



CONCEPÇÃO E PROPOSTA DE DIMENSIONAMENTO PARA CONSTRUÇÃO DE UM POÇO TUBULAR NO BAIRRO DE FÁTIMA - BELÉM-PA

Igor Campos da Silva Cavalcante
Universidade Federal do Pará
Rua Augusto Corrêa
66075-110 – Belém - Pará

Juliana Ise de Sousa e Sousa
Universidade Federal do Pará

Ian Rocha de Almeida
Universidade Federal do Pará

Lígia Conceição Tavares
Universidade Federal do Pará

Luanna Costa Dias
Universidade Federal do Pará

Resumo: Belém-PA é uma cidade considerada rica em disponibilidade de recursos hídricos, tanto superficiais como subterrâneos. O abastecimento de água da cidade é, em sua grande maioria, realizado por captação de águas superficiais (rio Guamá), contudo o aproveitamento de água subterrânea tem aumentado nessa última década, em virtude do menor gasto com adução e, em determinados casos, com tratamento. No entanto, tem-se um grande número de poços rasos, que devido à falhas construtivas podem vir a ser canais de contaminação de aquíferos, ou devido à localização e profundidade, proporcionar água contaminada para os consumidores. O presente trabalho objetiva propor um abastecimento de água potável alternativo para o bairro de Fátima, através da concepção de um poço tubular para atendimento de uma área residencial no bairro de Fátima, abrangendo a sua localização, dimensionamento e risco de contaminação

Palavras-chave: Recursos hídricos, Águas subterrâneas, Abastecimento de água, Poço tubular.

CONCEPTION AND PROPOSAL FOR DESIGN FOR THE CONSTRUCTION OF A TUBULAR SHAFT IN FÁTIMA NEIGHBORHOOD – BELÉM-PA

Resumo: Belém-PA is a city considered rich in availability of water resources, both surface and underground. The supply of the city is mostly done by capturing surface water (river Guama), yet undergroundwater use has increased in the last decade, due to lower spending on adduction and, in certain cases, with treatment. However, there is a large number of shallow pits, that due to constructive faults may become contaminated aquifers channels or due to the location and depth, providing contaminated water to consumers. This paper aims to propose an alternative supply of drinking water to the neighborhood of Fatima, by designing a tubular well to service a residential area in the neighborhood of Fatima, including its location, design and risk of contamination.

Keywords: Water resources, Underground water, Water supply, Tubular shaft.



1. INTRODUÇÃO

A cidade de Belém é privilegiada em recursos hídricos superficiais e subterrâneos. De acordo com Oliveira (2002), o aproveitamento de água subterrânea tem aumentado grandemente nesta última década, principalmente por, na maioria das vezes, ser captada no local de consumo, reduzindo gastos com adução.

Com o crescimento urbano desordenado e a industrialização, os problemas ambientais vêm se intensificando. Os recursos hídricos recebem total atenção neste contexto, devido ao risco de contaminação e a diminuição da disponibilidade hídrica, além de fatores como a erosão acelerada, assoreamento de dispositivos de drenagens e enchentes, com prejuízos imensuráveis para a população e o meio ambiente. (TUCCI, 2004)

Os recursos subterrâneos são suscetíveis à contaminação por fontes pontuais (poços de combustíveis, lixões ou aterros sanitários, fossas, etc.) ou difusas (cunhas salinas, *run off* urbanos, etc.) (MATTA *et al*, 2010). Com isto é necessário um estudo de concepção detalhado e eficiente, obedecendo às normas vigentes e realizado por profissional capacitado. Isto tudo é imprescindível para minimizar os riscos de contaminação destes recursos hídricos.

No entanto, tem-se um grande número de poços rasos, que por deficiências construtivas e falta de conservação, localizado em áreas de risco e sem estudo hidrogeológico, constituem verdadeiros canais de poluição aos aquíferos. De acordo com BRASIL (2009), só na grande Belém existem cerca de 20.000 poços rasos, utilizados no abastecimento de residências, hotéis, hospitais, lava-jatos, pequenas indústrias, etc.

É fundamental que os poços estejam computados no Sistema de Apoio a Gestão de Águas Subterrâneas (SIAGAS) operado pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM), com mecanismos que facilitem a coleta, consistência e armazenamento de dados hidrogeológicos e sua difusão. A cidade de Belém possui apenas 933 poços registrados atualmente, número que não reflete a realidade vista. Este cadastro é necessário para a gestão deste recurso e estudos de perfilagens de futuros poços.

Com isto o trabalho tem o objetivo de apresentar a concepção de um poço para atendimento de uma área residencial no bairro de Fátima, que está em constante transformação, com a construção de condomínios residenciais verticais, de acordo com as características hidrogeológicas da área.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral: Realizar o estudo de concepção de um poço tubular no bairro de Fátima em Belém-PA, além do dimensionamento do mesmo.

2.2. Objetivos Específicos

- Determinar os poços utilizados como referências com dados disponíveis no SIAGAS;
- Verificar o risco de contaminação do poço.

3. METODOLOGIA

3.1. Caracterização da área de estudo

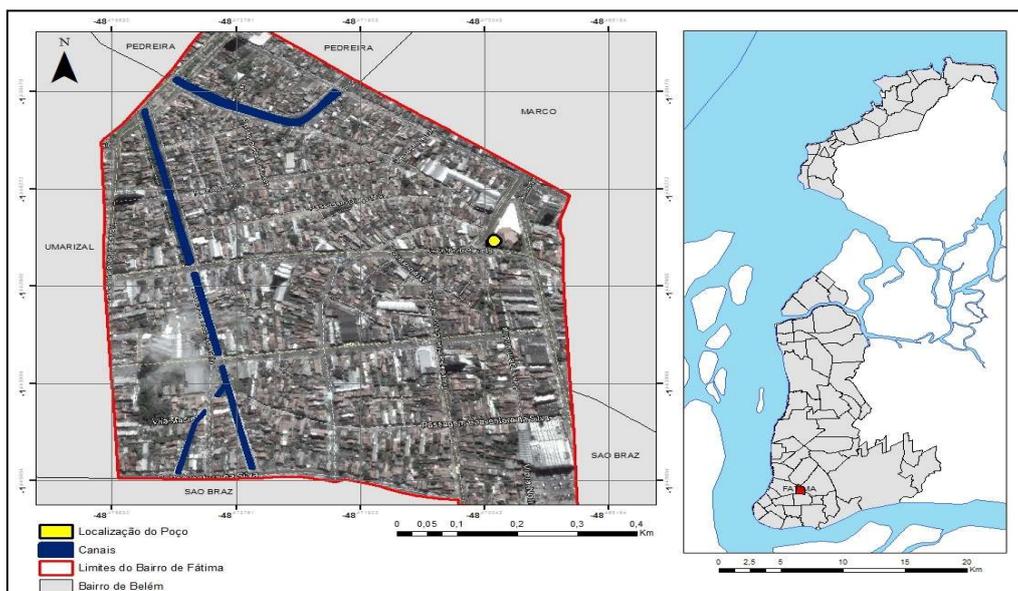
O bairro de Fátima é um bairro central da cidade de Belém do Pará, localizado na Zona Centro-Sul de Belém e pertence ao Distrito Administrativo da Sacramento. De acordo com o último censo do IBGE, sua população é de 12.385 habitantes e possui uma área de 56,1 hectares. A ocupação inicial do bairro foi irregular e desordenada, conhecida inicialmente como Matinha, posteriormente sendo chamado de Fátima devido à construção do Santuário que recebe o mesmo nome. Atualmente, o bairro é cercado de empreendimentos imobiliários devido à sua localização estratégica, fomentando maior uso dos recursos hídricos para atender a demanda.

O bairro de Fátima pertence à bacia do Una, que é caracterizada por planícies de várzeas sujeitas a inundações periódicas, onde as cotas altimétricas variam de 2,1 m a 3,6 m. A vegetação é do

tipo capoeirão, característica de área desmatada, dificultando o escoamento das águas das chuvas, como também o retorno das águas na maré baixa. (BRASIL, 2004). O bairro foi atingido pelo Projeto de Macrodrenagem da Bacia do Una.

O poço será construído na área externa do Santuário de Nossa Senhora de Fátima, e visa atender a demanda de 150 residências no seu entorno. A Figura 1 apresenta a localização de onde será construído o poço.

Figura 1 – Mapa de Localização do Poço e limites do Bairro de Fátima



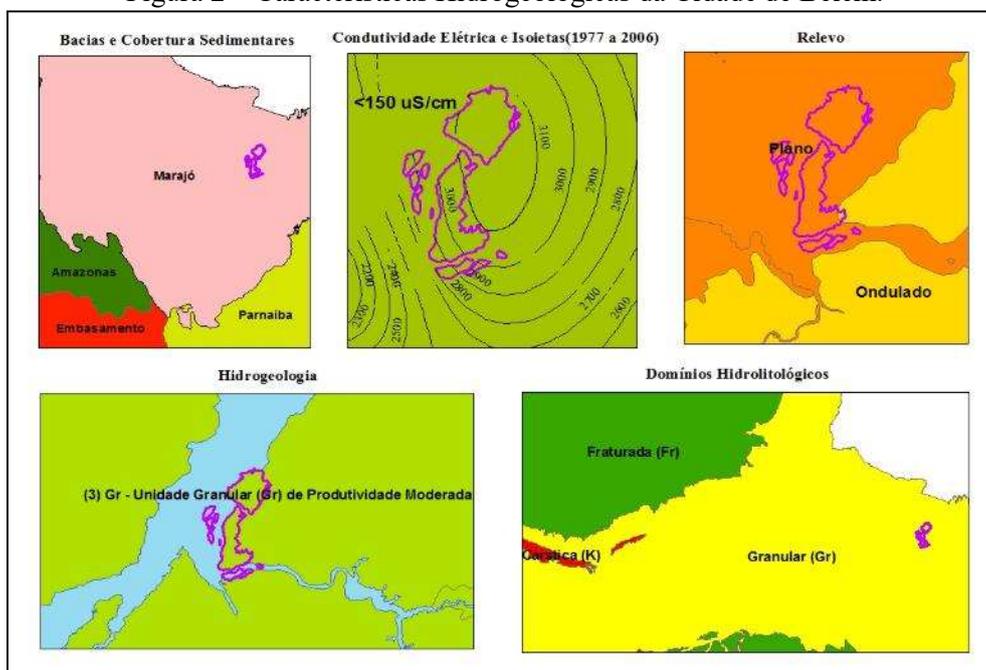
Fonte: Autores, 2016.

O clima da cidade de Belém é quente e úmido, com precipitação média anual alcançando 2834 mm. A temperatura média é de 25°C em fevereiro e 26°C em novembro. Está inserido na zona climática Af (Classificação Köppen), que coincide com o clima de floresta tropical, permanente úmido, com ausência de estação fria. (Prefeitura Municipal de Belém, 2011).

A cidade de Belém está inserida no sistema de aquífero Barreiras, o qual apresenta-se predominantemente livre e ocupa uma área de 176.532 km². Em Belém, apresenta águas com baixas concentrações de sais dissolvidos, resíduo seco variando entre 15,18 e 32,61mg/L e acidez, com pH de 4,3 a 4,6 (ANA, 2005). De acordo com Matta (2002), outras características importantes são o alto teor de ferro, os valores acima de 10mg/L de nitrato, que pode ser relacionado à contaminação por efluentes, além de um nível estático muito raso, muitas vezes inferior à 5 metros e algumas vezes subaflorentes.

A figura 2 apresenta algumas características da área de acordo com os dados fornecidos pelo SIAGAS. É possível observar que a região em que será construído o poço é plana, com unidade granular de produtividade moderada e condutividade elétrica inferior à 150 uS/cm.

Figura 2 – Características Hidrogeológicas da Cidade de Belém.



Fonte: Adaptado de SIAGAS, 2016.

O conjunto de rochas que compõem o quadro litoestatigráfico de Belém faz parte da Bacia Sedimentar do Amazonas, cuja área emergida é conhecida como Bacia Sedimentar do Marajó, mostrado na figura acima. Os litótipos que compõem a moldura geológica da área estão nos domínios das coberturas fanerozóicas e acham-se representados por uma sequência carbonática em subsuperfície, denominada formação Pirabas, de idade miocênica. (OLIVEIRA, 2002).

Segundo Matta (2002), os sistemas hidrogeológicos da região de Belém incluem aquícludes, aquíferos e aquíferos, pertencentes às unidades estratigráficas Pirabas, Barreiras e cobertura quaternária. Matta (2002) caracterizou os sistemas hidrogeológicos em 5 conjuntos principais com sua profundidade de ocorrência e vazões, conforme mostra a tabela 1.

Tabela 1 – Os Sistemas Hidrogeológicos da região de Belém

Sistemas Hidrogeológicos	Profundidade de ocorrência	Vazões
Aluviões	Inferiores a 10m.	Em torno de 10m ³ /h
Pós-Barreiras	Desde a superfície até 25m	Abaixo de 5m ³ /h
Barreiras	Geralmente estão entre 25 e 90m	Entre 10 e 70m ³ /h
Pirabas Superior	Entre 70 e 180m	Entre 100 e 200m ³ /h
Pirabas Inferior	Abaixo de 180m	Até 600m ³ /h

Fonte: Matta, 2002.



3.2. Métodos

Para alcançar os objetivos propostos no estudo, foram realizados os seguintes passos metodológicos:

A) Levantamento bibliográfico: Fundamentado no estudo da hidrogeologia e aproveitamento de águas subterrâneas, utilizando-se da análise de artigos, documentos, projetos e imagens de satélite da área, além de informações existentes nos principais órgãos e instituições governamentais federais, estaduais e municipais, tais como a CPRM, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Prefeitura Municipal de Belém e dentre outros órgãos relevantes para pesquisa. .

B) O estudo da concepção do poço baseado na NBR 12.212/1992, que estabelece como elementos necessários à vazão pretendida, estudo hidrogeológico, avaliação do risco do sistema dentre outros.

C) Correlação com poços vizinhos e que possuem dados disponíveis no SIAGAS. No bairro de Fátima há apenas um poço cadastrado, por isso são utilizados poços vizinhos do bairro do Marco e Umarizal. A Figura 3 apresenta a localização dos poços utilizados neste estudo. Estes poços vizinhos possuem profundidade de até 40 metros. A tabela 2 abaixo apresenta algumas características destes poços.

Tabela 2 – Características básicas dos poços de referência

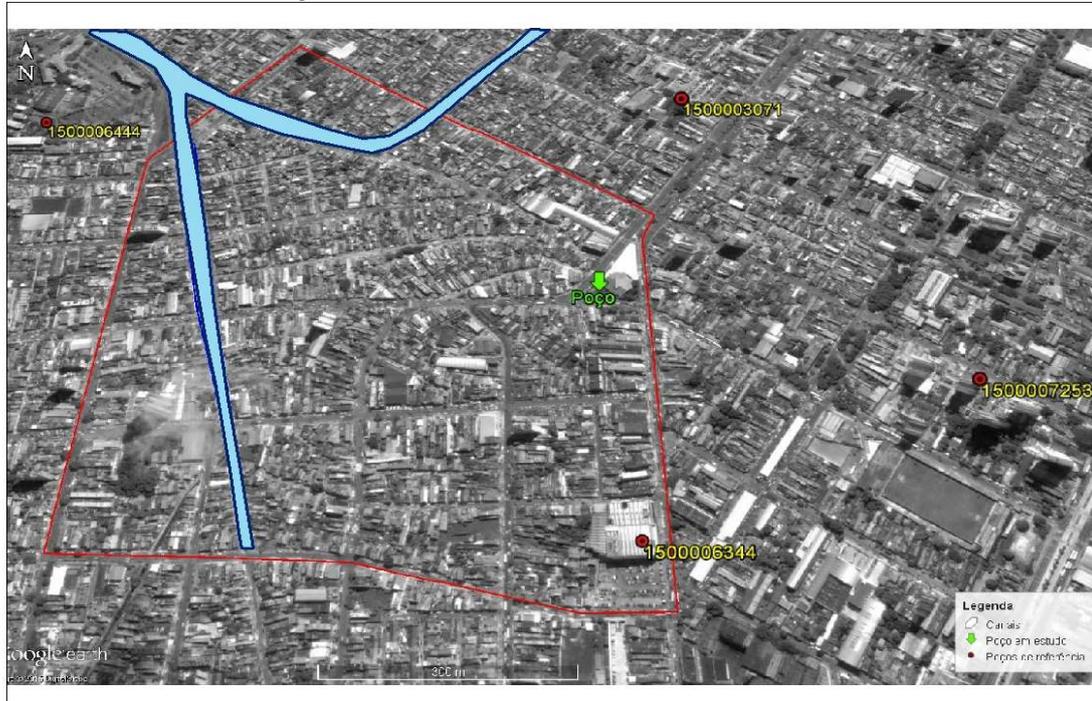
Código	Natureza	Profundidade	Diâmetro	Formação	Condição
1500003071	Tubular	29m	12"	Barreiras	Semi-confinado
1500007253	Tubular	40m	0 a 4m-10"	Barreiras	Livre
			4 a 40m-6"		
1500006464	Tubular	40m		Barreiras	-
1500006344	Tubular	36m	6"	Barreiras	Livre

Fonte: Adaptado de SIAGAS, 2016.

Os dados correlacionados dos poços são: Vazão (Q), rebaixamento (Ds), largura da superfície (B), transmissividade hidráulica (T), condutividade hidráulica (K), profundidade, cota, nível estático, diâmetro, diferença da cota com o nível freático e a diferença do nível estático com o nível freático. Esses serão organizados em forma de tabela para melhor compreensão.

As cotas topográficas foram obtidas através do software Google Earth. A obtenção do nível freático é orientada pela cota do Canal da 3 de Maio, o qual é necessário para obtenção da profundidade máxima a qual o lençol vai encontrar-se.

Figura 3 – Localização dos Poços de referência



Fonte: Autores, 2016.

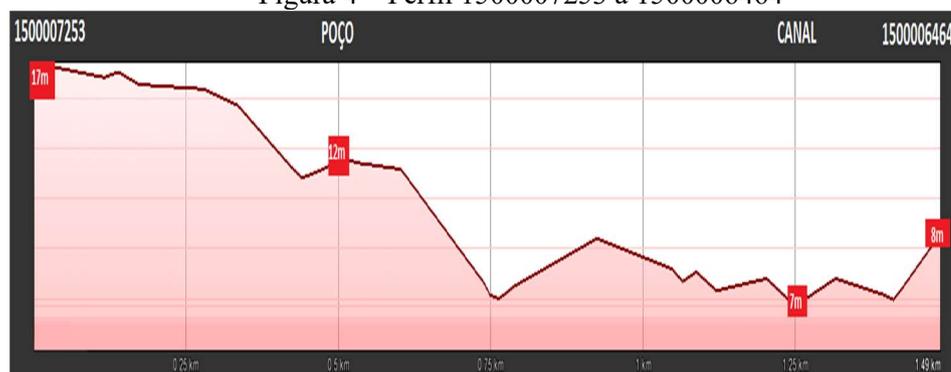
Ao comparar os perfis litológicos é possível determinar se o solo possui litologia similar, o qual é o critério usado para a locação dos filtros, que são de fundamental importância para o funcionamento do poço e qualidade da água fornecida.

D) O poço atenderá uma demanda de 150 residências, sendo estimado que cada residência tem em média 4 moradores, totalizando uma população de 600 habitantes. O consumo per capita admitido será de 200 L/hab.dia, e a vazão pretendida com o poço será de 5 m³/h, a partir desses dados.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao analisar a distribuição dos poços é possível observar que há um sentido Sudeste-Noroeste com os poços de código 150007253 e 150006464 usados para traçar um perfil em relação ao poço projetado, como é mostrado na Figura 4.

Figura 4 – Perfil 150007253 à 150006464



Fonte: Google Earth, 2016.

Os níveis estáticos dos poços e o nível do lençol freático, orientados pela cota do Canal da 3 de Maio, que é igual a 7 metros, é a profundidade máxima que o lençol vai encontrar-se. Esta análise do lençol freático é fundamental, visto que os canais presentes na cidade de Belém, em sua maioria, recebem efluentes domésticos. Poços com níveis estáticos próximos ao lençol freático possuem alto risco de serem contaminados por efluentes sanitários, pois há comunicação entre eles.

O nível máximo do lençol freático é dado pela diferença de cota entre o local analisado e o canal. Isto fornece a profundidade a qual se encontra o lençol freático. A partir daí, relaciona-se o nível estático do poço com o do lençol, que é de 7 metros. A Tabela 3 apresenta uma síntese das características dos poços disponibilizados pelo SIAGAS, incluindo a relação entre os seus níveis estáticos e o nível do lençol freático.

Observa-se que o nível estático do poço mais próximo do Canal (1500006461) localiza-se 78 centímetros abaixo do lençol freático, e o poço mais distante (1500007253), de maior cota, possui o seu nível estático 5,7 metros abaixo do lençol freático. Devido ao perfil construtivo e a diferença de nível, este polo é o mais protegido de contaminação comparado aos demais. Contudo, é necessário realizar uma análise físico-química e biológica da água bombeada, indispensável para a validação desta análise.

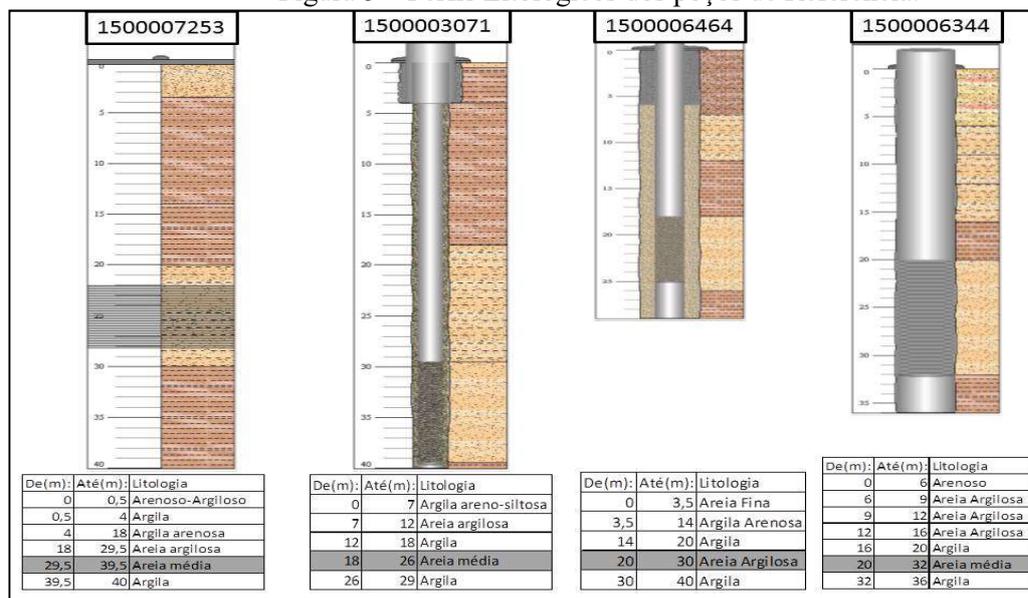
Tabela 3 – Características dos Poços de Referência.

Elementos	POÇOS			
	1500007253	15000030 71	15000064 64	15000063 44
Q (m ³ /h)	6,42	-	-	5,53
Ds (m)	6,8	-	5	5,8
B (m)	10	-	6	12
T (m ² /h)	0,17	-	-	0,17
K (m/s)	4,80.10 ⁻⁰⁶	-	-	4,04.10 ⁻⁰⁶
Prof (m)	40	29	40	36
Cota (m)	17	12	8	13
Nível estático (m)	15,7	-	1,78	6
Diferença da cota com o nível freático (m)	10	5	1	6
Diferença do nível estático com o freático (m)	5,7	-	0,78	0
Diâmetro (pol)	10 (até 4 m) 6 (de 4 à 40m)	12	-	6

Fonte: SIAGAS, 2015.

A Figura 5 apresenta os perfis litológicos dos poços de referência, os quais possuem duas camadas de argila, sugerindo que o terreno destinado à construção do poço possui perfil construtivo semelhante.

Figura 5 – Perfis Litológicos dos poços de Referência.



Fonte: Adaptado de SIAGAS, 2016.

Em cinza encontra-se a camada com pré-filtro, a qual está sempre inserida onde há areia média e entre duas camadas de argila, que em média estão na profundidade de 20 metros, com exceção do poço 1500007253 que está há uma profundidade de 29,5 metros. Este é o mais distante do canal. Pode-se inferir que no poço a ser construído o pré-filtro será depositado em uma profundidade similar à dos perfis.

O posto de gasolina mais próximo do terreno está cerca de 1kilometro de distância, não representando risco eminente ao poço. O terreno dista 600 metros do Canal da 3 de Maio e 450 metros do Canal da Visconde.

4.1. Dimensionamento do poço

O ponto de perfuração do poço selecionado localiza-se nas coordenadas 781544m E e 9849437m S na zona 22 S, o qual encontra-se no estacionamento do Santuário de Fátima e possui cota altimétrica igual à 12 metros.

O poço deverá atender uma demanda de 150 residências, sendo estimado que cada residência tem em média 4 moradores, totalizando uma população de 600 habitantes. O consumo per capita adotado será é de 200 L/hab.dia. Dessa forma, o cálculo da estimativa da vazão é encontrado através da Equação (1), totalizando uma vazão de 5 m³/h.

(1)

$$Q = P.q$$

Acredita-se que o poço atenda a demanda, visto que as vazões dos poços de referência são superiores. Quanto à profundidade, estima-se que o poço terá de 30 à 40 metros, dependendo da amostragem e da perfilagem do solo coletado durante o processo de perfuração. O poço possuirá uma camada de seixo pré-filtro variando de 3 à 8 polegadas, segundo a NBR 12.212/1992.

A tubulação do poço será de plástico geomecânico, utilizado pelos poços de referência próximos ao local de instalação do poço projetado. Os filtros serão compostos de tubos de plástico geomecânico de 6 polegadas, com ranhuras de 0,75 milímetros, assim como os poços de referência.



Ressalta-se que o posicionamento dos filtros será estabelecido de acordo com a amostragem e perfilagem geológica do solo, sendo posicionados nas localidades de maior porosidade e permeabilidade e mais protegidas de contaminação.

Pode-se também estimar a condutividade hidráulica com base na granulometria do solo, onde se o mesmo possuir boa permeabilidade, a condutividade é maior. Dessa forma, no caso do poço exposto, a presença de uma grande faixa de areia média, que possui boa porosidade, sugere uma boa condutividade, corroborada pelo posicionamento (conforme figura 4), de fluxo descendente do aquífero.

Analisando-se a tabela 3, que faz a comparação entre os poços de referência, mais especificamente o poço 1500007253, o qual é o mais próximo do poço proposto, a condutividade hidráulica será semelhante devido à proximidade dos mesmos, assumindo o valor próximo de $4,80 \cdot 10^{-06}$ m/s.

Segundo Fetter (1988), Domenico e Schwartz (1990) e Norton e Knapp (1977), que dispõem sobre os valores da condutividade hidráulica, porosidade total e específica, o valor anteriormente citado para condutividade hidráulica enquadra o solo na categoria “silte, areia siltica e argila arenosa”, com porosidade total (%) 35 à 50 e porosidade específica (%) 0 à 5.

Ao final da perfuração recomenda-se realizar um ensaio de bombeamento e um teste de vazão, a fim de determinar os parâmetros hidrodinâmicos e posicionamento de fronteiras hidráulicas, bem como a determinação da equação característica do poço.

No ensaio de bombeamento é definida a vazão do poço, e ao final, retira-se uma amostra de água para realização de análises físico-químicas e microbiológicas de sua qualidade. Neste ensaio determina-se a curva de rebaixamento, que é relação entre o rebaixamento (m) e o tempo de estabilização do nível dinâmico.

Com o teste de vazão pode-se construir a curva característica do poço, que abrange as variáveis vazão e rebaixamento, sendo possível determinar a vazão de exploração de um poço para qualquer tempo de bombeamento. Em seguida, determina-se o gráfico do rebaixamento x tempo de teste do poço, definindo a relação vazão específica e vazão. Por fim, encontra-se a equação característica do poço.

5. CONCLUSÕES

Este é um estudo apenas preliminar do poço, em que é verificado a viabilidade do empreendimento. É necessário que sejam realizados estudos mais precisos, com uma perfilagem geofísica consistente, com a aquisição e interpretação de parâmetros físicos das rochas e formações em relação à profundidade atravessadas por uma perfuração, possibilitando a obtenção de informações confiáveis sobre a posição das mudanças litológicas encontradas, além da avaliação de porosidade e permeabilidade das mesmas.

Cada obra de engenharia possui uma singularidade, isto é, um estudo de concepção exclusivo, devido às particularidades do empreendimento, características do meio, além de problemas de ordem logística, como custos e disponibilidade de recursos materiais. Entretanto, verificou-se que o empreendimento é viável, através da comparação com poços de referência, os quais são funcionais e possuem característica semelhantes à este proposto.

É importante ressaltar a importância das análises de qualidade da água, que devem obedecer aos valores estabelecidos na Portaria 2.914/11 do Ministério da Saúde, para que seja considerada potável e não cause prejuízos de saúde para os usuários.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA, Agência Nacional de Águas. **Cadernos de Recursos Hídricos: Panorama das águas subterrâneas no Brasil**. Brasília: ANA, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12.212: Projeto de poço para captação de água subterrânea**. Brasil, 1992.

BRASIL, Ministério de Minas e Energia. **Relatório técnico: Análise das informações sobre recursos hídricos subterrâneos no País**. Brasília: SGM, 2009. 111p.

BRASIL, S. C. **Projeto de Macrodrenagem da Bacia do Una e Índice de Qualidade de Vida de seus Moradores**. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Pará. Centro Tecnológico. Belém, 2004.

BRASIL, Fundação Nacional de Saúde. **Manual de saneamento**. 3. ed. rev. - Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006.

BRASIL, Ministério da Saúde (MS). **Portaria N°. 2914**. 12 de dezembro de 2011.

BRASIL, Lei no 9.433 de 8 de janeiro de 1997. **Política nacional de recursos hídricos**. Brasília, DF, 1997.

BRAGA, Benedito; HESPANHOL, Ivanildo. **Introdução à engenharia ambiental: o desafio do desenvolvimento sustentável**. 2a Ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

DOMENICO, P. A; SCHWARTZ, F. W. **Physical and chemical hydrogeology**. John Wiley & Sons, New York, p. 823, 1990.

FETTER, C. W. **Applied hydrogeology**. Sec. Ed. Merril Pub. Toronto, p. 592, 1988.

HÉLLER, Léo. – **Relação entre Saúde e Saneamento na Perspectiva do Desenvolvimento**. *Ciência & Saúde Coletiva*, 3(2):73-84, 1998.

MATTA, M. A. da S. et al. **Comportamento do nível estático e do fluxo hídrico subterrâneo do sistema hidrogeológico superior da Bacia Hidrográfica do Murucutu Belém-PA**. In: XVI Congresso Brasileiro de águas subterrâneas e XVII Encontro Nacional de Perfuradores de Poços, 2010. São Luiz. Anais... São Luiz: ABAS, 2010.

MATTA, M. A. da S. **Fundamentos hidrogeológicos para a gestão integrada dos recursos hídricos da região de Belém/Ananindeua – Pará, Brasil**. Tese de Doutorado em Geologia. Universidade Federal do Pará. Centro de Geociências. Curso de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, 2002. p. 292.

NORTON, D.; KNAPP, R. **Transport phenomena in hydrothermal systems: Nature of porosity**. *Amer. J. Sci.* v. 27, p 913-936, 1977.

OLIVEIRA, J.R. de. Projeto: **Estudos Hidrogeológicos da Região Metropolitana de Belém e adjacências**. Programa Nacional de Recursos Hídricos. Belém: CPRM, 2002.

PMB (Prefeitura Municipal de Belém). **Anuário Estatístico do Município de Belém**. Belém: PMB, 2011.



QUIÑONES, E.M. - **Relações Água-Solo no Sistema Ambiental no Estuário De Itanhaém (Sp).** Campinas, 185 p. 2000. Tese de doutorado da Faculdade de Engenharia Agrícola – Universidade Estadual de Campinas.

SILVA, K. R. M. **A implantação de obras civis e de saneamento na Bacia do Uma, em Belém do Pará, e as condicionantes relacionadas às características geológicas e geotécnicas.** Apresentado ao Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, UFPA.2004.

TUCCI, C. E. M. **A urbanização e os recursos hídricos.** Livro Água Doce. Cap. 7 IPH/UFRGS, 2004. Disponível em : <http://www.abc.org.br>. Acesso em 16 de set. de 2014.

REALIZAÇÃO

CORREALIZAÇÃO

INFORMAÇÕES