

ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NA POLÍTICA NACIONAL DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS: ASPECTOS LEGAIS PARA A GESTÃO INTEGRADA

Moema Versiani Acselrad¹; José Paulo Soares de Azevedo²; Paulo Canedo de Magalhães³

RESUMO

Este trabalho apresenta um panorama das questões legais relacionadas às águas subterrâneas, localizando o recurso hídrico subterrâneo no contexto da Política Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, entendendo que as águas superficiais e subterrâneas fazem parte de um ciclo que se inter-relaciona em todas as suas fases. Apresenta ainda uma discussão, com alguns exemplos conceituais de situações de interseção das águas superficiais e subterrâneas, sobre as respostas esperadas de modelos de fluxo que contribuiriam para a gestão integrada dos recursos hídricos, levando em conta os instrumentos de gestão que já vêm sendo utilizados para águas superficiais e de como isso seria viável para a gestão dos aquíferos.

PALAVRAS-CHAVE

Gerenciamento integrado, águas subterrâneas, instrumentos

INTRODUÇÃO

Após a promulgação das leis de Recursos Hídricos 9.433/97 e de criação da Agência Nacional de Águas 9.984/00 [1], [2], o processo de Gerenciamento dos Recursos Hídricos no Brasil ganhou novas diretrizes, novas figuras institucionais e novos instrumentos para a implementação de um sistema mais eficaz, que atendessem não só às demandas quantitativas de abastecimento dos núcleos urbanos, visivelmente afetados pela escassez de água em algumas grandes cidades brasileiras, como também à qualidade das águas superficiais e subterrâneas, no sentido de recuperar os mananciais já deteriorados, via incentivos para construção de estações de tratamento de esgotos, ou criar mecanismos de proteção para os rios e aquíferos vulneráveis à contaminação. Um dos princípios básicos da nova lei, e também uma inovação significativa com relação ao Código de Águas de 1934, vigente até a promulgação da nova lei, juntamente com o fato de as águas se tornarem um bem de domínio público, é o de que a unidade de planejamento territorial do recurso hídrico é a bacia hidrográfica, o que tem se mostrado muito positivo para as águas

1) Aluna de Doutorado da Área de Recursos Hídricos do Programa de Engenharia Civil da COPPE/UFRJ, Av. Brigadeiro Trompowsky s/nº, Centro de Tecnologia, Bloco I, Sala I-206, cep 21.945-970, Rio de Janeiro – RJ; telefone: (21)2562-7835; email: moema@coc.ufrj.br

2) Professor da Área de Recursos Hídricos do Programa de Engenharia Civil da COPPE/UFRJ, Av. Brigadeiro Trompowsky s/nº, Centro de Tecnologia, Bloco I, Sala I-206, cep 21.945-970, Rio de Janeiro – RJ; telefone: (21)2562-7832; email: zepaulo@hidro.ufrj.br

3) Professor da Área de Recursos Hídricos do Programa de Engenharia Civil da COPPE/UFRJ, Av. Brigadeiro Trompowsky s/nº, Centro de Tecnologia, Bloco I, Sala I-106, cep 21.945-970, Rio de Janeiro – RJ; telefone: (21)2562-7838; email: canedo@hidro.ufrj.br

superficiais. Do mesmo modo, os instrumentos de gestão previstos na lei (outorga, cobrança, plano de recursos hídricos, enquadramento dos corpos d'água, sistema de informações) se mostram plenamente adequados para as águas superficiais, mas nem todos se mostram aplicáveis às águas subterrâneas, uma vez que sua delimitação e quantificação são bem mais complexas relativamente aos recursos hídricos superficiais [3], [4].

Para que se efetive a gestão dos recursos hídricos como um todo, entendendo que a água faz parte de um ciclo inter-relacionado em todas as suas etapas, há a necessidade de estudos mais profundos sobre águas subterrâneas no Brasil para um melhor aproveitamento do recurso integrado à nova ótica de gestão embasada pela Lei 9.433/97.

Há efetivamente poucos estudos e pesquisas sobre águas subterrâneas, comparativamente aos estudos sobre águas superficiais, apesar da enorme disparidade de volume entre elas. Estima-se que, dos 0,5% de água doce do planeta acessível ao homem, 95% sejam águas subterrâneas. Este é um volume muito significativo, e medidas preventivas com relação à extração improvisada e sem controle precisam ser tomadas, tanto no sentido de se regularizar o que já é extraído dos aquíferos quanto disciplinar o uso do recurso à luz do processo de gestão em implantação no país [5], [6].

Com a crescente contaminação ou esgotamento dos mananciais para abastecimento público e industrial, volta-se para as reservas de água subterrânea como uma alternativa à escassez de água, que já é uma realidade em algumas grandes cidades brasileiras, como Recife e Fortaleza [7], que têm feito grandes investimentos em obras de grande porte para garantir o abastecimento público, mas aumenta também a preocupação com a preservação do recurso, que parecia ilimitado.

Este trabalho apresenta um panorama das águas subterrâneas no Brasil, contemplando os aspectos legais e conceituais relativos ao recurso. É importante ressaltar que existe uma visão dissociada entre o planejamento e o gerenciamento das águas superficiais e subterrâneas, embora a Política Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, instituída na forma da Lei 9.433/97, não faça essa dissociação, como procurou-se mostrar no decorrer do trabalho.

ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

A Lei 9.433/97, como citado acima, tem como um de seus fundamentos que a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Lê-se no artigo 32, inciso I:

“Art. 32. Fica criado o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, com os seguintes objetivos:

I - coordenar a gestão integrada das águas”

Em seu artigo 22 lê-se:

“Art. 22. Os valores arrecadados com a cobrança pelo uso de recursos hídricos serão aplicados prioritariamente na bacia hidrográfica em que foram gerados e serão utilizados:

I - no financiamento de estudos, programas, projetos e obras incluídos nos Planos de Recursos Hídricos;

II - no pagamento de despesas de implantação e custeio administrativo dos órgãos e entidades integrantes do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

§ 1º A aplicação nas despesas previstas no inciso II deste artigo é limitada a sete e meio por cento do total arrecadado.

§ 2º Os valores previstos no caput deste artigo poderão ser aplicados a fundo perdido em projetos e obras que alterem, de modo considerado benéfico à coletividade, a qualidade, a quantidade e o regime de vazão de um corpo de água.”

Apesar das ações e intervenções iniciadas com a implementação da PNRH terem dado ênfase às águas “visíveis” num primeiro momento [8], o texto da lei não faz dissociação entre águas superficiais e

subterrâneas, e, além disso, fica claro que os recursos arrecadados com a cobrança serão aplicados na bacia hidrográfica em que foram gerados, contemplando as intervenções estabelecidas no Plano de Recursos Hídricos da respectiva bacia, tanto com relação aos recursos hídricos superficiais quanto aos aquíferos, almejando a gestão integrada e sistêmica.

O grande desafio é conseguir fazer esta gestão integrada, particularmente com relação aos recursos hídricos subterrâneos, já que os aquíferos podem se estender por mais de uma bacia. É necessário, portanto, que sistemas aquíferos que ultrapassem os limites de uma bacia, como é o caso das formações aquíferas mais importantes do Brasil [9], sejam gerenciados em conjunto pelas bacias hidrográficas que se utilizam ou venham a utilizar esse recurso. A carência de regulamentação no setor de águas subterrâneas, por um lado, e a necessidade de mais estudos hidrogeológicos, por outro, faz com que poços sejam perfurados com relativa facilidade, muitas vezes sem seguir as normas técnicas que garantiriam uma extração sem comprometer a exaustão do recurso, e que evitariam incidentes ainda mais graves, como a subsidência de terrenos, e, além disso, as águas são utilizadas para os mais variados usos, sem uma adequação aos princípios de uma gestão inteligente dos recursos hídricos.

★ Atento à questão da gestão integrada, o Conselho Nacional de Recursos Hídricos criou a Resolução nº 15 de 11 de janeiro de 2001 [10], que dispõe sobre as águas subterrâneas, entendendo que a gestão deve ser partilhada entre bacias sobrejacentes a um mesmo aquífero, considerando a interdependência das águas superficiais e subterrâneas.

No meio técnico, defende-se haver a necessidade de legislação específica para as águas subterrâneas, apesar do reconhecimento do caráter de avanço e inovação da Lei de Recursos Hídricos. Como as águas subterrâneas são de domínio dos estados, as Leis Estaduais deveriam dispor também sobre as águas subterrâneas, como ocorre em algumas unidades federadas, contemplando as especificidades de cada região. Mas há uma Emenda Constitucional, atualmente em apreciação no Senado, que propõe a mudança de dominialidade para domínio da união dos corpos hídricos subterrâneos subjacentes a mais de uma unidade federada ou que ultrapassem a fronteira com outros países (caso do Aquífero Guarani, compartilhado por quatro países da América do Sul), definição similar à definição para os corpos hídricos superficiais. A responsabilidade pela outorga pode ser passada para os estados, quando de interesse da coletividade, e certamente o mesmo ocorreria para corpos hídricos subterrâneos. Entretanto, no estágio atual de implementação da nova política de Recursos Hídricos, é melhor que a outorga seja concedida pelos estados, já que são eles que, com ou sem regulamentação, são os responsáveis pela água subterrânea subjacente ao seu território. Conseqüentemente, não haveria necessidade de mudança de dominialidade, tampouco de uma legislação federal específica dispendo sobre águas subterrâneas. Na verdade, uma lei nesse sentido poderia contribuir, aí sim, para a dissociação dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, o que é indesejável sob todos os aspectos.

A LEI 9.433/97: ARCA BOUÇO LEGAL

A Lei de Recursos Hídricos 9.433/97 organiza o setor de gestão e planejamento e disciplina o uso dos Recursos Hídricos em âmbito nacional. Destacam-se os seguintes

“PRINCÍPIOS BÁSICOS

- 1 - a água é um bem de domínio público;
- 2 - a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico;
- 3 - em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais;
- 4 - a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas;
- 5 - a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;
- 6 - a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades.”

INSTRUMENTOS DE GESTÃO NA RESOLUÇÃO Nº 15 DO CNRH

1 - os Planos de Recursos Hídricos

Diz o Inciso I do art.3 da Resolução nº 15 do CNRH:

“I - Nos Planos de Recursos Hídricos deverão constar, no mínimo, os dados e informações necessários ao gerenciamento integrado das águas, em atendimento ao art. 7º da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997”

Imprescindível para o norteamto do processo de gerenciamento, o Plano de Recursos Hídricos é feito em três níveis (federal, estadual e bacia), indica diagnóstico e prognóstico da bacia (no caso de plano de bacia) e hierarquiza as intervenções necessárias para a recuperação ou preservação ambiental na mesma. É necessário, portanto, para um exercício pleno da Lei de Recursos Hídricos, obedecendo ao princípio fundamental de usos múltiplos da água e reconhecendo a interligação das águas superficiais e subterrâneas, que constem do plano as medidas necessárias para a utilização e preservação do recurso hídrico subterrâneo.

2 - o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água

Diz o Inciso II do art.3 da Resolução nº 15 do CNRH:

“II - O enquadramento dos corpos de água subterrânea em classes dar-se-á segundo as características hidrogeológicas dos aquíferos e os seus respectivos usos preponderantes, a serem especificamente definidos.”

O enquadramento dos corpos d'água segundo a Resolução CONAMA nº 20 de 1986 [11] se dá através da classificação em nove grupos, segundo seus usos preponderantes. As águas subterrâneas se enquadram nas quatro primeiras classes (especial, 1, 2 e 3), pois as demais classes referem-se à navegabilidade, recreação, etc. Os usos preponderantes dos corpos d'água subterrâneos podem ser estabelecidos segundo as funções que desempenhem ou venham a desempenhar na bacia ou bacias hidrográficas sobrejacentes, que por sua vez poderão variar enormemente devido às complexidades das características hidrogeológicas de cada região. Estas funções são ainda pouco exploradas, e têm importância estratégica na(s) bacia(s), como por exemplo produção, armazenamento, transporte, auto-depuração, além da função natural de manter a vazão dos rios em época de estiagem [5].

Segundo Finotti [4], os padrões estabelecidos para o enquadramento dos corpos d'água não são adequados às águas subterrâneas. Na prática, isto resulta na utilização, muitas vezes sem o menor cuidado em avaliar se a aplicação é adequada, de padrões de potabilidade que podem ser ou a resolução CONAMA nº 20, que estabelece os padrões de potabilidade para os corpos d'água brasileiros, ou até mesmo legislações estrangeiras.

3 - a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos

Diz o Inciso III do art.3 da Resolução nº 15 do CNRH:

“III - Nas outorgas de direito de uso de águas subterrâneas deverão ser considerados critérios que assegurem a gestão integrada das águas, visando evitar o comprometimento qualitativo e quantitativo dos aquíferos e dos corpos de água superficiais a eles interligados.”

4 - a cobrança pelo uso de recursos hídricos

Diz o Inciso IV do art.3 da Resolução nº 15 do CNRH:

“IV - A cobrança pelo uso dos recursos hídricos subterrâneos deverá obedecer a critérios estabelecidos em legislação específica.”

5 - o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos

Diz o Inciso V do art.3 da Resolução nº 15 do CNRH:

“V - Os Sistemas de Informações de Recursos Hídricos no âmbito federal, estadual e do Distrito Federal deverão conter, organizar e disponibilizar os dados e informações necessários ao gerenciamento integrado das águas.”

A Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), com o objetivo de subsidiar e apoiar a Gestão dos Recursos Hídricos no Brasil, desenvolveu o SIAGAS: Sistema de Informações de Águas Subterrâneas, que promove o cadastro e divulgação dos dados de captação de águas subterrâneas – poços e fontes.

O SIAGAS é basicamente um cadastro nacional de pontos d'água, desenvolvido para ser um sistema público, com acesso gratuito, e aglutinar os dados e informações dispersos em bancos regionais e particulares, antes inacessíveis aos usuários. Disponibiliza para a comunidade informações em nível Nacional, privilegiando a qualidade, o alcance e o significado dos dados envolvidos, atendendo assim a antigos anseios em relação à pouca disponibilidade de informações sobre a exploração dos recursos hídricos subterrâneos [12].

O Sistema permite a consulta via internet através de pesquisa textual ou por coordenadas de informações básicas dos poços. Para informações completas, o interessado deve se dirigir à CPRM ou através de solicitação formal.

NOVAS ORGANIZAÇÕES

- 1 - o Conselho Nacional de Recursos Hídricos;
- 2 - os Conselhos de Recursos Hídricos dos Estados e do Distrito Federal;
- 3 - os Comitês de Bacia Hidrográfica;
- 4 - as Agências de Água;
- 5 - a Agência Nacional de Águas;
- 6 - os órgãos dos poderes públicos federal, estaduais e municipais, cujas competências se relacionem com a gestão de recursos hídricos.

Estas instituições se inter-relacionam e têm os seguintes papéis dentro do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos:

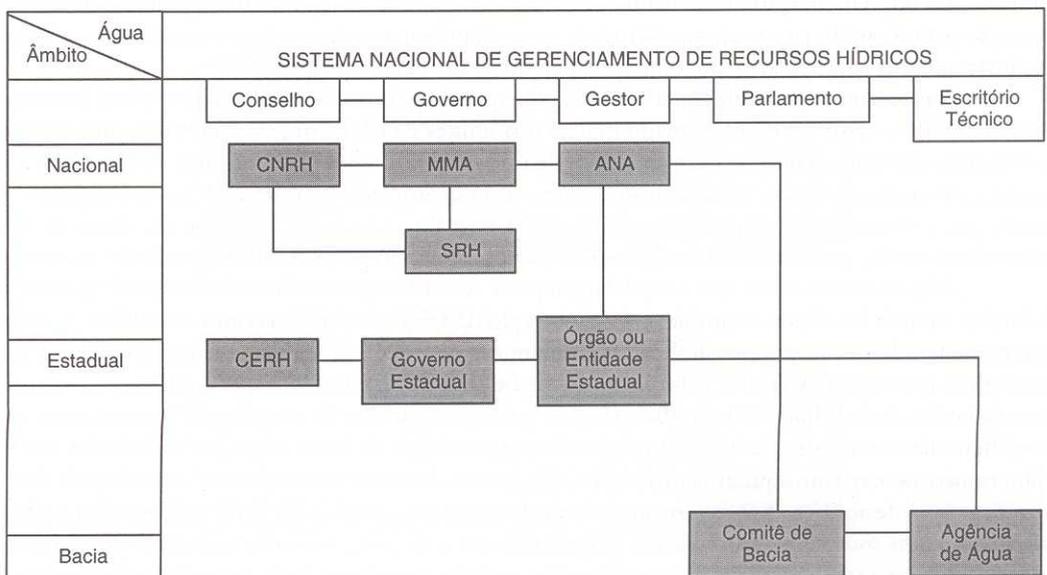


Figura 1 - O Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos [13]

Compõem o sistema:

CNRH - Conselho Nacional de Recursos Hídricos

MMA – Ministério do Meio Ambiente

SRH – Secretaria de Recursos Hídricos

ANA - Agência Nacional de Águas

CERH - Conselhos Estaduais

Comitês de Bacia

Órgãos Públicos

Agências de Água

Organizações Civas de Recursos Hídricos

ATRIBUIÇÕES:

Conselhos - subsidiar a formulação da Política de Recursos Hídricos e dirimir conflitos.

MMA/SRH - formular a Política Nacional de Recursos Hídricos e subsidiar a formulação do Orçamento da União.

ANA - implementar o Sistema Nacional de Recursos Hídricos, outorgar e fiscalizar o uso de recursos hídricos de domínio da União.

Gestor Estadual - outorgar e fiscalizar o uso de recursos hídricos de domínio do Estado.

Comitê de Bacia - decidir sobre o Plano de Recursos Hídricos (quando, quanto e para que cobrar pelo uso de recursos hídricos).

Agência de Água - escritório técnico do comitê de Bacia e agente local para implementação do SNGH, através de contratos com a ANA e com os gestores estaduais.

EXEMPLOS DE CENÁRIOS PARA POSSÍVEL APLICAÇÃO DA MODELAGEM COMO SUBSÍDIO PARA O GERENCIAMENTO INTEGRADO

Dentro da estrutura organizacional e legal apresentada, podem-se imaginar alguns cenários conceituais para se pensar a inserção da água subterrânea na Política de Gerenciamento de Recursos Hídricos, via implementação dos instrumentos de gestão para se disciplinar o uso e delimitar áreas de proteção para os aquíferos, preferencialmente aproveitando experiências bem sucedidas de aplicação dos instrumentos (particularmente outorga e cobrança) às águas superficiais.

Nas situações exemplificadas abaixo, podem-se imaginar diversas configurações, por exemplo um aquífero completamente situado dentro dos limites da bacia, ou, mais comum, que ultrapasse os limites da bacia, sendo subjacente a mais de uma bacia hidrográfica, portanto. O princípio a ser seguido, de qualquer modo, é a avaliação de uma certa quantidade “outorgável” para o aquífero, de modo que a abstração total não possa ultrapassar tal valor. O uso de modelos de fluxo de água subterrânea, então, podem fornecer algumas informações preciosas para fins de gestão do recurso.

Alguns cenários em que a modelagem pode ser útil ao gerenciamento integrado podem ser definidos a partir dos diversos ambientes de interação da água subterrânea com a superfície, e, conseqüentemente, das inúmeras possibilidades e dinâmicas de fluxo e troca de água entre corpos d’água subterrâneos e superficiais [14]. É importante estabelecer neste momento que aquíferos cuja área de descarga esteja fora da bacia hidrográfica não têm interesse do ponto de vista da gestão nesta bacia, pois o aquífero não estará conectado aos rios e demais corpos d’água da bacia, o que, pela dinâmica de fluxo subterrâneo, ocorre com aquíferos profundos, fundamentalmente. A situação estabelecida pelo fato de se retirar água de aquífero profundo cuja área de descarga esteja em outra bacia hidrográfica pode ser vista como uma *transposição* entre bacias, principalmente se a extração estiver causando ou puder vir a causar conflitos entre usuários de bacias distintas, embora, neste caso, a situação seja mais complicada do que numa transposição de águas superficiais, em que se pode quantificar facilmente o volume

retirado numa bacia e depositado em outra. No caso de abstração de aquífero profundo, esta quantificação torna-se muito difícil, pois não se sabe estimar a quantidade retirada pertencente à bacia de descarga. Neste momento, portanto, a análise será limitada aos aquíferos rasos, cuja conexão com a bacia hidrográfica seja nitidamente comprovada, o que permite a suposição de que a água extraída tanto do corpo hídrico subterrâneo quanto superficial são, essencialmente, a mesma água nas proximidades do corpo hídrico superficial. As figuras a seguir procuram sintetizar algumas situações conceituais relevantes para a gestão [15] e o que seria esperado dos modelos como resposta para as perguntas concernentes à aplicação dos instrumentos de gestão para águas subterrâneas.

EXEMPLO 1

Na Figura 2, consideremos, em princípio, uma distância tal da calha do rio de modo que se possa considerar a água subterrânea como sendo água do rio. Na Figura 2.a, o modelo pode calcular taxa e direção de fluxo no sistema local antes da captação de água subterrânea em uma situação em que o rio é alimentado pela água subterrânea. Na Figura 2.b, a extração de água do aquífero próximo ao rio pode diminuir a quantidade de água superficial disponível como resultado da captura de parte do fluxo subterrâneo que chegaria ao rio ou mesmo induzindo um fluxo do rio para o sistema aquífero, como mostrado na Figura 2.c. Com a retirada de uma vazão Q_1 por um poço localizado próximo ao rio, parte da água subterrânea é interceptada, diminuindo a

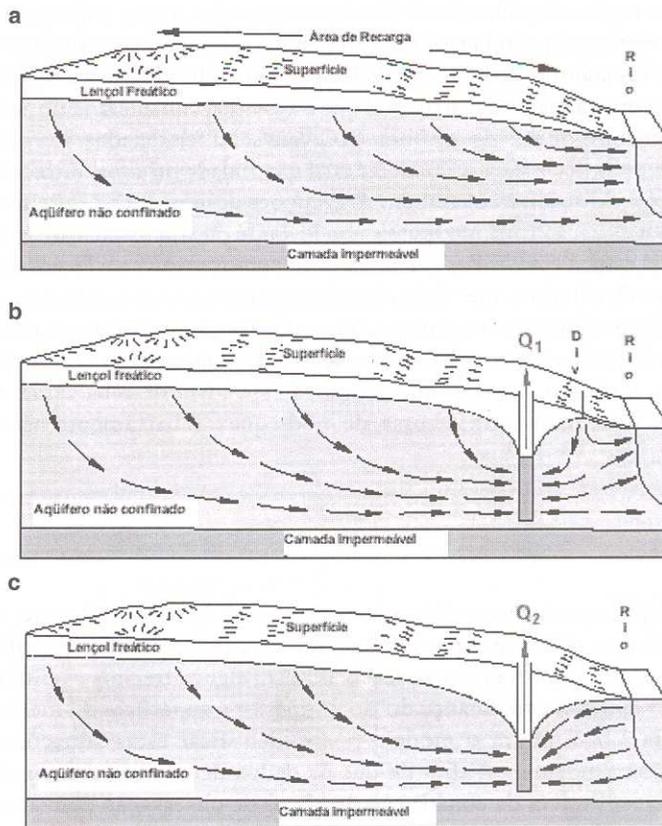


Figura 2 - Dinâmica de Fluxo Natural e com a Interferência de Extração de Água do Aquífero. (Adaptado de [15])

vazão para o rio e criando um divisor de águas artificial entre o poço e o rio. Com o aumento da vazão do poço para uma vazão Q_2 , parte da água do rio passa a alimentar o poço, mudando a configuração original do padrão de fluxo local. A comprovação de que a água extraída do poço é a mesma que iria para o rio é importante do ponto de vista da gestão, pois pode-se considerar então que, a uma distância determinada a partir do rio, as águas superficiais e subterrâneas são o mesmo recurso, logo a cobrança e a outorga podem ser feitas do mesmo modo que são feitas para usuários da água do rio. Deste modo, a proposta é aplicar para as águas subterrâneas instrumentos que já sejam utilizados com resultados satisfatórios para águas superficiais, desde que comprovada a conexão dos corpos d'água. No exemplo representado na Figura 2, observa-se a influência do bombeamento da água subterrânea sobre o rio, fazendo com que a quantidade outorgável de água do rio diminua devido à extração da água do aquífero. Poderia-se imaginar também, por outro lado, a situação em que a retirada de uma quantidade de água do rio diminuísse a vazão num poço ou sistema de poços que tivessem outorga pelo uso da água extraída. Isso reforça a idéia da consideração das águas extraídas tanto do rio quanto de um poço situado dentro de um limite estabelecido a partir do rio serem as mesmas, e seriam tratadas com tal. Surge aí uma questão institucional, já que, de acordo com a idéia aqui levantada, a água a ser outorgada é a mesma. Se o rio for de domínio estadual, o órgão responsável pela outorga é o mesmo – a SERLA, no caso do Rio de Janeiro – para águas superficiais e subterrâneas, ficando a autorização para construção de poços a cargo de outro órgão – DRM-RJ, no Rio de Janeiro. Já no caso de um rio federal, a outorga é concedida pela ANA, que pode por sua vez repassar essa responsabilidade via celebração de contrato para o órgão estadual responsável. Como a bacia hidrográfica é a unidade territorial de gestão, é altamente recomendável que as instituições responsáveis pela concessão de outorga (via celebração de contrato ou não, isto é, não importa a dominialidade das águas) e as que sejam responsáveis pela autorização para construção e fiscalização de funcionamento dos poços tenham sistemas de informações que se complementem, ou, ainda melhor, um sistema unificado para fins de outorga.

Para distâncias maiores do que a estabelecida como o limite dentro do qual a água subterrânea extraída é tratada como água do rio, é natural que a água seja considerada do aquífero, e nesse caso a aplicação dos instrumentos de outorga e cobrança devem ser diferenciados. Com relação à outorga de direito de uso da água, seria necessário estabelecer uma quantidade máxima outorgável, que dependeria da estimativa de recarga do aquífero e também das funções desempenhadas pelo mesmo na bacia ou bacias, verificando se a extração total ultrapassa aquele limite ou se a instalação de um usuário interferiria com os usuários já estabelecidos. Por exemplo, imaginemos uma situação em que até a distância de X metros do meio da calha do rio – a ser definida pelo respectivo Comitê de Bacia – a água extraída por poços é água do rio. Após X metros, o aquífero exerce uma função na bacia em que o rebaixamento do lençol abaixo de uma determinada cota comprometeria o desempenho dessa função. A extração total não deve ultrapassar, portanto, a vazão que promova esse nível de rebaixamento, logo a outorga máxima total seria de $Y \text{ m}^3/\text{h}$, durante Z horas, de modo que o rebaixamento não ultrapasse o limite estabelecido.

EXEMPLO 2

O modelo pode servir para prever se o rio recebe água (rio efluente) do fluxo subterrâneo, como na Figura 3.a, se perde água para alimentar o fluxo subterrâneo (rio influente), Figura 3.b, ou se apresenta ambos os comportamentos, recebendo em alguns trechos e perdendo em outros. Na Figura 3.a, a altura do lençol na vizinhança do rio é superior à superfície do mesmo, ao contrário do que ocorre na Figura 3.b. Embora o modelo possa identificar estas situações, a experiência de hidrogeólogos torna-se fundamental afim de que os dados de entrada e os parâmetros usados no modelo sejam confiáveis, através da construção de poços de observação convenientemente locados e observação do nível piezométrico em cada um deles, de modo que se tenha um perfil das equipotenciais do local.

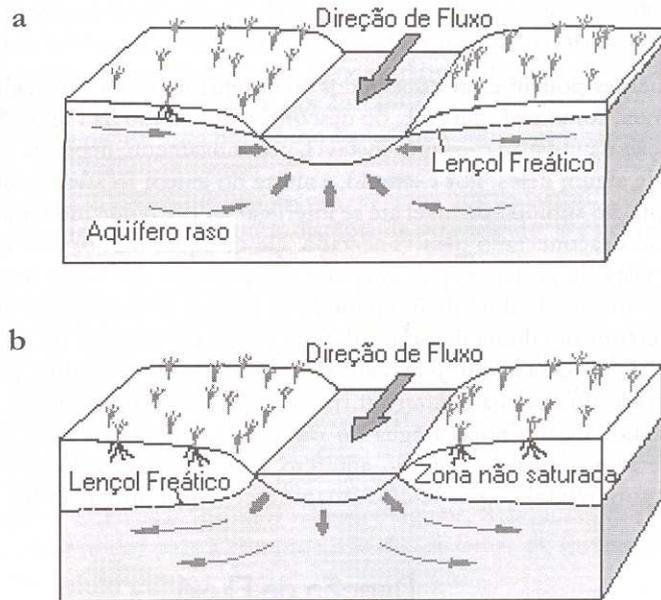


Figura 3 - Altura do Lençol em Trechos Influyente e Efluente de um Rio (Adaptado de [15])

Desse modo, as representações das equipotenciais para as situações da Figura 3 acima, fornecidas pelo modelo, mostrariam que, em trechos influentes, elas apontam para jusante, e em trechos efluentes, ao contrário, elas apontam para montante. Na Figura 4, o rio flui do local de maior para menor potencial, sendo que na Figura 4.a as equipotenciais formam um “bico” que aponta para montante, indicando que a água subterrânea flui para o rio, enquanto na Figura 4.b o “bico” aponta para jusante, indicando que a água flui do rio para o aquífero. É importante lembrar que esta é uma situação “instantânea”, ela depende de muitos fatores e é muito sensível à variação de qualquer um deles. A Figura 4 reforça a idéia de que, nas proximidades do rio, a água extraída por poços pode ser considerada a mesma água do rio, num raio de influência que caberia ao Comitê de Bacia definir, através de observações, estudos e discussões no fórum de debates democrático que, em essência, é o seu papel, e que pode variar de local para local, dependendo das particularidades de cada região.

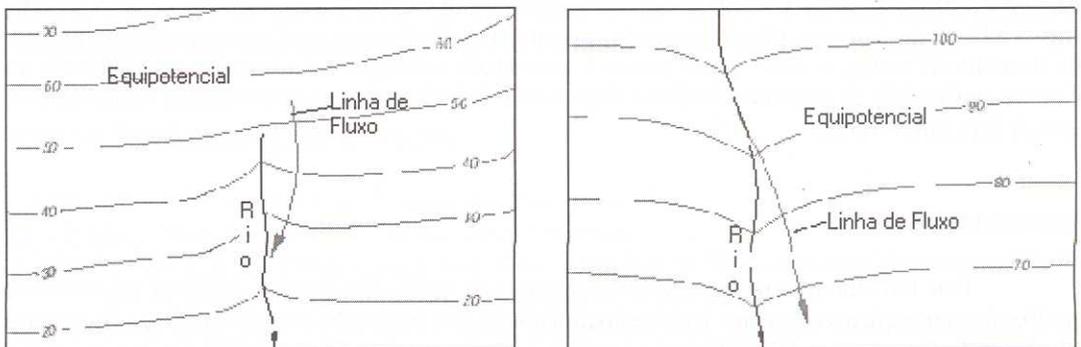


Figura 4 - Equipotenciais das Situações de Rio Influyente e Efluente.
(Adaptado de [15])

EXEMPLO 3

Rios influentes podem estar conectados ao sistema de fluxo subterrâneo através de uma zona saturada contínua, como na Figura 3.b, ou desconectados, como na Figura 5, por uma zona não saturada. Esta situação é um tanto o quanto instável, pois novamente depende de muitos fatores e é sensível à variação de algum deles. Por exemplo, a altura do lençol freático pode responder rapidamente a uma precipitação subindo de nível até se interligar ao rio, o que mudaria momentaneamente a configuração de rio desconectado para conectado. De qualquer modo, uma característica importante do ponto de vista de gestão é que, uma vez comprovado que o rio não está conectado ao sistema aquífero, mesmo sendo durante um período de tempo, isto é, haveria uma característica de sazonalidade na interconexão direta de rio e aquífero, a extração de água do aquífero raso próximo ao rio desconectado do sistema aquífero não afetaria o fluxo do rio. Portanto, poder comprovar que o rio está desconectado do sistema aquífero torna-se tão importante quanto o estabelecimento da ligação da água extraída de um poço à água do rio, pois a retirada da água do rio desconectado (Figura 5) pode afetar usuários da água do aquífero, mas a extração do aquífero não influencia usuários da água superficial nesta bacia. Imaginemos, por outro lado, que, na Figura 5,

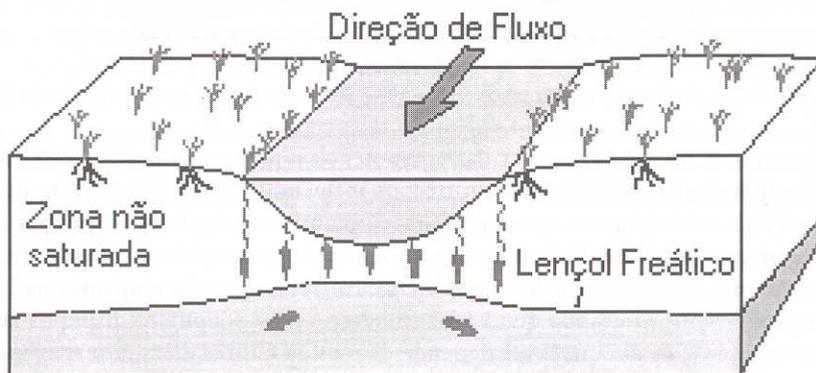


Figura 5 - Rio Desconectado do Sistema de Fluxo Subterrâneo.(Adaptado de [15])

a extração de água afetasse níveis do lençol em uma outra bacia adjacente, ou mesmo níveis de um rio nesta outra bacia, caso o aquífero esteja conectado a ele. Torna-se necessário, neste caso, o estabelecimento de limites a esta extração e/ou cobrança pela água indisponibilizada no curso d'água, e medidas preventivas com relação ao rebaixamento excessivo do lençol na bacia contígua. No caso da opção pela cobrança, o recurso gerado sobre a captação da água do aquífero, neste caso, deveria ir para a bacia de descarga, não importando, a dominialidade dos corpos d'água envolvidos, pois, se de domínio da união, a ANA pode passar à autoridade outorgante do Estado ou Estados e ao Comitê ou Comitês de bacia envolvidos a responsabilidade de avaliação da situação e cobrança pelo uso da água subterrânea.

CONCLUSÕES

Este trabalho procurou traçar um panorama da gestão dos recursos hídricos subterrâneos no Brasil, contemplando aspectos legais e institucionais, que viabilizam a implementação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, cujo marco jurídico foi a promulgação da Lei 9.433/97 e cuja execução está a cargo da Agência Nacional de Águas, criada por sua vez pela Lei 9.984/00, e apontar estratégias de gerenciamento eficazes, que vêm sendo discutidas em Congressos e encontros técnicos e sendo objeto de estudo na elaboração de artigos e teses.

Há diversos artigos publicados [3], [17] que fazem críticas à condução do processo de gestão, afirmando que as águas subterrâneas não são devidamente contempladas na Lei de Recursos Hídricos, e são unânimes principalmente quanto à falta de estudos hidrogeológicos que subsidiem decisões com relação à outorga de uso da água subterrânea, por exemplo.

Outra queixa frequente é a falta de um banco de dados completo e acessível aos órgãos gestores e ao público em geral.

O SIAGAS já tenta preencher esta lacuna, e, ainda que cadastrar todos os poços em atividade ou em construção seja um objetivo ainda distante de ser atingido, já é um ponto de partida para o processo.

A constatação de que as províncias hidrogeológicas, bacias de drenagem da água subterrânea, não coincidem com as bacias hidrográficas nem com as fronteiras dos Estados, que são os responsáveis pela água subjacente ao seu território (a menos da Emenda Constitucional 43/00), se torna uma crítica, principalmente com relação à aplicação dos instrumentos de gestão e ao almejo de uma gestão compartilhada - recursos hídricos superficiais + subterrâneos - [16], [17], ou um desafio à gestão integrada, já que a bacia hidrográfica é a unidade territorial de gestão dos Recursos Hídricos, fazendo surgir idéias de associação da região hidrográfica e províncias hidrogeológicas [18].

Com relação à carência de estudos hidrogeológicos, Rebouças [9], [19] afirma a necessidade da evolução desses estudos para a compreensão dos sistemas de fluxo e as funções desempenhadas pelos aquíferos.

Nesse sentido, modelos de simulação de fluxo podem dar uma resposta satisfatória para fins de gestão. Eles podem prever desde taxas máximas de bombeamento de poços, rebaixamento do lençol freático, etc., até a quantificação da contribuição do aquífero para o rio, ou o contrário, como a extração de água do aquífero altera o padrão de fluxo, e essas informações podem servir de base para a utilização dos mecanismos de gestão, notadamente a outorga e a cobrança.

Segundo relatórios do U.S. Geological Survey [14], [20], a sustentabilidade da utilização da água subterrânea para os mais variados fins depende não só do conhecimento dos processos subsuperficiais como o conhecimento também da interação entre a água subterrânea e superfície e a água superficial. Como a água subterrânea em muitos casos, particularmente no Brasil, mantém o fluxo dos rios em épocas de estiagem, o que ocorre é que usuários da água subterrânea e da água dos rios competem essencialmente pelo mesmo recurso. O reconhecimento dessa situação faz com que cresça a importância de se gerenciar água superficial e água subterrânea como um só recurso. A natureza e o grau de conexão entre aquíferos e corpos d'água superficiais podem variar enormemente de local para local, o que fortalece o planejamento localizado, isto é, há a necessidade de estudos regionalizados, embora os mecanismos de gestão devam ser padronizados.

A água subterrânea é um recurso estratégico para o país, não apenas pela sua utilização já bastante disseminada para consumo residencial e industrial, mas por seu papel no ciclo hidrológico. Um melhor entendimento dos sistemas de águas subterrâneas em escala local e regional é necessário para se guiar as ações necessárias ao processo de Gerenciamento dos Recursos Hídricos, para a garantia de sustentabilidade dos aquíferos e manutenção das vazões de base dos rios a eles interligados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] BRASIL, 1997. Lei 9433/97. Câmara dos Deputados.
- [2] BRASIL, 2000. Lei 9984/00. Câmara dos Deputados.
- [3] REBOUÇAS, A. C., 2002. *A Inserção da Água Subterrânea no Sistema Nacional de Gerenciamento*. In: Revista Brasileira de Recursos Hídricos, vol. 7, n° 4, pp. 39-50.
- [4] FINOTTI, A. R., CAICEDO, N. O. L. & RODRIGUEZ, M. T. R., 2001. *Contaminações Subterrâneas com Combustíveis Derivados de Petróleo: Toxicidade e a Legislação Brasileira*. In: Revista Brasileira de Recursos Hídricos, vol. 6, n° 2, pp. 29-46.
- [5] MMA/SRH, 2001. *Programa de Águas Subterrâneas*. 21 p.

- [6] CAPUCCI, E.; MARTINS, A. M.; MANSUR, K. L., et al, 2001. *Poços Tubulares e Outras Captações de Águas Subterrâneas – Orientação aos Usuários*. DRM-RJ, Projeto PLANÁGUA-SEMADS/GTZ de Cooperação Técnica Brasil-Alemanha.
- [7] ANA, 2002. *A Evolução da Gestão de Recursos Hídricos no Brasil*. 64 p.
- [8] REBOUÇAS, A. C., 2002-C. *Aspectos Relevantes do Problema da Água*. In: *Águas Doces do Brasil: Capital Ecológico, Uso e Conservação*. São Paulo: Escrituras, cap. 22, p. 687-703.
- [9] REBOUÇAS, A. C., 2002-A. *A Dominialidade das Águas Subterrâneas*. In: *Boletim Informativo da Associação Brasileira de Águas Subterrâneas*, nº 132.
- [10] BRASIL, 2001. Resolução 15/01. CNRH/MMA.
- [11] BRASIL, 1986. Resolução 20/86. CONAMA/MMA.
- [12] CPRM, 2000. *Projeto Rio de Janeiro*. Disponível no site www.cprm.gov.br.
- [13] MMA/SRH, 2003. www.mma.gov.br.
- [14] USGS, 1998. *Strategic Directions for the U.S. Geological Survey Ground-Water Resources Program: A Report to Congress*. November 30, 14 p.
- [15] USGS, 1998-A. *Ground Water and Surface Water: A Single Resource*. Circular 1139, Denver, Colorado, 79 p.
- [16] FREIRE, C. C., 2002. *Outorga e Cobrança: Instrumentos de Gestão Aplicados à Água Subterrânea*. XII Congresso da Associação Brasileira de Águas Subterrâneas, Florianópolis, SC, 10-13 Setembro.
- [17] HAGER, F. P. V. et al, 2002. *A Problemática da Gestão das Águas Subterrâneas no Brasil e sua Inserção na Política Nacional de Recursos Hídricos*. XII Congresso da Associação Brasileira de Águas Subterrâneas, Florianópolis, SC, 10-13 Setembro.
- [18] ZOBY, J. L. G e MATOS, B., 2002. *Águas Subterrâneas no Brasil e sua Inserção na Política Nacional de Recursos Hídricos*. XII Congresso da Associação Brasileira de Águas Subterrâneas, Florianópolis, SC, 10-13 Setembro.
- [19] REBOUÇAS, A. C., 2002-B. *A Política Nacional de Recursos Hídricos e as Águas Subterrâneas*. In: *Revista da Associação Brasileira de Águas Subterrâneas*, nº 16, pp. 83-95.
- [20] USGS, 1999. *Sustainability of Ground-Water Resources*. Circular 1186, Denver, Colorado, 79 p.