

PROPOSTA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA UTILIZANDO OS AQÜÍFEROS DA REGIÃO DE BARCARENA-ABAETETUBA, PARÁ – BRASIL

Fabiola Magalhães de Almeida¹ ; Milton Antonio da Silva Matta²; Itabaraci N. Cavalcante³; Joyce Brabo do Prado¹; Desaix Paulo da Silva Balieiro¹; Wellington de Goes Guerra Junior⁴; Cláudio Cesar de Aguiar Cajazeiras⁴.

Resumo – O presente trabalho apresenta parte dos resultados de um Trabalho de Conclusão de Curso financiado pelo Projeto PROINT-2004 da Universidade Federal do Pará (UFPA). Trata-se de uma proposta alternativa de abastecimento da água utilizando os mananciais subterrâneos. Visando suprir as necessidades de água diária para a população e seu crescimento dentro de um período de 25 anos, seriam necessários 55.303 m³/dia de água. Levando em consideração as características hidrogeológicas da área e, com base em trabalhos anteriores realizados no âmbito da Região Metropolitana de Belém (RMB), foi elaborada uma proposta alternativa de abastecimento de água para a área estudada, através da construção de 15 poços tubulares com cerca de 200m de profundidade cada um, ao preço unitário de R\$ 200.000,00, onde o custo final da produção de água é de R\$ 0,164/m³. A obra completa sairia por cerca de R\$ 10,16 *per capita*, se fosse paga pela população atual dos dois municípios envolvidos.

Abstract – This paper presents part of the results of an Undergraduate Final Report, presented to the Federal University of Pará (UFPA) and financed by PROINT-2004 Project. It is shown an alternative proposal to supply the population water demands using groundwater. In order to supply the daily water needs of the present population and its growth in a period of 25 years with a daily withdraw of 150 L/d per capita, it will be needed 55,303 m³/d. Based on hydrogeological data of the area and on prior works developed in the Belém metropolitan area, it was possible to establish a water supply planning by using fifteen wells, all with depths of 200m, costing R\$ 200,000.00 each one. The final cost of the produced water is R\$ 0.164 and the entire project would cost R\$ 10.16 *per capita*.

Palavras-Chave – água subterrânea, Abaetetuba, Barcarena

1 Pós-graduando da UFPA – CG - Caixa postal 1611; 66017970; (0XX91) 31831425; matta@ufpa.br

2 Prof. Adjunto. Dr. em Hidrogeologia. UFPA – CG - Caixa postal 1611; 66017970; (0XX91) 31831425; matta@ufpa.br

3 Prof. Adjunto. Dr. em Hidrogeologia. DEGEO/UFC. (085) 33669869; ita@fortalnet.com.br

4 Mestrando em Geologia, DEGEO/UFC. (085) 33669869; Wellington_guerra1@hotmail.com

1. Introdução

Esta pesquisa apresenta os resultados alcançados com o desenvolvimento do projeto “Estudo dos recursos hídricos subterrâneos da Região de Barcarena-Abaetetuba como um fundamento para o zoneamento ecológico econômico do Baixo Tocantins” desenvolvido em 2004 no Centro de Geociências/UFPA como base para o Projeto PROINT-2004 de título homônimo, sob os auspícios da Universidade Federal do Pará (UFPA).

O projeto constitui parte de um estudo integrado dos recursos hídricos na região de Barcarena/Abaetetuba/PA, envolvendo um conjunto de fundamentos hidrogeológicos e ambientais de especial interesse para a gestão dos recursos hídricos, bem como para o projeto do Zoneamento Sócio-Econômico do Baixo Tocantins que se encontra em tramitação na esfera estadual.

O trabalho teve como objetivo principal a elaboração de uma proposta de abastecimento através de água subterrânea para os municípios de Barcarena e Abaetetuba, estado do Pará, levando em consideração diversas características hidrogeológicas e sócio-ambientais observadas no âmbito da área, objetivando contribuir para a caracterização dos recursos hídricos da região e, assim, melhor compor as políticas de planejamento do Zoneamento Ecológico Econômico do Baixo Tocantins.

2. Localização da Área

A área estudada (Figura 1) localiza-se a sudoeste da cidade de Belém, a uma distância de 80 km do centro de Belém, abrangendo parte dos municípios de Abaetetuba e Barcarena, e fazendo parte das bacias hidrográficas do médio e baixo curso dos rios Guamá, Acará e Moju. A área situa-se na zona UTM número 22 no quadrante formado pelos pontos: E732000 N9783574 e E772000 e N9835925.

3. Atividades Desenvolvidas

A metodologia utilizada para o desenvolvimento deste trabalho pode ser entendida através das seguintes atividades: 1- Pesquisa Bibliográfica; 2- Coleta de Informações Técnicas; 3- Elaboração de Bases Cartográficas; 4- Levantamento de Campo; 5- Tratamento dos Dados; 6 – Elaboração da Proposta de Abastecimento; 7- Elaboração de Relatório Técnico.

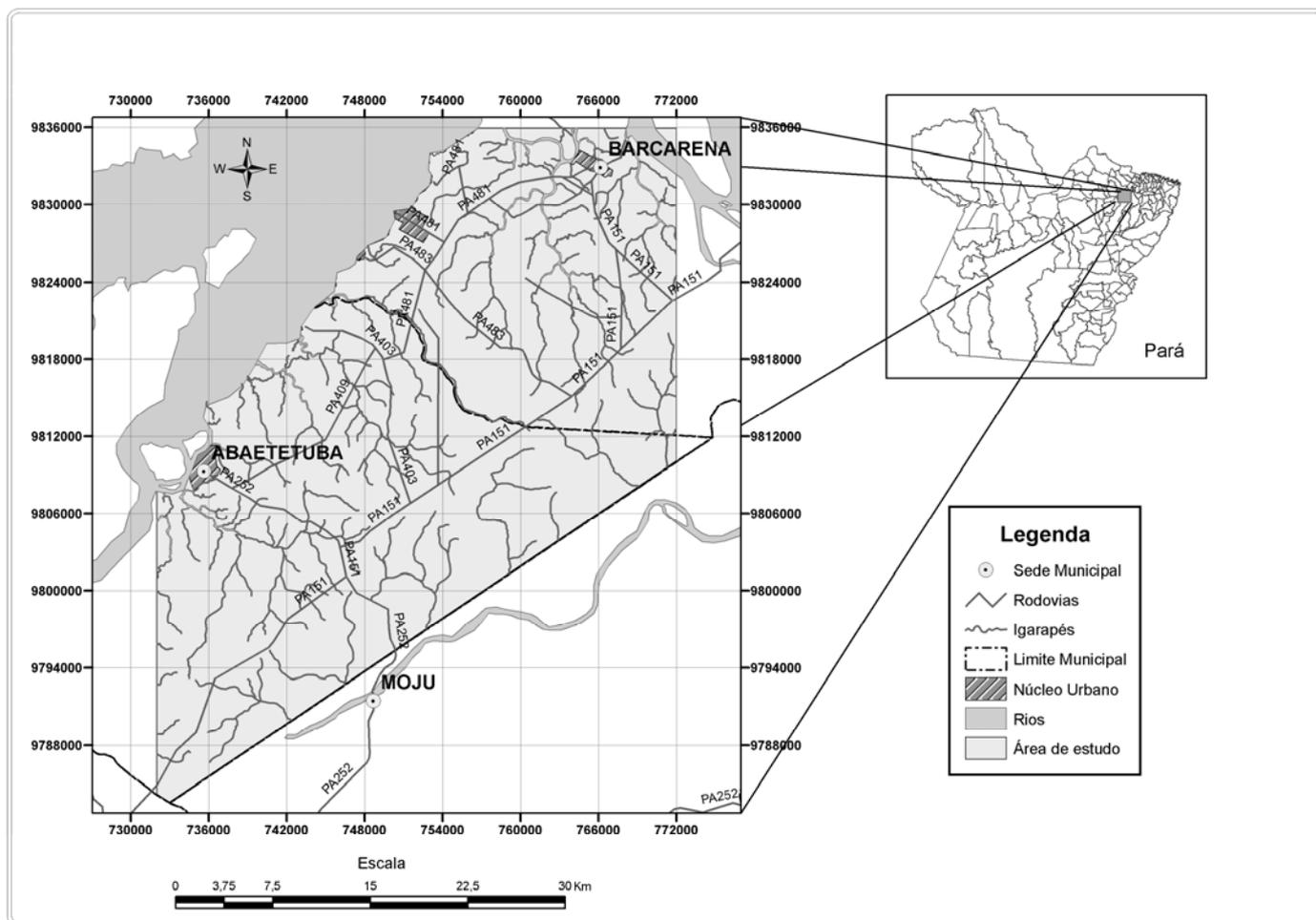


Figura 1 – Mapa de Localização da Área (Fonte: IBGE, 2000).

4. Principais Fundamentos para o Embasamento da Proposta

Para embasar a proposta de abastecimento, partiu-se da classificação e disposição dos sistemas aquíferos (Tabela 1), seguida da análise geométrica dos mesmos, principalmente no que se refere às profundidades e continuidades laterais dos sistemas aquíferos e, finalmente, o cálculo das reservas hídricas subterrâneas da área (Tabela 2).

Tabela 1 – Características Gerais dos Sistemas Hidrogeológicos.

Sistema Aquífero	Profundidades de Ocorrência	Vazões
Aluviões	Inferiores a 10m.	Em torno de 10 m ³ /h.
Pós-Barreiras	Desde a superfície, quase sempre inferior a 25m.	Normalmente inferior a 5 m ³ /h.
Barreiras	Geralmente entre 25 e 90m.	Entre 10 e 70 m ³ /h.
Pirabas Superior	Geralmente entre 70 e 180m.	Entre 100 e 200 m ³ /h.
Pirabas Inferior	Abaixo de 180m.	Até 600 m ³ /h.

Fonte: Matta, 2002.

Tabela 2 - Reservas Hídricas Subterrâneas dos Sistemas Hidrogeológicos

Reservas	Sistema Aquífero		Total
	Sistema Barreiras– Pós-Barreiras– Aluviões	Sistema Pirabas	
Renováveis	223,2 milhões de m ³ /ano.	-	-
Permanentes	3,8 bilhões de m ³	21,86 bilhões de m ³	25,66 bilhões de m ³
TOTAL	4,02 bilhões de m ³	21,86 bilhões de m ³	25,88 bilhões de m ³

Além dos sistemas hidrogeológicos e das reservas hídricas subterrâneas foi desenvolvido um estudo das características socioeconômicas da população envolvida, no sentido de melhor determinar suas demandas hídricas diárias. Este trabalho foi desenvolvido através da elaboração de questionários que foram respondidos pela população local, contemplando-se os diferentes setores: aglomerados urbanos, população rural, região de praia etc.

5. Proposta de Abastecimento de Água para Barcarena-Abatetuba/PA

Com base nas características hidrogeológicas dos sistemas aquíferos existentes na área de estudo, propõe-se um projeto alternativo de abastecimento de água, utilizando estes corpos armazenadores e liberadores de águas subterrâneas, com o objetivo de suprir as necessidades da população envolvida.

Essa proposta tomou como referência a metodologia do Projeto Estudos Hidrogeológicos da Região Metropolitana de Belém e Adjacências, executado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM, Serviço Geológico do Brasil (PEHRMB, 2002) e modificações introduzidas por Figueiredo (2003).

O objetivo principal da proposta é o abastecimento público, porém o mesmo procedimento pode ser utilizado para fins comerciais. Para tanto, se deve levar em consideração os seguintes aspectos principais: o ambiente hidrogeológico, as reservas hídricas subterrâneas e a demanda de água necessária.

5.1. Ambiente Hidrogeológico

No estudo de caráter hidrogeológico realizado na área em questão, observou-se as características geométricas dos principais sistemas aquíferos e sabe-se que os mesmos têm um grande potencial favorável ao armazenamento de água, constituindo um espesso pacote de sedimentos arenosos que possuem uma alta permeabilidade, intercalados com espessos pacotes argilosos.

Entre os sistemas estudados, o Sistema Hidrogeológico Pirabas Superior se mostra o mais adequado para esta proposta de abastecimento. Suas águas são de melhores qualidades físico-químicas do que as produzidas pelo Sistema Barreiras, além de que, as vazões deste último são bem inferiores como reflete a Tabela 1.

O Sistema Barreiras apresenta, ainda, como principal limitador de sua utilização neste projeto, os teores excessivos de ferro, chegando a concentrações acima de 10 mg/L (Matta, 2002), necessitando, obrigatoriamente, de estação de tratamento de água.

Apesar do Barreiras se encontrar em menores profundidades, acarretando um custo menor na construção dos poços tubulares, os aspectos de qualidade da água e vazão devem prevalecer.

As melhores camadas produtoras de água no Sistema Pirabas Superior se encontram no intervalo entre 100 a 180m e, por isso, a profundidade de cada poço deve ser da ordem máxima de 200m.

5.2. Reservas Hídricas Disponíveis

Um dos fatores mais determinante para um projeto de abastecimento é a disponibilidade de água para atender a demanda solicitada. Na área em questão, essa disponibilidade se materializa pelas reservas hídricas calculadas em Almeida et al. (2005) para os sistemas aquíferos existentes.

A Tabela 2 demonstra que existem reservas significantes de água subterrânea na área, sendo de 21,9 bilhões de m³ para as reservas permanentes no Sistema Hidrogeológico Pirabas e, ao considerarmos, inicialmente, uma exploração de 10 a 15% deste potencial, teremos da ordem de 2 a 3 bilhões de m³ para uso. Isso, sem dúvida, é mais do que suficiente para o abastecimento da população atual da área estudada e seus incrementos para os próximos anos.

5.3. Demanda de Água

A captação subterrânea tende a criar condições para que a água seja retirada do manancial em quantidade suficiente para atender o consumo, de forma racional e econômica, de acordo com as necessidades da população envolvida.

Desse modo se faz necessário o conhecimento da vazão desejada, que por sua vez, é função do consumo previsto.

Segundo os padrões de consumo estabelecidos pela ABNT, o consumo “*per capita*” médio de água é de 250 L/hab/dia, enquanto que a OMS recomenda um consumo médio de 200 L/hab/dia. Baseado no perfil sócio-econômico da população envolvida, informações obtidas dos questionários aplicados, observa-se um baixo poder aquisitivo, hábitos de higiene precários, baixas necessidades sociais de água (quase ausência de lavagem de carro, grama, jardins, etc.) e decidiu-se utilizar o consumo médio “*per capita*” de água de 150 L/dia.

Os dados do Censo Demográfico do IBGE (2000) indicaram que as populações dos municípios de Barcarena e Abaetetuba estavam estimadas, naquele ano, em 63.268 e 119.152 pessoas, com taxa de crescimento populacional de 3,91%/ano e 2,77%/ano respectivamente.

Assim, calculou-se a projeção das populações para 2005. Para o município de Barcarena a população foi estimada em 73.163 habitantes e em Abaetetuba está estimada em 132.354 habitantes, resultando em um total de 205.517 habitantes.

Para o atendimento da população de 205.517 habitantes, com uma demanda de 150 L/hab/dia, existe a necessidade de uma oferta de 30.827,5 m³/dia, suprida pelo potencial hídrico subterrâneo existente na área.

Propondo-se uma vida útil em torno de 25 anos para o poço tubular, a elaboração de um projeto de abastecimento para área terá, necessariamente, que contemplar as populações desses municípios previstas para um horizonte de 25 anos a qual, mantendo-se a taxa de crescimento atual, deverá ser:

Barcarena: 73 163 hab. + 3.91% Pop. x 25 anos = 144 680 habitantes

Abaetetuba: 132.354 hab. + 2.77% Pop. x 25 anos = 224 009 habitantes

Assim, as duas populações estimadas para 25 anos, deverão ser:

População Total = 144. 680 + 224. 009 = 368. 689 habitantes

O consumo diário no âmbito da área estudada será de:

População estimada: 368 689 habitantes

Consumo per capita considerado: 150 L/hab/dia

Consumo Diário de Água = 150 L/hab/dia x 368 689 = 55.303.350 L/hab/dia (55.303 m³/dia)

Regime de bombeamento considerado: 18h/dia

Demanda/hora de água para a população: 55 303 m³/dia / 18h/dia = 3. 072 m³/h

5.4.Cálculo do Número de Poços Necessários

Para suprir as necessidades diárias da população envolvida, partiu-se de um regime de bombeamento de 18h/dia, e uma produção estimada por poço de 250 m³/h. Neste cálculo, divide-se a demanda diária (55.303 m³/dia) pela produção diária do poço (250 m³/h x 18 h/dia), resultando em 12,28 poços. A seguir os cálculos:

$Q = 250 \text{ m}^3/\text{h}$ (Vazão média por poço) (Os dados mostram vazões até de 600 m³/h)

Regime de bombeamento: 18 h/dia

Vazão diária p/ um regime de bombeamento de 18h/dia = 250 m³/dia x 18 h/dia = 4.500 m³/dia

55. 303 m³/dia (demanda diária)

Número de Poços = $\frac{55.303 \text{ m}^3/\text{dia}}{4.500 \text{ m}^3/\text{dia}}$ = 12,28 poços = 13 poços

Isso implica na construção de 13 poços profundos no âmbito da área estudada. Levando-se em consideração a necessidade da colocação de 2 poços de reserva para substituições temporárias, necessita-se de 15 poços para este abastecimento.

5.5. Dados Técnicos para a Construção dos Poços

De acordo com as características hidrogeológicas da área estudada e com base em trabalhos anteriores realizados no âmbito da Região Metropolitana de Belém, verifica-se que, para se conseguir a demanda de água necessária para suprir as necessidades diárias da população envolvida, seria necessária a construção de poços com as seguintes características:

- ❖ Profundidade = 200 m;
- ❖ Método de perfuração = rotativo com circulação direta de fluido de perfuração;
- ❖ O diâmetro da câmara de bombeamento = 14" com base localizada a 70m da superfície;
- ❖ Revestimento = tubos geomecânicos e nas zonas com potenciais para a produção de água seriam utilizados filtros inoxidáveis, com vazões médias de 8 a 10 m³/metro linear;
- ❖ Espessura de aquíferos necessária: 70m, com utilização de 65% da metragem linear resultando em cerca de 45m de filtro 08 polegadas, sinalizando uma expectativa de vazão de teste em torno de 400 m³/h, o que sinaliza uma capacidade de vazão de produção para o poço de 250 m³/h.
- ❖ Vazão média de 250 m³/h.

5.6. Cálculo do Valor Total da Obra

Para se calcular o preço total da obra de captação deve-se levar em consideração o preço dos poços e do sistema de bombeamento.

Preço dos Poços

Segundo informação verbal de diversas empresas de perfuração de poços que atuam na RMB, um poço, com as características descritas acima, construído por uma empresa especializada custa, no mercado de Belém, em torno de R\$ 1.000,00 por metro linear.

Valor Unitário Estimado do Poço = R\$ 1.000,00 X 200m = R\$ 200.000,00
--

Assim, de acordo com o preço estimado no mercado de Belém, este investimento é em torno de:

Valor para 25 poços = R\$ 200.000,00 X 15 poços = R\$ 3 000 000,00
--

Preço do Sistema de Bombeamento

O sistema de bombeamento utilizará 01 bomba por poço, cuja vida útil é, em condições de uso normal, cerca de 05 (cinco) anos. Portanto, para cada poço será necessário se utilizar 05 bombas, com a inclusão do quadro comando e da casa de bomba.

No mercado de Belém, o sistema de bombeamento capaz de atender as condições exigidas pelo tipo de poço custaria:

$$\begin{aligned} \text{Preço unitário da bomba} &= \text{R\$ } 31.976,64 \times 05 \text{ bombas/poço} \\ &= 159.883,20/\text{poço} \\ \text{Preço total do sistema de bombeamento} &= 159.883,20 \times 15 \text{ poços} \\ &= 2.398.248,00. \end{aligned}$$

Valor Total da Obra

Poços + Sistema de Bombeamento

$$\text{R\$ } 3.000.000,00 + 2.398.248,00 = \text{R\$ } 5.398.248,00$$

$$\text{Preço per capita} = \text{R\$ } 5.398.248,00 / 205.517 \text{ habitantes} = \text{R\$ } 26,27/ \text{ per capita}$$

Isto significa que, se a população atual fosse pagar pela obra, cada morador pagaria a quantia de R\$ 26,27 para as obras de captação, incluindo o sistema de bombeamento e contemplando a população para os próximos 25 anos. Ressalta-se, desde já, que uma das grandes vantagens que a captação de água subterrânea através de poços tubulares oferece, é o parcelamento do investimento à medida em que existe a necessidade da oferta em função do crescimento da demanda.

Para a população atual, poder-se-ia partir de um número menor de poços e, gradativamente, a medida que a população for crescendo, seriam construídos os outros poços.

Para a população atual, essa proposta torna-se mais barata em função da menor demanda de água exigida:

$$\text{População Total} = 73.163 + 132.354 = 205.517 \text{ habitantes}$$

O consumo diário no âmbito da área estudada seria de:

População estimada: 205.517 habitantes

Consumo *per capita* considerado: 150 L/dia

Consumo Diário de Água = 150 L/dia x 205 517 hab.

$$= 30\ 827\ 550\ \text{L/dia ou } 30.827\ \text{m}^3/\text{dia}$$

Regime de bombeamento considerado: 18h/dia

$$\text{Demanda de água para a população} = 30.827\ \text{m}^3/\text{dia} / 18\text{h/dia} = 1\ 713\ \text{m}^3/\text{h}$$

Para suprir as necessidades diárias da população envolvida, partiu-se de um regime de bombeamento de 18h/dia, a produção estimada por poço é de 250 m³/h. Neste cálculo, divide-se a demanda diária (30.827 m³/dia) pela produção diária do poço (250 m³/h x 18 h/dia), resultando em 07 poços. A seguir os cálculos:

Q= 250 m³/h (Vazão média por poço)

Regime de Bombeamento: 18 h/dia

Vazão diária p/ um regime de bombeamento de 18h = 250 m³/dia x 18 h/dia= 4.500 m³/dia

$$\text{Número de Poços} = \frac{30\ 827\ \text{m}^3/\text{dia (demanda diária)}}{4500\ \text{m}^3/\text{dia}} = 6,85\ \text{poços} = 7\ \text{poços}$$

Para atender a demanda atual de água, seria, então, necessária a construção de 7 poços profundos no âmbito da área estudada. Levando-se em consideração a colocação de 2 poços de reserva, necessita-se de 9 poços para este abastecimento.

Levando-se em consideração o preço dos poços e do sistema de bombeamento, o valor para a construção dos 9 poços seria de R\$ 1.800.000.

O sistema de bombeamento ficaria em torno de R\$ 287.789,76, considerando-se, apenas, a colocação de uma bomba em cada poço.

Valor Total da Obra

Poços + Sistema de Bombeamento

$R\$ 1.800.000,00 + 287.789,76 = R\$ 2.087.789,76$

$\text{Preço per capita} = R\$ 2.087.789,76 / 205.517 = R\$ 10,16/ \text{ per capita}$

Isso implica que se o abastecimento atual de água potável da população dos dois municípios fosse paga pela população atual, cada indivíduo pagaria **R\$ 10,16**.

5.7. Avaliação Econômica

Para a avaliação econômica de uma alternativa de abastecimento d'água, é necessário que se considere alguns conceitos de matemática financeira que são aplicados em grandes e pequenos projetos, a exemplo da construção de um poço.

Para a realização desse cálculo, foram levados em consideração alguns fatores que interferem no custo da captação subterrânea, como o preço do poço, aquisição e instalação da bomba, manutenção do poço e consumo de energia.

Desse modo, R\$ 200.000,00 seria o custo de construção de um poço profundo em Barcarena-Abaetetuba e o preço da bomba submersa em R\$ 31.976,64 com uma vida útil de 5 anos e um regime de bombeamento de 18 h/dia, sendo necessário, assim, 5 bombas para atender os 25 anos de vida útil de cada poço com um custo de R\$ 2.398.248,00.

Considerando, ainda, uma taxa de manutenção em 5% do valor do poço e o custo de energia para uma bomba submersa, pode-se calcular o fator de recuperação do capital investido durante toda a vida útil do poço.

Através desses cálculos financeiros, levando em conta todos os gastos adquiridos desde a construção do poço até a sua manutenção, podem ser determinados os custos relativos ao consumo anual (demanda x custos) e, assim, calcular em quanto tempo será repostado todo o capital investido.

A seguir estão demonstrados todos os cálculos referentes à avaliação econômica para o projeto proposto.

Gastos Financeiros Anuais Referentes ao Investimento dos Poços (GAp)

$$GAp) = P \times i (1+i)^n / (1 + i)^n - 1$$

P = Custo inicial

I = taxa de juros ao ano

n = vida útil do poço

$$GAp = 200.000,00 \times 0,12 (1 + 0,12)^{25} / (1 + 0,12)^{25} - 1$$

GAp= R\$ 25 499,94/ano

Gastos Financeiros Anuais Referentes ao Investimento e Instalação da Bomba (GAb)

$$GAb= F/(1+i)^n$$

F= custo inicial (R\$ 31.976,64)

i= taxa de juros (12% ao ano)

n= vida útil da bomba (05 anos)

$$GAb= 31.976,64/(1+0,12)^5$$

GAb= R\$ 18.168,54/ano

Gastos Financeiros Anuais Referentes à Energia

Custo da energia para a Bomba Submersa = P (KW) = 15 Q.H

$$Q = 250 \text{ m}^3/\text{dia} = 6,94 \times 10^{-2} \text{ m}^3/\text{s}$$

H = 70 m (Altura manométrica)

$$P = 15 \times Q \times h$$

Energia Consumida em 01h de Bombeamento

$$\text{Energia consumida em 1h de bomb.} = 15 \times 6,94 \times 10^{-2} \times 70 \quad \longrightarrow \quad P1h = 72,87 \text{ kw}$$

Energia Consumida em 18h de Bombeamento

$$\text{Energia consumida em 18h de bombeamento} = 72,87 \times 18h \quad P_{18h} = \longrightarrow 1\,311,66 \text{ kw}$$

Tarifa anual de Energia

$$Te = P_{18} \times 1\text{KW/h} \times n \text{ (Tarifa de Energia)}$$

$$Te = 1.311,66 \times 0,45 \times 365 \text{ dias} \quad \longrightarrow \quad \text{Te} = \text{R\$ } 215\,440,15/\text{ano}$$

Te - tarifa anual de energia

1KW/h = R\$ 0,45 (Fonte: Rede CELPA – dez de 2004)

n = Número de dias do ano

Gastos Financeiros Anuais Referentes à Manutenção do Poço (Gm)

$$Gm \text{ (5\% Gpf)} = 0,05 \times 200.000,00$$

$$Gm = \text{R\$ } 10.000,00/\text{ano}$$

Custo de Produção do m³ de Água Subterrânea (Cp)

$$Cp = \frac{G_{Ap} + G_{Ab} + Te + Gm}{V_a}$$

G_{Ap} = valor da amortização anual

G_{Ab} = fator de recuperação das gerações de bombas

Te = tarifa anual de energia

G_m = manutenção do poço

V_a = volume anual previsto = Q x h/d \longrightarrow V_a = 1.642 500 m³ (quantidade anual de água necessária para abastecer a população)

$$Cp = \frac{25.499,94 + 18.168,54 + 215\,440,15 + 10.000,00}{1\,642\,500 \text{ m}^3}$$

Cp = R\$ 0,164/m³ (Custo final atual do m³ de água).

Isso significa que o custo final do m³ ou 1000 litros de água subterrânea para os municípios de Barcarena e Abaetetuba, baseado na proposta aqui discutida é de **R\$ 0,164**.

6. Conclusões

Os levantamentos de campo realizados em quatro etapas permitiram que se obtivesse um razoável conhecimento sobre os principais sistemas hidrogeológicos da região de Barcarena e Abaetetuba, principalmente no que se refere a seus aspectos geométricos.

O cálculo das reservas hídricas subterrâneas permitiu a constatação de que as quantidades de água disponíveis nos mananciais subterrâneos são suficientes para embasar qualquer proposta de abastecimento de água para a população envolvida.

Levando em consideração o período de “vida” de um poço (25 anos) foi mostrada uma proposta alternativa de abastecimento de água para a área estudada, através da construção de 15 poços tubulares, com cerca de 200m de profundidade cada um, ao preço unitário de R\$ 200.000,00, onde o custo final da produção de água é de R\$ 0,164 /m³. A obra completa sairia por cerca de R\$ 10,16 *per capita*, se fosse paga pela população atual dos dois municípios envolvidos.

Esta proposta poderá ser assimilada pelos planejadores municipais e/ou estaduais e poderá, também, servir de base para o planejamento urbano e para a melhoria da qualidade de vida da população envolvida. Atualmente grande parte da população é abastecida com água provinda de poços escavados (Amazonas), perfurados sem a mínima condição de higiene e sem qualquer cuidado técnico.

7. Agradecimentos

O presente trabalho foi possível graças ao financiamento da Universidade Federal do Pará, através do Convênio PROINT/2004.

8. Bibliografia

ALMEIDA, F.M. de 2005, Estudo dos Recursos Hídricos Subterrâneos da Região de Barcarena-Abaetetuba – Pará, Brasil como um Fundamento para o Zoneamento Ecológico Econômico do Baixo Tocantins. Belém, Universidade Federal do Pará. Centro de Geociências. 150p. (Trabalho de Conclusão de Curso-TCC).

ALMEIDA et al. 2005, Hidrogeologia da Região de Barcarena-Abaetetuba: Aspectos Geométricos das Unidades Aquíferas, Sistemas Hidrogeológicos e Reservas Hídricas Subterrâneas. In: XVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS. Anais. João Pessoa - PB. Inédito.

FIGUEIREDO, A. B. de; MATTA, M. A. da S.; ALMEIDA, F. M. de; DIAS, E. R. F.; COSTA, F. R. da. Fundamentos Básicos para Exploração de Água Subterrânea na Bacia do Tucunduba, Belém-PARÁ. In: XII CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUA SUBTERRÂNEAS ,2002, Iorionópolis. Anais em CD-Rom. São Paulo: ABAS, 2002. v. 01.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2001. Censo Demográfico 2000. Rio de Janeiro.

MATTA, M.A.S. 2002, Fundamentos Hidrogeológicos para a Gestão Integrada dos Recursos Hídricos da Região de Belém/Ananindeua – Pará, Brasil. Belém, Universidade Federal do Pará. Centro de Geociências. 292p. (Tese de Doutorado).

PEHRMB – 2001. Projeto Estudos Hidrogeológicos da Região Metropolitana de Belém e Adjacências. Belém. CPRM. 88p. (Relatório Final).