



INFORME INFRA-ESTRUTURA



ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

APRESENTAÇÃO

O tema águas subterrâneas ainda hoje é muito pouco conhecido, e por isso dissociado, das deliberações dos tomadores de decisão. O objetivo desse texto é contribuir para difundir informações sobre o assunto, abordando diversos aspectos que conformam as questões relativas às águas subterrâneas.

INTRODUÇÃO

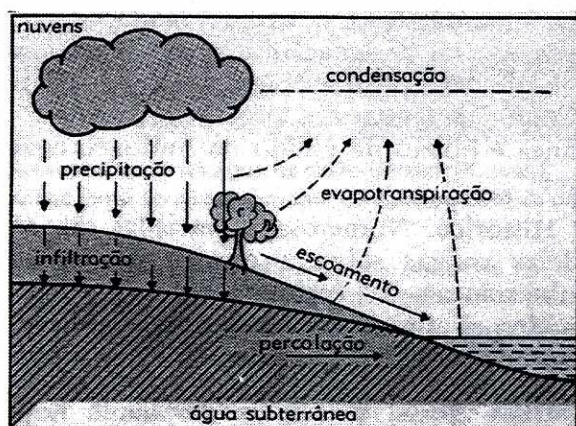
As águas subterrâneas e superficiais são parcelas inseparáveis e integrantes de um vasto ciclo, que transcorre em três meios diferentes: na atmosfera – águas atmosféricas, na superfície do solo – hidrologia de superfície – e no interior da terra – águas subterrâneas, (conforme ilustrado no esquema abaixo). Ademais fazem parte de um sistema que engloba, entre outras ramificações, o uso do solo, além de processos hidrológicos, geoquímicos e microbiológicos de transformação das águas que infiltram no subsolo.

Entende-se por aquífero uma formação geológica capaz de armazenar água nos seus espaços vazios, possibilitando seu aproveitamento econômico, bem como a circulação desse líquido, conforme seja a permeabilidade da formação. Um aquífero é caracterizado em função dos parâmetros de porosidade, permeabilidade e coeficiente de armazenamento.

Os aquíferos ou lençóis subterrâneos podem ser livres ou confinados¹:

- o aquífero livre ou freático é o que se encontra sobre a primeira camada impermeável do solo e cuja água fica sob a pressão atmosférica. O aquífero suspenso também é freático. Ele surge quando uma formação impermeável origina a retenção de águas de infiltração na superfície; e
- o aquífero confinado é aquele capeado por camada impermeável; essa camada pode ser perfurada para construção de poço tubular profundo, que também pode ser denominado de poço artesianos, se a água jorrar.

Esquema do Ciclo Hidrológico



DEFINIÇÕES

Água subterrânea é aquela que ocorre no subsolo, preenchendo os poros e fraturas das rochas que formam os aquíferos.

SITUAÇÃO NO BRASIL

O Brasil apresenta, em todas as partes do seu território, condições altamente favoráveis ao desenvolvimento da vida e ao ciclo de renovabilidade dos seus potenciais de água doce – superficial e subterrânea – com alto índice pluviométrico (variando entre 1000 e 3000 mm/ano) sobre 90% do território. As disponibilidades de água subterrânea são de boa qualidade para consumo e avaliadas em quantidade abundante (estimativa de 5000 m³/habitante/ano), embora este recurso hídrico não esteja distribuído de forma equilibrada nas várias regiões.

Embora haja carência de dados precisos, a relevância desse recurso pode ser notada no caso de São Paulo: 71% dos municípios paulistas são abastecidos total ou parcialmente por águas subter-

¹Pode existir também o aquífero semi-confinado.

râneas,² enquanto 47% são exclusivamente abastecidos por essa fonte.

Esse segmento inclui diversas atividades que envolvem perfuradores de poços, fabricantes de equipamentos e materiais, fornecedores e prestadores de serviços, consultores, pesquisadores e outros profissionais. Não obstante, conforme o Professor Aldo da Cunha Rebouças, há falta de pessoal treinado, de levantamentos hidrogeológicos básicos e, sobretudo, falta de controle e fiscalização para garantir as condições de uso e proteção das águas subterrâneas.

A maior parte dos poços é utilizada para abastecimento de indústrias, de condomínios, hospitais, hotéis, cultivos de alto valor agregado³ e outras atividades privadas, como forma de enfrentar os problemas originados pela intermitência do abastecimento ou para reduzir despesas com o suprimento de água. Como resultado, tem-se água de melhor qualidade e mais barata, apropriada por alguns setores econômicos e pela população de maior renda.

ASPECTOS ECONÔMICOS

Assim como são escassos os dados técnicos sobre o setor, no que se refere a aspectos econômicos a carência é ainda maior. O desafio começa pela necessidade de se ter uma aproximação sobre a dimensão do mercado, por tipos de consumidores, receitas e custos das diversas atividades envolvidas.

No que diz respeito à atividade relacionada ao abastecimento público, a forma extensiva de ocorrência das águas subterrâneas resulta em geral na possibilidade de captação no local onde ocorrem as demandas, dispensando estações de recalque ou adutoras como no caso de águas de superfície. Os prazos de execução das obras de captação são relativamente pequenos, se comparados às obras de captação de rios e lagos⁴. Para captação de águas subterrâneas, utilizam-se galerias filtrantes, drenos, poços escavados (rasos) e poços tubulares

²Estima-se percentuais maiores – quase 90% dos municípios total ou parcialmente abastecidos – para o Paraná e Rio Grande do Sul.

³Estima-se na Espanha que a produção e emprego gerados pela agricultura com irrigação de águas subterrâneas são maiores que os de águas superficiais: em 3,5 milhões de hectares irrigados, se produz mais em 1 milhão de ha com 4 a 5 km³ de águas subterrâneas do que nos restantes 2,5 milhões de ha com 20 a 25 km³ de águas superficiais. Supõe-se que as culturas de alto valor não se arrisquem às secas.

⁴10 meses X alguns anos.

(profundos), envolvendo esses últimos maiores custos. A amortização desses custos de construção e dos custos de operação de um poço profundo é feita em cerca de 1/3 de sua vida útil. O investimento inicial pode ser reduzido e a construção de novos poços realizada na medida em que cresce a demanda de água. Sua utilização vem sendo crescente, como recurso principal para abastecimento de áreas situadas fora do alcance técnico-econômico da rede de distribuição.

ASPECTOS TÉCNICOS

A maior ou menor recarga de um aquífero é resultante da interação de fatores hidrogeológicos, condições climáticas reinantes e, principalmente nas áreas mais densamente povoadas, da forma de utilização e ocupação do solo.

A recarga dos aquíferos é feita essencialmente pela água da chuva que ao cair infiltra-se no solo, bem como por transferência de outros aquíferos vizinhos e por cursos d'água. Além disso são fatores de recarga: águas oriundas de tubulações com vazamentos (notadamente das perdas na rede de distribuição para abastecimento)⁵ e excedentes de água da irrigação. Pode haver também alimentação do aquífero por recarga artificial.

Diz-se que um aquífero tem um determinado volume armazenado do qual, em um dado período de tempo, pode-se extrair determinado volume de água: por exemplo, pesquisa geofísica aplicada na região de Brejo Santo – Ceará – Bacia do Araripe considerou que as vazões específicas têm um valor médio de 6,72 m³/hora/metro perfurado e podem atingir até 26,54 m³/h/m, sendo uma área potencialmente interessante.

As zonas de descarga são captações artificiais, saídas subterrâneas para o mar, afloramentos (nascentes à superfície) ou transferência para aquíferos mais próximos.

Os métodos geofísicos podem ser usados para mapear e identificar estruturas aquíferas armazenadoras (fraturas, falhas) de águas subterrâneas e camadas aquíferas, otimizando a locação e projetos dos poços tubulares profundos. Com esses mesmos métodos pode ser investigada a contaminação de águas subterrâneas. Utilizando-se, por exemplo, o

⁵Estima-se que metade da recarga das águas subterrâneas do Recife seja por vazamento da rede de distribuição da COMPESA.

método da eletroresistividade⁶ – injetando-se corrente elétrica no solo e medindo-se a resistência – podem ser identificadas camadas com resistividade baixa o que indica a presença de águas subterrâneas, dados sobre sua profundidade e possibilita a elaboração do projeto mais adequado a uma determinada área. Por esse método é possível também, numa área onde exista água contaminada, detectar resistividade diferenciada onde a contaminação ocorre.

AGENTES POLUIDORES

Em geral, a poluição das águas subterrâneas, se concentra mais em áreas urbanas, onde se encontram grandes volumes de fontes de poluição, como esgotos não tratados e lixões.

Exemplo claro é a cidade de Natal, basicamente abastecida (cerca de 70%), por águas subterrâneas: 159 poços, dentre os quais 15 já deixaram de ser explorados por ruptura de revestimento e pela presença de nitrato em nível superior ao permitido pela Organização Mundial de Saúde – OMS. Observe-se que atualmente somente 26% do esgoto é coletado por rede, e apenas 22% do esgoto coletado é tratado.

O risco aumenta quando o subsolo é mais permeável ou muito fissurado⁷. Na maioria dos casos, os efeitos da poluição do subsolo processam-se de uma forma lenta mas contínua, e, se não for eliminado o risco com uma certa antecedência, pode haver a perda completa do manancial e, conforme o caso, dos mananciais vizinhos também. Torna-se necessário o monitoramento bacteriológico e físico-químico das fontes de água subterrânea.

A poluição de águas subterrâneas pode ser de origem superficial ou profunda.

Fontes de poluição de origem superficial: fossas sépticas, disposições de lixo que infiltram chorume⁸ no terreno, infiltração de esgotos domésticos ou industriais, cursos de água poluídos, (se houver ligação com o aquífero subterrâneo – recarga natural), infiltração de fertilizantes e pesticidas etc.

Fontes de poluição de origem profunda: poços mal construídos ou abandonados (sem tampona-

mento adequado), que se transformam em vetores de contaminação entre diferentes aquíferos, transmissão de poluição de um aquífero para o outro, entre outras.

No caso de águas minerais – águas subterrâneas com especiais características físicas e/ou químicas, naturais com possibilidades terapêuticas e/ou gosto especial – a portaria nº. 231, de julho de 1998, regulamentou o Código de Águas Minerais de 1945. O Código estabeleceu que poderá ser assinalado um perímetro de proteção, no qual nenhuma sondagem ou trabalho subterrâneo pode ser praticado sem autorização prévia. A Portaria leva em consideração, entre outros pontos, que a grande maioria das fontes, balneários e estâncias de águas minerais em exploração⁹ no país localiza-se próximo aos centros urbanos, distritos industriais, atividades agropecuárias, lixões e outros agentes poluentes. Assim, conceitua perímetro de proteção, determinando que sua definição deverá ser baseada em estudos e levantamentos prévios. Torna-se, pois, necessário identificar e mapear áreas sensíveis bem como fontes potenciais de contaminação e desenvolver projetos e políticas de uso do solo, além conscientizar e conquistar apoio dos usuários para evitar a poluição.

ASPECTOS JURÍDICO-INSTITUCIONAIS

A nível federal:

O Código de Águas, de 10.07.1934 ainda é a Lei de Direito da Água no Brasil. A Constituição de 1988 introduziu poucas modificações. Entre elas destacam-se duas: extinção do domínio privado, que o Código de Águas admitia em alguns casos, e o estabelecimento de apenas dois domínios para os corpos de água: o da União (Art.20 Inciso III) e o dos estados (Art. 26, Inciso I).

A Lei 9.433, de 8 de janeiro de 1997, instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. A outorga de direito de uso, bem como a cobrança pelo uso da água, são instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos e se aplicam também às águas subterrâneas. A outorga é o ato pelo qual a autoridade competente autoriza, concede ou licencia, para determinado usuário, o direito de uso ou interferência no recurso hídrico.

⁹A 3ª atividade mineral depois de brita e materiais de construção.

⁶Existem outros métodos: eletromagnético, VLF (Very Low Frequency) e outros.

⁷Estudo da caracterização das condições hidrogeológicas da região de Cuiabá e Várzea Grande mostra que a geologia fraturada ajuda a proliferação da contaminação.

⁸Líquido produzido pela lixiviação da água da chuva no lixo.

No caso das águas subterrâneas, há sugestões de, em um projeto de lei específica, caracterizar o domínio do aquífero a partir da avaliação das áreas de recarga (alimentação) e das direções dos fluxos subterrâneos.

Embora exista um projeto de lei federal de águas subterrâneas (nº 7.127/86), em tramitação no Congresso há mais de 10 anos, discute-se a necessidade dessa lei, vis-à-vis a regulamentação da Lei 9.433 – que engloba os recursos hídricos de um modo geral – para definir as questões de gestão das águas subterrâneas.

A Declaração de Dublin (1992) preconiza uma política integrada para os recursos hídricos superficiais e subterrâneos. Um dos compromissos assumidos pelo Brasil na Agenda 21, é no sentido de adotar esta política, a exemplo do que já ocorre na maioria dos países desenvolvidos.

A nível estadual, o caso de São Paulo:

Em São Paulo, tem-se procurado desenvolver uma forma de gerenciamento e planejamento que ao requerer uma outorga, os usuários forneçam os dados fundamentais para a boa administração dos recursos hídricos¹⁰. Estabeleceu, com essa finalidade todp um arcabouço jurídico:

- Lei Estadual nº 6.134 de 06/88 – que trata da preservação dos depósitos naturais de águas subterrâneas em São Paulo;
- Decreto Estadual nº 32.955 de 07/02/91 – que regulamenta a Lei nº 6.134;
- Lei Estadual nº 7.663 de 30/12/91 – estabelece normas de orientação para a Política Estadual de Recursos Hídricos e para o Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos;
- Decreto Estadual nº 41.258 de 31/10/96 – este decreto aprova o Regulamento da Outorga de Direitos de Uso dos Recursos Hídricos, tratados nos artigos 9º a 13º da Lei nº 7.663;
- Portaria DAEE 717 de 12/12/96 – não chegou a ser publicada.
- Portaria DAEE 001 de 03/01/98 – aprova a Norma (com seus Anexos I a IV) para a fiscalização, enquadramento das eventuais infrações e apli-

¹⁰São eles: localização, aquífero explotado, profundidade, vazão, análises físico-química e bacteriológica, interferências com poços vizinhos, empresa perfuradora etc.

cação de penalidades relativas ao uso de recursos hídricos.

Há uma série de propostas (por exemplo, de padronização de denominações dos aquíferos no Estado de São Paulo, posto que mesmo com avanços em termos de divisão geológica muitos usavam denominações antigas) visando facilitar o tratamento estatístico da informação hidrogeológica; o arquivamento da informação em banco de dados; e o preenchimento de documentos oficiais para licença de perfuração de poços e outorga de uso da água, conforme exigência da lei de Recursos Hídricos. Há também a aplicação de multas para quem perfura sem a devida autorização.

COMENTÁRIOS FINAIS

- ✓ Os recursos de água subterrânea no Brasil representam uma alternativa viável, tanto em termos de quantidade como de qualidade e custos, sendo uma fonte bastante atrativa para investimentos, inclusive em abastecimento público.
- ✓ O incentivo à desestatização dos serviços de abastecimento de água no Brasil pode resultar num crescente interesse pela utilização das águas subterrâneas, seja em áreas situadas fora do alcance técnico-econômico da rede de distribuição, seja em regiões metropolitanas, onde há uma grande concentração populacional e escassez de água de boa qualidade.
- ✓ Torna-se necessário que se efetive política e gestão integrada dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos. Por isso, é fundamental a geração de dados sobre águas subterrâneas. A outorga de direito de uso vem a propiciar o cadastramento de informações.
- ✓ Crescem as exigências relativas às áreas contaminadas ou degradadas (seja pela indústria, mineração, agricultura e atividades urbanas) que constituem fator de risco à qualidade dos mananciais, tornando-se necessário o gerenciamento do passivo ambiental para a preservação do **capital ecológico** que é o potencial de água doce do país.

Equipe Responsável: Geset-4/AI

Zilda Maria Ferrão Borsoi – Gerente Setorial (GESET 4/AI)

Nora Lanari – Economista

Simone Mures Gomes – Estagiária