



UTILIZAÇÃO DO SIAGAS COMO FERRAMENTA DE ANÁLISE PARA PROPOSTA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA

Jairo Lima Martins

Universidade Federal do Pará
Rua dos Tamoios
66025540 – Belém – Pará

Ian Rocha de Almeida

Universidade Federal do Pará

Resumo: Este trabalho apresenta uma proposta para captação de água subterrânea através do banco de dados do Serviço Geológico do Brasil (CPRM), que aborda a qualidade construtiva de poços tubulares profundos na área urbana de Belém – PA, perfurados entre 1984 e 2013, disponibilizados em formato de relatório técnico através do Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS). A metodologia é organizada em três etapas sendo elas: Vazão de projeto, que seria a demanda mínima a ser abastecida; Estudo litológico, verificação das características do aquífero; e a proposta do poço, que é a estimativa construtiva do poço por meio de formulas matemáticas. A demanda calculada foi de 260 m³/h, o aquífero apresenta espessura de 35 m, Trasmisividade de 2,95 m²/h, condutividade hidráulica de 0,084 m/h, e as características para a proposta do poço serra as seguintes: diâmetros de perfuração de 16'' até 50 m de profundida e a parti da mesma será de 12'' totalizando uma profundidade de 185 m, o revestimento é de aço inox com diâmetros de 12'' à câmara de bombeamento e a parti dela o revestimento e o filtro de 25 m de espessura terram diâmetro de 8''. É esperado que o poço tenha o rebaixamento de 13 metros e proporcione o potencial desejado.

Palavras-chave: SIAGAS, Aquífero, poço, proposta, captação.

SIAGAS USE AS A TOOL FOR ANALYSIS OF PROPOSED WATER FUNDING UNDERGROUND

Abstract: This paper presents a proposal for groundwater abstraction through the database Geological Survey of Brazil (CPRM), which addresses the quality of construction of deep wells in the urban area of Belém - PA, drilled between 1984 and 2013, available in format technical report by the Groundwater Information System (SIAGAS). The methodology is organized in three stages namely: design flow, which would be the minimum demand to be supplied; lithological study, verification of aquifer characteristics; and the proposed well, which is the mounting shaft estimate by mathematical formulas. The calculated demand was 260 m³ / h, the aquifer has a thickness of 35 m, Trasmisividade 2,95 m² / h, the hydraulic conductivity of 0.084 m / h, and the characteristics for the proposed well serra the following: drilling diameters 16 'to 50 m profundida and left thereof will be 12' 'total depth of 185 m, the coating is stainless steel with a diameter of 12' 'to the pumping chamber and it left the coating and the filter 25 m thick terram diameter of 8 ". It is expected that the well had a lowering of 13 meters and providing the desired potential.

Keywords: SIAGAS, Aquifer, well, proposed funding.



1. INTRODUÇÃO

Os grandes centros urbanos brasileiros vêm tendo um acelerado crescimento, de forma acelerada e desordenada. O crescimento populacional aliado à ausência de políticas públicas, ocasiona uma queda na qualidade de vida de toda a população, sobre tudo, a deficiência nos sistemas de abastecimentos de água potável, os quais ocasionam diversos problemas à sociedade, tais como as doenças que atingem os grupos mais vulneráveis crianças e idosos.

A água é o elemento indispensável à vida, sua qualidade tem influência direta com a saúde, pois a mesma, se não for potável pode ser responsável pela transmissão de doenças. Mesmo a região amazônica possuindo cerca de 12% de toda água doce do planeta, ainda sim, o acesso à água potável é um problema na região. Com base no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS 2010), estima-se que cerca de 10 milhões de pessoas não sejam atendidas na Amazônia brasileira. São cerca de 5 milhões em áreas rurais e outros 5 milhões em áreas urbanas.

A solução para esse problema pode dar-se de duas formas: A captação de água superficial sendo a de mais fácil acesso, mas por sua vez devido a falta de tratamento de esgoto no país e a grande poluição dos rios essas tecnologias torna-se cara na hora do tratamento. A segunda alternativa é a captação de águas subterrâneas, pois o mesmo tá livre de contaminação requerendo tratamentos mínimos e sua captação requer menos recurso que a alternativa anterior. A reserva Alter do Chão localizada na Amazônia brasileira tem volume de 86 mil km³ de água potável. É o de maior volume de água potável do mundo. Quantidade permitiria abastecer população mundial por 100 vezes. A reserva subterrânea está localizada sob os estados do Amazonas, Pará e Amapá. Em termos comparativos, a reserva Alter do Chão tem quase o dobro do volume de água potável que o Aquífero Guarani – com 45 mil km³ de volume.

Para fim de impulsionar ainda mais o uso desse recurso de forma mais equilibrada e com menores custos, são realizados estudos sobre as características dos aquíferos na Amazônia, os quais revelam grande potencial, sendo a maior fonte de abastecimento na região.

O presente trabalho tem como objetivo utilizar o banco de dados do SIAGAS para realizar a caracterizar as supostas áreas de captação e sua melhor forma de planejamento.

2. OBJETIVO

Projetar um poço tubular profundo através de banco de dados do SIAGAS, com objetivo de obter o máximo do potencial que o aquífero pode proporcionar e minimizar os custos do investimento, pois sua construção influencia no custo de produção durante toda sua vida útil.

3. METODOLOGIA

A metodologia tem como base o banco de dados do Serviço Geológico do Brasil (CPRM), que aborda a qualidade construtiva de poços tubulares profundos na área urbana de Belém – PA, perfurados entre 1984 e 2013, disponibilizados em formato de relatório técnico através do Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS).

Os dados obtidos nos relatórios foram correlacionados com as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) NBR 12244/1992 e a NBR 12212/1992, possibilitando aferir as características dos poços cadastrados tais como: métodos de perfuração, diâmetros de perfuração e do revestimento, profundidades dos poços, tipos e comprimentos dos filtros, tipo e diâmetro do pré-filtro, espessura da cimentação, proteção sanitária, vazões, teste de bombeamento e estimar as características do aquífero quanto transmissividade, condutividade hidráulica, espessuras dos aquíferos e a litologia da região.

Para essa proposta é necessário ter os cálculos das vazões, pois ela determina a demanda a ser explorada; estudo litológico, já que através deles será estimado o potencial do aquífero.



3.1. Vazão de Projeto

Para o cálculo da vazão, é necessário conhecer a população a ser atendida, no qual o levantamento será realizado através dos dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Tendo em vista que o projeto terá que atender a população até o ano de 2030, utilizou-se o método geométrico para realizar a estimativa da população a ser atendida.

De acordo com a Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMAS), o bombeamento de água subterrânea é consentido somente durante 16 horas diárias, razão para nessa proposta ser adotado esse valor. O consumo per capita de água é de 158 l/hab.dia no município de Belém-PA, dados fornecidos pelo Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento (SNIS). Desse modo, a vazão necessária para atender a demanda do projeto resultará da

(1)

(Tsutiya, 2006).

(1)

$$Q = \frac{P \times q \times K_1 \times K_2}{n \times 3.600} + 5\%$$

Q: Vazão de projeto (m³/h)

P: População a ser atendida (hab.)

q: Consumo per capita de água (l/hab.dia)

K₁: Coeficiente do dia de maior consumo

K₂: Coeficiente da hora de maior consumo

n: número de horas de bombeamento.

3.2. Estudo Litológico

O estudo litológico deve ser feito de forma minuciosa através dos relatórios disponibilizados no SIAGAS, desde os perfis construtivos dos poços até os testes de bombeamento e testes das vazões, uma vez que através deles é possível conhecer as características do aquífero a ser explorado.

Para a proposta do poço deverá adotar-se um ou mais poços para servir de parâmetro, sempre que possível com vazão similar à demanda do projeto, e estar localizado o mais próximo possível da proposta. O poço a ser escolhido como referencia devera estar com o relatório técnico contendo os dados característicos do aquífero completo, pois serão eles que iram possibilitar a estimativa das características de produção do poço a ser proposto.

Quando houver diferenças de cotas entre o poço proposto e o de referencia é necessária à realização de correção topográfica, pois através dela será estimado o nível estático da água dentro do poço a ser construído.

3.3. Proposta do Poço

O poço proposto deve suprir a demanda mínima previsto, estimando seu potencial através das caracterizas do aquífero e de formulas matemáticas.

3.3.1 Características do Aquífero

As características do aquífero serão descritas através dos dados disponibilizados nos relatórios usados como referencia.



3.3.1.1. Vazão específica

Feitosa et al (2000) afirma que a vazão específica serve como indicador do rendimento da formação aquífera, expressada por meio da razão da vazão de projeto pelo rebaixamento do poço, como mostra na Equação 2.

$$qe = \frac{Q}{Ds} \quad (2)$$

qe: vazão específica (m³/h/m) e
Ds: rebaixamento (m).

3.3.1.2. Trasmisividade

Segundo Feitosa et al (2000) a Trasmisividade corresponde a quantidade de água que pode ser transmitida horizontalmente por toda a espessura saturada do aquífero. Pode-se conceituá-la como a taxa de escoamento de uma faixa vertical do aquífero com largura submetida a um gradiente hidráulico unitário, calculada através da Equação 3.

$$T = \frac{0,183 \times Q}{Ds} \quad (3)$$

T: Trasmisividade (m²/h)

3.3.1.3. Condutividade hidráulica

Feitosa et al (2000) define como condutividade hidráulica a velocidade aparente por gradiente hidráulico unitário determinada através da Equação 4.

$$k = \frac{T}{b} \quad (4)$$

K: condutividade hidráulica (m/h)
b: espessura do aquífero (m)

3.3.2. Características do Poço

Para calcular as características do projeto a ser proposto, adota-se a vazão específica do poço usado como referência, pois através dela é possível estimar o rebaixamento do poço proposto através da Equação 2, adotando o valor da demanda mínima a ser captada.

3.3.2.1. Nível estático

Corresponde como à pressão neutra dentro do aquífero em um ponto considerável, sendo a superfície livre da água dentro do poço. Nesse caso, encontra-se o nível estático da proposta, através do nível estático do poço usado como referência, por meio de uma correção topográfica.

3.3.2.2. Rebaixamento

Corresponde à distância vertical dentro do poço, sendo a diferença entre o nível estático e o nível dinâmico, o mesmo também pode ser calculado através das equações 2 e equação 3.

3.3.2.3. Nível dinâmico

É o nível do lençol d'água dentro do poço quando o mesmo atinge a estabilidade no momento do teste de bombeamento (Feitosa, 2000), calculado através da Equação 5.

(5)

$$ND = Ds + NE$$

ND: Nível dinâmico (m).

Ds: rebaixamento (m).

NE: Nível estático (m)

3.3.2.4. Tubos de revestimento

O revestimento é um conjunto de tubos que tem como principal finalidade sustentar a parede do poço, impedindo o desmoronamento das paredes litológicas.

O diâmetro da câmara de bombeamento é determinado em função dos diâmetros dos equipamentos de bombeamento, projetados para explorar as vazões desejadas (Goçales & Giampá, 2006). Na tabela 1 apresentam-se, como sugestão, diâmetros da coluna em função da vazão.

Tabela 1 - Diâmetro de revestimento versus vazão

Vazão (m ³ /h)	Diâmetro (")
0 – 40	6
40 – 80	8
80 – 150	10
150 – 300	12
300 – 500	16

3.3.2.5. Filtro

Os diâmetros da coluna de produção e da zona filtrante deverão ser compatíveis com as perdas de carga devidas ao fluxo axial. As perdas de carga dependerão da vazão e do comprimento da coluna resultando em um maior rebaixamento do nível, que irá onerar os custos de exploração. Como sugestão de diâmetros da coluna filtrante em função da vazão, apresenta-se a Tabela 2 (Goçales & Giampá, 2006).

Tabela 2 - Diâmetro da zona filtrante versus vazão

Vazão (m ³ /h)	Diâmetro (")
0 – 200	6
200 – 400	8
400 – 600	10
600 – 800	12

A localização e o comprimento do filtro devem ser determinados em função do tipo de aquífero a ser explorado. As literaturas específicas indicam que o comprimento para o filtro deve corresponder de 70% a 80% do comprimento da formação aquífera.

3.3.3. Características do Acabamento

3.3.3.1. Pré-filtro

O pré-filtro consiste no preenchimento, denominado de cascalho, colocado no espaço vazio existente entre o revestimento e a perfuração. A utilização de pré-filtro aumenta a área de



captação, diminui o rebaixamento e impede a passagem de areias finas que provocam o entupimento das ranhuras do filtro.

3.3.3.2. Cimentação

A cimentação consiste na adição de pasta de cimento, será utilizada para preencher o espaço anelar entre o revestimento e a parede do poço separando o aquífero livre do aquífero confinado, evitando que ocorra interação entre as águas dos mesmos.

3.3.3.3. Método e duração do desenvolvimento

Ao fim dos trabalhos de construção, deve ser feita a limpeza do poço. Em seguida, será feito o teste de bombeamento com duração de 24h e por fim será a execução do teste de vazão.

4. RESULTADOS

4.1. Vazões de Projeto

Utilizando os dados dos censos de 2000 e 2010 foi possível fazer a projeção populacional, chegando a um valor de 13.884 habitantes até o período determinado. Como o poço proposto deverá atender o abastecimento para a população do Bairro do Souza Belém-Pa até o ano de 2030, a demanda mínima calculada foi de 260 m³/h.

4.2. Estudo Litológico

O estudo litológico da região foi realizado através do banco de dados do Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS), no qual foram estudados 53 relatórios técnicos localizados no município de Belém-Pa.

Chegando a conclusão que a litologia da região a parti de 90m de profundidade tem um comportamento homogêneo, contendo aquíferos com elevado potencial e grandes dimensões. Aquíferos menos profundos também são encontrados, mas pelo fato da região metropolitana de Belém ter quase 0% do seu esgoto tratado, é indicado buscar aquíferos mais profundos, pois os mesmos estão mais protegidos de possíveis contaminações, minimizando o custo no tratamento.

Foi utilizado apenas um poço como referência devido as suas características serem similares às quais se buscava para o projeto, identificada sob o número 1500005376 no cadastro do Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS). O poço faz parte da Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas (RIMAS/SGB-CPRM), o mesmo é equipado com medidor automático de nível pertence à Companhia de Saneamento do Pará (COSANPA), localizado no Bairro do Marco, distante aproximadamente 650 metros da proposta (Mapa 2). Localizado a uma cota 17 m e o poço proposto a uma cota de 16 m, sendo necessário realizar uma correção topográfica.

Mapa 1 - Localização do poço de referência e poço proposto.



Na Tabela 3 são exibidos o perfil litológico e o croqui do poço adotado como referência.

Tabela 3 - Dados litológicos do poço 1500005376.

De (m)	Até (m)	Litologia	Descrição Litológica
0	2	Argila areno-siltosa	Argila areno-siltosa amarela
2	15,4	Argila	Argila branco avermelhado
15,4	19,3	Areia fina	Areia fina a média amarela.
19,3	32	Argila	Argila branco avermelhado
32	38	Argila arenosa	Argila arenosa cinza
38	41	Areia fina	Areia fina vermelho
41	65	Argila	Argila variada
65	98	Areia fina	Areia fina amarela
98	116	Areia grossa	Areia grossa branca
116	138	Areia fina	Areia fina branca
138	153	Areia grossa	Areia grossa branca com seixo.
153	188	Areia média	Areia média e grossa cinza



Na ficha técnica do poço adotado como referencia estão contidas as informações do aquífero, tais como: Espessura de 35 m; Trasmisividade de 2,95 m²/h; Condutividade hidráulica de 0,084 m/h; E as características do poço como: Vazão específica de 16.154 m³/h/m; Nível estático 17 m; Nível dinâmico de 30m; e Rebaixamento de 13m.

4.3. Proposta do Poço

4.3.1. Características do Poço

O poço proposto, por estar localizado em uma região de solo sedimentar, o método de perfuração a ser adotado será o rotativo, o qual se baseia na trituração ou desagregação da rocha pelo movimento giratório de uma broca em formações sedimentares (FEITOSA, 2000).

O diâmetro de perfuração definido será de 16'' até a profundidade de 50 m onde terá uma câmara de bombeamento que possibilita a redução no custo do material sem comprometer o potencial do poço, e a partir de 50 m de profundidade terá um diâmetro de perfuração de 12'' totalizando a profundidade final do poço de 185 m.

O material do revestimento será tubulações de aço inoxidável por terem melhor desempenho e suportarem maiores pressões. Para a câmara de bombeamento o diâmetro adotado será de 12'' valor recomendado por Goçales e Giampá (2006), e o revestimento a partir da câmara de bombeamento será de 8'' até o filtro. O filtro terá diâmetro de 8'', valor recomendado por Goçales e Giampá (2006), o material do filtro será aço inoxidável com ranhura contínua de 0,75mm, visto que este possui percentagem de área aberta bem maior que os demais (FEITOSA, FILHO, 2000), possibilitando maior rendimento. O filtro será posicionado de 158 a 183 metros de profundidade, totalizando 25 m de extensão.

Com base nos dados do poço de referência (Poço 1500005376), a 4 apresenta os resultados da proposta e das características do aquífero que abastecerá o mesmo.

Tabela 5: Características do aquífero e do poço.

CARACTERÍSTICAS GERAIS		VALORES	
Identificação do poço		P1	
Quantidade de poços (un)		1	
Vazão do poço (m ³ /h)		260	
Transmissividade hidráulica (m ² /h)		2,95	
Condutividade hidráulica (m/h)		0,084	
Cota do terreno (m)		16	
Profundidade prevista (m)		185	
Nível estático – NE (m)		16	
Nível dinâmico – ND (m)		32,10	
Rebaixamento – Ds (m)		16,10	
CARACTERÍSTICAS DO POÇO			
Grandeza	Revestimento 1	Revestimento 2	Filtro
L (m)	50	95	25
Ø (mm)	300	200	200
Q (L/s)	40	40	40
V (m/s)	0,57	1,27	1,27

4.3.2. Características do Acabamento

O pré-filtro adotado será de 4" preenchendo o espaço vazio existente entre o revestimento e a perfuração, tendo como finalidade impedir a passagem de areias finas que provocam o entupimento das ranhuras do filtro e o mesmo possibilita aumentar a vazão do poço.

A cimentação ocorrerá entre o trecho 40 m e 63 m de profundidade, separando o aquífero livre do aquífero confinado, impedindo que haja interação entre as águas dos mesmos. Também será cimentada a superfície do solo, para fins de proteção sanitária, e a parte inferior do poço, com altura de 1 m.

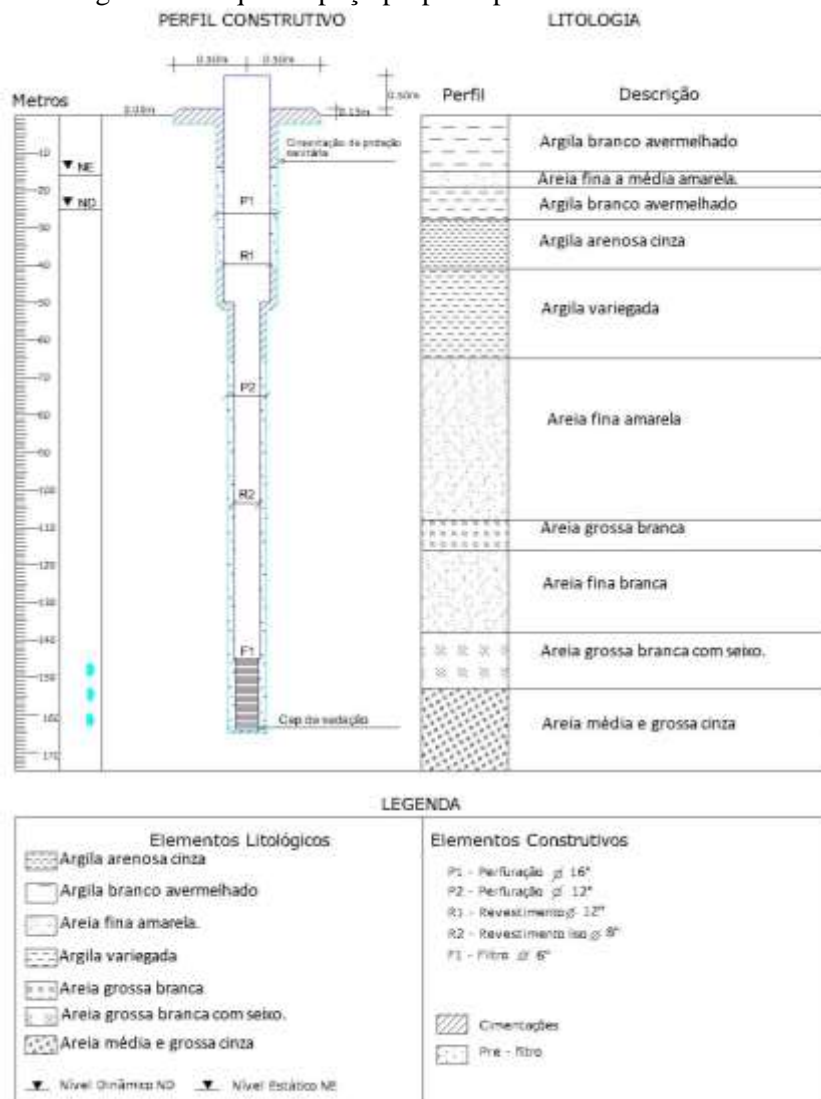
Ao término dos trabalhos de perfuração, revestimento e cimentação, será realizada a operação de limpeza do poço, com o objetivo de retirar a lama de perfuração. Após isso será efetivado o desenvolvimento do poço através do teste de bombeamento com duração de 24h, cuja sua finalidade principal é obter informações do tempo de estabilização do rebaixamento do poço, além de obter as características do aquífero, como transmissividade e condutividade hidráulica.

A última etapa da obra será a execução do teste de vazão, por meio do qual será obtida a equação do poço, utilizada como referência para estimar a vazão de produção máxima e vazão ótima de exploração.

4.3.3. Perfil Construtivo e Perfil Litológico

É exposto na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, como forma de apresentação, o croqui do perfil construtivo do poço profundo proposto para abastecimento e o perfil litológico da área estudada.

Figura 2: Croqui do poço proposto para o Bairro do Souza.



5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo prévio possibilita estimar se o projeto será viável ou não para abastecer a demanda e também busca minimizar o custo de construção e operação. O presente trabalho buscou de maneira sintetizada, propor um sistema de abastecimento alternativo para o bairro do Souza (Belém-PA), fundamentando-se em dados oficiais tais como bancos de dados da CPRM, SIAGAS, IBGE além das normas técnicas que norteiam esse tipo de projeto.

Salienta-se que juntamente com o estudo teórico de todos os dados necessários para a projeção do poço, é de fundamental importância o estudo de campo afim de constatar os dados oficiais, como a confirmação do tipo de solo e a proximidade do poço com potenciais fontes contaminadoras, como cemitérios e canais de macrodrenagem, por exemplo. Dessa forma, custos adicionais podem ser evitados.

Ao término do trabalho, notou-se que o objetivo proposto inicialmente foi alcançado com êxito, e espera-se que o presente estudo fundamente estudos futuros sobre a temática na região.



6. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBRs 12.224/1992 e 12.212/1992.**

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM. **Sistema de Informações de Águas Subterrâneas - SIAGAS.** Disponível em <<http://siagasweb.cprm.gov.br>>. Acessado em Abril de 2016.

FEITOSA, Fernando A.C; FILHO, J.M. **Hidrologia: conceitos e aplicações.** CPRM/UPFE, 2ª Ed. Fortaleza, 2000.

GONÇALES, Valter Galdiano; GIAMPÁ, Carlos Eduardo Quaglia. **Águas Subterrâneas e Poços Tubulares Profundos.** São Paulo, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Censo demográfico.** 2015. Disponível em <<Http://www.ibge.gov.br>> Acessado em Abril de 2016.

SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE - SEMAS. **Outorga do uso da água.** Disponível em <<http://www.sema.pa.gov.br/>>. Acessado em Abril de 2016.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO – SNIS. **Diagnóstico dos serviços de água e esgoto 2015.** Disponível em <<http://www.snis.gov.br>>. Acessado em abril de 2016.

TSUTIYA, MILTON TOMOYUKI. **Abastecimento de Água.** 3ª ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006.