

## A IMPORTÂNCIA DA GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS

Cleuda Custódio Freire<sup>1</sup>, Jaildo Santos Pereira<sup>2</sup>, Márcia Maria Rios Ribeiro<sup>3</sup> e Roberto Kirchheim<sup>2</sup>

**Resumo** - A gestão dos recursos hídricos no Brasil ganhou um grande impulso com a aprovação da Lei Federal 9433/97 que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Diversos estados brasileiros têm respondido a este esforço com a aprovação, também, de suas respectivas leis que instituem os Sistemas Estaduais de Recursos Hídricos. Vários instrumentos de gestão estão contemplados nestas legislações como a outorga do direito de uso dos recursos hídricos, o enquadramento dos corpos d'água, a cobrança pelos usos da água, os planos de recursos hídricos. Em toda esta discussão, tem-se abordado de forma muito mais predominante os aspectos relacionados às águas superficiais do que aqueles relativos às águas subterrâneas. Como reflexo desta situação, apenas dois estados do país possuem leis específicas quanto à política e gestão das águas subterrâneas: Pernambuco e São Paulo. Apesar de uma evidente despreocupação com a água subterrânea nas legislações atualmente aprovadas no país, ela tem sido bastante usada para abastecimento urbano de diversas cidades sendo, em muitos casos, a principal alternativa. O propósito deste trabalho é discutir, a partir de exemplos de cidades que têm seu abastecimento basicamente atendido pelas águas subterrâneas, a necessidade de planejamento e da criação de legislação que regulamente o uso dos recursos hídricos subterrâneos de forma a assegurar a sua sustentabilidade.

### 1 - INTRODUÇÃO

A utilização da água subterrânea para fins de abastecimento doméstico e/ou industrial vem crescendo em escala acentuada, causando certa preocupação. Esta preocupação é proveniente do fato de que o aumento do uso deste recurso está se dando de forma desordenada, podendo provocar prejuízos que podem ser de caráter irreversíveis para o aquífero.

---

<sup>1</sup>Departamento de Engenharia Eletro-mecânica, Universidade Federal de Alagoas, BR 104, Km 14, 57000-000, Maceió-AL, Brasil, e-mail: ccfg@if.ufrgs.br

<sup>2</sup>Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul Caixa Postal 15029 91501-970 Porto Alegre-RS, Brasil, e-mails: jaildo@bigfoot.com e Kirchheim@if.ufrgs.br

<sup>3</sup>Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal da Paraíba, Caixa Postal 505 58100-970 Campina Grande-PB, Brasil, e-mail: rios@if.ufrgs.br

O que tem incentivado a adoção da água subterrânea para o abastecimento urbano é a redução do custo de produção que pode ser até dez vezes inferior ao de fontes superficiais. Um exemplo disto é a cidade de Ribeirão Preto, que ao utilizar a água subterrânea para o abastecimento da cidade, além de garantir a qualidade da água, passou a ser um dos municípios com tarifas mais baixas do Estado (RECURSOS subterrâneos em alta, 1998).

## **2 - SITUAÇÃO ATUAL DOS USOS DE ÁGUA SUBTERRÂNEA**

Alguns exemplos da grande e crescente utilização da água subterrânea para fins de abastecimento urbano serão enfocados com a finalidade de salientar sua importância.

No Brasil, o número de poços em operação atualmente é estimado em 200.000, perfurando-se, aproximadamente 10.000 por ano (Rebouças, 1996). A maioria dos poços é utilizado para abastecimento de indústrias, condomínios, hospitais, hotéis e outras atividades privadas, impulsionados normalmente por dois motivos: 1) falta de água causada por racionamento; 2) redução da conta mensal de água. Nos Estados mais ricos da Federação, entre 70 e 90% das cidades e 95% das indústrias já vem sendo abastecidas por poços.

Em levantamento realizado pela CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - SP) constatou-se que 308 cidades do Estado de São Paulo, portanto quase a metade dos municípios (47,7%), são totalmente abastecidos por água subterrânea. Em outras 154 cidades (23,9%), o abastecimento é feito por fontes superficiais e subterrâneas, perfazendo assim um percentual de 71,5% de municípios do Estado usuários de água subterrânea de forma parcial ou total (RECURSOS subterrâneos em alta, 1998).

Para a cidade de Bauru, pólo de desenvolvimento urbano da região, os 28 poços tubulares em funcionamento são responsáveis pelo suprimento de metade da demanda doméstica. O sistema baseado na captação de água superficial de uma única fonte, mesmo operando com capacidade máxima, não suporta a crescente demanda apresentada.

A tabela 1 apresenta um prognóstico da contribuição das águas subterrâneas e superficiais no suprimento das demandas da cidade de Bauru.

A cidade de Maceió tem na atividade turística uma das principais fontes permanentes de renda, sendo freqüentada por turistas durante o ano inteiro. Segundo Cavalcante et al. (1994), os recursos hídricos subterrâneos já contribuíam no ano de 1994 com 70% do abastecimento desta capital. Com a proliferação de empreendimentos turísticos consumidores de água surgiu um conflito com a Companhia de Abastecimento local - CASAL, a qual não mais comportava tal demanda. O racionamento de água tornou-se medida inevitável. Como resposta a esta situação o ramo de perfuração, captação e distribuição de água subterrânea recebeu considerável impulso.

Tabela 1 – População atendida por água superficial e subterrânea na cidade de Bauru - SP pelo sistema público de abastecimento (Cavaguti e Silva et al.,1992)

Ano	População atendida (%)	Água superficial (%)	Água subterrânea (%)
1980	92,0	74,0	26,0
1991	95,0	51,3	48,7
2000	95,0	43,2	56,8

A Região Metropolitana do Recife (RMR) ocupa uma faixa costeira de aproximadamente 2.500 Km<sup>2</sup> com pluviosidade média de 1.600 mm (Leal, 1994). Ela se utiliza das águas subterrâneas, principalmente, como auxílio ao abastecimento de sua população (superior aos 3 milhões de habitantes) e, em menor grau, para viabilização de suas atividades econômicas (a RMR concentra grande parte das atividades econômicas do Estado de Pernambuco). Segundo Costa (1995), 20% da demanda requerida pela região (estimada em torno de 13 m<sup>3</sup>/s) é proveniente das águas subterrâneas.

Em maio de 1992, foi implantado no Estado do Pará um Projeto de Informações Hidrogeológicas – PIH objetivando a implantação do abastecimento público através da água subterrânea. Mais uma vez, ficou comprovada a viabilidade econômica e a adequação ambiental (auto-sustentação) do abastecimento de pequenas comunidades (< 200.000 hab.) através de poços d'água subterrânea. O uso da água subterrânea mostrou ser uma opção atraente também por possibilitar a realização de investimentos de forma modular, na medida das disponibilidades financeiras (Marques & Araújo, 1994).

O aumento da utilização da água subterrânea na região de Curitiba já apresenta algumas áreas dentro do município onde a superexploração vem se agravando. Vários fatores contribuem para esta situação, a quantidade considerável de obras civis, a maioria delas necessitando de rebaixamento do nível d'água, localizadas principalmente no centro da cidade e eixos de urbanização por edifícios; aumento da densidade populacional com o aparecimento de condomínios, tanto em edifícios como conjuntos de casas e sobrados; concentração de indústrias; hospitais e postos de gasolina; que por diversas razões optaram pela utilização de aquíferos subterrâneos para o abastecimento. Outra característica é a própria evolução urbana de Curitiba, cujos loteamentos não foram acompanhados de execução de redes de abastecimento de água, o que propiciou uma concentração de poços rasos. A cidade possui ainda um agravante, já que todos os anos ocorrem um ou dois períodos de estiagens que leva a uma exploração intensa da água subterrânea (Giusti, 1990).

No Estado de Minas Gerais, a exemplo do que vem ocorrendo no res-

tante do país, a questão das águas assume feições cada vez mais complexas. A Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA -, responsável pelo abastecimento no Estado, explora os mananciais superficiais e subterrâneos para suprimento destas demandas. Estudos hidrogeológicos foram realizados na região objetivando um maior conhecimento do estado dos aquíferos, visto que esta é uma das principais fontes de abastecimento, inclusive na Região Metropolitana de Belo Horizonte (Cruz et al., 1992).

Os problemas relacionados com água subterrânea não ocorrem apenas no Brasil. Em trabalho recente, Braadbaart e Braadbaart (1997) analisam a super-exploração de águas subterrâneas em regiões urbano-industriais da Ásia. Em Pequim e Hanói, o nível do lençol foi rebaixado em dezenas de metros nas últimas décadas o que causou a elevação dos custos de bombeamento. Em Jakarta e Bangkok, regiões costeiras, a super-exploração tem gerado a intrusão salina. O caso da Indonésia, onde a água subterrânea é utilizada intensivamente pelo setor industrial, é analisado com detalhes pelos autores. Estimativas para a bacia de Bandung, naquele país, indicam que em 1990 as indústrias foram responsáveis pela metade de toda água subterrânea bombeada. Associada as retiradas descontroladas, a qualidade da água subterrânea também vem sendo comprometida. Os problemas não estão relacionados a inexistência de uma legislação para as águas subterrâneas no país, mas às dificuldades encontradas quanto ao cumprimento da mesma.

### **3 - VULNERABILIDADE DOS AQUÍFEROS**

Nas grandes cidades o crescimento da utilização das águas subterrâneas tende a ser maior devido a carência e/ou a degradação das fontes superficiais, que por estarem mais expostas estão, conseqüentemente, mais passíveis de contaminações e exploração. Por outro lado, a água subterrânea, também por efeito da urbanização e pelas vantagens existentes para o seu consumo passou a ser a grande alternativa para o problema do abastecimento.

Com isto surgiram também os efeitos negativos deste processo, isto é, ações que estão afetando a quantidade e qualidade dos aquíferos, em outras palavras, ações que aumentam a vulnerabilidade dos mesmos.

Certos aquíferos apresentam uma vulnerabilidade natural relativamente maior que outros, sendo o caso de aquíferos costeiros livres ou mesmo de aquíferos fraturados com recarga superficial em zonas de fraturas.

As retiradas excessivas (superexploração), o desmatamento em várias áreas, a impermeabilização de vastas áreas urbanas, a poluição derivada de aterros sanitários, dos lançamentos de efluentes industriais e domésticos, vazamentos em tanques de combustíveis enterrados são exemplos de ações que afetam a qualidade e a quantidade das reservas de água subterrânea.

Muitas vezes os aquíferos tornam-se mais vulneráveis devido às pró-

prias obras de captação. Muitos poços vem sendo perfurados sem as devidas precauções sanitárias ou quando não atendem às expectativas desejadas para o fim a que se destinam são simplesmente abandonados sem que seja feita nenhuma obra de proteção. Nestes casos pode-se contaminar inclusive os aquíferos mais profundos e confinados de forma irremediável.

Em Porto Alegre, alguns poços tubulares tiveram que ser lacrados pelas autoridades locais devido à contaminação orgânica cuja causa reside em erros construtivos e gestão inadequada.

Os efeitos da urbanização excessiva na quantidade e qualidade das águas subterrâneas são discutidos em Carmon et al. (1997). Como muitas áreas urbanas estão localizadas sobre aquíferos freáticos (Long Island nos Estados Unidos, Perth na Austrália, Tel Aviv em Israel), é necessário que o planejamento urbano seja realizado considerando medidas para a minimização dos danos aos recursos subterrâneos. A urbanização, entre outros aspectos, pode reduzir a recarga subterrânea e contribuir para a poluição subterrânea através dos aterros sanitários, dos sistemas de esgotamento sanitário com vazamentos, das fossas sépticas, etc.

#### **4 - GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS.**

A gestão da água subterrânea, especialmente nas áreas metropolitanas, onde o crescimento populacional é cada vez maior e a necessidade da água para abastecimento em decorrência disto também é elevada ficou evidente, mostrando ser essencial para que se possa dar condições de realização de um gerenciamento integrado entre as águas superficiais e subterrâneas.

A necessidade de uma melhor tipificação das águas subterrâneas é considerada em Molinas e Vieira (1997). Com base na legislação americana, os autores apresentam dois tipos de águas subterrâneas: as que se encontram associadas aos cursos de águas superficiais e as que não interagem com a rede de drenagem superficial. Esta tipificação poderia contribuir no processo de gestão por definir onde águas superficiais e subterrâneas deveriam ser geridas conjuntamente ou não.

Para gerenciar de forma sustentável um aquífero é necessário levar em consideração além dos processos hidrogeológicos, os critérios econômicos, ambientais e institucionais. Um modelo considerando estes aspectos foi desenvolvido para o aquífero de Santa Bárbara na Califórnia por Loaiciga (1997). O estudo enfatiza que a definição de sustentabilidade não pode deixar de incorporar o critério de eficiência econômica.

Rêgo e Albuquerque (1997) sugerem a adoção da pequena bacia hidrográfica como unidade de planejamento para aqueles mananciais difíceis de serem considerados no planejamento da grande bacia, caso do sistema aquífero aluvial do semi-árido brasileiro. Esta abordagem, segundo os autores, per-

mitiria a ativação do valioso potencial de água subterrânea do referido sistema.

## **5 - CONCLUSÕES**

A necessidade de planejamento e da criação de legislação que regule o uso dos recursos hídricos subterrâneos de forma a assegurar a sua sustentabilidade, fez com que dois Estados brasileiros criassem legislações específicas quanto à política e gestão das águas subterrâneas.

A estruturação para a operacionalização destas leis é cada vez mais necessária e urgente. Este recurso já se tornou a única solução para o abastecimento, em algumas cidades, e em muitas outras, o suporte essencial. Estas legislações estando em pleno funcionamento, poderão diminuir sensivelmente os danos econômicos e morais causados pelos racionamentos, e além disto livrar a população dos altos riscos à saúde.

## **6 – AGRADECIMENTOS**

À CAPES, que apóia os autores deste trabalho, através de bolsas de estudos, no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental do Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

## **7 - REFERÊNCIAS**

- BRAADBAART, O.; BRAADBAART, F. (1997). Policing the urban pumping race: industrial groundwater overexploitation in Indonesia. *World Development*, v. 25, n. 2, p. 199-210.
- CARMON, N.; SHARMI, U.; MEIRON-PISTINER, S. (1997). Water-sensitive urban planning: protecting groundwater. *Journal of Environmental and Management*, v.40, n.4, p. 413-434.
- CAVALCANTE, A. T.; BARROSO, C. M. R.; WANDERLEY, P. R. DE M.; SANTOS, R. C. DE A. L.; SANTOS, R. Q. (1994). Impactos ambientais sobre os aquíferos sobre a Grande Maceió-AL. In: Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 8, Recife-PE. Anais. ABAS. v., p. 191-199.
- CAVAGUTI, N.; SILVA, F. P. (1992). Gestão dos recursos hídricos subterrâneos na cidade de Baurú-SP, face as características hidrogeológicas especiais da região. In: Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 7, Belo Horizonte-MG. Anais. ABAS, p74-79.
- COSTA, W. D. (1995). Uso e exploração dos recursos hídricos. *ABAS Informa*, São Paulo, n. 59, p. 4, mar/abr. (Boletim Informativo da Associação Brasileira de Águas Subterrâneas).
- CRUZ, W. B.; CUNHA, V. V.; SOUZA, S. M. T. DE; NOGUEIRA, R. C. (1992). Disponibilidades hídricas subterrâneas no Estado de Minas Gerais: Informatização dos dados e interpretação temática. In: Congresso Brasi-

- leiro de Águas Subterrâneas, 7, Belo Horizonte-MG. Anais. ABAS. v., p. 84-94.
- GIUSTI, D. A. (1990). Propostas para utilização racional da água subterrânea na região de Curitiba. In: Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 6, Porto Alegre-RS. Anais. ABAS., v., p. 253-257.
- LOAICIGA, H.A. (1997). Sustainable management of a coastal urban aquifer. In: Proceedings of the XXVII Congress of the the International Association of Hydrogeologists, Nottingham. IAH.
- LEAL, O., (1994). Vulnerabilidade das águas subterrâneas da Região Metropolitana do Recife: Projeto SINGRE (Sistema de informações para gestão territorial da Região Metropolitana do Recife): Ministério de Minas e Energia/Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Série Recursos Hídricos, v.2. Recife.
- MARQUES, V. J.; ARAÚJO, P. P. (1994). Águas subterrâneas para consumo humano no Estado do Pará. In: Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 8, Recife-PE. Anais. V., p. 87-92.
- MOLINAS, P. A.; VIEIRA, V. P. P. V. (1997). Marco legal e institucional das águas subterrâneas no Brasil - breve contribuição ao aprimoramento do sistema jurídico-institucional. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 12, Vitória-ES. Anais. ABRH. v.1, p.175-181.
- REBOUÇAS, A. C. (1996). Diagnóstico do setor hidrogeologia – PADCT-MCT. Caderno Técnico da ABAS, n. 3, 46p.
- REBOUÇAS, A. C.(1997). Panorama da água doce no Brasil. In: Rebouças, A. C. (org.). Panoramas da degradação do ar, da água doce e da terra no Brasil. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências: IEA/USP. P. 59-106.
- RÊGO, J.C.; ALBUQUERQUE, J. P. T. (1997). O manejo integrado dos recursos hídricos em pequenas bacias hidrográficas do nordeste semi-árido do Brasil. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 12, Vitória-ES. Anais. ABRH. v.1, p.247-254.
- REVISTA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (1998). Recursos subterrâneos em alta. Rio de Janeiro, v. 49, jan./fev.