

ANÁLISE DO CUSTO DA CAPTAÇÃO SUBTERRÂNEA NO MUNICÍPIO DE ARAGUARI-MG

Kleber Lúcio Borges¹

Resumo - O trabalho apresenta a análise do custo da captação subterrânea no município de Araguari-MG, que possui 100% do abastecimento público por poços tubulares. Foi levantado todos os custos de um poço tubular e a sua produção de água, chegando ao custo por metro cúbico de água. Este custo foi comparado com outros custos de captação subterrânea e superficial, concluindo que o sistema de Araguari-MG é eficiente e barato.

Abstract - The paper presents the analysis cost of groundwater capture in Araguari-MG, that holds 100% of public supply by means of compound tubular wells. All of costs of the tubular wells were measured in their water production, reaching to the cost of water metre. This cost was compared to other costs of groundwater and surface capture, concluding the system of Araguari-MG is efficient and cheap.

Palavras-Chave - Custo abastecimento poços, custo produção

OBJETIVO

Todo município de Araguari-MG, é abastecido através de captação subterrânea. Ao todo são 121 (cento e vinte um) poços tubulares, distribuídos em toda área urbana, distritos e localidades que compõem o sistema de abastecimento de água de toda a cidade. Segundo Filho (1982), as águas subterrâneas são consideradas de maior pureza, no que se refere a contaminação por agentes externos, porém os aquíferos subterrâneos estão sujeitos aos perigos da contaminação e poluição. Conejo *et al* (1999) afirma que as captações de águas subterrâneas, feitas em aquíferos confinados e através de conjuntos elevatórios submersos, apresentam perdas de água apenas nas linhas de adução, enquanto que uma ETA - Estação de Tratamento de Água, apresentam inúmeras variáveis de perdas, como

¹ SAE – Superintendência de Água e Esgoto - Av. Hugo Alessi, 50 – B. Industrial - Araguari-MG – CEP: 38.442-028 - Tel: (34) 3242-7900 – Fax:: (34) 3242-8833 - e-mail: sae@rapidnet.com.br

gaxetas de bombas, registros, válvulas, escorva das bombas e outros, antes das linhas de adução. Porém, qual é o custo real de um sistema de captação de água exclusivamente subterrânea ?

O objetivo deste trabalho é apresentar o custo real, levantado a partir dos dados disponíveis na SAE - Superintendência de Água e Esgoto, do sistema de captação de água subterrânea da cidade de Araguari-MG, e comparar com outras referências.

DESENVOLVIMENTO

A água, ao se infiltrar no solo, está sujeita, principalmente, às forças devidas à atração molecular ou adesão; à tensão superficial ou efeitos de capilaridade; e à atração gravitacional. Em função destas forças e da natureza do terreno, abaixo da superfície, a água pode se encontrar na zona de aeração ou na zona saturada, também denominada de lençol subterrâneo. Quando um lençol subterrâneo é estabelecido em uma formação suficientemente porosa capaz de admitir uma quantidade considerável de água e permitir seu escoamento em condições favoráveis para utilização, recebe o nome de aquífero (PINTO *et al.*, 1976). São destes lençóis que explotamos as águas subterrâneas, que pode ser dividido em lençol freático (quando apresenta uma superfície livre) ou lençol artesiano (quando constituído entre camadas impermeáveis e mantido sob pressão).

Os primeiros registros de poço escavado para extração de água subterrânea, para abastecimento humano e animal, datam de 8.000 a.C. A contaminação das águas superficiais, principalmente por esgotos domésticos e dejetos humanos fez nossa civilização buscar diferenciadas soluções para os problemas de abastecimento de água em geral. Porém, estas alternativas vem enfrentando crescentes dificuldades de viabilização técnica, econômica, ambiental e legal-institucional. Em países como o Brasil ou Colômbia, cujos territórios estão inseridos nos trópicos úmidos, as águas dos seus rios já perderam as suas características de potabilidade natural nas regiões mais densamente povoadas. Nessas condições, desde que os poços sejam construídos, operados e abandonados de forma adequada, as águas subterrâneas constituem uma fonte segura de abastecimento de água para consumo humano (REBOUÇAS, 2000).

A cidade de Araguari (Figura 01), localizada no triângulo mineiro, estado de Minas Gerais, possui 101.974 (censo/2000) habitantes. Toda a população (100%) é servida com abastecimento de água, inclusive seus distritos e pequenas localidades (BORGES, 2001). Toda a captação é feita através de poços tubulares. Os poços mais recentes perfurados, seguem a NBR 12212, porém desde os primeiros poços perfurados em 1961 até meados de 1996, não houve nenhum tipo de controle técnico na execução desses poços perfurados.

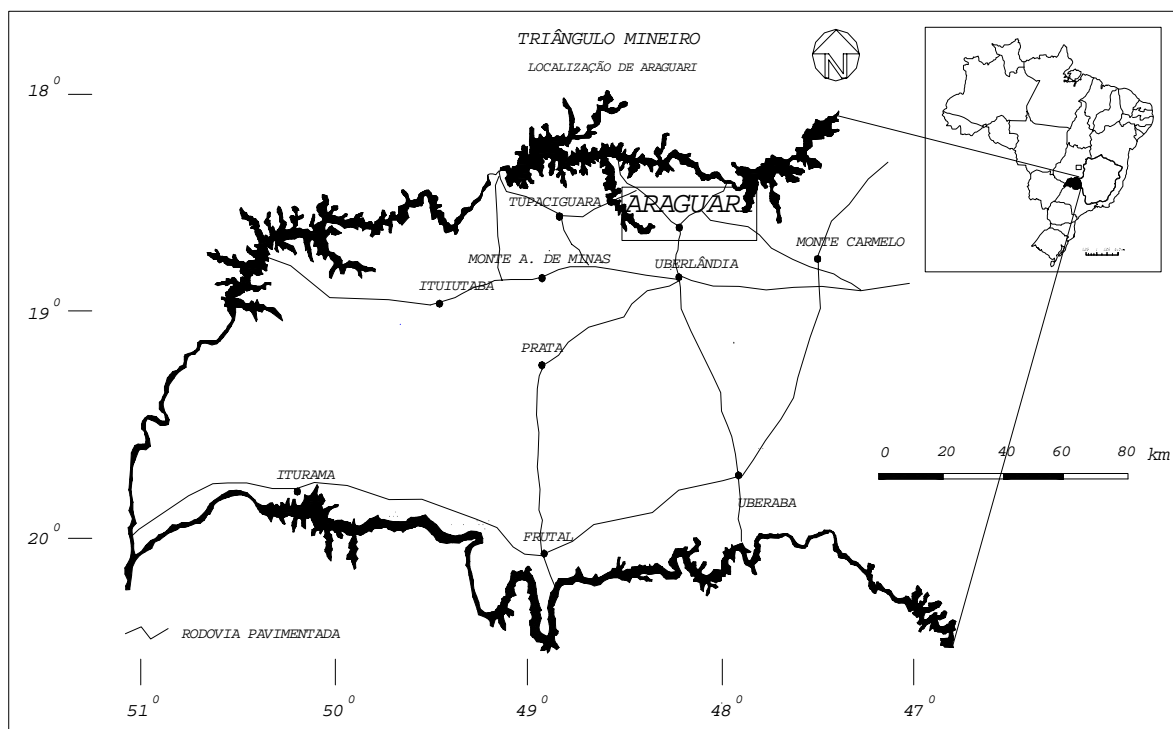


Figura 01 - Localização do município de Araguari-MG.

Em Araguari, a maioria dos poços (98%) são perfurados com profundidade média de 60 (sessenta) metros. As vazões são variadas, com mínima de $5,0 \text{ m}^3/\text{h}$ e máxima de $60,0 \text{ m}^3/\text{h}$. A média é de aproximadamente $24,0 \text{ m}^3/\text{h}$. Atualmente, os poços tubulares são revestidos com revestimento geo-mecânico, aço ou PVC, e possuem pré-filtro de brita e pedrisco. Após sua execução, são realizados testes de vazão para a escolha adequada do conjunto moto-bomba submerso. A formação do solo do município de Araguari-MG é de rochas sedimentares (formação Bauru), segundo Romano *et al.* (2001). Todos os 121 poços tubulares possuem outorga junto ao IGAM - Instituto Mineiro de Gestão das Águas.

CUSTOS DO SISTEMA ARAGUARI-MG

Todos os custos abaixo, são referentes ao mesmo poço tubular, localizado dentro do perímetro urbano, operando 24 horas / dia, pertencente ao sistema de abastecimento de água do município de Araguari-MG, que é de responsabilidade da SAE - Superintendência de Água e Esgoto - uma autarquia municipal.

Custo da perfuração do poço tubular

A SAE contratou no ano de 2001, um estudo geológico do município, que resultou na elaboração também de um mapa hidrogeológico. Este mapa, segundo Capucci *et al.* (2001),

constitui uma excelente ferramenta para o melhor conhecimento de nossos aquíferos, permitindo uma orientação técnica mais segura para a definição do local da perfuração de poços tubulares.

Atualmente, a perfuração dos poços tubulares é terceirizada através de licitação. De acordo com a última licitação realizada pela SAE em maio/2001, temos os seguintes custos, relacionados na Tabela 01, para perfuração do poço tubular localizado dentro do perímetro urbano, com máquina rotativa, seguindo as especificações técnicas da NBR 12212.

Tabela 01 - Custo perfuração poço tubular.

Ítem	Descrição	Preço (R\$)
01	Instalação completa do canteiro de obras/serviços, inclusive mobilização de pessoal, equipamentos e acompanhamento de geólogo responsável pela empresa, com ART.	300,00
02	Perfuração / instalação completa do poço (com revestimento e pré-filtro)	8.300,00
03	Execução dos serviços de limpeza e desenvolvimento no poço	200,00
04	Execução de teste de vazão com tabela de rebaixamento 24 horas no poço	400,00
TOTAL GERAL		9.200,00

O poço perfurado ficou com 60 metros de profundidade, com revestimento geo-mecânico de 8" e colocados 18 metros cúbicos de brita zero como pré-filtro.

Custo do conjunto moto-bomba

De acordo com o teste de vazão realizado, o NE - Nível Estático foi de 16,00 metros (ref: nível solo), a bomba utilizada da marca EBARA, modelo BHS 516-6, potência de 15 CV, instalada a 54,00 metros de profundidade, o ND - Nível Dinâmico foi 52,01 metros e a vazão de 25,0 m³/h.

Desta forma, o conjunto moto-bomba, incluindo painel, adquirido através de licitação, foi: conjunto moto-bomba submersa marca EBARA, modelo BHS 516-4, potência 10CV (R\$ 2.813,00), e painel (R\$ 630,00). Portanto, com sua instalação (mão de obra e material), chegamos a um custo total final de **R\$ 4.475,90**.

Custo da outorga junto IGAM

O custo da outorga junto ao IGAM - Instituto Mineiro de Gestão das Águas, foi apenas os custos das taxas para a obtenção da referida licença, visto que, a empresa vencedora da licitação já forneceu a ART - Anotação de Responsabilidade Técnica, o relatório técnico de execução e o teste de vazão. Assim, o custo foi de **R\$ 404,31**.

Custo da cobrança pelo uso da água

A cobrança pelo uso da água é uma novidade da Política Nacional de Recursos Hídricos no Brasil, e a responsabilidade por essa cobrança é dos Comitês de Bacia Hidrográfica. O comitê da Bacia do Paraíba do Sul é o pioneiro na implantação desta cobrança em nosso país. Na nossa região, o Comitê da Bacia do Rio Araguari já está constituído, porém, ainda não se definiu como, quando e quanto seria implantado esta cobrança pelo uso da água. Portanto, ainda não temos este custo, que será revelante no futuro.

Como exemplo, Lanna (2001) apresenta (Tabela 02) a cobrança pelo uso da água subterrânea para abastecimento em alguns países.

Tabela 02 - Cobrança pelo uso da água subterrânea para abastecimento.

País	Preço
Alemanha	US\$ 60 / mil m ³
França	US\$ 42 / mil m ³
Inglaterra e País de Gales	US\$ 10 a 28 / mil m ³
Holanda	Euro\$ 0,15 / m ³ ou US\$ 186,75 / mil m ³

Obs: Cotação euro/dólar (fev/2004): Euro\$ 1,00 = US\$ 1,2450

Custo da energia elétrica

De acordo com o histórico das contas mensais emitidas pela concessionária de energia (Tabela 03) referente ao ano de 2003, chegamos a uma média de **R\$ 571,14 / mês**, considerando que a operação do poço seja 20 horas diárias, durante 365 dias por ano. Na verdade os poços funcionam 24 horas/dia, mas devido a suas paradas para manutenções, consideramos 20 horas/dia.

Tabela 03 - Custo mensal de energia do poço tubular, ano 2003.

Mês	Preço (R\$)
Janeiro	458,08
Fevereiro	469,34
Março	514,39
Abril	478,24
Mai	525,12
Junho	542,52
Julho	586,13
Agosto	655,89
Setembro	566,99
Outubro	620,14
Novembro	704,84
Dezembro	732,00
Média mensal	571,14

A redução do custo de energia é fator fundamental na operação do poço tubular. Tsutiya (2001), cita como exemplos para redução do custo de energia: a adequação ao sistema tarifário, correção do fator de potência, dimensionamento adequado do conjunto moto-bomba, uso racional da água, entre outros.

Gomes (2002) cita que o dimensionamento econômico de instalações de recalque pode ser feito através da fórmula de Bresser, pois o sistema funicono durante 24 horas/dia.

A SAE possui um contrato com a Cemig - Companhia Energética de Minas Gerais, para uso da tarifa verde. O local do poço é previamente estudado, de acordo com o sistema de abastecimento de água implantado (realiza-se todo planejamento e cálculos necessários) visando o otimizar este sistema, e as manutenções preventivas são realizadas periodicamente. Tudo isso, com o objetivo de tentar reduzir ao máximo o consumo de energia, sem perder a eficiência do sistema.

Custo de manutenção

Existem inúmeras manutenções realizadas no poço tubular, mas podemos dividi-las em duas: preventivas e corretivas. As manutenções preventivas são primordiais e visam evitar paradas não programadas do sistema e aumentar a vida útil dos equipamentos. As manutenções corretivas ocorrem, mas são indicadoras que as manutenções preventivas não estão satisfatórias (em algum aspecto) ou o sistema não está operando corretamente.

De acordo com o histórico do ano de 2003, o poço tubular em estudo, sofreu três manutenções preventivas e uma corretiva. Desta forma, o custo total destas manutenções (incluindo mão-de-obra e equipamentos) foram de aproximadamente R\$ 1.356,96. Logo, podemos concluir que seriam **R\$ 113,08/mês**.

Custo das análises e tratamento

A SAE, dentro das suas limitações, realiza as análises da água de acordo com a antiga portaria a 1469/2000 do Ministério da Saúde. Porém, o grande problema da água de aquíferos subterrâneos é contaminação por coliformes fecais. Por isso, o único tratamento realizado é a desinfecção com aplicação de cloro na água, através de bombas dosadoras. Desta forma, a SAE realiza um monitoramento periódico do sistema de abastecimento de água, com coleta de amostras em vários locais, antes e depois da desinfecção com cloro.

Atualmente, a SAE está realizando um estudo hidrogeológico do aquífero em nosso município, visando principalmente acompanhar o seu funcionamento (recarga, reserva, fluxo e outros) e monitorar qualquer tipo de contaminação (principalmente agrotóxicos utilizados em nossa região).

Assim, de acordo com o histórico do ano de 2003, temos os seguintes custos de análises e tratamento do poço tubular, relacionados na Tabela 04.

Tabela 04 - Custos de tratamento e análises de um poço tubular, ano 2003.

Descrição	Custo
Bomba dosadora de cloro	R\$ 1.190,00
Fornecimento cloro para tratamento da água	R\$ 88,50 / mês
Análise bacteriológica da água	R\$ 102,00 / mês
Análise completa (portaria 1469)	R\$ 1.780,00 / ano

Portanto, excluindo o custo da bomba dosadora, que será considerada como investimento inicial, o custo do tratamento e análises é de **R\$ 338,83 / mês**.

CUSTO FINAL DA CAPTAÇÃO SUBTERRÂNEA EM ARAGUARI-MG

Tendo como referência o ano de 2003, considerando um horizonte de 20 anos, para amortização dos investimentos iniciais, com a TJLP - Taxa Juros a Longo Prazo - de 10% ao ano, e os custos mensais, relativos a energia elétrica, manutenções e outros, para o poço tubular

funcionando 20 horas/dia e produzindo 25 m³/h, podemos concluir que o custo da captação subterrânea em Araguari-MG (Tabela 05) é de **R\$ 0,077 / m³**.

Tabela 05 - Custo da captação subterrânea em Araguari-MG, ano 2003.

TIPO CUSTO	DESCRIÇÃO CUSTO	PREÇO (R\$)
Investimento inicial	Perfuração do poço tubular	9.200,00
	Conjunto moto-bomba	4.475,90
	Outorga poço	404,31
	Bomba dosadora cloro	1.190,00
	Amortização	1.527,02 / ano
Mensal	Cobrança pelo uso da água	Não temos
	Energia elétrica	571,14 / mês
	Manutenções	113,08 / mês
	Análises e tratamento	338,83 / mês
Custo final (R\$ / m³)		0,077

CUSTO DA CAPTAÇÃO SUBTERRÂNEA EM SÃO PAULO

Segundo o estudo realizado por Giampá (1983), para um poço tubular perfurado no Estado de São Paulo, em rochas sedimentares (formação Bauru, Botucatu, Tubarão, Taubaté e Caiuá), com profundidade entre 80 a 250 metros, vazão mínima de 5 m³/h, vazão máxima de 120 m³/h, vazão média de 25 m³/h, com revestimento com diâmetro de 6" ou 8", levando em consideração nos seus cálculos: perfuração, equipamentos para exploração da água subterrânea, consumo de energia, custos de operação e manutenção, chega-se aos seguintes valores descritos na Tabela 06.

Tabela 06 - Custos captação subterrânea em São Paulo (GIAMPÁ, 1983).

Descrição	Custo (UPC)	Custo (R\$)
Investimento	3.815	75.002,90
Custo anual	698,38	13.730,15
Custo por m ³ água	3,8262 x 10 ⁻³	0,075

Obs: cotação UPC - Unidade Padrão de Capital (fev/04): 1 UPC = R\$ 19,66

DESPESA DE EXPLORAÇÃO NO BRASIL

Segundo o SNIS - Diagnóstico dos serviços de água e esgotos - 2001, no Brasil temos de acordo com a Tabela 07, as seguintes despesas de exploração por m³ faturado (I26 - Indicador Econômico).

Tabela 07 - Despesa de exploração por m³ faturado no Brasil, ano 2001.

Local	Despesa (R\$/m³)
Região Sudeste - Prestadores abrangência regional	0,62
Região Sudeste - Prestadores abrangência local (direito público)	0,56
Região Sul - Prestadores abrangência regional	0,95
Região Sul - Prestadores abrangência local (direito público)	0,73
Região Centro-oeste - Prestadores abrangência regional	0,87
Região Centro-oeste - Prestadores abrangência local (direito público)	0,50
Região Norte - Prestadores abrangência regional	1,00
Região Norte - Prestadores abrangência local (direito público)	0,52
Região Nordeste - Prestadores abrangência regional	0,86
Região Nordeste - Prestadores abrangência local (direito público)	0,41
Média geral	0,70

CONCLUSÕES

Sabemos que cada poço tem suas particularidades, porém generalizando o estudo realizado, podemos concluir que: o custo da captação subterrânea no município de Araguari-MG demonstrou que seu sistema é eficiente, com custo de apenas 11% da despesa de exploração por m³, em relação à média geral brasileira (tab. 07), de acordo com a SNIS (2001), apenas 2,67% mais caro do que o custo da captação subterrânea do estado de São Paulo, de acordo com o estudo de Giampá (1983), demonstrado na tabela 06, e 30% do custo apresentado por Rebouças (2000) para captação de água subterrânea internacional, naturalmente recarregada (US\$ 88 / mil m³ – cotação US\$ 1,00 = R\$ 2,915).

Os principais parâmetros, quanto à qualidade da água subterrânea captada na cidade de Araguari-MG, que devem ser sempre monitorados, são os coliformes totais e fecais. Porém,

raramente seus parâmetros (água tratada) estiveram fora dos limites permitidos na portaria 1469/2000 do Ministério da Saúde.

Ressaltamos que o estudo em questão abordou apenas um poço tubular, considerado como possível representante do sistema de abastecimento, visto que: sua perfuração foi de acordo com as normas técnicas, opera normalmente, possui vazão e profundidade próximas das médias dos demais poços do sistema, a qualidade da sua água é semelhante aos demais poços e suas manutenções não apresentaram nenhum fato inesperado durante o ano de 2003.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT - NBR 12212 - Projeto de poço para captação de água subterrânea. Rio de Janeiro, 1990.
- [2] BORGES, K. L. Plano diretor de abastecimento de água, SAE – Superintendência de Água e Esgoto (Araguari-MG), 2001.
- [3] CAPUCCI, E. *et al.* Poços tubulares e outras captações de águas subterrâneas. DRM-RJ- Departamento de Recursos Minerais do Rio de Janeiro, 2001.
- [4] CONEJO, J. G. L. *et al.* Recomendações gerais e normas de referência para controle de perdas nos sistemas públicos de abastecimento do programa. PNCDA - Programa Nacional de Combate ao desperdício de água. SEDU/PR. Brasília, 1999.
- [5] FILHO, O. V. Aspectos qualitativos no aproveitamento de recursos hídricos subterrâneos. Revista Engenharia Sanitária, V. 21 - Nro 1 - jan-mar/1982. p. 104-107.
- [6] GIAMPÁ, C. E. Q. Custos da captação das águas subterrâneas através de poços tubulares. Revista DAE Nro 133 - junho/1983. p. 28-32.
- [7] GOMES, H. P. Sistemas de abastecimento de água. Editora Universitária - UFPB. João Pessoa, 2002.
- [8] LANNA, A. E. Economia dos recursos hídricos - parte 1. Programa de Pós-graduação em recursos hídricos e saneamento ambiental - UFRS. Março, 2001.
- [9] PINTO, N. L. de S. *et al.* Hidrologia básica. Editora Edgard Blücher. São Paulo, 1976. p.67-91.
- [10] REBOUÇAS, A. da C. Água subterrânea, fator de competitividade. RELOC – Rede Latinoamericana de Organizações de Bacia, 2000. Disponível: <http://bases.colnodo.org.co/reloc>
- [11] ROMANO, A. W. *et al.* Relatório Geológico do município de Araguari-MG, 2001.
- [12] SNIS - SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. Diagnóstico dos serviços de água e esgotos - 2001. SEDU/PR. Brasília, 2002.
- [13] TSUTIYA, M.T., Redução do custo de energia elétrica em sistemas de abastecimento água. Editora ABES. São Paulo, 2001.