



TÍTULO: PROPOSTA DE CONCEPÇÃO PARA O SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA PARA O MUNICÍPIO DE BELÉM, PARÁ: UNIVERSALIZAÇÃO DO ATENDIMENTO DA POPULAÇÃO

Gabriela Araújo Fragoso – e-mail gabrielafragoso.ufpa@hotmail.com
Universidade Federal do Pará, Faculdade de Engenharia Sanitária e Ambiental
Travessa Angustura, 2919
66093-040 – Belém – Pará

Ananda Cristina Fróes Alves – e-mail ananda.froes.alves@gmail.com
Universidade Federal do Pará, Faculdade de Engenharia Sanitária e Ambiental

Fábio Paiva da Silva – e-mail f.paivadasilva@yahoo.com.br
Universidade Federal do Pará, Faculdade de Engenharia Sanitária e Ambiental

Jéssica Cristina Conte da Silva – e-mail jessicacris07@hotmail.com
Universidade Federal do Pará, Faculdade de Engenharia Sanitária e Ambiental

Brenda Gonçalves Piteira Carvalho – e-mail brendapiteira@gmail.com
Universidade Federal do Pará, Faculdade de Engenharia Sanitária e Ambiental

Resumo: Para o planejamento do sistema de abastecimento coletivo existe a necessidade da elaboração de uma concepção. Entende-se por concepção de sistema de abastecimento de água, o conjunto de estudos e conclusões referentes ao estabelecimento de todas as diretrizes, parâmetros e definições necessárias e suficientes para a caracterização completa do sistema a projetar (TSUTIYA, 2006). Na pesquisa foram levantados e analisados os instrumentos necessários para o planejamento dos serviços de abastecimento de água potável na área urbana do município de Belém. Como resultados, a pesquisa apresenta o diagnóstico atual da situação do saneamento básico com a quantificação da população atendida e não atendida e uma proposta de concepção centralizada de sistema de abastecimento de água, que envolve a determinação da demanda de água para as zonas de abastecimento de Belém e uma sugestão de implantação de unidades de captação, tratamento, elevação e adução para as zonas de abastecimento de água, como solução dos problemas de déficit de atendimento mostrados no diagnóstico.

Palavras-chave: Universalização, Atendimento, Água, Concepção.



CONCEPTION PROPOSAL FOR BELÉM MUNICIPALITY WATER SUPPLY SYSTEM: UNIVERSALIZATION OF POPULATION SUPPLY

Abstract: *Conception is a necessity for water supply system planning. Conception of a water supply system can be understood as a set of studies and conclusions related to the establishment of guidelines, parameters and definitions, which are necessary for complete characterization of the future system. (TSUTYIA, 2016). In this paper, the necessary tools for potable water supply system planning at Belem's municipality urban area were surveyed and analyzed. This paper presents as results a diagnosis of current sanitation system situation, considering the population supply quantification and a proposal of centralized conception of water supply system, considering the determination of water demand for the water supply zones and a proposal of catchment, treatment, elevation and distribution units implementation, as a solution for supply deficit issue presented at the diagnosis.*

Keywords: *universalization, supply, water, conception.*

1. INTRODUÇÃO

De acordo com Azevedo Netto (1998), é definido como Sistema de Abastecimento de Água (SAA) o conjunto de obras, equipamentos e serviços destinados ao abastecimento de água potável a uma comunidade para fins de consumo doméstico, serviços públicos, consumo industrial e outros usos. Essa água fornecida pelo sistema deverá ter quantidade, qualidade e regularidade para abastecer devidamente todos os consumidores.

Para o planejamento do sistema de abastecimento coletivo existe a necessidade da elaboração de uma concepção. Entende-se por concepção de sistema de abastecimento de água, o conjunto de estudos e conclusões referentes ao estabelecimento de todas as diretrizes, parâmetros e definições necessárias e suficientes para a caracterização completa do sistema a projetar (TSUTYIA, 2006).

Existem duas formas de disposição das unidades, que são: centralizar ou descentralizar o sistema. No sistema centralizado existe uma grande estrutura responsável pelo abastecimento de água de uma área extensa, o que exige maior investimento na construção e manutenção, porém há um maior controle tanto na gestão quanto na operação. No sistema descentralizado ocorre completamente o oposto, pois existem várias estruturas de pequeno porte responsáveis por abastecer pequenas áreas, apesar de exigir menor investimento, esse tipo de arranjo ocasiona problemas tanto na gestão quanto na operação.

Para o planejamento do SAA é necessário realizar o diagnóstico do sistema existente, estabelecer a projeção populacional e da demanda de água e estudar as possibilidades de arranjo das unidades em cada área do município de Belém. A pesquisa teve como base o Plano Diretor de Sistema de Abastecimento de Água da Região Metropolitana de Belém (PDSAA-RMB), que foi elaborado em 2004 e atualizado em 2006. Além do PDSAA-RMB, a pesquisa também teve como base as atuais necessidades de abastecimento da área urbana de Belém. Na pesquisa foram levantados e analisados os instrumentos necessários para o planejamento dos serviços de abastecimento de água potável na área urbana do município de Belém. Como resultados, a pesquisa apresenta o diagnóstico atual da situação do saneamento básico com a quantificação da população atendida e não atendida e uma proposta de concepção centralizada de sistema de abastecimento de água, que envolve a determinação da demanda de água para as zonas de abastecimento de Belém e uma sugestão de implantação de unidades de captação, tratamento, elevação e adução para as zonas de abastecimento de água, como solução dos problemas de déficit de atendimento mostrados no diagnóstico.



2. JUSTIFICATIVA

De acordo com o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS (2010) o município de Belém apresentava população urbana de 1.381.475 habitantes, sendo 992.493 habitantes atendidos com abastecimento de água pela Companhia de Saneamento do Pará (COSANPA) e 225.610 habitantes pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Belém (SAAEB), o que equivale ao atendimento urbano de 88,17% e déficit de 11,82 % no município. Esses números indicam que a área de cobertura da prestação dos serviços ofertados pelas concessionárias, COSANPA e SAAEB precisa ser expandida, para o atendimento de novos usuários com água em quantidade, qualidade e regularidade.

Para isso é indispensável a atualização do Plano Diretor de Sistema de Abastecimento de Água da Região Metropolitana de Belém (PDSAA-RMB), elaborado em 2004 e atualizado em 2006. A Lei 11.445 (2007) recomenda que o plano seja revisado anualmente e atualizado a cada quatro anos, como a última atualização do PDSAA foi realizada no ano de 2010, é necessário analisar a concepção do sistema existente e, caso necessário, propor nova divisão de zonas de abastecimento na área do Município, para a realização da projeção populacional de no mínimo 20 anos como determina a Lei 11.445 (2007), cálculo da demanda de água para cada zona e determinação da possibilidade de arranjo das unidades do SAA em cada área do município de Belém.

Assim, com base nas atuais necessidades de abastecimento da área urbana de Belém, é preciso analisar a concepção do SAA do Município para atingir a universalização do atendimento da população. Para isso deve ser verificada a produção necessária, estabelecendo o tipo de sistema a ser implantado, que pode ser em poços subterrâneos isolados para pequenas áreas ou em grandes captações em mananciais superficiais para áreas integradas.

3. OBJETIVOS

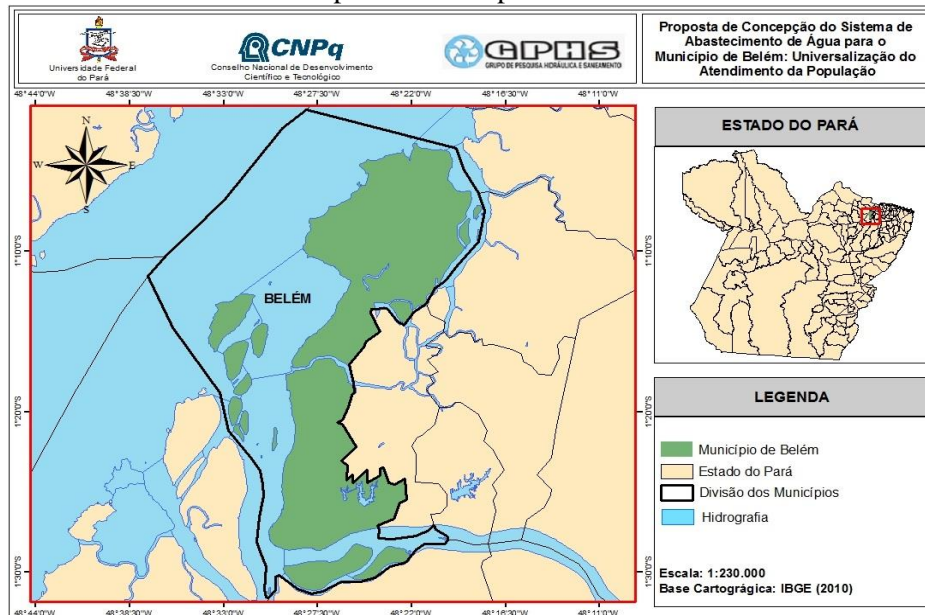
O objetivo geral da pesquisa é elaborar proposta de concepção do SAA da área urbana do município de Belém, identificando a capacidade de produção para cada zona de abastecimento de água. Como objetivos específicos estão:

- a) Diagnosticar e avaliar a atual situação do abastecimento de água do município de Belém;
- b) Dividir a área do município de Belém em zonas de abastecimento de água;
- c) Determinar a demanda de água para as zonas de abastecimento do município de Belém;
- d) Propor unidades de produção, tratamento, elevação e adução para as zonas de abastecimento de água do município de Belém.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

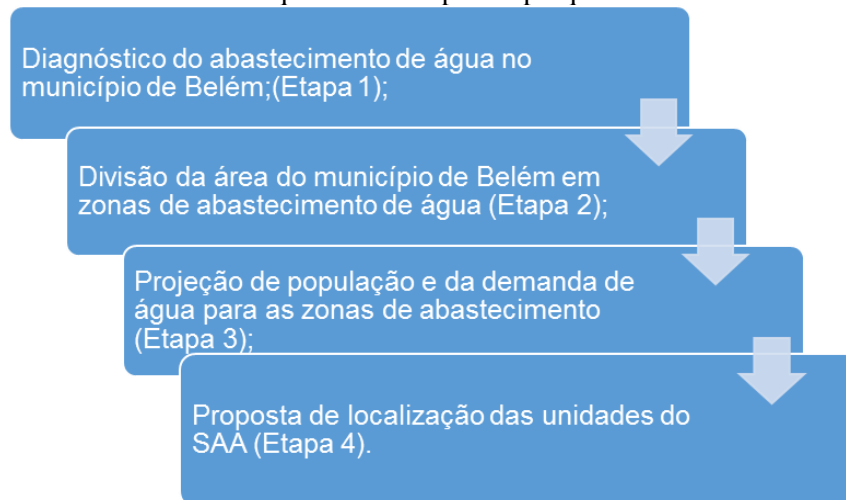
O estudo foi focado no SAA do município de Belém (PA), capital do estado do Pará, cuja localização é apresentada no Mapa 1. A população de Belém é composta de 1.393.399 habitantes, sendo 1.381.475 na zona urbana e 11.924 na zona rural, com taxa de urbanização de 99,14% e 368.877 domicílios permanentes (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2010).

Mapa 1 – Município de Belém



No Esquema 1 são apresentadas as quatro etapas da pesquisa.

Esquema 1 – Etapas da pesquisa



Na primeira etapa do trabalho foi realizado o levantamento de dados das unidades de captação, tratamento, elevação e adução de água, para a elaboração de mapas do sistema de abastecimento de água existente no município de Belém, sendo então, realizado o diagnóstico do atendimento do sistema de abastecimento de água. Esses dados foram obtidos na Companhia de Saneamento do Pará, no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística e no Plano Diretor do Sistema de Abastecimento de Água da RMB, integrada em 2004, pelos municípios de Belém, Ananindeua, Marituba, Santa Isabel e Santa Bárbara do Pará.

Na etapa 2, foi realizada a proposta de divisão da área urbana de Belém em zonas de abastecimento de água, tendo como base a divisão estabelecida no PDSAA da RMB, feito em 2006.

Nesta etapa, foram utilizadas ferramentas computacionais como AutoCad, ArcGis e Google Earth, além da divisão oficial de bairros de Belém, que foi retirada do banco de dados do IBGE.

Após a divisão da área urbana do município de Belém em zonas de abastecimento de Água, foram realizados na etapa 3 os cálculos para determinar a projeção populacional até 2040 utilizando o método de projeção geométrica, tendo como base os censos de 2000 e 2010 do IBGE. Após a análise da população, foi feita a evolução da demanda de água, utilizando fórmulas hidráulicas.

Por fim, foi elaborado, na etapa 4, o mapa com localização das unidades de captação, tratamento, elevação e adução para as zonas de abastecimento de água de Belém.

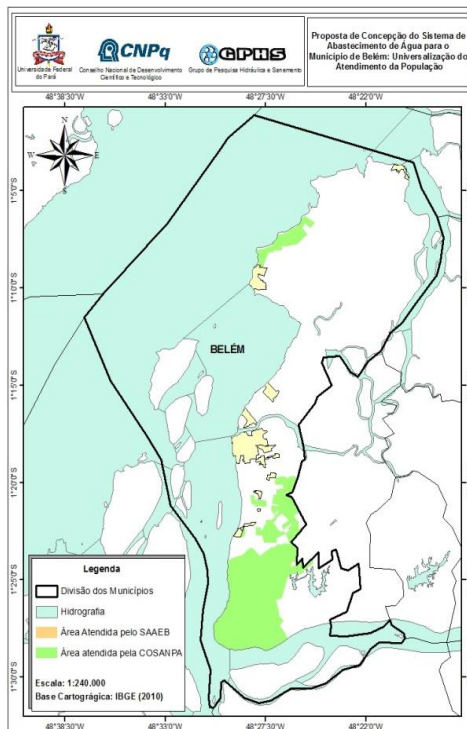
5. RESULTADOS

5.1. ETAPA 1: ATENDIMENTO DA POPULAÇÃO COM SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

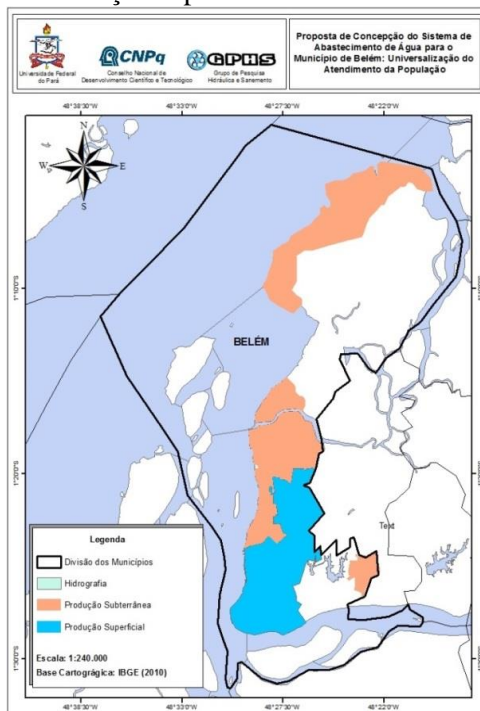
De acordo com o Instituto de Geografia e Estatística (2010), a rede geral de distribuição de água atende 76,41% da população de Belém. Nas áreas em que não há atendimento do sistema, as práticas tomadas pelos moradores não são tecnicamente adequadas e eficientes, como a retira de água em poços próprios, nascentes, carros-pipas, água de chuva, rios, açudes, lagos ou igarapés, ou seja, as soluções individuais, os números do IBGE (2010) demonstram que cerca de 328.290 (23,59%) habitantes adotam essas soluções.

A prestação do serviço de abastecimento é de responsabilidade da Companhia de Saneamento do Pará (COSANPA) na maior parte da área do município de Belém, bem como do Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Belém (SAAEB), da Prefeitura do Município de Belém, que abastece os Distritos de Icoaraci, Outeiro e Mosqueiro (parte) e o Bairro da Pratinha. No Mapa 2 são apresentas as áreas de cobertura da COSANPA e do SAAEB no Município. O Mapa 3 – **Produção superficial e subterrânea em Belém**, apresenta a área que é abastecida por manancial superficial e a outra por manancial subterrâneo.

Mapa 2: Área de cobertura da COSANPA e do SAAEB.



Mapa 3 – Produção superficial e subterrânea em Belém.



A COSANPA utiliza Unidades de Negócios (Uns), que são setores com atuação operacional e comercial em áreas delimitadas, tendo como objetivo o desenvolvimento de estratégias de negócios para melhorar a interação da empresa com os segmentos de mercado. Por sua vez, o SAAEB gerencia de forma independente cada SAA, porém neste trabalho não foram obtidas informações que indiquem o real atendimento nesses locais. Na Tabela 1 são mostrados os dados de consumo e de produção de água da Companhia de Saneamento do Pará e do Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Belém no ano de 2010.

Tabela 1 – COSANPA e SAAEB

Prestador de Serviço	Extensão da rede de água (km)	Volume de água produzido (1.000 m ³ /ano)	Volume de água consumido (1.000 m ³ /ano)	Consumo médio per capita de água (l/hab.dia)
COSANPA	5.430,00	152.862,83	79.401,91	103,20
SAAEB	406,00	21.080,00	11.267,00	100,00

Fonte: Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (2010).

A COSANPA é responsável por quatro SAA que utilizam água bruta de manancial superficial. Esses SAA são denominados de sistemas integrados, tendo em comum as unidades de captação, adução, elevação e tratamento de água. A divisão dos sistemas integrados ocorre nos setores de distribuição de água, que, na maioria dos casos, são formados por Reservatório Apoiado (RAP), Elevatória de Água Tratada (EAT's) do setor, Reservatório Elevado (REL) e Rede de Distribuição (RD). A captação e o tratamento de água bruta superficial, captada no rio Guamá pela COSANPA, são realizados para os sistemas integrados, no caso: o SAA Bolonha – Zona central, SAA Bolonha – Zona



Expansão, SAA Utinga – São Brás e SAA Utinga – 5º Setor. O recalque da água bruta é realizado por duas EAB's instaladas nas margens do rio Guamá.

Os SAA das demais áreas abastecidas pela COSANPA são denominados de sistemas isolados. Esses SAA's utilizam água de manancial subterrâneo para abastecer áreas reduzidas, tendo os seguintes arranjos de unidades:

- a) Poço com elevatória de água, RAP, Elevatória de água, REL e RD;
- b) Poço com elevatória de água, RAP e RD;
- c) Poço com elevatória de água, REL e RD;
- d) Poço com elevatória de água e RD.

O SAAEB gerencia vinte SAA's, sendo 15 sistemas em operação e cinco fora de operação. Os SAA's do SAAEB são localizados em bairros de Belém e distritos de Outeiro, Cotijuba e Icoaraci. A produção e distribuição de água das unidades de abastecimento de água são realizadas com a utilização de manancial subterrâneo (poço com elevatória de água). Os SAA's do SAAEB apresentam arranjos de unidades que variam da seguinte forma:

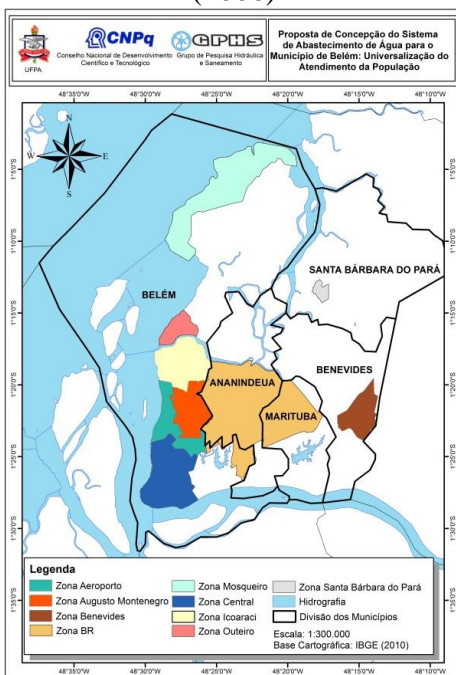
- a) Poço com elevatória de água, RAP, Elevatória de água, REL e RD;
- b) Poço com elevatória de água, REL e RD.

5.2. ETAPA 2: DIVISÃO DA ÁREA DO MUNICÍPIO DE BELÉM EM ZONAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

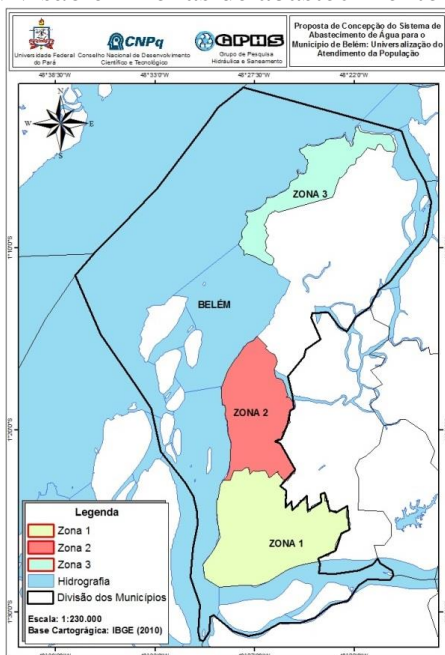
Após o diagnóstico da atual organização do sistema de abastecimento de água de Belém, é apresentada a proposta de concepção para o SAA do Município para tentar amenizar os problemas de déficit de atendimento mostrados. A primeira parte da concepção é a definição das zonas de abastecimento de água, que são áreas abastecidas pela mesma produção de água (captação e tratamento).

Para o início da proposta de concepção do sistema de abastecimento de água de Belém, foi realizada a divisão do Município em zonas de abastecimento, tendo como base a divisão de zonas de abastecimento de água do Plano Diretor de Sistema de Abastecimento de Água (2006), foi elaborada uma proposta de divisão centralizada dos serviços de abastecimento, agrupando as seis zonas de Belém do PDSAA (2006) e deixando apenas três. Os Mapa 4 e Mapa 5 apresentam as divisões de zonas de abastecimento do PDSAA da RMB (2006) e da proposta do relatório.

Mapa 4 - Divisão em zonas de abastecimento da Região Metropolitana de Belém do PDSAA (2006)



Mapa 5 - Proposta de divisão em zonas de abastecimento do município de Belém



Como pode ser observada no mapa 4, a divisão proposta no PDSAA é de sistema descentralizado. Após anos sem ser atualizado ou revisado, essa divisão do PDSAA não corresponde mais às atuais necessidades de abastecimento de água que o município de Belém apresenta, como mostrado no diagnóstico realizado. Procurando solucionar o problema de déficit de atendimento no Município, a nova divisão de zonas de abastecimento escolhida na pesquisa para o sistema é a centralizada, por apresentar maiores vantagens nos aspectos técnicos (controle operacional) e



gestacionais, apesar de apresentar algumas desvantagens como a necessidade de grandes investimentos para implantação e manutenção, já que se trata de grandes estruturas.

5.3. ETAPA 3: ESTUDO DA POPULAÇÃO A SER ATENDIDA

Após a divisão do Município em zonas de abastecimento, foram levantados os bairros e a população total de cada zona, de acordo com a divisão de bairros obtidos no IBGE. Na

Tabela 2 são apresentados o número de habitantes, domicílios e os bairros que estão inseridos em cada área.

Tabela 2 – População por zona de abastecimento (ISSO DEVE ESTAR NA ETAPA ANTERIOR)

ZONA	BAIRROS	POPULAÇÃO (hab)	
		2000	2010
ZONA 1	Águas Lindas, Aurá, Batista Campos, Benguí, Campina, Reduto, Canudos, Castanheira, Cidade Velha, Cremação, Curió- Utinga, Guamá, Guanabara, Jurunas, Condor, Mangueirão, Maracangalha, Marambaia, Marco, Pedreira, Miramar, Montese (Terra Firme), Nazaré, Sacramento, São Brás, Souza, Telégrafo, Barreiro, Umarizal, Fátima, Universitário, Val de Cães	15.431	32.022
ZONA 2	Água boa, Águas Negras, Agulha, Brasília, Cabanagem, Campina de Icoaraci, Coqueiro, Cruzeiro, Itaiteua, Maracuera, Paracuri, Parque Guajará, Parque Verde, Ponta Grossa, Pratinha, São Clemente, São João do Outeiro, Tapanã, Tenoné, Una	30.784	18.059
ZONA 3	Aeroporto, Ariramba, Baía do Sol, Bonfim, Carananduba, Caruara, Chapéu Virado, Farol, Mangueiras, Maracajá, Marahu, Murubira, Natal do Murubira, Paraíso, Porto Arthur, Praia Grande, São Francisco, Sucuriçuquara, Vila	6.139	1.394

Fonte: IBGE (2010).

As obras de abastecimento de água e sistemas de esgotos sanitários das cidades devem ser projetadas para atender a uma determinada população, em geral maior que a atual, correspondente ao crescimento demográfico em um certo número de anos. A esse período de tempo, chama-se de período do projeto. Esse período tem variado entre 20 a 30 anos (MILTON TSUTIYA, 2006). Para esta concepção será feita uma projeção de 26 anos de abrangência a partir do ano de 2010, utilizando o método de projeção populacional geométrica. As fórmulas utilizadas para os cálculos são as seguintes:

- $kg = \frac{\text{Log}P2 - \text{Log}P1}{t2 - t1}$
- $P = P2 \times e^{kg(t-t2)}$

Sendo:



P: população no ano T;
t: ano da projeção;
Kg: taxa de crescimento geométrico;
P1;P2: populações conhecidas;
t1;t2: populações conhecidas dos censos.

Para as populações conhecidas da curva foram utilizadas as populações fornecidas pelos censos do IBGE nos anos de 2000 e 2010. A projeção populacional foi realizada até o ano de 2040, de dez em dez anos, para cada zona de abastecimento. A Tabela 3 mostra a projeção populacional considerando a população urbana de Belém a partir de 2000 até 2040 para cada zona de abastecimento.

Tabela 3 – Projeção Populacional

Ano	Zona 1	Zona 2	Zona 3
	População (hab.)		
2000	915.431	33.0784	26.139
2010	932.022	418.059	31.394
2020	939.321	462.810	33.994
2030	946.677	512.351	36.809
2040	954.090	567.195	39.857

A próxima etapa do estudo de concepção do Sistema de Abastecimento de Água para a área urbana de Belém será o cálculo da demanda de água para cada zona de abastecimento. No cálculo da vazão necessária para abastecer as zonas de abastecimento foi utilizada a fórmula a seguir:

$$Q = \frac{P \times q \times K1}{86400}$$

Onde:

Q: vazão de projeto (l/s);
P: população a ser atendida (hab);
q: per capita (300 l/hab.dia);
K1: coeficiente do dia de maior consumo (1,2).

A população considerada no cálculo foi a do último ano de projeção, ou seja, 2030. A Tabela 4 mostra vazão demandada para cada zona de abastecimento de água.

Tabela 4 – Demanda de água por zona de abastecimento

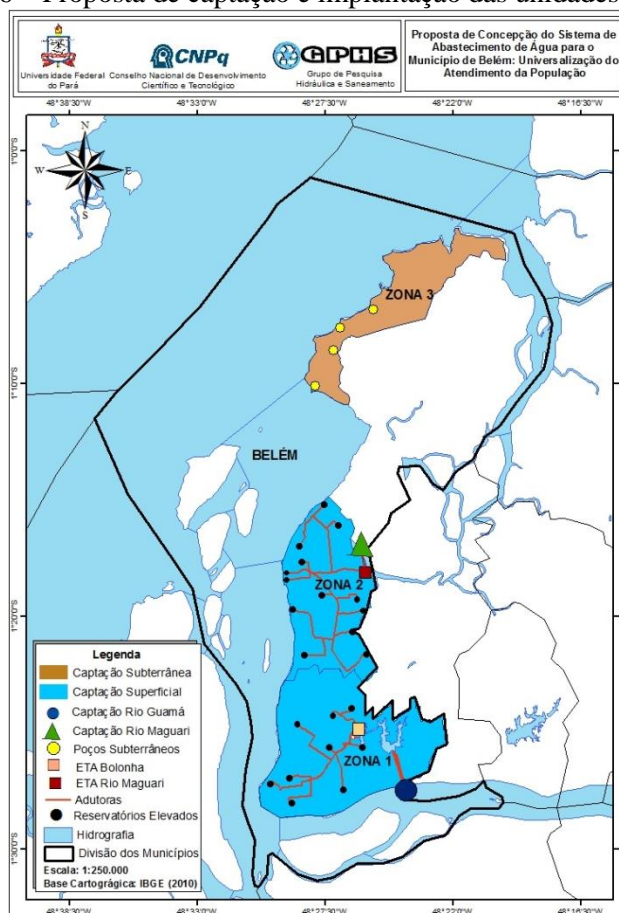
Zona	População (hab.) em 2040	Vazão Necessária (m³/s)
Zona 1	954.090	2,65
Zona 2	567.195	1,58
Zona 3	39.857	0,11

No cálculo da vazão necessária para abastecer cada zona de abastecimento não foram consideradas as vazões especiais, aquelas destinadas para grandes consumidores, como indústrias e condomínios. Induziu-se que esses grandes consumidores possuem sua própria forma de abastecimento, ou seja, soluções individuais, devido as suas grandes demandas

5.4. ETAPA 4: PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DAS UNIDADES DO SAA

O Mapa 6 apresenta a proposta do tipo de captação mais adequado para cada zona de abastecimento, além da proposta de implantação das unidades de captação, tratamento e adução de água do município de Belém

Mapa 6 – Proposta de captação e implantação das unidades do SAA.



A captação da COSANPA no Rio Guamá possui, atualmente, quatro conjuntos motor-bomba (CMB's) com capacidade de 1,5 m³/s cada um, totalizando 6 m³/s, porém estes CMB's não funcionam com sua total capacidade. Para o abastecimento de água da Zona 1, foi sugerida a restauração da captação superficial do Rio Guamá e do tratamento da água bruta, com a finalidade de reaproveitamento da estrutura existente.

Na Zona 2 foi proposta a implantação de captação superficial no Rio Maguari, em razão da capacidade e da localização desse manancial ser mais próxima da área a ser atendida. Com isso, ao lado da estrutura de captação deverá ser implantada uma estação de tratamento de água com vazão adequada para abastecer a população da Zona 2. Vale citar que devem ser realizados estudos da qualidade da água do Rio Maguari, para o projeto de concepção de tratamento que permita água com a qualidade requerida pela população e pelos padrões normativos.



A concepção proposta para a Zona 3 é a única baseada em captação de água subterrânea, já que o menor valor populacional justifica a implantação de poços com sistema isolado de tratamento de água. Para isso, também deverão ser realizados estudo das características do solo, da topografia e da qualidade da água do aquífero freático.

6. CONCLUSÃO

Em virtude da necessidade de ampliação dos serviços de abastecimento de água, é necessária a atualização do Plano Diretor de Abastecimento de Água da Região Metropolitana de Belém. Como proposta de atualização da concepção do Plano, foi apresentado o arranjo das unidades do SAA de forma centralizada, tendo como objetivo a universalização do atendimento da população urbana de Belém.

A divisão estabelecida no PDSAA de 7 zonas de abastecimento foi reduzida na proposta para apenas 3 zonas no município de Belém, contando cada uma com estação de captação, tratamento e adução, devendo a capacidade dessas unidades serem adequadas para o atendimento da população urbana até o ano de 2040. Com isso, a maior centralização da presente pesquisa visa colaborar com a atual concepção, sendo uma alternativa para concentrar os investimentos e obras na tentativa de reduzir o grande déficit de atendimento de abastecimento de água no Município de Belém.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR – 12.211/1992: Estudo de concepção de sistemas públicos de abastecimento de água. Rio de Janeiro, 1992.

AZEVEDO NETTO, José Martiniano. **Manual de Hidráulica**. 8ª Edição, São Paulo: Editora Edgard Blucher Ltda: 1998.

BRASIL. Lei nº 11.445. 2007

COMPANHIA DE SANEAMENTO DO PARÁ- COSANPA. **Relatório de Informações Gerenciais (RIG)**. [CD-ROM]. Belém: Companhia de Saneamento do Pará, 2013.

_____. **Plano Diretor do Sistema de Abastecimento de Água da Região Metropolitana de Belém** / José Almir Rodrigues Pereira, Coordenador. Belém, Universidade Federal do Pará. Grupo de Pesquisa Hidráulica e Saneamento, Companhia de Saneamento do Pará, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA- IBGE. **SIDRA**. [Planilhas eletrônicas]. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em:<<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 23 set. 2013.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES EM SANEAMENTO- SNIS. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos**. Ministério das Cidades, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, 2011. P. iii- liv.

TSUTIYA, Milton Tomoyuki. **Abastecimento de Água**. 2ª Edição, São Paulo, Editora: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo 2000.