

ÁGUA E ABASTECIMENTO URBANO EM SÃO JOSÉ DO RIO PRETO, S.P.

Samir Felicio Barcha¹

Resumo - A demanda de água para abastecimento público e para atividades agro-industriais e irrigação na região noroeste do Estado de S. Paulo vem registrando índices elevados de aumento nos últimos anos e já está a exigir medidas de controle por parte do poder público. A inexistência de políticas ambientais de proteção dos recursos hídricos levou à degradação dos principais rios, obrigando os municípios e a iniciativa privada lançarem mão da exploração da água subterrânea, sobretudo do aquífero Bauru, por se apresentar de boa qualidade e baixos custos. Com isso, também os mananciais subterrâneos já começam sofrer impactos antrópicos, especialmente em áreas de super-exploração, como é a cidade de S. José do Rio Preto, utilizada neste trabalho como estudo de caso. A exploração da água subterrânea do sistema aquífero Botucatu, por ser mais onerosa, ocorre somente em cidades de mais de 50 mil habitantes, onde representa a base do sistema de abastecimento público.

Palavras-chave - Recursos hídricos, poluição de água, abastecimento urbano

INTRODUÇÃO

O Noroeste do Estado de S. Paulo é uma região agrícola rica onde predominam pequenas propriedades rurais voltadas à policultura e à pecuária, e uma forte tendência para atividades agro-industriais e irrigação, destacando-se aquelas ligadas a granjas, laticínios, frigoríficos, processamento de alimentos vegetais, abatedouros avícolas, apicultura.

¹ Laboratório de Geologia Ambiental - Centro Universitário de Rio Preto -UNIRP. E-mail: samir@unirpnet.com.br. Rua Yvette Gabriel Atique, 45, Fone-Fax (017).232.0999.CEP:14.025-400. S. José Rio Preto. S.P.

Em conseqüência, a demanda de água é crescente e o seu atendimento é feito quase que exclusivamente por água subterrânea. Mais de 6000 poços tubulares existem na região, restritos ao **Grupo Bauru(K)**, poços pequenos, rasos, da ordem de 100 metros de profundidade e com vazão média de 10-15 m³/hora.

Nas cidades, o abastecimento público também é feito por água subterrânea cujos poços apresentam as mesmas características. As cidades maiores que 50 mil habitantes exploram água do sistema aquífero **Botucatu**, como são os casos de S. J. Rio Preto, Mirassol, Votuporanga, Fernandópolis, Jales, Catanduva. No entanto, os poços do **Bauru**, para atendimento complementar e particular (doméstico e industrial) ainda desempenham importante papel, sendo por isso numerosos. Apenas em S, J. do Rio Preto, estima-se um número maior que 3500.

Por outro lado, a disponibilidade hídrica superficial regional é das menores do Estado, com vazão média de 122 m³/s, e com mínima de 26 m³/s. Além de pequeno, este potencial hídrico sofre séria pressão poluidora, com degradação da qualidade da quase totalidade dos rios que cortam os centros urbanos ou que deles se aproximam **(Barcha,1996)**.

Há que se ressaltar ainda a mecanização agrícola em desenvolvimento, onde a irrigação já representa considerável demanda de água, suprimindo uma área de 8.200 ha. Desta forma, as condições de uso da água superficial e subterrânea na região acabam criando sérios problemas capazes de ameaçar estes recursos hídricos e, entre eles, destacam-se:

- *tendência da expansão da irrigação em áreas localizadas e sem critérios técnicos;*
- *comprometimento das águas superficiais por cargas poluidoras principalmente esgotos domésticos*
- *super-exploração das águas subterrâneas em áreas de concentração urbana;*
- *comprometimento da vazão mínima de corpos de água devido ao consumo de água para a irrigação na época de estiagem.*

Assim, o crescimento dos centros urbanos, ao lado da expansão da agricultura e da agro-indústria regional, precisam levar em consideração o volume e a qualidade dos recursos hídricos disponíveis sob pena de comprometimento do próprio desenvolvimento regional.

A CIDADE DE SÃO JOSÉ DO RIO PRETO

São José do Rio Preto é uma cidade de porte médio, com 330 mil habitantes e com uma economia baseada principalmente no comércio, prestação de serviços e em uma atividade industrial emergente.

A ocupação do espaço urbano se fez de forma não muito organizada, orientada pelo vale dos rios inseridos no seu perímetro urbano, de forma que hoje se contrastam, nitidamente, áreas centrais, bairros antigos e próximos do centro, e bairros mais afastados e mais recentemente implantados. Este fato faz com que as atividades antrópicas sejam bem maiores nos dois primeiros casos, com reflexos negativos na água subterrânea subjacente.

GEOLOGIA GERAL

O clima local se caracteriza por temperaturas médias anuais sempre superiores a 25°C, variando a média de mínimas em torno de 20°C e a média de máximas 30°C. O total anual de chuvas varia de 1150 a 1250mm . Sua distribuição espacial mostra forte concentração no período de Dezembro a Março , com acentuada escassez no período de Abril a Outubro.

A geologia do sítio urbano é representada exclusivamente por rochas do **Grupo Bauru (K)**, ocorrendo em superfície apenas a **Formação Adamantina**. Em profundidade, sotoposta, encontra-se a **Formação Santo Anastácio** .

Estas Formações possuem bons coeficientes de armazenamento e de transmissividade sendo , por isso, excelentes reservatórios de água subterrânea. Praticamente todos os poços tubulares da cidade e da região limitam-se a elas **(Barcha,1980)**.

Por outro lado, o sistema **aquífero Botucatu** alimenta 7 poços tubulares que representam a base do sistema de abastecimento público da cidade.

Em superfície, o manancial utilizado para o abastecimento é o rio Preto, Córrego do Macaco e Córrego da Lagoa. São responsáveis por duas represas, dentro do perímetro urbano, das quais a água é captada para tratamento .

Em função da inexistência de políticas ambientais de proteção, bem como de um plano diretor eficaz, a cidade tem crescido e ocupado o vale destes rios, à montante, gerando degradação da qualidade que já se verifica em suas águas.

O ABASTECIMENTO DA CIDADE

Face ao rápido crescimento, a cidade experimenta também uma demanda crescente de água a ponto de criar sérios problemas, embora esteja localizada em condições fisiográficas e geológicas das mais favoráveis para a satisfação destas necessidades hídricas.

De início, o sistema de abastecimento era exclusivamente baseado na captação e tratamento de água do rio Preto e afluentes. Com o crescimento da demanda, o abastecimento começa a receber uma contribuição de poços do **Grupo Bauru** (década da 60); a partir da década de 80, a contribuição subterrânea torna-se fundamental, com o advento da exploração do sistema **aquífero Botucatu**.

Hoje, 70% do volume de água disponível provém de 7 poços do **Botucatu** e de mais de 160 do **Bauru**. 30% apenas, representam a contribuição do rio Preto e tributários.

Os dados acima não levam em consideração a existência de mais de 3500 poços restritos ao **Bauru**, que atendem residências, condomínios residenciais, estabelecimentos comerciais e industriais, clubes recreativos, hospitais, escolas. Estas fontes não são cadastradas pelo poder público, de forma que a estimativa da vazão global é muito precária. Considerando-se que 55% deles atendem residências e condomínios, 25%, estabelecimentos industriais e 20%, estabelecimentos comerciais, é de se esperar um regime de bombeamento de 2 a 3 horas/dia, em média. Supondo-se uma vazão de produção média de 10 m³/hora, teríamos um volume de aproximadamente 110.000 m³/dia.

Desta forma, uma população de 330 mil habitantes é servida por um potencial de 243.000 m³/dia, uma fantástica média de 730 litros/per capita/dia. Entretanto, além da fragilidade da estimativa, há que se levar em conta as perdas d'água que se verificam na estação de tratamento, ao longo da rede de distribuição e reservação, nas torneiras do consumidor, as quais chegam a 51% do total injetado nesta mesma rede.

ASPECTOS NEGATIVOS

Os aspectos negativos ligados ao abastecimento são tanto de quantidade, quanto de qualidade da água produzida. Isto se deve fundamentalmente a duas situações:

1^a. - *A natureza da rede de distribuição*

2^a. - *Capacidade de armazenamento.*

A rede de distribuição cresceu de forma desorganizada, acompanhando o aumento do perímetro urbano, também realizado de forma aleatória. Em cada novo setor da cidade se implantava um trecho de rede, dimensionada para atendimento da população do núcleo. Mais tarde, com a necessidade de ligação deste trecho com o restante da rede urbana, foram se acumulando graves problemas como a falta de fechamento de malha, ausência de um anel de abastecimento capaz de integrar, com eficiência, todos os novos setores à rede geral,

Desta forma, existem hoje ilhas no perímetro urbano permanentemente abastecidas, enquanto que em muitos outros setores há necessidade de cortes temporários no fornecimento de água,

Além deste desabastecimento a rede, em geral, cria outro sério problema: a perda de volumes enormes de água tratada, com conseqüente perda de receita. Estima-se uma perda de aproximadamente 51%, segundo dados divulgados pelo DAE, em 1996.

Episódios de “águas amareladas”, freqüentemente à noite ou nas primeiras horas do dia, são constantes, criando sérias objeções ao seu uso. Tratam-se de nódulos e escamas de sais de ferro e manganês depositadas no interior de canos de ferro e que são liberados e dissolvidos pela água, durante os momentos de corte no fornecimento e/ou durante os momentos de perda de pressão interna da rede. A turbidez e a cor da água nestes episódios atingem valores elevadíssimos, ultrapassando os limites máximos desejáveis, provocando danos a roupas e utensílios domésticos

Por fim, a capacidade de armazenamento de água tratada do sistema ainda não é suficiente para atendimento da demanda de pico. As áreas onde há cortes no fornecimento são, coincidentemente, bairros populares, cujas residências não possuem reservatórios próprios, o que dá maior dimensão ao desconforto gerado pela falta de água.

Com relação aos poços tubulares de domínio privado chama a atenção, além do seu número, a falta de controle, sua manutenção e o próprio sistema de perfuração.

Além do mais estes poços já apresentam consideráveis níveis de nitrogênio nítrico, de origem antrópica, tanto maiores, quanto maior a concentração de atividades humanas na área de sua influência (**Barcha, 1992 e 1994**).

No perímetro urbano há um verdadeiro zoneamento da contaminação por nitratos, onde as zonas mais críticas coincidem exatamente com as mais velhas e densamente habitadas.

COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA

A análise físico-química foi efetuada tanto nas fontes superficiais, quanto nas subterrâneas.

Dos mananciais superficiais foram analisadas amostras do rio Preto, Córrego do Macaco e represas municipais, bem como amostras provenientes do sistema **aquífero Botucatu (1a7)** e **aquífero Bauru (8,9e10)**. Deste, foram selecionados poços representando intensidades variadas de impactos gerados pelo desenvolvimento urbano: o máximo impacto registrado nas áreas de maior atividade humana (Ma8); impactos menores ou inexpressivos, em áreas periféricas (Mi). Neste caso, levou-se em consideração a existência de dois ambientes geoquímicos distintos dentro do aquífero, nos quais a litologia pode liberar mais ou menos teores de carbonatos, interferindo nos valores de parâmetros tais como pH, Total de Sólidos Dissolvidos (TDS), Condutividade Elétrica, Alcalinidade Total, principalmente (MiC9 e Mic10). Os resultados obtidos figuram nas **Tabelas 1 e 2**.

Tab. 1- Parâmetros Físico-Químicos de amostras de água do rio Preto (6), Córrego do Macaco (1 a 5) e Represa Municipal (7).

PARÂMETRO	AMOSTRA						
	1	2	3	4	5	6	7
pH	6,8	6,8	7,4	6,8	6,9	6,7	6,9
Condutividade (mS/cm)	0,07	0,06	0,24	0,06	0,08	0,134	0,108
T.D.S. (mg/L)	40	30	120	30	40	70	50
Cloretos (mg/L)	4,4	5,8	13,8	6,5	11,6	6,7	4,1
Nitratos (mg/L)	5,6	6,0	5,5	6,5	8,0	3,1	2,3
Ferro Total (mg/L)	3,76	2,40	2,5	2,37	2,80	2,32	2,11
Manganês (mg/L)	0,44	0,21	0,28	1,81	0,17	0,172	0,334
Sulfato(mg/L)	16,0	8,0	26,0	-	14,0	1,0	2,0
Fluoretos (mg/L)	0,03		-	-	-	0,18	0,12
Alcal. Bicarbon.(mg/L)	32,8	25,6	88,0	29,2	32,4	54,0	48,8
Alcal. Carbon.(mg/L)	0	0	0	0	0	0	0
Alcal. Hidróxid.(mg/L)	0	0	0	0	0	0	0
Dureza Total (mg/L)	33,2	30,2	104,0	34,0	35,6	48,8	49,2
Dur. Carbonatos(mg/L)	32,8	25,6	88,0	29,2	32,4	48,8	48,8
Dur.NãoCarbon.(mg/L)	0,4	4,6	16,0	4,8	3,2	0	0,4
Dureza Cálcica (mg/L)	21,6	22,4	86,8	24,0	25,2	32,0	32,4
Dur. Magnésio(mg/L)	6,73	8,42	14,4	8,75	9,77	14,14	14,14

Cálcio (mg/L)	8,60	8,96	34,7	9,6	10,0	12,8	12,96
Magnésio (mg/L)	2,83	1,95	4,19	2,44	2,53	4,10	4,10
Bário (mg/L)	2,0	1,0	3,0	6,0	15,0	3,0	2,0
Potássio (mg/L)	9,52	14,4	12,0	-	12,2	3,01	3,96
Zinco (mg/L)	1,0	0,25	1,0	-	0,5	0,07	0,04
Cobre(MG/l)	0,25	0,87	0,12	-	2,00	0,01	0,02
Cromo Total (mg/L)	0,25	0,12	0,12	-	0,12	0,07	0,1
Cádmio (mg/L)	-	0,37	0,62	-	0,87	0,006	0,002
Chumbo (mg/L)	-	1,25	0,5	-	1,37	0,058	0,034
Níquel (mg/L)	0,38	0,21	0,36	-	0,40	0,007	0,008

Tab. 2 - Análise Físico-Química de amostras de Água de Fontes Subterrâneas que Abastecem São José do Rio Preto (1 a 7:Botucatu; 8- 11, Bauru)

PARÂMETRO	POÇO										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Temperatura -°c	41	43	42,5	50	43	46	45				
Profundidade-m	112	984	106	139	918	132	112	100	80	140	80
Aquífero	6	Bot	0	1	Bot	9	0	Bau	Bau	Bau	Bau
Vaz.Prod. -m ³ / H	400	420	320	482	420	500	490	12	12	15	12
pH	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6	9,7	9,6	7,3	7,5	6,4	6,7
T.D.S.- mg/L	200	200	210	200	210	200	220	140	120	60	150
Condut. mS/cm	0,38	0,39	0,40	0,38	0,39	0,38	0,41	0,26	0,23	0,12	0,29
Alcal. Carb.mg/L	64,0	63,2	64,0	60,0	57,7	67,2	64,0	5	1	2	7
Alcal.Bicarb.mg/L	101,2	90,4	89,2	82,0	88,0	81,2	92,2	8	0	0	0
Alcal. Hidr.-mg/L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alcal.Total -mg/L	165,2	153,6	153,2	142,0	145,7	148,4	156,2	116,8	112,0	57,6	49,2
Dur.Total- mg/L	7,2	7,2	8,0	4,4	5,2	8,8	4,4	149,6	110,4	66,0	104,0
Dur. Carb.- mg/L	7,2	7,2	8,0	4,4	5,2	8,8	4,4	116,8	112,0	57,6	49,2
Dur.NãoCarb. mg/L	0	0	0	0	0	0	0	32,8	0	8,4	54,8
Dur. Cál. mg/L	4,0	4,4	3,6	4,0	3,6	3,2	2,8	102,4	78,0	48,8	71,6
Dur. Magn. mg/L	2,68	2,35	3,69	0,33	1,34	4,70	1,34	39,7	27,2	14,4	27,2
Cálcio - mg/L	1,6	1,76	1,44	1,6	1,44	1,28	1,12	40,9	31,2	19,5	28,6
Magnésio - mg/L	0,77	0,68	1,07	0,09	0,38	1,36	0,38	11,5	7,91	4,19	7,91
Nitratos - mg/L	2,2	1,9	1,9	2,3	2,4	2,0	2,2	4,5	3,3	5,6	13,7
Nitritos - mg/L	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0
Amônia- mg/L	4	3	3	5	4	3	3	2	0	1	0
Cloretos - mg/L	0,06	0,02	0,04	0,07	0,06	0,02	0,03	0	0,04	0,02	0,01
Fluoretos - mg/L	16,8	17,4	17,3	14,6	18,6	12,4	17,2	6,7	0,4	2,4	21,2
Sulfatos - mg/L	0,57	0,64	0,56	0,35	0,56	0,41	0,45	0,12	0,04	0,31	0,17
Bário - mg/L	7,0	10,0	13,0	4,0	11,0	2,0	11,0	0	0	0	0
Potássio - mg/L	2,0	2,0	2,0	5,0	2,0	2,0	1,0	4,0	1,0	3,0	2,0
Fer. Total - mg/L	0,69	0,38	0,41	0,54	0,41	0,36	0,38	4,3	4,24	4,4	6,42
Manganês - mg/L	0,02	0,01	0,02	0,05	0,05	0,03	0,01	0,01	0	0,03	0,16
Bromo - mg/L	0	0	0	0,00	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Sílica - mg/L	0,07	0,06	0,08	0,10	0,09	0,05	0,06	5	2	5	6
Sódio - mg/L	59,4	68,0	47,0	-	54,8	70,2	32,0	4,85	21,4	5,40	38,2
Iodetos (mg/L)	116	117	122	124	102	101	126	3,90	5,51	4,00	12,5

Procedência das amostras

1-Poço Jardim Urano	:6- Poço Santo Antônio
2-Poço Borá	7- Poço Solo Sagrado
3-Poço da Penha	8- Cond. Claudia Maria
4- Poço alto alegre	9- Cond. Green Garden
5- Poço da ETA	10- Pedro D'Amico
	11- Cond. May-Flower

A análise da **Tabela 1** mostra que a maioria dos parâmetros está dentro da normalidade, isto é, não excede os limites característicos dos rios que cortam a seqüência **Bauru**, de classe 1 e 2. Nota-se porém a presença de alguns metais pesados, como o Níquel, Cobre, Chumbo, Cádmiio, Zinco, Cromo. A presença de pequenas , mas numerosas atividades industriais na bacia do Córrego do Macaco é fator que requer controle mais rigoroso de suas atividades.

Analisando-se a **Tabela 2** verifica-se, em relação aos poços do **Botucatu**:

- * Temperaturas elevadas, medidas na boca do poço, sempre acima de 41 °C;
- * pH elevado, sempre acima de 9,6, altos teores de Total de
- * Sólidos Dissolvidos e Condutividade Elétrica alta;
- * Dureza muito baixa, caracterizando água muito mole, porém, com Alcalinidade elevada, notando-se a presença de Alcalinidade de Carbonatos também;
- * Níveis acentuados de Fluoretos em alguns poços, requerendo , porém, fluoretação secundária para alcançar teores desejáveis;
- * Concentrações consideráveis de Sulfatos e de Cloretos;
- * Altos níveis de Nitratos, considerando-se aquífero confinado a grandes profundidades;
- * Baixos níveis de Ferro Total e ausência , praticamente de Manganês.

O grande inconveniente que a exploração destes poços apresenta é a excessiva incrustação que provocam nos equipamentos de bombeamento e no interior da rede de distribuição, por se tratarem de águas incrustantes.

Em relação aos poços do **Bauru**, os resultados permitem identificar e quantificar impactos gerados pelo desenvolvimento urbano na água subterrânea deste aquífero.

Analisando-se os parâmetros dos poços 9 (Mic) e 10 (MiC) verificam-se duas situações distintas que podem ser consideradas normais para este aquífero.

No primeiro caso, ocorrem valores de pH relativamente baixos, em torno de 6,5. O Total de Sólidos Dissolvidos, a Alcalinidade Total e a Dureza Total são pouco expressivos, refletindo rochas com pequena contribuição de carbonatos.

No segundo caso, os valores de pH são altos, acima de 8,0, o Total de Sólidos Dissolvidos, a Alcalinidade e a Dureza Total são altos, chegando a ultrapassar a 100 mg/L. Neste caso, o poço atravessa uma seqüência litológica do **Grupo Bauru** muito rica em cimento carbonático, predominantemente calcífero.

Em ambos os casos, os teores de Nitratos, Cloretos e de Dureza Permanente (Dureza de Não Carbonatos) também são baixos, denotando pequena ou ainda incipiente ação antrópica sobre a água subterrânea. É o caso das áreas afastadas do centro da cidade.

Quando se consideram os poços situados em zonas velhas e no centro da cidade (Ma) verificam-se mudanças pronunciadas nos valores destes parâmetros: pH quase sempre acima de 7,0 (quando a rocha é rica em carbonato), valores acrescidos de TDS, de Alcalinidade, de Dureza Total, da qual a Dureza de Não Carbonatos assume valores consideráveis. Registram-se ainda elevação nos teores de Nitratos e de Cloretos, ambos de origem antrópica. Quando a rocha é pobre em carbonatos, o pH é baixo em razão da liberação de ions H^+ durante a nitrificação. É nestes casos que os poços registram as maiores concentrações de nitratos. (**Barcha,1991,1997**).

CONCLUSÕES

À vista dos resultados acima obtidos, conclui-se que:

- Os mananciais superficiais que abastecem a cidade de São José do Rio Preto ainda possuem um bom índice de qualidade, suficiente para, após um tratamento convencional, produzirem água de boa qualidade;
- Porém, a presença de atividades industriais antrópicas na bacia destes rios, a montante da captação, contribui com substâncias indesejáveis, qualitativa e quantitativamente, como alguns metais pesados. Embora presentes em concentrações baixas (exceção feita ao Cádmiio e ao Chumbo), possuem um

potencial ecotoxicológico grande, como revelam dados de bioacumulação obtidos a partir de tecidos moles de moluscos (**Barcha, inédito**).

- A água subterrânea dos poços do **Botucatu** não cria qualquer objeção ao seu uso a não ser os constantes episódios de incrustação;
- 4- Estas águas podem ser classificadas como carbonatadas sódicas, porém com valores consideráveis de Cloretos e de Sulfatos. A presença de Cálcio e Magnésio é pequena. Possuem um bom residual de Fluoretos naturais, tornando a fluoretação secundária menos onerosa;
- água subterrânea do **Bauru** já sofre impactos acentuados em meio urbano. Em São José do Rio Preto, onde há uma super-exploração, o fenômeno é bem acentuado, muito embora possa ser também verificado em outras cidades da região. Como a legislação sanitária estabelece limites máximos de 10 mg/L de nitrogênio nítrico, mais de 45% dos poços situados em áreas centrais e bairros velhos de São José do Rio Preto são passíveis de interdição;
- gerenciamento do sistema de abastecimento ainda é incapaz de solucionar graves problemas que nele se registram, como as flutuações nos mecanismos de cloração e fluoretação, a presença de “águas amareladas”, o desabastecimento de muitos bairros;
- Não obstante, a cidade possui um excelente potencial de produção de água, capaz de suprir as necessidades de uma população duas ou três vezes maior que a atual;
- Finalmente, apesar da deterioração dos recursos hídricos superficiais, a água subterrânea, em toda a região, ainda é um recurso disponível, de boa qualidade, mas já estando a exigir mecanismos legais de controle da sua exploração, inclusive para fins agrícola e agro-industrial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barcha, S.F.** - Aspectos Geológicos e Províncias Hidrogeológicas da Formação Bauru na região norte-ocidental do Estado de São Paulo. São José do Rio Preto, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Unesp, 1980 (Tese de Livre Docência).
- Barcha, S.F. , Branco, C.C.Z.** - Influência de fossas negras e de vazamentos de esgotos domésticos na poluição do aquífero por nitratos em meio urbano. In: Simpósio de

Geologia do Sudeste, São Paulo, 1991. ATAS , 2o. Simp. Geol. Sudeste- SBG/SP-RJ, São Paulo,1991 p.323,

- Barcha, S.F.** - Nitratos em água subterrânea no meio urbano. 37º. Congresso Brasileiro de Geologia, São Paulo. Sociedade Brasileira de Geologia, 1992, pp. 200-201.
- Barcha,S.F.**- Impactos gerados pelo desenvolvimento urbano sobre a água subterrânea- In: Congresso Brasileiro de Análise Ambiental, I. Rio Claro, S.P., 1994. Resumos Expandidos, UNESP, Rio Claro.S.P.,p.28-29.
- Barcha, S.F.**- Recursos Hídricos da região noroeste do Estado de S. Paulo. IV Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil, UNESP, Rio Claro, 1996, pp. 261-266.
- Barcha, S.F.**- Impactos antrópicos sobre recursos hídricos. Seminário Ciência e Desenvolvimento Sustentável. Instituto de Estudos Avançados, Comissão de Estudos de Problemas Ambientais, USP, São Paulo, 1977,pp.65-67.
- Barcha, S.F.**- Urbanização e Impactos sobre o Aquífero. 12º. Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Vitória, ES., 16-20,Nov., 1997, In Anais do XII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos: Bases Técnicas para a Implementação dos Sistemas de Gestão de Recursos Hídricos, ABRH, São Paulo, 1997, Vol. 4: 683-687.