante salientar que para perfurar poços são necessários que existam responsáveis técnicos qualificados como: Geólogos, e para verificar as análises da qualidade da água do poço é necessário que exista engenheiros sanitistas e ambientais para fiscalizar os possíveis riscos de contaminação dos aquíferos por: resíduos sólidos, excesso de nitrato, esgoto sanitário, entre outros.

## CONCLUSÃO

Pôde-se analisar a importância da perfuração adequada de poços tubulares, pois a extração eficiente de água do subsolo depende não apenas da qualidade do aquífero, mas também do modo como o poço será construído, ou seja, dos métodos de execução de projeto do mesmo.

Para a obtenção de maiores vazões e, por conseguinte, um poço produtivo, torna-se necessário o dimensionamento adequado de seu diâmetro assim como o posicionamento correto dos filtros. Desta maneira, o emprego adequado de conceitos técnicos também influencia na otimização do poço.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANA, Agência Nacional de Águas. **Panorama da Qualidade das Águas Subterrâneas no Brasil**. Brasília, DF: 2005.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 12.211 – Estudos de concepção de sistemas públicos de abastecimento de água**. 1992.
3. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 12.212 – Projeto de poço para a captação de água subterrânea**. 1992.
4. BELÉM, Prefeitura Municipal. **Mapa das bacias hidrográficas de Belém**, 2014. Disponível em: <[http://www.belem.pa.gov.br/codem\\_mapas/Mapa%20%20Bacias%20Hidrograficas%20de%20Bele m.pdf](http://www.belem.pa.gov.br/codem_mapas/Mapa%20%20Bacias%20Hidrograficas%20de%20Bele m.pdf)>. Acesso em: 04 julho 2015.



5. BRASIL. **Portaria nº 2914 de 12 de dezembro de 2011**, Ministério da Saúde. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.
6. CPRM, Serviço Geológico do Brasil. **Noções Básicas sobre poços tubulares**, 1998. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/arquivos/pdf/dehid/manubpt.pdf>>. Acesso em: 04 julho 2015.
7. FETTER, C.W. **Applied Hydrogeology**. 2. ed. Macmillan Publishing Company: New York, 1988.
8. MATTA, M. A. S. **Fundamentos hidrogeológicos para a gestão integrada dos recursos hídricos da região de Belém/Ananindeua – Pará, Brasil**. Tese (Doutorado em Geologia. Universidade Federal do Pará. Centro de Geociências. Curso de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, 2002. p. 292.
9. SECCO, Leonardo. **Aspectos Tecnológicos na Perfuração de Poços Profundos**, 2009. Disponível em: <[www.sengers.org.br/site/forca\\_download.php%3Farquivo%3Dcontudo/arquivo27\\_28.pdf+&cd=6&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br](http://www.sengers.org.br/site/forca_download.php%3Farquivo%3Dcontudo/arquivo27_28.pdf+&cd=6&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br)>. Acesso em: 07 jul. 2015.
10. TSUTIYA, M. T. **Abastecimento de água**. 3ª ed. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo-SP, 2006.