

## CUSTO DE EXPLORAÇÃO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA RIBEIRÃO PRETO — SÃO PAULO

Aldo da Cunha Rebouças \*  
Osmar Sinelli \*\*

\* Instituto de Geociências — Universidade de São Paulo

\*\* Faculdade de Filosofia Ciências e Letras — Univ. S. Paulo — Rib. Preto

### ABSTRACT

The water supply systems of the Ribeirão Preto city - São Paulo-Brazil - (350,000 inhabitants - 1980) comprise 68 wells yielding about 36 millions m<sup>3</sup>/year. The aquifer exploited is the Botucatu sandstones confined by the basalts of the Serra Geral Formation.

The recovery water costs are about CR\$ 1.65 por cubic meter, according the prices of well constructions, equipments, electric power, and other materials, in april 1980; useful life of 30 years for wells, the 10 years for the equipments and interest of 80% years.

### INTRODUÇÃO

A utilização de água subterrânea para abastecimento público vem crescendo rapidamente no Brasil, na medida em que os conhecimentos neste setor evoluem, desautorizando certos preconceitos que ressaltavam os aspectos limitantes do seu uso ou minimizavam os positivos.

Neste particular, o caso da cidade de Ribeirão Preto constitui um exemplo onde a alternativa de exploração da água subterrânea é, sem sombra de dúvida, a melhor, ainda por muitas gerações.

Esta vantagem econômica deve-se a vários fatores, dentre os quais destacam-se:

a) O custo de produção do metro cúbico, como veremos, é relativamente muito baixo.

b) As captações localizam-se dentro da área urbana, facilitando as operações de funcionamento do sistema e dispensando adutoras quilométricas.

c) As águas são de excelente qualidade e naturalmente bem protegidas de agentes poluidores, pela camada confinante de basaltos, na medida em que forem tomadas certas precauções na localização, construção e operação dos poços. A água bombeada recebe tão somente cloração tendo em vista garantir a sua qualidade higiênica ao longo do sistema de distribuição.

d) O manancial explorado é muito extenso e espesso e com zona de recarga bem próxima da área, em condições, portanto, de proporcionar recursos renováveis. Esta análise complementa, de certa forma, o estudo das águas superficiais e subterrâneas da região de Ribeirão Preto, realizado sob a coordenação de Adonis de Souza, nos termos do convênio DAER/FFCLRP-USP - 1979.

### CARACTERÍSTICAS GERAIS DO SISTEMA

A cidade de Ribeirão Preto - São Paulo - tem uma população de

350.000 habitantes, segundo estimativa do Departamento de Água e Esgoto (DAERP) para 1980.

A área compreendida pelos estudos atinge cerca de 180 km<sup>2</sup>, na qual acham-se implantados os poços. O abastecimento atual é feito através de 68 poços de pouco mais de uma centena de metros de profundidade, em média, e acham-se localizados no perímetro urbano, conforme mostra a Fig.1. Além destes, que são operados pelo DAERP, existe mais uma centena de poços pertencentes a particulares, utilizados sobretudo para fins industriais, de tal forma que, da demanda atual estimada em 41,6 milhões m<sup>3</sup>/ano, o serviço público de água fornece cerca de 86%.

O manancial explorado é o sistema aquífero Botucatu, parcialmente confinado pelos basaltos da Fm. Serra Geral. Em média, os poços penetram menos de 1/3 da espessura total do aquífero, estimada em 220m, sendo 80m de Fm. Botucatu e 140m de Fm. Piramboia. As profundidades dos poços atingem um pouco mais de uma centena de metros, em média, e param logo que alcançam o aquífero situado abaixo da cobertura de rochas basálticas, conforme ilustram os elementos da Fig.2. Constata-se ainda que as águas acham-se submetidas a pressões de confinamento sobre cerca de 80% da área em questão, chegando a jorrar em alguns casos. O aquífero apresenta transmissividades entre  $3.10^{-3}$  e  $1.10^{-2}$  m<sup>2</sup>/s e reservas suficientes para atender as demandas do ano 2000. Os fluxos subterrâneos contribuem com 71% dos deflúvios que transitam pelos rios da região.

Segundo informação, os poços mais antigos recebiam revestimento apenas o suficiente para evitar os desmoronamentos dos terrenos superficiais e eram desprovidos de filtros. Regra geral, o setor aquífero era alargado por jateamento e a cavidade assim formada era preenchida com areia grossa.

Estas técnicas, muito eficientes em termos de produção, foram sendo abandonadas pelo fato de não conseguirem evitar o carreamento de areia. Em consequência, optou-se pelas modernas técnicas que utilizam os filtros espiralados, cujos calibres obedecem a granulometria do material aquífero atravessado. Embora a ausência de areia ainda não seja uma garantia, por motivo vários, os poços mais recentes apresentam características construtivas que ilustramos através da Fig. 3.

A avaliação de custo de exploração das águas subterrâneas aqui referido tem por base este tipo de projeto de poço.

#### CUSTOS DE BASE

Os custos de construção dos poços, correspondentes a perfuração, revestimento, filtro e desenvolvimento, foram avaliados com base nos preços praticados em abril de 1980, obtidos de contratos realizados pelo DAERP para o projeto básico ilustrado na Fig.3. Estes custos de construção são de cerca de CR\$ 16.000,00 (dezesesseis mil cruzeiros) por metro linear.

Assim, admitindo-se que se perfurasse atualmente os 68 poços do sistema, ter-se-ia que fazer um investimento de 163,2 milhões de cruzeiros.

Da mesma forma, consideramos os custos atuais das instalações, compreendendo: rede elétrica, quadros e abrigos, ou seja, 34 milhões. O custo das bombas submersas para vazões de 100 m<sup>3</sup>/h é de 136 milhões. O custo da energia consumida adotado, corresponde aos gastos verificados durante o ano de 1979, ou seja, 17,5 milhões de cruzeiros para um consumo de 40 milhões de kWh.

Adotou-se ainda taxa de 1% do custo dos poços e 2% do custo das bombas, para se fazer face as despesas de operação e manutenção do sistema de produção. Os custos de reservatórios e redes de distribuição não foram computados, supondo-se que se equivalem, praticamente, nas duas alternativas possíveis (captação superficial ou subterrânea).

Resumindo, os elementos de base para avaliação dos custos de produção do m<sup>3</sup> de água subterrânea em Ribeirão Preto são os seguintes:

Número de poços: 68  
 Custo total dos poços: 163,2 M. Cr\$  
 Custo das bombas instaladas: 136,0 M. Cr\$  
 Instalações Elétricas: 34,0 M. Cr\$  
 Despesa Anual (1979) com energia: 17,5 M. Cr\$  
 Taxa Juros: 8% a.a.  
 Volume Anual Explorado: 36,0 M.m<sup>3</sup>  
 Vida média dos poços e instalações: 30 anos  
 Vida média das bombas: 10 anos

A utilização de custos atuais serve para realçar o nível de viabilidade do sistema de abastecimento com base na exploração das águas subterrâneas. A nível dos poços, vale ressaltar, a necessidade de se buscar obter maior eficiência mediante a utilização de projetos mais compatíveis com as potencialidades do aquífero.

#### AValiação DO CUSTO DE PRODUÇÃO DO M<sup>3</sup> DE ÁGUA

É normal que a utilização dos recursos hidráulicos de uma região apresente varias alternativas e variantes tecnicamente possíveis.

O problema consiste em selecionar entre elas aquela que produz os maiores benefícios com um mínimo de custo. Por este motivo, no desenvolvimento da moderna hidrogeologia acentua-se a necessidade de se levar em consideração os aspectos econômicos dos projetos de abastecimento d'água, antes de se tomar uma decisão sobre o manancial a captar, baseada muitas vezes em preferencias profissionais.

A análise descompromissada das alternativas tecnicamente possíveis exige a aplicação de alguns conceitos de matemática financeira, válidos tanto para grandes como para pequenos projetos.

Em geral, estes conceitos compreendem: cálculo do valor atual das inversões que se realizam em diferentes prazos da vida média das obras e cálculo do fator de recuperação do capital, o qual define o valor que se deve obter anualmente, por exemplo, para se recuperar o capital investido no momento atual, obtido a juros compostos.

Vale salientar que, regra geral, não se adota o conceito de taxa de depreciação por onerar sobremaneira a geração compreendida na vida útil das obras ou nos prazos de recuperação dos investimentos realizados, em benefício daqueles que virão depois. Em outras palavras, considera-se que a geração atual constrói uma obra para seu próprio uso, com o qual, passado o prazo de vida útil, se recupera o capital investido e se considera então a conveniência de se construir outra igual, obtendo-se financiamento da mesma forma que a anterior.

Na prática em geral, faz-se coincidir o prazo de amortização da dívida contraída para construção da obra, com a vida média útil do poço. Assim, calcula-se tão somente os custos anuais os quais deverão ser rateados pelo volume de água produzido.

As expressões (1) e (2) que se seguem são utilizadas para cálculo, respectivamente, do valor atual e do fator de recuperação do capital investido.

$$P = \frac{F}{(1+i)^n} \quad (1) \quad \text{e} \quad A = \frac{P \cdot i (1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \quad (2)$$

Nestes termos, o custo do metro cúbico de água liberada nos reservatórios de distribuição é de CR\$ 1,65 (um cruzeiro e sessenta e cinco centavos). Estes resultados bem indicam o grande alcance social e econômico das águas subterrâneas da região de Ribeirão Preto. Estes custos situam-se dentro dos valores avaliados por REBOUÇAS 1978.

## CONCLUSÕES

Ribeirão Preto dispõe de vários mananciais subterrâneos dentre os quais se destaca o aquífero Botucatu com condições de atender as demandas previstas até pelo menos o ano 2.000.

Os aquíferos proporcionam cerca de 71% dos deflúvios que transitam pela rede de drenagem da região.

Vale ressaltar que toda e qualquer exploração das águas subterrâneas através de poços provoca abaixamento dos níveis d'água, engendrando modificações nos termos do balanço hidrológico da região.

Os custos de exploração sendo muito baixos, deve-se procurar obter o máximo de recursos através dos poços, em detrimento dos escoamentos superficiais cujas condições de uso são sobremaneira desvantajosas, relativamente.

Os níveis atuais dos custos de produção (Cr\$ 1,65) e de venda ao consumidor (Cr\$ 5,69) possibilitam uma amortização dos investimentos necessários em apenas 3 a 4 anos de operação.

Ao nível das captações é necessário que se projete poços que visem obter o máximo de eficiência não somente em termos de vazão, mas, sobretudo, com vistas ao uso e preservação dos recursos.

## BIBLIOGRAFIA

- BRAZIL - DAERP - FFCLRP - USP - (1979) - Estudo de Águas Subterrâneas e Superficiais da Região de Ribeirão Preto. Relatório Final.
- REBOUÇAS, A.C. (1978) - Aspectos Técnicos e Financeiros da Exploração do Aquífero Botucatu no Brasil. Boletim I.G. Instituto de Geociências, USP, v.9 : 213-228. São Paulo.

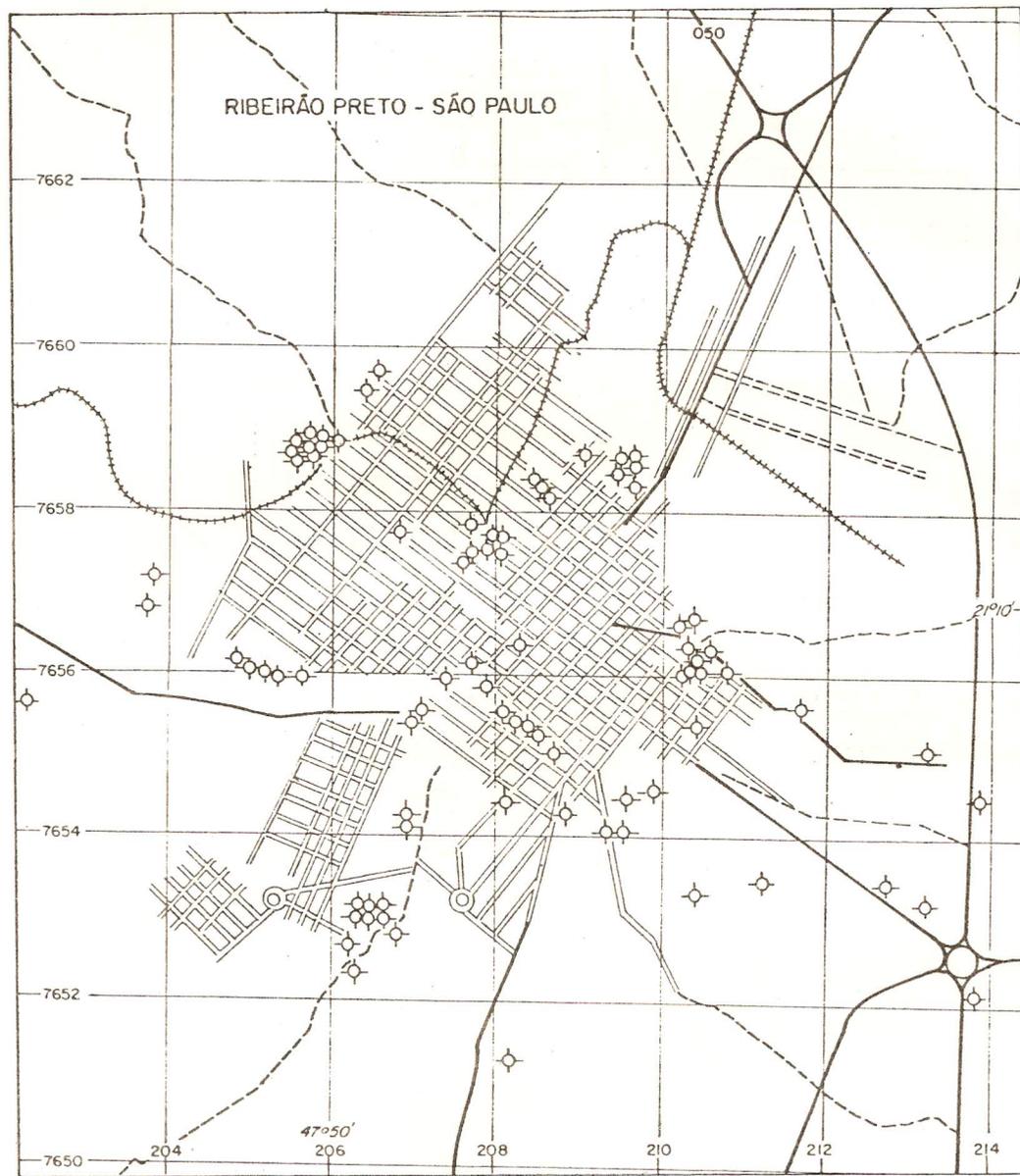


Fig. I - LOCALIZAÇÃO DOS POÇOS DO SISTEMA

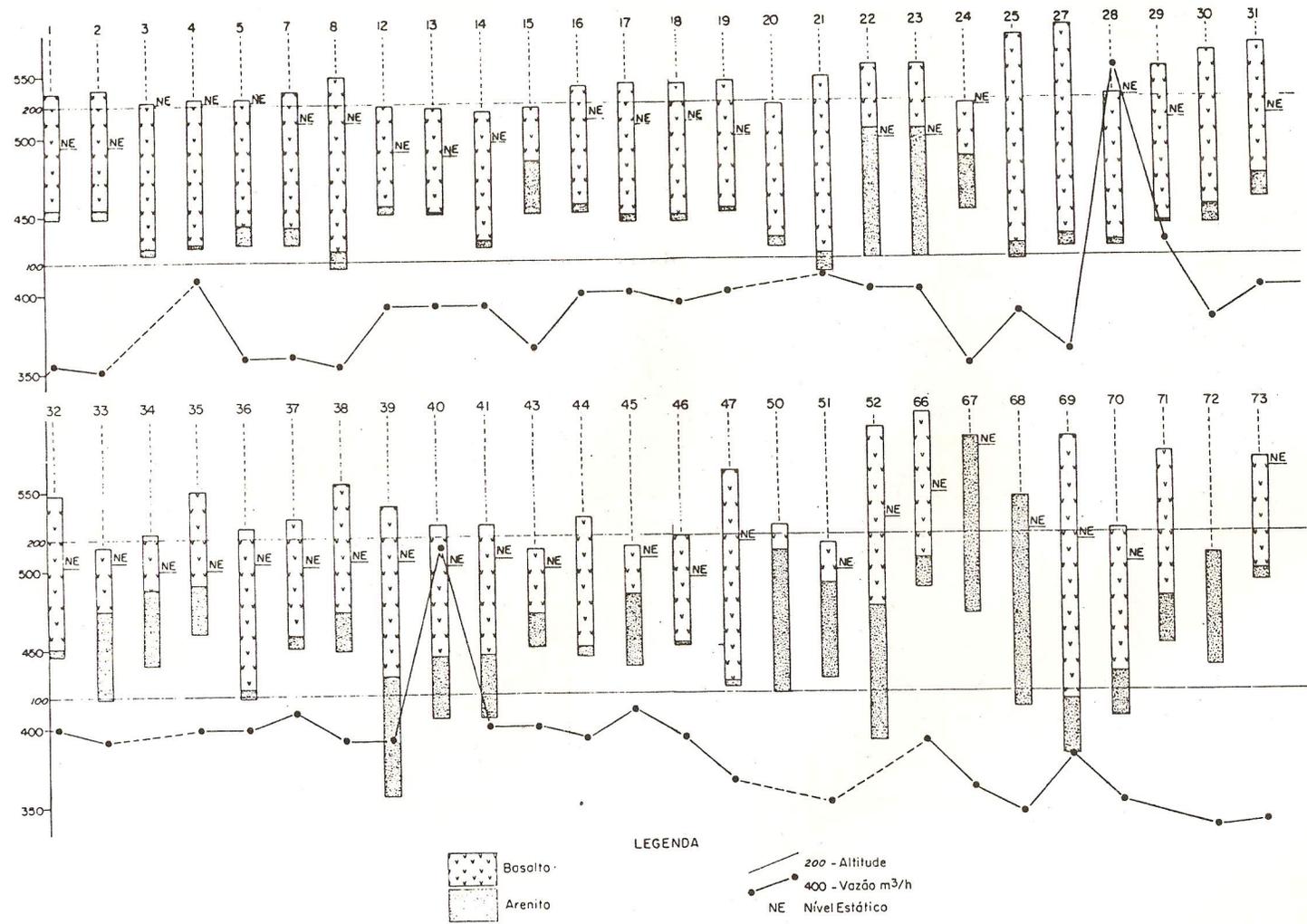
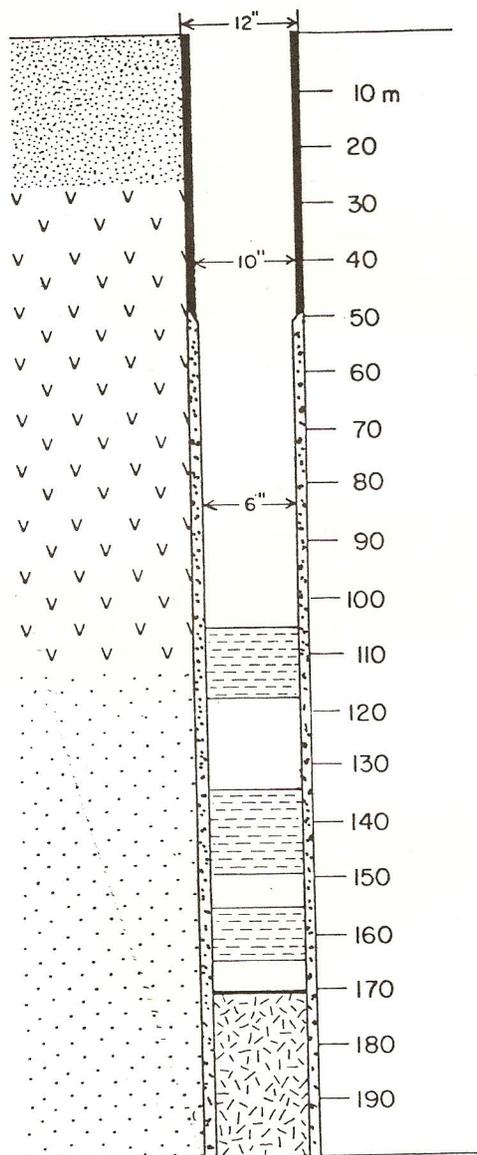


Fig. 2 - DADOS GERAIS DOS POÇOS



	Bauru	NE = 90 m
	Basalto	ND = 110 m
	Botucatu	Q = 4,6 m <sup>3</sup> /h

Fig. 3 - DESENHO CARACTERISTICO DO POÇO  
(Janer 1973 - Poço n<sup>o</sup>1)