

EXPLORAÇÃO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA DO AQUÍFERO BAURU NA GRANDE RIO PRETO E NO NOROESTE DO ESTADO DE S. PAULO.

Samir Felício Barcha*

ABSTRACT

Characteristics of texture, carbonate cement content and behavior, primary sedimentary structures, porosity and permeability were studied in more than 10 columnar sections of the Bauru Group with the objective of establishing the hydrological role of the different lithological types which function as reservoirs and suppliers of water within the Bauru aquifer. The following types were considered present in the Santo Anastácio and Adamantina Formations (Taciba and São José do Rio Preto lithofacies): massive sandstones; sandstones with small and medium size cross-stratifications and micro-cross-stratifications; sandstones with horizontal bedding; siltstones, mudstones and sandy mudstones. On the basis of these characteristics the author seeks to establish the hydraulic role of each of the types and thereby contribute to a better utilization of the water supply, taking in to account that in the region studied tubular wells do not reach maximum efficiency because of deficiencies of planning and construction.

The absence of lining in these wells, or their inadequate execution when he exists, results in serious problems, such as the ascending of sand, caving with the total loss of the installations or, the unnecessary expenses due to the chancy installation of filters, without taking into account the hydraulic properties of the different levels of the aquifer.

INTRODUÇÃO

A exploração de água subterrânea na cidade de São José do Rio Preto e, de resto, em toda região noroeste do Estado de São Paulo, vem se recendo, a partir dos últimos 15 anos, atenção especial dos Poderes Públicos, pois passou a representar ou uma alternativa para o abastecimento público, ou importante complemento dos sistemas baseados na captação de águas superficiais.

Depto. de Geociências, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, UNESP, Campus de São José do Rio Preto, 13.100, São José do Rio Preto, S.P.

Em razão do fato da maioria das cidades regionais, de maior ou de menor porte, se situar ao longo dos eixos divisores das principais bacias hidrográficas, acompanhando o traçado da ferrovia e/ou rodovias principais, os grandes mananciais de águas superficiais permanecem a distâncias consideráveis e, o que é mais agravante, topograficamente bem mais baixos, exigindo, em caso de seu aproveitamento, longas adutoras e poderoso recalque. Apenas rios secundários servem às cidades, porém deficitariamente uma vez que suas vazões não são suficientes para atender a grande demanda de água das comunidades, ou já se apresentam poluídos.

Por isso, a partir do momento em que o crescimento populacional aumentou a pressão da demanda de água tratada e, ao mesmo tempo, com a viabilização cada vez maior da exploração da água de subsuperfície, os recursos hídricos subterrâneos passaram a representar um papel de relevo na vida das comunidades, quer se transformando em importante complemento dos sistemas de captação de águas superficiais, quer sendo uma nova alternativa de abastecimento.

Assim, a proliferação de poços tubulares foi rápida em São José do Rio Preto e em toda a região; milhares já foram catalogados em todo o Estado pelo DAEE (1976,1979), pelo Instituto Geológico (1978) e por levantamentos geológicos regionais realizados por pesquisadores interessados no assunto. Não só o Poder Público, Estadual ou Municipal, voltou-se para atividades exploratórias desses recursos hídricos, como também a iniciativa privada, cujos poços servem interesses residenciais, comerciais, industriais e mesmo agrícolas.

Chamam a atenção as mais diversas características e particularidades de tais poços. Critérios de locação, de construção e de funcionamento são extremamente diversos e conflitantes mesmo com as características do aquífero explorado. Numerosas firmas operam no mercado, e a maioria, sem controle e obediência a qualquer imperativo de ordem técnica e legal.

Em vista disso torna-se urgente a adoção de medidas disciplinadoras capazes de imprimir a essa atividade exploratória fundamentos técnicos mínimos indispensáveis voltados para a defesa de um bem mineral de uso comum.

Dentro desse contexto, o autor procurou, no presente trabalho, estabelecer o comportamento hidrogeológico das diferentes variedades litológicas do Grupo Bauru na região noroeste do Estado de São Paulo, especialmente na Grande Rio Preto, e assim contribuir para com o melhor aproveitamento das condições oferecidas pelo aquífero Bauru. Das diferentes unidades estratigráficas desse Grupo, foram estudadas características tais como textura, teor e comportamento do cimento carbonático, cor, estruturas sedimentares sinclônicas, porosidade e permeabilidade.

O conhecimento dessas características é importante na construção dos poços tubulares, especialmente no seu revestimento quando então os níveis mais porosos e mais permeáveis devem ser tratados de modo diverso dos níveis mais impermeáveis e menos porosos. Foram considerados, neste trabalho, apenas os poços que exploram o aquífero Bauru, não se levando em conta os poços profundos que atingem o aquífero Botucatu.

É prática comum, na Grande Rio Preto, construir-se poço sem qualquer revestimento, senão o dos primeiros metros. Somente quando o proprietário é o Poder Público Municipal é que os poços são totalmente revestidos. Mesmo assim, a colocação de filtros e de tubos lisos se faz aleatoriamente, baseada na prática do sondador. Em decorrência, muitos níveis de entrada de água podem ser prejudicados por colocação de tubos de revestimento liso, ou então, tais seções de filtro são colocadas além das necessidades. Por outro lado, o diâmetro do cascalho utilizado no envolvimento artificial do poço e a própria abertura do filtro nem sempre estão de acordo com a distribuição granulométrica do aquífero.

Tendo em vista os altos custos de construção dos poços tubulares e a necessidade de um aproveitamento máximo de suas possibilidades e ainda, levando-se em conta que a quase totalidade das empreiteiras que opera na região não está familiarizada com processos de descrição litológica e determinação das características hidráulicas mais favoráveis das rochas, visando a colocação de revestimento, o conhecimento das características hidrogeológicas do Bauru, nesta área, poderá servir para a melhoria dos padrões técnicos de cons-

trução de tais poços, como também evitar gastos excessivos e mau aproveitamento do potencial do aquífero.

CARACTERÍSTICAS DOS MÉTODOS DE EXPLORAÇÃO HIDROGEOLÓGICA

A cidade de São José do Rio Preto possui hoje, perto de 900 poços tubulares, abastecendo estabelecimentos comerciais, industriais e residenciais, como apoio ao sistema de captação e tratamento de águas superficiais (E.T.A.).

Até o início da década de 60, esse número era pequeno, não ultrapassando duas dezenas. Porém, com o agravamento das condições oferecidas pelo sistema de tratamento de águas superficiais o Poder Público Municipal se viu na contingência de restringir o consumo de água tratada à população ao mesmo tempo que estimulou, através de postura municipal, a iniciativa privada a explorar a água subterrânea como fonte alternativa. O próprio Poder Público Municipal passou, logo em seguida, a explorar esses recursos e hoje, em toda a cidade, esta prática é disseminada, constante e das mais intensas.

O mesmo fenômeno se repetiu nas demais cidades da região, onde também a pressão do crescimento urbano obrigou as comunidades a lançar mão dos recursos hídricos subterrâneos, em algumas como fonte complementar, em outras como nova opção.

A grande maioria dos poços, em todas as cidades, possui diâmetro de boca de 8 a 10 polegadas, terminando com 6 a 8 polegadas respectivamente. A profundidade não excede 120 metros, permanecendo confinados no Sauru e apenas um número menor o atravessa, atingindo o contacto Sauru-basalto. Via de regra, a perfuração se faz por método rotativo com excelente testemunhagem, embora nem sempre utilizada devidamente.

Uma vez perfurado o poço, o revestimento se limita aos primeiros metros, geralmente até o contacto solo-rocha fresca. O segmento restante do poço permanece inteiramente desprotegido.

Os poços que servem os estabelecimentos comerciais, industriais e residenciais ou mesmo os que se situam na zona rural são todos construídos desta forma.

Quando se destina ao abastecimento público, encomendado pelas Prefeituras Municipais ou pela Sabesp, o poço é às vezes, construído com mais rigor técnico e sob normas mais adequadas, normalmente atravessando todo o Sauru, até o contacto com a lava subjacente. Além do revestimento de boca, todo o poço é devidamente protegido com envolvimento artificial, filtros e tubos de revestimento liso. Seu diâmetro também é maior que os dos anteriores, iniciando-se com 14 ou 18 polegadas e terminando com 8 ou 12 polegadas.

O autor tem verificado que, em muitos casos, especialmente quando a responsabilidade é da Sabesp, o revestimento do poço se faz adequadamente, racionalizando-se a colocação dos filtros inclusive com apoio em perfilhagem elétrica.

Em outros casos, este revestimento se faz aleatoriamente, baseando-se na prática do sondador. E nem sempre ela atende às características da litologia atravessada: ora níveis porosos e permeáveis são prejudicados com revestimento por tubo liso, reduzindo, conseqüentemente a capacidade de produção; outras vezes, mais secções de filtro são colocadas desnecessariamente, aumentando o custo de obra e sem qualquer melhoria no rendimento do poço. Além disso pode ocorrer ainda inadequação do tamanho da abertura do filtro e da granulometria do material utilizado no envolvimento artificial por inobservância da textura das rochas atravessadas pelo poço.

Em conseqüência, nos poços sem revestimento, a quantidade de areia eliminada juntamente com a água pode ser tão grande a ponto de impedir imediato uso dessa água sem prévia decantação.

Outro fenômeno comum é a perda total de poços já em funcionamento, por desmoronamento de paredes internas.

Quando o poço é revestido, embora de maneira incorreta, ve

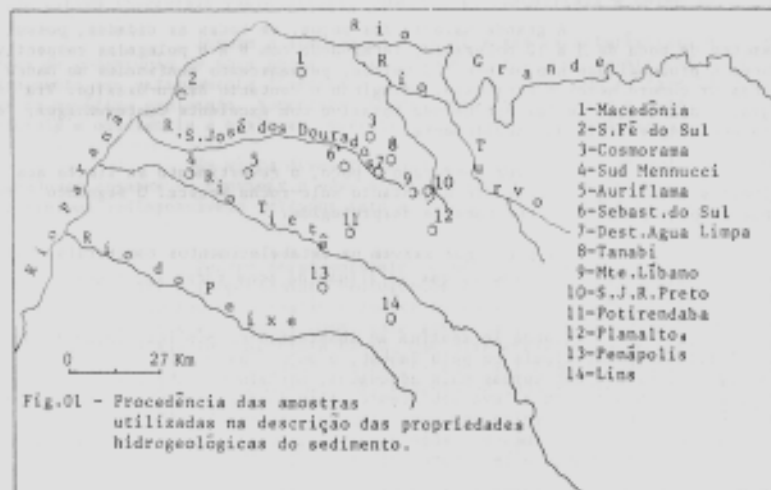
rifica-se ou um encarecimento desnecessário do seu custo, ou uma produção inferior àquela esperada e baseada nas características hidrogeológicas do aquífero.

CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLOGICAS DOS SEDIMENTOS

Com base em testemunhos de sondagens e autor procurou estabelecer as características das diferentes variedades litológicas das unidades estratigráficas do grupo Nauru, na região, especialmente aquelas mais importantes para fins hidrogeológicas.

A maior preocupação foi oferecer um meio de se diagnosticar, no próprio campo, as condições para a construção do poço relacionadas à tona da água. Considerando que é através do aquífero que a água penetra no poço, seu projeto requer uma cuidadosa análise dos fatores hidráulicos que afetam o seu desempenho. No caso do Nauru, o aquífero não é homogêneo, isto é, os níveis que acumulam e fornecem água possuem características sedimentológicas distintas e propriedades hidráulicas diferentes, sendo, portanto, necessário que se processasse a análise granulométrica de amostras representativas de cada situação, com vistas ao envolvimento artificial de cascalho exigido pelo aquífero.

A amostragem foi efetuada em poços perfurados nas seguintes localidades (Fig. 1): São José do Rio Preto (Marin Benta, Eldorado, Tajar,



ra, E.T.A.), Clube de Campo Monte Líbano (Mirassol), Tanabi (Prefeitura Municipal), Cosmorama (Prefeitura Municipal), Macedônia (Sabesp), Potirendaba (Fazenda Ferrari), Destilaria Água Limpa (Monte Aprazível), Planalto (Fazenda Luchesi), Fenópolis (Usina Canpestre) Sud Mennucci, Sebastiãoopolis do Sul (Sabesp), Lina (Estação Rodoviária), Santa F.º do Sul e Auriflana.

As diferentes variedades litológicas do perfil foram agrupadas segundo a unidade estratigráfica a que pertencem (Formação ou Litofácies) e descritas de acordo com a textura, teor e o comportamento do cimento carbonático, a cor, as estruturas sedimentares sinclônicas, a porosidade e a permeabilidade (a Porosidade e a Permeabilidade foram determinadas em laboratório com porosímetro e permeômetro Ruska, respectivamente, de Mercúrio e líquido).

Na descrição da textura, procurou-se estabelecer a porcentagem de areia e da matriz silte-argilosa, considerando que elevados teores de material fino podem comprometer capacidade de armazenamento e produção de água da rocha.

A distribuição granulométrica da fração areia, determinada para cada variedade litológica do perfil, destina-se à orientação da escolha da granulometria adequada ao envolvimento artificial do poço, com cascalho, e da própria abertura do filtro.

O teor de carbonato, a cor e as estruturas sedimentares primárias foram utilizadas como critérios para o reconhecimento de níveis mais ou menos porosos e permeáveis ao longo do perfil, com vista a uma melhor racionalização do planejamento e execução do revestimento do poço.

ASPECTOS GEOLÓGICOS E ESTRATIGRÁFICOS

Em toda a área estudada, a geologia é representada pelos sedimentos do Grupo Bauru, e apenas no fundo do vale dos grandes rios é que se encontram basaltos da Formação Serra Geral.

O comportamento espacial do Grupo tem merecido, ultimamente, investigações detalhadas: Mezzalana (1974); Coimbra (1976); Amaral (1977); Brandt Netto (1977); Suguio et al. (1977); Soares et al. (1979a, 1979b e 1980); Almeida (1980); Barcha (1980a e 1980b), do que resultou a própria elevação da Formação Bauru para Grupo Bauru, constituído pelas Formações Caiuá, Santo Anastácio, Adamantina e Marília.

Na área estudada, a Formação Santo Anastácio ocorre ao longo do curso superior do Rio Paranã, curso inferior do rio São José dos Dourados e do Grande. Os interflúvios regionais, bem como toda a porção leste da área estudada, que corresponde à região da cidade de São José do Rio Preto, são representados pelos sedimentos da Formação Adamantina. Na região da Grande Rio Preto e daí para Noroeste, registra-se a Litofácies São José do Rio Preto; para Sudoeste, constituindo o espigão que separa as bacias do São José dos Dourados e Tietê, registra a Litofácies Taciba, estendendo-se desde as proximidades de Mirassol até a cidade de Auriflana.

Em Sub-superfície, a Formação Santo Anastácio é registrada até na região da Grande Rio Preto, estando sua ocorrência relacionada, à presença ou ausência de altos estruturais do substrato basáltico (Barcha e Klerf, inédito).

DESCRIÇÃO DAS VARIEDADES LITOLÓGICAS

Foram consideradas, para este fim, as seguintes variedades litológicas: arenitos com estrutura maciça; arenitos com estratificação cruzada de pequeno e médio porte, bem como microestratificados; arenitos com estratificação cruzada tabular e arenitos com laminação horizontal.

Não foi dado destaque aos argilitos e siltitos, às vezes abundantes na sequência vertical, pelas propriedades hidráulicas desfavoráveis que possuem.

É característica, em toda a sequência vertical do Bauru, a ocorrência de bancos de arenitos de granulação, espessura e estruturas sedimentares variáveis, alternando-se com bancos de lamitos, siltitos e arenitos lamíticos de espessuras também variáveis, com repetição cíclica.

Desta forma, a mesma variedade litológica, das já mencionadas anteriormente, pode ocorrer em diferentes posições no perfil vertical, as sumindo espessuras variáveis e intercalando sequências litológicas também variáveis. Consequentemente, o aquífero torna-se constituído de camadas alternadas de materiais de granulometria não uniforme ora favoráveis, ora desfavoráveis aos fins hidrogeológicos.

FORMAÇÃO SANTO ANASTÁCIO

A amostragem foi obtida através de testemunhos de poços tubulares perfurados em São José do Rio Preto, Sud Mennucci e Macedônia. As características litológicas são descritas como se segue:

Arenitos com estrutura maciça:

- Granulação média, fina a muito fina;
- Baixo teor de matriz silte-argilosa, variando em torno de 7-8%;
- Coloração vermelho-escura a vermelho-rosada carregada, podendo, às vezes, apresentar coloração vermelho-clara pinstalgada;
- O teor de cimento carbonático é baixo, inferior a 10% e com termos médios de 4%;

- Nódulos carbonáticos, porém, são muito frequentes, de tamanhos variáveis, de milimétricos até 3 a 5 cm, e com formas irregulares, atravessando o corpo da rocha. Às vezes toda a amostra é inteiramente atravessada por essas estruturas, tomando assim aspecto nodular;
- Teor de areia é bastante elevado, quase sempre superior a 90%;
- O Tamanho Médio dos grãos varia de 2,40 a 2,92 ϕ (de 0,176mm a 0,132mm) o que corresponde a areia de granulação fina;
- A porosidade nestes arenitos é relativamente homogênea. Seus valores mais baixos estão ligados aos níveis onde se concentram os nódulos carbonáticos;
- As medidas de laboratório, com porosímetro Ruska, mostraram variação de 13,75% a 29,66%, com valores médios em torno de 25%;
- A Permeabilidade, por sua vez, é também relativamente elevada, com valores médios em torno de 400 milidarcies, variando de 100 a 645 milidarcies (mm.D.);
- Na cidade e na Grande Rio Preto, onde a Formação Santo Anastácio, ocorre em subsuperfície, todo o pacote de sedimento se comporta de maneira homogênea com relação à porosidade e a permeabilidade, sendo, por isso, um excelente aquífero, com espessuras de 20 até 50m.

Tabela 1:- Análise granulométrica, Porosidade, Permeabilidade e teor de cimento carbonático de arenito com estrutura maciça. A fração areia foi corrigida para 100%.

A	GRANULOMETRIA		
	MM	Phi (ϕ)	PORCENTAGEM
R	0,590 - 0,500	0,75 - 1,00	0,0848
	0,420 - 0,350	1,25 - 1,50	4,3612
E	0,297 - 0,250	1,75 - 2,00	14,8484
	0,210 - 0,176	2,25 - 2,50	29,5372
I	0,148 - 0,125	2,75 - 3,00	28,4400
	0,105 - 0,088	3,25 - 3,50	16,3624
A	0,074 - 0,062	3,75 - 4,00	6,3860
Silte + Argila			5,7500
CaCO ₃			2,53
Porosidade			27,37
Permeabilidade (mm.D.)			502,5

Procedência: Sondagem Maria Santa, São José do Rio Preto, a 102 metros de profundidade.

- Em Sud Mazzucci e Macedônia, Santa Fé do Sul, o teor da matriz silte-argilosa é muito mais elevada, variando em torno de 20%. É muito frequente a ocorrência de arenitos lamíticos na coluna, onde esses teores atingem 40,50 e 60% da amostra;
- Nestas localidades, as propriedades hidráulicas são muito distintas das encontradas na Grande Rio Preto, especialmente na região de Macedônia onde a frequência de lamitos na coluna é muito grande.

FORMAÇÃO ADAMANTINA

A amostragem foi obtida através de poços perfurados em São José do Rio Preto, Mirassol, Tanabi, Cosmorama e Potirandaba.

LITOFÁCIES SÃO JOSÉ DO RIO PRETO

Arenitos com estratificação cruzada tabular:

- Granulação média, fina a muito fina, predominantemente fina;
- Teor de matriz silte-argilosa é normalmente inferior a 5%, ocorrendo porém, em amostras de textura muito fina, valores de até 15%;
- O cimento carbonático é inexpressivo, com valores médios de 1 a 3%. No entanto, em determinadas circunstâncias, há um extraordinário enriquecimento desse componente, cujos valores chegam atingir 32%, oscilando, porém, entre 15 a 25%;
- Os arenitos com estratificação cruzada tabular possuem cores claras, cinza-

creme, creme, cinza-branco, e quando o teor de carbonato é elevado, cores esbranquiçadas;

- Não formam corpos espessos, e sua espessura normalmente varia entre 0,5 a 1m. Em todos os casos, a rocha se rompe muito facilmente através dos planos de estratificação, graças à excelente fissibilidade que possui. Esse fenômeno ocorre inclusive nas variedades mais ricas em cimento carbonático. A rocha é sempre mole, desagregando-se facilmente quando manuseada;
- A porosidade é sempre elevada.

Tabela 2: Análise Granulométrica, Porosidade, Permeabilidade e Teor de cimento carbonático de arenito com estratificação cruzada tabular. A fração areia foi corrigida para 100%.

A	GRANULOMETRIA		
	MM	Phi (φ)	PORCENTAGEM
R	0,590 - 0,500	0,75 - 1,00	0,1664
	0,420 - 0,350	1,25 - 1,50	10,8856
	0,297 - 0,250	1,75 - 2,00	31,7304
E	0,210 - 0,176	2,25 - 2,50	35,0416
	0,148 - 0,125	2,75 - 3,00	16,1044
I	0,105 - 0,088	3,25 - 3,50	4,6404
A	0,074 - 0,062	3,75 - 4,00	1,4312
Silte + Argila			2,21
CaCO ₃			2,93
Porosidade			27,68
Permeabilidade (mm.D.)			1.256,3

Procedência: Sondagem Maria Bensa, São José do Rio Preto, a 6m de profundidade.

O valor mínimo encontrado foi de 11,87% e o máximo de 38,56%. Apesar dessa flutuação, a grande maioria dos dados indica valores de porosidade de 25 a 30%, o que faz com que essa variedade litológica figure entre as mais porosas do Grupo Bauru.

Quando o teor de cimento carbonático da rocha é elevada, a porosidade se reduz substancialmente;

- A permeabilidade paralela à estrutura normalmente é das mais elevadas. Os maiores valores são encontrados justamente nesta variedade litológica, alcançando 2630 milidarcies. Os menores valores estão ligados à grande concentração de carbonato da rocha. Além da elevada porosidade, os arenitos com estratificação planar tangencial representam os melhores aquíferos do Grupo Bauru;
- A análise granulométrica da fração areia indica valores de Tamanho Médio (Mz) variando de 1,99 φ (0,251mm) até 3,36 φ (0,098 mm), correspondendo a areia média e areia muito fina. Ocorre porém uma predominância de valores entre 2,60 a 2,80 φ (0,164 mm a 0,143mm) traduzindo areia fina;
- Os arenitos com estratificação cruzada tabular não são muito frequentes ao longo da espessura da litofácies São José do Rio Preto.

Arenitos com estratificação cruzada:

- Granulação bastante variável, desde média, fina a muito fina, predominantemente fina;
- Representa a variedade litológica mais abundante em toda a seqüência vertical da Formação;
- A estratificação é variável, desde os tipos micro-cruzados, a estratificação de pequeno a médio porte;
- O teor de matriz silte-argilosa é bastante variável; nas variedades de granulação média a fina, com estratificação de pequeno a médio porte, aumenta-se, pre-

Tabela 3: Análise Granulométrica, Porosidade, Permeabilidade e Teor de cimento carbonático de arenito com estrutura cruzada. A fração areia foi corrigida para 100%.

A	GRANULOMETRIA		
	NM	Phi (φ)	PORCENTAGEM
R	0,420 - 0,350	1,25 - 1,50	1,6348
E	0,297 - 0,250	1,75 - 2,00	10,3468
	0,210 - 0,176	2,25 - 2,50	24,2072
I	0,148 - 0,125	2,75 - 3,00	31,8316
A	0,105 - 0,088	3,25 - 3,50	23,2844
	0,074 - 0,062	3,75 - 4,00	8,6952
Silte + Argila			3,66
CaCO ₃			13,46
Porosidade			27,89
Permeabilidade (m.D.)			837,5

Procedência: Sondagem Maria Benta, São José do Rio Preto, a 56 metros de profundidade.

dominantemente, abaixo de 10%, com valores médios de 5 a 8%. Já nas variedades micro-cruzadas e textura muito fina, podem ocorrer valores maiores que 25% de matriz, com teores médios oscilando em torno de 15%;

- O cimento carbonático normalmente ocorre com baixas porcentagens, variando em torno de 5%. Há casos, em que pode ultrapassar 20%;
- A cor predominante é cinza em vários tons, podendo ocorrer também o creme. A tonalidade cinza se deve sempre à presença de minerais ferromagnesianos;
- Não forma bancos muito espessos. Geralmente não ultrapassam 3-4m, sendo mais comuns seqüências de 0,5 a 1,5m. Quando a quantidade de cimento carbonático é baixa, a rocha é relativamente físsil, e seus grãos se desagregam com os dedos. É comum, durante a perfuração do poço, com sistema rotativo, todo o material desagregar-se sem a recuperação de testemunhos, ou então com a recuperação de apenas porções limitadas da seqüência;
- A porosidade normalmente é das maiores, variando de 8,14 a 36,60%, porém, com valores médios entre 25 a 30%. Ela é maior nas variedades de textura mais grosseira com estratificação de pequeno a médio porte. Nas variedades de textura muito fina, microcruzadas a porosidade reduz-se a valores inferiores. Do ponto de vista prático, toda a seqüência de estratificação cruzada mostra boas características de reserva de água;
- Quanto à permeabilidade, os arenitos com estratificação cruzada mostram comportamento bem diferente. As variedades mais permeáveis são as que possuem textura mais grosseira e estruturas hidrodinâmicas mais desenvolvidas, e os valores máximos encontrados atingiram a 2.572 milidarcies paralela à estratificação.

Contudo, a grande maioria gira em torno de 150 a 250 milidarcies.

Quando a rocha é de textura fina, com altos teores de matriz silte-argilosa e estratificação microcruzada, a permeabilidade é inferior a 100 milidarcies, com valores médios de 30-60 milidarcies, além de numerosos casos de permeabilidade praticamente nula do ponto de vista prático;

- A análise granulométrica da fração areia mostra variação do Tamanho Médio (Mz) desde 2,10 φ (0,233mm) a 3,54 φ (0,086 mm). A maioria dos valores encontrados situa-se na faixa de 2,60 φ a 2,90 φ (0,164 a 0,134 mm).

Arenitos com Estrutura Maciça:

- A granulação varia desde média, fina a muito fina, havendo predominância da muito fina;
- A cor é variável. Nos arenitos finos a muito finos ela é creme, bege, verde-lha-claro ou marrom claro. Nas variedades mais grosseiras, menos argilosas, ela é cinza-claro ou cinza-creme.
- No primeiro caso, a rocha é bastante dura, com fratura sub-conchoidal; no segundo, é mais friável, podendo saltar grãos com o tacto.
- O teor de matriz silte-argilosa pode, às vezes, ser extremamente elevado, atingindo valores de 40 a 50% da rocha, formando arenitos lamiticos bem característicos e com evidentes estruturas de bioturvação. Normalmente, essa matriz varia em torno de 15 a 20%. Outras vezes, ela é baixa, inferior a 10%, especialmente nas variedades de cores cinzas, quando se reduz a valores de 2 a 3%;

- O teor de cimento carbonático é elevado nas variedades finas a muito finas e com alto teor de matriz silte-argilosa, as quais representam as rochas mais ricas em cimento carbonático do Bauru, na região. Nas variedades mais grosseiras, o carbonato não excede, normalmente 10%, limitando-se à variação de 4 a 6%;
- A porosidade não é das melhores nesses arenitos. Os valores são muito discrepantes e dispersos, desde 2,40 até 34,26%, estando sempre relacionados à textura, especialmente, e ao teor de cimento carbonático..
- A permeabilidade por sua vez, apresenta também desde valores elevadíssimos

Tabela 4: Análise Granulométrica, Porosidade, Permeabilidade e Teor de cimento carbonático de arenito com estrutura maciça. A fração areia foi corrigida para 100%.

A	GRANULOMETRIA		
	MM	Phi (Ø)	PERCENTAGEM
R	0,420 - 0,350	1,25 - 1,50	0,3260
E	0,297 - 0,250	1,75 - 2,00	2,3308
I	0,210 - 0,176	2,25 - 2,50	9,3840
A	0,148 - 0,125	2,75 - 3,00	10,9096
	0,105 - 0,088	3,25 - 3,50	36,8192
	0,074 - 0,062	3,75 - 4,00	34,2304
Silte + Argila			26,06
CaCO ₃			9,21
Porosidade			24,62
Permeabilidade (m.D.)			60,0

Procedência: Sondagem de Eldorado, São José do Rio Preto, a 67m. de profundidade.

- (2.512,6 milidarcies) até valores praticamente nulos. Em geral, apenas os arenitos de textura mais grosseira, friáveis e baixo teor de cimento carbonático podem ser considerados para fins de exploração hidrogeológica;
- Os arenitos maciços formam espessos bancos, com até 20 metros de espessura. Normalmente não ultrapassam 2 a 3 metros. As variedades mais interessantes não excedem 1 metro.

Tabela 5: Análise Granulométrica, Porosidade, Permeabilidade e Teor de cimento carbonático de arenito com estrutura maciça. A fração areia foi corrigida para 100%.

A	GRANULOMETRIA		
	MM	Phi (Ø)	PERCENTAGEM
R	0,420 - 0,350	1,25 - 1,50	4,0780
E	0,297 - 0,250	1,75 - 2,00	20,5840
I	0,210 - 0,176	2,25 - 2,50	36,1116
A	0,148 - 0,125	2,75 - 3,00	22,7572
	0,105 - 0,088	3,25 - 3,50	11,5544
	0,074 - 0,062	3,75 - 4,00	4,9148
Silte + Argila			4,45
CaCO ₃			1,70
Porosidade			27,93
Permeabilidade (m.D.)			1.256,3

Procedência: Sondagem Maria Benta, São José do Rio Preto, a 23m. de profundidade.

Arenitos com Laminação Horizontal:

- Granulação variável de média, fina a muito fina;
 - Nas variedades muito finas, o teor de matriz silte-argilosa é maior que 10%, enquanto que nas variedades finas, normalmente o teor é inferior a essa porcentagem;
 - O cimento carbonático está sempre presente mas raramente excede valores de 5%;
 - Os arenitos com laminação horizontal apresentam cores que variam do creme a cinza-creme, branco-cinza ou cinza-clara;
 - Normalmente não formam corpos muito espessos, atingindo, raramente espessuras de 3 metros; em geral formam bancos de 0,5 a 1 m.;
 - As variedades litológicas mais argilosas e/ou carbonáticas são relativamente duras, mas seus grãos se desagregam com o tacto. As variedades mais arenosas são muito mais friáveis e frágeis, partindo-se facilmente ao longo dos planos de estratificação.
- Esses planos são, via de regra, formados por predominância alternada de minerais claros e escuros;
- A porosidade varia em função do teor da matriz silte-argilosa. Nas variedades litológicas de granulação fina, onde o teor de matriz é baixo, são encontrados os maiores valores de porosidade (Máximo de 41% e mínimo de 21%). Nas variedades de granulação, muito fina, quando o teor da matriz é baixo e a rocha se mostra bastante arenosa, a porosidade normalmente é alta, enquadrando-se à variação anterior. Porém, quando a matriz é abundante, os valores reduzem-se bastante, variando de um máximo de 33% a um mínimo de 14%;
 - A permeabilidade, também é variável, dependendo principalmente do teor da matriz silte-argilosa e, secundariamente do teor de cimento carbonático.
- Nos arenitos de granulação muito fina, onde a matriz é abundante, a permeabilidade é, praticamente nula, reduzindo-se a níveis baixíssimos. Às vezes, valores de 30 até 80 milidarcies podem ser encontrados. Quando a porcentagem de matriz é baixa, e a rocha se mostra bastante arenosa, a permeabilidade atinge

Tabela 6: Análise Granulométrica, Porosidade, Permeabilidade e Teor de cimento carbonático de arenito com laminação horizontal. A fração areia foi corrigida para 100%.

A	GRANULOMETRIA		POROSIDADE
	mm	Phi (φ)	
B	0,420 - 0,350	1,25 - 1,50	0,3460
E	0,297 - 0,250	1,75 - 2,00	1,0308
I	0,210 - 0,176	2,25 - 2,50	11,7256
I	0,148 - 0,125	2,75 - 3,00	49,6520
A	0,105 - 0,088	3,25 - 3,50	26,9392
A	0,074 - 0,062	3,75 - 4,00	10,3064
Silte + Argila			3,09
CaCO ₃			2,80
Porosidade			31,32
Permeabilidade (m.D.)			718,0

Procedência: Sondagem Maré Benta, São José do Rio Preto, a 43 metros de profundidade.

- Outros valores, de 200 a 400 milidarcies;
- Já nas variedades de textura mais grosseira, já referida, a permeabilidade varia de um máximo de 1.300 a um mínimo de 165 milidarcies, com valores médios em torno de 400 milidarcies;
- A análise granulométrica da fração areia, de amostras com laminação horizontal mostra que o Tamanho Médio do Grão (M_z) varia de 3,00 φ (0,125mm) a 3,56 φ (0,084 mm) nas variedades de textura muito fina; de 2,40 φ (0,189mm) a 3,00 φ (0,125mm) nas variedades de textura mais grosseira;
- Os arenitos com laminação horizontal acima caracterizados são relativamente frequentes, não os mais frequentes, ao longo da sequência vertical da Fácies São José do Rio Preto.

- Ocorrem na forma de corpos tabulares, ao longo de toda a sequência vertical da litofácies São José do Rio Preto, embora constituam litologia subordinada dentro do pacote sedimentar;
- A espessura desses corpos, via de regra, não excede 50 cm, podendo no entanto atingir espessuras maiores, de 1 a 2 metros. Os argilitos são sempre menos espessos, e formam conjuntos de finas camadas dispostas intercaladamente em corpos arenosos mais grosseiros;
- As cores são predominantemente marron, com tonalidades claras e/ou escuras. Os siltitos possuem sempre cores mais claras.

LITOFÁCIES TACIBA

A amostragem foi obtida através de poços perfurados em Penápolis, Lins e Sebastianópolis do Sul.

Arenitos com Estrutura Maciça:

- Granulação variável, desde média, fina a muito fina. Os arenitos finos a muito finos são predominantes, formando, às vezes, bancos com mais de 20m. de espessura. São ricos em matriz silte-argilosa, com teores acima de 10%, não raro atingindo 40-50%. Já os arenitos mais grosseiros possuem menos matriz, normalmente teores abaixo de 10%, e não chegam a constituir bancos tão espessos quanto a variedade anterior;
- A cor é sempre cinza, variando de cinza-clara a cinza-creme, cinza-esverdeada;
- As variedades lamíticas são bastante duras, possuindo fratura subconchooidal, enquanto as de textura mais grosseira podem soltar grãos com relativa facilidade ao tacto;
- O teor de cimento carbonático é baixo, da ordem de 3% em média. Podem ocorrer concreções de tamanhos variáveis, de formas irregulares;
- A porosidade é relativamente baixa, variando de 8,31% a 37%, porém com valores predominantemente situados entre 15 a 20%;
- Quanto à permeabilidade, apenas os arenitos maciços com baixo teor de matriz silte-argilosa podem ser considerados do ponto de vista hidrogeológico. Nos demais, ela é praticamente nula. No primeiro caso a permeabilidade pode atingir valores de até 878 milidarcies, com médias situadas na faixa de 150-200 milidarcies. Os melhores níveis para fins de exploração de água subterrânea localizam-se na base da fácies Taciba;
- Análise granulométrica da fração areia mostra uma variação do Tamanho Médio (M_x) desde 2,22 φ (0,214mm) até 3,22 φ (0,107 mm) com valores médios de 2,70 φ (0,153mm).

Tabela 7: Análise Granulométrica, Porosidade, Permeabilidade e Teor de cimento carbonático de arenito com estrutura maciça-grosseira. A fração areia foi corrigida para 100%.

A	GRANULOMETRIA		
	MM	PHI (φ)	PORCENTAGEM
R	0,840 - 0,707	0,25 - 0,50	0,1860
	0,590 - 0,500	0,75 - 1,00	0,4040
E	0,420 - 0,350	1,25 - 1,50	2,4660
	0,297 - 0,250	1,75 - 2,00	13,3680
I	0,210 - 0,176	2,25 - 2,50	24,5140
	0,148 - 0,125	2,75 - 3,00	29,5180
A	0,105 - 0,088	3,25 - 3,50	19,7500
	0,074 - 0,062	3,75 - 4,00	9,7900
Silte + Argila			10,00
CaCO ₃			2,21
Porosidade			19,49
Permeabilidade (m.D.)			213,8

Procedência: Sondagem de Penápolis, a 126-126,5 metros de profundidade.

Tabela 8: Análise Granulométrica, Porosidade, Permeabilidade e Teor de cimento carbonático de arenito com estrutura maciça-fina. A fração areia foi corrigida para 100%.

A	GRANULOMETRIA		
	MM	Phi (φ)	PORCENTAGEM
R	0,390 - 0,500	0,75 - 1,00	0,3340
E	0,420 - 0,350	1,25 - 1,50	6,1440
	0,297 - 0,250	1,75 - 2,00	11,3220
I	0,210 - 0,176	2,25 - 2,50	27,2520
	0,148 - 0,125	2,75 - 3,00	27,9140
A	0,105 - 0,088	3,25 - 3,50	16,3760
	0,074 - 0,062	3,75 - 4,00	10,6580
Silte + Argila			16,69
CaCO ₃			3,42
Porosidade			17,84
Permeabilidade (m.D.)			78,9

Procedência: Sondagem de Penápolis, a 108,5 metros de profundidade.

Arenitos com Estratificação Cruzada, Cruzada Tabular e Laminação Plano-Paralela.

- Granulação média, fina a muito fina, com predominância de fina a muito fina;
 - Formas sequenciais não muito espessas, normalmente de 0,3 a 0,5m, podendo atingir, excepcionalmente 2 metros;
 - Teor de matriz silte-argilosa é relativamente alto, estando entre 10 e 15 %;
 - Já o teor de cimento carbonático é baixo, não ultrapassando normalmente 5%.
- A ocorrência de nódulos carbonáticos é rara;

Tabela 9: Análise Granulométrica, Porosidade, Permeabilidade e Teor de cimento carbonático de arenito com estratificação cruzada. A fração areia foi corrigida para 100%.

A	GRANULOMETRIA		
	MM	Phi (φ)	PORCENTAGEM
R	0,297 - 0,250	1,75 - 2,00	0,0260
E	0,210 - 0,176	2,25 - 2,50	0,3180
	0,148 - 0,125	2,75 - 3,00	4,5020
I	0,105 - 0,088	3,25 - 3,50	54,2000
A	0,074 - 0,062	3,75 - 4,00	40,9540
Silte + Argila			5,15
CaCO ₃			2,97
Porosidade			29,34
Permeabilidade (m.D.)			367,6

Procedência: Sondagem Penápolis, a 31,5 metros de profundidade.

- As cores são sempre escuras, cinza, cinza-escura, cinza-creme, ou cinza-esverdeada;
- A estratificação é sempre resultante de lâminas alternadas de grãos quartzo - sos com concentrações de minerais máficos. A estratificação cruzada, embora não seja uma feição muito comum neste pacote de sedimento, é de pequeno porte ou, mais comumente do tipo microcruzado;

Tabela 10: Análise Granulométrica, Porosidade, Permeabilidade e Teor de cimento carbonático de arenito com estratificação tabular. A fração areia foi corrigida para 100%.

A	GRANULOMETRIA		
	MM	F ₆₃ (Ø)	PORCENTAGEM
R	0,297 - 0,250	1,75 - 2,00	0,0840
E	0,210 - 0,176	2,25 - 2,50	1,1280
I	0,148 - 0,125	3,75 - 3,00	8,9100
I	0,105 - 0,088	3,25 - 3,50	45,3080
A	0,074 - 0,062	3,75 - 4,00	44,5700
Silte + Argila			8,13
CaCO ₃			4,60
Porosidade			32,90
Permeabilidade (m.D.)			659,2

Procedência: Sondagem Penápolis, a 51,6 metros de profundidade.

- A porosidade é relativamente alta, variando de 17,92% a 33,18%, com média a proximada em torno de 25%. Os melhores valores correspondem a amostras com baixa percentagem de matriz silte-argilosa;
- A permeabilidade é também relativamente alta, com valores situados na faixa de 200 a 300 milidarcies. É melhor nos arenitos com estratificação plano-paralela e cruzada tabular;

Tabela 11: Análise Granulométrica, Porosidade, Permeabilidade e Teor de cimento carbonático de arenito com estratificação horizontal. A fração a reia foi corrigida para 100%.

A	GRANULOMETRIA		
	MM	F ₆₃ (Ø)	PORCENTAGEM
R	0,297 - 0,250	1,75 - 2,00	0,0520
E	0,210 - 0,176	2,25 - 2,50	3,3720
I	0,148 - 0,125	2,75 - 3,00	50,5768
I	0,105 - 0,088	3,25 - 3,50	39,6300
A	0,074 - 0,062	3,75 - 4,00	6,3620
Silte + Argila			4,60
CaCO ₃			2,22
Porosidade			34,97
Permeabilidade (m.D.)			1.318,4

Procedência: Sondagem Penápolis, a 68 metros de profundidade.

- De um modo geral, os arenitos com estratificação cruzada e cruzada tabular re apresentam bons aquíferos, na litofácies Taciba;
- A análise granulométrica da fração areia mostra variação desde 3,46 Ø (0,90mm) a 2,16 Ø (0,223mm).

Siltitos e Argilitos:

- formam corpos tabulares de espessura variável, desde alguns milímetros até 4 a 5 metros;
- de cor esverdeada, cinza-verde, marrom, com diversas tonalidades;
- ocorrem com muita frequência na litofácies Taciba, intercalados em corpos argilosos, de textura mais grosseira.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Dois problemas sérios são observados nos poços que funcionam sem revestimento na área da Grande Rio Preto: eliminação de areia juntamente com a água e desmoronamento das paredes internas com perda total do poço.

Esses problemas ocorrem devido a lentes arenosas friáveis, às vezes espessas, e presentes em vários níveis da coluna sedimentar.

Em vista disso, a colocação de filtros simplesmente não seria a solução mais recomendável uma vez que o suporte lateral proporcionado pelas paredes da formação (no caso, as referidas lentes arenosas friáveis) não seria suficiente ao cabo de um certo período de funcionamento do poço. Por outro lado, considerando-se que a distribuição granulométrica do Bauru não é muito grande, permanecendo nos limites de areia fina a muito fina, o diâmetro da abertura do filtro teria de ser muito pequeno, com conseqüente redução da área aberta total.

É recomendável, pois, que se ofereça ao filtro um suporte lateral mais resistente e duradouro, o que se obtém com envolvimento artificial do poço com cascalho. Além de se evitar o desmoronamento, o encascalhamento artificial permite que a zona contígua ao redor do filtro seja mais porosa e mais permeável do que a formação. Além disso, a abertura do filtro pode ser consideravelmente maior, ampliando a área aberta total, possibilitando, conseqüentemente melhor desempenho do poço.

Esse envolvimento artificial de cascalho construído adequadamente, observando-se a relação entre o tamanho do grão da formação e diâmetro do grão do envoltório, assegura a retenção de areia do aquífero, evitando-se desta maneira, seu deslocamento para dentro do encascalhamento e do próprio poço.

Segundo normas estabelecidas pelo UOP Johnson Division (Cetesb, 1974) o cascalho deve ser limpo, grãos arredondados, lisos e uniformes. Além disso, de natureza silicea com tolerância de calcário até 5%. A espessura desse envoltório, para assegurar resultados satisfatórios, deve ser da ordem de 3 polegadas (7,5 cm), até um máximo de 8" ou 20 cm.

Com relação às características hidráulicas dos sedimentos Bauru, os resultados sugerem as seguintes recomendações:

1 - A Formação Santo Anastácio que ocorre na Grande Rio Preto, em subsuperfície, com espessuras variáveis, desde 20 até 60 metros, apresenta excelente nível fornecedor de água. Deve ser inteiramente aproveitada. A permeabilidade média medida em laboratório é da ordem de 400 milidarcies;

2 - Para oeste, ao longo do rio Paranã, em Sud Mennucci e Pereira Barreto a Formação é mais rica em lamitos e arenitos lamíticos, com propriedades hidráulicas às vezes muito desfavoráveis. As melhores situações ocorrem com os arenitos mais grosseiros e teor de matriz silte-argilosa variando em torno de 8 a 12%. A permeabilidade média é da ordem de 250 milidarcies;

3 - Na região de Macedônia, o mesmo fenômeno se repete, havendo porém, uma riqueza ainda maior de lamitos e arenitos lamíticos. A permeabilidade média dos níveis mais favoráveis é da ordem de 100 milidarcies;

4 - A Litofácies São José do Rio Preto, da Formação Adantina possui, em geral, boas características hidráulicas. As variedades litológicas com estratificação cruzada tabular sempre representam excelentes níveis de entrada de água no poço, sendo, por isso, recomendável seu aproveitamento integral. A permeabilidade média é da ordem de 700 a 900 milidarcies;

5 - Já os arenitos com estratificação cruzada apresentam características hidráulicas variáveis. Recomenda-se os que apresentam granulação mais grosseira, baixos teores de matriz silte-argilosa e com estratificação de pequeno a médio porte. Os arenitos microcruzados, em geral, possuem propriedades hidráulicas mais desfavoráveis. A permeabilidade média dos níveis mais favoráveis é da ordem de 150 a 200 milidarcies;

6 - Arenitos com laminação horizontal, baixo teor de matriz silte-argilosa, granulação não muito fina são, igualmente, ótimos níveis de entrada de água. A permeabilidade média é da ordem de 300 a 400 milidarcies;

7 - Nos arenitos com estrutura maciça as propriedades hidráulicas são desfavoráveis e não se recomenda seu aproveitamento. Agenas as variedades de textura mais grosseira, friáveis e baixo teor de cimento carbonático devem ser aproveitadas pois representam excelentes níveis armazenadores e fornecedores de água. A permeabilidade média nesse caso, é da ordem de 300 a 500 milidarcies;

8 - Siltitos, Argilitos, arenitos muito finos, lamíticos, são totalmente estôreis;

9 - Com relação à litofácies Taciba, recomenda-se o aproveitamento dos arenitos com estrutura maciça, granulação mais grosseira e pouco argilosos. Os demais não possuem características hidrogeológicas favoráveis. A permeabilidade média dos níveis mais favoráveis é da ordem de 300-400 milidarcies;

10 - Os arenitos com estratificação cruzada de pequeno a médio porte ou com estratificação cruzada tabular e plano-paralela devem ser aproveitados quando o teor de matriz silte-argilosa é baixo. A permeabilidade média é da ordem de 300 - 500 milidarcies, sendo maior nas variedades com estratificação planar-tangencial.

Quando a presença de lamitos e arenitos lamíticos re apresentar grande parte da sequência vertical da litofácies, recomenda-se o aproveitamento de todas as variedades estratificadas, além daquelas maciças, porém não lamíticas;

11 - Em geral, a granulometria do Aquífero Bauru, na área estudada, varia de 0,500 mm (1,0 phi) a 0,062 mm (4,0 phi), havendo predominância ora do intervalo de 0,210 a 0,125mm (2,25 - 3,00 phi) ora do intervalo de 0,125 a 0,062mm. Quando se considera o intervalo de 0,210 - 0,062 mm, verifica-se que nele há uma concentração de 55 a 95% da fração areia do sedimento;

12 - Considerando-se a variação granulométrica dos diferentes estratos, ao longo da profundidade, a graduação do cascalho utilizado para a confecção do envolvimento artificial deverá basear-se no material mais fino que funciona como aquífero;

13 - Na figura 2, a curva A representa uma distribuição granulométrica com todas as classes de tamanho de grãos presentes nos sedimentos Bauru. A curva B representa a distribuição granulométrica do material a ser utilizado na confecção do envolvimento artificial de poço, de acordo com procedimento adotado pela UOP Johnson Division (CETESB, op. cit.);

14 - Com base nestas curvas, o material adequado para esse envolvimento deverá ter as características da tabela 12;

Tabela 12: Diâmetro e porcentagem das partículas utilizadas para o envolvimento artificial de poços no Grupo Bauru.

Tamanho (mm)	Porcentagem	Porcentagem acumulada	Litologia
2,0	20	20	Quartzos
1,0	70	90	Quartzos
0,5	10	100	Quartzos



Fig. 2 - Distribuições granulométricas de amostra de sedimento Bauru (A) e do material adequado para a construção do pré-filtro (B).

15 - Com base no material utilizado para a construção do pré-filtro as aberturas do filtro mais recomendadas variam de 0,50 a 0,74 mm;

16 - O autor tem verificado que em inúmeros poços da Prefeitura Municipal de São José do Rio Preto, todos eles dotados de pré-filtro, houve uma sensível redução na produtividade, após 2 ou mais anos de funcionamento.

Acompanhando-se o processo de construção de tais poços, constatou-se que o diâmetro do cascalho utilizado para o envolvimento artificial é diferente do sugerido no presente trabalho. Sendo maior, não atende às relações mais adequadas que devem existir entre os grãos da formação e do próprio envoltório, fato esse capaz de permitir a entrada de areia no interior do pré-filtro, obstruindo-o ou reduzindo sua permeabilidade.

Com isso, após um determinado tempo de funcionamento, maior ou menor, dependendo das características geológicas do aquífero no local da perfuração, o deslocamento de areia para o interior do pré-filtro determinará uma redução da produtividade do poço, estabelecendo novos valores, agora definitivos, porém bem menores que os inicialmente registrados.

Desta forma, não obstante os cuidados tomados na construção do poço, a inobservância deste detalhe resulta em prejuízos pela utilização parcial do potencial do aquífero.

BIBLIOGRAFIA

- ALMEIDA, M.A. et al. - (1980) - Geologia do Oeste Paulista e áreas fronteiriças dos Estados de Mato Grosso do Sul e Paraná. Anais do XXXI Congr. Bras. Geol., 5: 2799-2812, Camboriú, S.C.
- AMARAL, G. - (1977) - Padrões Petrogeológicos das litofácies da Formação Bauru no Estado de São Paulo, como observados em imagens Landsat. Simpósio Regional de Geologia de São Paulo, S.B.C., Núcleo de São Paulo, Resumos e Programa - S.P.
- BARCHA, S.F. - (1980a) - Aspectos geológicos e Províncias hidrogeológicas da Formação Bauru na região Norte-Occidental do Estado de São Paulo. Tese de Livre Docência apresentada ao IBILCE, UNESP, Campus de São José do Rio Preto (Inédito).
- BARCHA, S.F. - (1980b) - Estratigrafia do Grupo Bauru na região norte-occidental do Estado de São Paulo. Anais da Mesa Redonda sobre "A Formação Bauru no Estado de São Paulo e Regiões Adjacentes", Núcleo Regional de São Paulo, S.B.C., S.P., Coletânea de Trabalhos e Debates, nº 7.
- BARCHA, S.F. et al. - Sub-províncias hidrogeológicas do grupo Bauru na região Norte-Occidental do Estado de São Paulo. Rev. I.G., Instituto Geológico, Secr. Agric. Estado de S. Paulo (Prelo).
- BARCHA, S.F. e ELLERT, M. - Inédito - O alto estrutural de Tanabi, SSW do Estado de São Paulo. Bol. I.G., Instituto de Geociências, USP, S.P. (Prelo).
- BRANDT NETTO, M. - (1974) - Estratigrafia da Formação Bauru na região do baixo Tietê - Dissertação de Mestrado - Inst. Geoc. USP, S.P.
- COIMBRA, A.M. - (1976) - Arenitos da Formação Bauru: estudo de áreas fontes. Dissertação de Mestrado. Inst. Geoc., USP, S.P.
- DAEK - (1976) - Estudo de águas subterrâneas, região administrativa 7,8,9. Bauru, S. J. Rio Preto, Araçatuba, 2 vols., S.P.
- DAEK - (1979) - Estudo de águas subterrâneas, regiões administrativas 10 e 11: Presidente Prudente e Marília, 3 vols., S.P.
- MEZZALANA, S. - (1974) - Contribuição ao Conhecimento da estratigrafia e Paleontologia do arenito Bauru. Inst. Geogr.Geol., 51, Secr. Agr., S. Paulo, 6. P.
- MEZZALANA, S. et al. - (1978) - Levantamento dos recursos hídricos subterrâneos da bacia hidrográfica do Rio São José dos Dourados com extensão para a bacia do rio Tietê (margem direita). Inst.Geol., 2 vols., Secr. Agric. São Paulo, S. P.
- SOARES, P.C. et al. - (1979a) - Ensaio de caracterização estratigráfica do cretáceo no Estado de São Paulo. Resumos do 29 Simpósio Regional de Geologia Núcleo de São Paulo, S.B.C., pp. 30-31.
- SOARES, P.C. et al. - (1979b) - Geologia da região Sudoeste do Estado de São Paulo. Atas do 29 Simpósio Regional de Geologia. Núcleo de São Paulo. S.B.C., vol.2, pp. 307-319.
- SOARES, P.C. et al. - (1980) - Ensaio de caracterização estratigráfica do cretáceo no Estado de São Paulo. Grupo Bauru. Rev. Bras. Geoc., 10 (3): 477 - 485.
- SUGIHO, K. et al. - (1977) - Comportamentos estratigráficos e estrutural da Formação Bauru nas regiões administrativas 7 (Bauru), 8 (São José do Rio Preto) e 9 (Araçatuba) no Estado de São Paulo. In: Simpósio de Geologia Regional do Núcleo de São Paulo, Anais, p. 231-247.