

CAPÍTULO 1

A ÁGUA NO BRASIL, OS INSTRUMENTOS DE GESTÃO E O SETOR MINERAL

*Paulo Canedo de Magalhães**

1. ÁGUA: O OURO AZUL DO SÉCULO XXI

Os rios e lagos sempre desempenharam papel fundamental no desenrolar da vida dos povos. A procura por terras em climas mais úmidos sempre guiou os passos do homem. A lenda chinesa do arqueiro Hou Yi, que salvou o reino do imperador Yao dos dez sóis que produziam secas nas colheitas e espalhavam fome, ou a saga migratória dos antigos povos da mesopotâmia, que dirigiram-se das terras secas do sul para os vales férteis do norte, são exemplos da importância da água, ou da falta dela, na vida e costumes dos povos.

A carência desse recurso mineral sempre foi uma ameaça ao bem-estar do ser humano e dos ecossistemas vivos. Quando o homem começou a se organizar em cidades, elas eram construídas, preferencialmente, nas proximidades dos corpos d'água. Quando essa riqueza natural foi disputada por dois povos, guerras foram travadas pelo seu controle. Quando a sua escassez se fez sentir, restrições sociais foram estabelecidas.

Depois da segunda grande guerra, povos que sempre viveram em regiões de certa abundância hídrica começaram a sofrer as dificuldades econômicas e sociais decorrentes da carência da água. Novos valores culturais começaram a surgir gradativamente nos vários cantos do mundo, até que, em meados dos anos 70, os já crônicos problemas de escassez de água forçaram as autoridades mundiais a incluir os recursos hídricos no rol de suas preocupações estratégicas. Tornou-se imperativa a necessidade de uma forte mudança de comportamento para com esse bem natural. Atualmente, mais de 1 bilhão de pessoas sofrem pela falta de acesso à água potável e quase 2,5 bilhões pela falta de saneamento.

Em diversos países, a água ganha o status de um setor da administração pública, da economia e da organização social. Os governos decidem desenvolver ações quanto ao seu planejamento e gestão, consolidando o conceito de sustentabilidade.

No fechar do século XX, em 1992, após vários encontros mundiais preparatórios, a maioria dos países decide por um grande pacto mundial para o chamado "gerenciamento sustentável" do meio ambiente e, particularmente, da água.

* Professor da COPPE/UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Nos cinco últimos anos do século XX, a retirada de água anual cresceu 650 milhões de metros cúbicos, sendo que está na Ásia cerca de 57% das retiradas de água do mundo. Tal crescimento é absolutamente insustentável e, para o futuro, espera-se que a captação anual de água no planeta não ultrapasse a casa de 10% por década.

O século XXI nasce colocando a água no centro do jogo pela vida do homem no planeta. Definitivamente, o mundo terá que assistir ao fim de uma era de desperdício e mau uso hídrico, que deixou um rastro de poluição e um passivo ambiental sem precedentes. O século XXI terá que ser o século da segurança alimentar, do acesso físico, social e econômico a uma alimentação suficiente.

Atualmente, o mundo parece estar vivendo uma era de transição. Lentamente cessa o período em que os bens naturais são impunemente degradados sob os olhos das autoridades constituídas. Engatinha uma nova era, talvez ainda um tanto utópica, em que a vida humana concilia-se mais amigavelmente com a natureza. O mundo vive um período de transição em que se procura aprender como gerir adequadamente a pouca água doce limpa que nos sobra, e buscam-se maneiras de conseguir pagar, ainda que parcialmente, pelos passivos ambientais com os recursos financeiros disponíveis.

A água entra, também, no fenômeno da globalização, e a escassez deste recurso cruza fronteiras. O comércio internacional de grãos assume uma das formas eficientes para os países com déficit hídrico importarem água; 1.000 toneladas de água podem ser adquiridas através da importação de 1 tonelada de grãos, mas, para tanto, são necessários recursos financeiros nem sempre facilmente disponíveis em todos os países.

As diferenças registradas entre os países desenvolvidos e aqueles em desenvolvimento chocam e evidenciam que há uma persistente relação entre a crise mundial dos recursos hídricos e as desigualdades sociais dos povos. Regiões já empobrecidas vêem seus problemas agravados com a falta d'água ainda não poluída. Em algumas regiões de maior criticidade hídrica, há povos que têm que conviver com 200 vezes menos água do que o povo brasileiro, e a previsão para o futuro é de que o acréscimo populacional (de 3 bilhões de pessoas) até 2050, ocorra, particularmente, nas macro regiões do planeta, onde a água já é mais escassa.

Vivemos num mundo em que, cada vez mais, o bom uso da água e o desenvolvimento econômico e social estão indissociáveis. Apesar do despertar para a questão hídrica mundial e de uma leve melhoria no trato da água dos últimos 50 anos não permitiu ao mundo ver afastada a hipótese de um dramático legado às gerações por vir. De todos os ecossistemas estudados por 95 países, 2/3 ainda sofrem as conseqüências da forte degradação passada.

A gestão dos recursos hídricos é uma ferramenta administrativa, típica do século XXI, a ser aplicada pelos países com abundância ou escassez deste mineral. Àqueles com baixa disponibilidade hídrica por habitante não restará outra alternativa a não ser um extremo

cuidado com o uso eficaz de suas águas. Caso contrário, terão que pagar pela imprevisão com a fome de seu povo.

Há poucos anos atrás, depois de dois anos de baixa colheita mundial de grãos, os estoques reguladores mundiais chegaram a níveis alarmantes. Parte desta baixa nos estoques é explicada pela falta de investimentos, gerada pelos baixos preços anteriores dos grãos. No entanto, deve-se também às secas prolongadas nas regiões férteis e às águas subterrâneas exauridas.

As leis de mercado podem corrigir os estrangulamentos de estoques de grãos. É razoável esperar que a falta de grãos estimule um aumento de produção, ao mesmo tempo em que inibe uma parte do consumo. Isto é, aumenta-se a produção, diminui-se o consumo e reequilibram-se os estoques reguladores de grãos. No entanto, o que poderão fazer as leis de mercado para corrigir as secas prolongadas e as águas subterrâneas exauridas?

Quando a seca é climatológica, seus efeitos cessam com a chegada das chuvas, e a produção de alimentos se recupera rapidamente. No entanto, quando a seca advém da exaustão dos aquíferos ou do uso abusivo das águas superficiais, seus efeitos permanecem pressionando os estoques reguladores por muito tempo. Essa longa pressão sobre os estoques de alimento acaba se internacionalizando sobre os estoques reguladores dos países produtores, espalhando o problema por todo o mundo consumidor.

Estima-se que cerca de 8% dos 6,5 bilhões de habitantes da Terra estão sendo alimentados com grãos produzidos de forma não-sustentada, o que promove uma considerável pressão sobre os recursos hídricos disponíveis. Se isto perdurar, o mundo corre o risco de o déficit hídrico crescer de forma descontrolada, gerando insegurança alimentar para vários povos.

Aos países com abundância hídrica por habitante caberá o promissor mercado internacional de alimentos. A disputa desse lucrativo negócio põe a água como o ouro azul do século XXI.

Mas não é só na exportação de alimentos que os países ricos em água apresentam vantagem comparativa em relação aos demais. O padrão de conforto da vida moderna ocidental amplia a demanda pela água, e a lógica de urbanização faz com que uma família, ao ascender socialmente, aumente seu consumo em função de suas novas necessidades de alimentação e lazer. A vida nas cidades modernas gera maior demanda de água, e a pressão maior recai sobre o setor de produção de alimentos irrigados.

Os países com pouca água acabam vivendo o drama do "cobertor curto". Se priorizam suas águas para a produção de alimentos, diminuem suas atividades industriais e perdem competitividade. Se não priorizam a produção de alimentos, ficam dependentes de alimentos importados e perdem divisas. Vale observar que, sob o ponto de vista financeiro imediato, o setor industrial costuma converter a água em uma maior riqueza do

que o setor agrícola. Como um indicador genérico, sabe-se que 1m³ de água destinado à indústria pode gerar quase 40 vezes mais riqueza do que se destinado à agricultura.

O déficit hídrico mundial cresce a cada ano, tornando-se cada vez mais difícil sua administração, isto é, deste século em diante, enquanto houver pressão mundial sobre a água, os países desenvolvidos e com abundância de água têm grandes possibilidades de conservar e ampliar sua hegemonia sobre os demais. Os países pobres e com disponibilidade hídrica precária terão sérias dificuldades a vencer.

Cresce a idéia de que as guerras do futuro envolverão a disputa pela água. Uma guerra não necessariamente bélica, mas uma guerra travada nos mercados internacionais e, principalmente, no mercado de alimentos.

A água, que sempre desempenhou importante papel no desenvolvimento econômico especial de uma região, seguirá sendo o elemento estruturante do desenvolvimento sustentável e da inclusão social. Poderá desempenhar, doravante, o mesmo papel que o ouro e o petróleo desempenharam na história das civilizações. Vivemos a época do ouro amarelo, do ouro negro e, agora, do ouro azul.

2. A ÁGUA NO BRASIL

O Brasil é um país riquíssimo em água, possuindo algo em torno de 13,7% de toda água doce do mundo. Suas reservas são verdadeiramente continentais, o que dá ao Brasil uma significativa vantagem comparativa em relação aos demais países do mundo.

Tabela 1 – Disponibilidade de água nas regiões do Planeta

Regiões	Disponibilidade Anual	
	Trilhão m ³	m ³ /hab
PLANETA TERRA	42,0	6.400
África	4,2	5.150
América do Norte	5,4	17.450
América Central	1,1	8.050
América do Sul	10,1	30.350
Ásia	13,2	3.650
Europa	6,3	8.550
Oceania	1,7	54.800
BRASIL	5,76	30.400

Fonte: ANA, março/2002.

Seu clima úmido propicia uma das mais densas redes hidrográficas do planeta, com rios de grande volume e poucos lagos. O regime dos nossos rios segue a tendência do He-

misfério Sul, onde os meses de muita água são janeiro e fevereiro. A região litorânea do Nordeste, onde as chuvas maiores caem em junho e julho é exceção.

Nossos rios são majoritariamente perenes, correndo água por todos os dias do ano, com exceção de uns poucos localizados no sertão nordestino, que secam em alguns meses do ano.


Nossas águas subterrâneas são cerca de 100 vezes mais abundantes que as superficiais, mas encontram-se armazenadas na matriz porosa dos solos ou nas fissuras das rochas, o que dificulta sua utilização. O Brasil divide com o Paraguai, Uruguai e Argentina um dos maiores aquíferos transnacionais do mundo: o Aquífero Guarani.

Nem todos os aquíferos brasileiros possuem características hidrodinâmicas que possibilitam a extração econômica de água subterrânea. No entanto, algumas cidades precisam fazer uso intenso dos aquíferos para suprir suas necessidades, como por exemplo: Ribeirão Preto/SP, Maceió/AL, Mossoró e Natal/RN. Além disso, a água de poço é também utilizada por propriedades rurais, industriais e comerciais.

Em decorrência da natureza de nosso relevo, predominam no Brasil bacias de rios de planalto, que apresentam em seu leito rupturas de declive, vales encaixados, entre outras características, que lhes conferem um alto potencial para a geração de energia elétrica, 84% da geração, mas um pequeno potencial de navegabilidade natural. Entre as nossas grandes bacias, apenas a dos rios Amazonas e Paraguai são predominantemente de planície e largamente utilizadas para a navegação. Entre os rios de planalto, destacam-se o rio Paraná e, principalmente, o rio São Francisco.

As doze principais bacias hidrográficas, mostradas no mapa abaixo, são:

Bacia	% Area	% População	% Disponibilidade
1 Amazônica	45,0	4,5	70,0
2 Tocantins-Araguaia	11,3	4,7	9,6
3 Atlântico Nordeste Occidental	3,0	2,8	1,6
4 Parnaíba	3,9	2,1	0,5
5 Atlântico Nordeste Oriental	3,4	12,7	0,5
6 São Francisco	8,0	8,0	2,0
7 Atlântico Leste	4,4	8,0	1,0
8 Paraguai	4,0	1,0	1,0
9 Paraná	10,3	32,0	6,5
10 Atlântico Sudeste	2,7	15,1	2,1
11 Atlântico Sul	2,0	6,8	2,6
12 Uruguai	2,0	2,3	2,6
	100	100	100



Fonte: ANA, março/2002.

- Bacia Amazônica: a bacia Amazônica é a maior do mundo, e seu rio principal apresenta larguras superiores a 10km, com as maiores vazões conhecidas. 15% dos deságües totais do mundo ocorrem concentradamente na foz do rio Amazonas. Tal volume de água é resultado do clima tropical úmido característico da bacia que alimenta a maior floresta tropical do mundo.

Sob o nome de Vilcanota, o curso principal nasce no Peru, entra no solo brasileiro sob o nome de Solimões e desce até encontrar o rio Negro, próximo a Manaus, quando então recebe o nome de Amazonas. Entre os afluentes do curso principal destacam-se os rios Negro, Trombetas, Jarí, Madeira, Xingu e Tapajós. Com seus quase 25.000 km navegáveis, a bacia Amazônica poderá viabilizar importantes projetos de integração na América do Sul.

- Bacia do Tocantins: a bacia do Araguaia/Tocantins é a maior bacia hidrográfica inteiramente brasileira. O rio principal nasce ao norte de Brasília, com o nome de rio Maranhão, e recebe o nome de Tocantins na junção com o rio Paraná.
- No nordeste de Mato Grosso, o rio Araguaia divide-se em dois braços – Araguaia e Javaés – por aproximadamente 320 km, formando assim a ilha de Bananal, a maior ilha fluvial do mundo. Pouco antes de chegar a Marabá, em São João do Araguaia, os rios Araguaia e Tocantins se juntam e descem sob o nome de Tocantins para desaguar na baía de Marapatá, perto de Belém.
- Bacia do Atlântico Nordeste Ocidental: a bacia nordeste ocidental, onde se localizam os rios Gurupi, Itapicuru, Mearim, Munim e Pericumã, ocupa cerca de 3% do território brasileiro. A região é predominantemente ocupada com biomas da Amazônia e de Cerrado e é habitada por menos de cinco milhões de brasileiros.
- Bacia do Parnaíba: por ser uma das maiores do Nordeste, tem um importante papel socioeconômico. Seu rio principal nasce na Chapada das Mangabeiras e desce 700 metros de altitude, nos seus 1400 km de percurso, para desembocar no Atlântico, num amplo e recortado delta, com três braços de rio.
- Com alguma similaridade com a bacia do São Francisco, o rio Parnaíba recebe, pela margem esquerda, afluentes perenes. Pela margem direita, predominam os tributários intermitentes oriundos do sertão semi-árido. No início do ano, na época das cheias, suas águas transbordam, inundando as várzeas e possibilitando a alimentação de lagoas ao longo de seu curso.
- Bacia do Atlântico Nordeste Oriental: ocupa cerca de 3,4% do território nacional onde habitam pouco mais de 20 milhões de pessoas. Os principais rios da região são Capibaribe, Jaguaribe, Mundáu, Piranhas-Açu, Paraíba e Uma.
- Bacia do São Francisco: a bacia do São Francisco é, sem dúvida, a mais importante bacia brasileira sob o ponto de vista político-social. Conhecida como a bacia da integração nacional, seu rio principal recebeu o carinhoso apelido de Velho Chico. Correndo

pelo planalto central e trazendo água do sudeste úmido mineiro para uma região basicamente semi-árida, ele une regiões com climas completamente distintos e com estágios de desenvolvimento diversos.

- Bacia do Atlântico Leste: abriga mais de 13 milhões de pessoas e apresenta algum vestígio de Mata Atlântica, alguma área de caatinga e cerrado. Possui diversos cursos de água com importância regional. Entre eles, podemos citar os rios Pardo, Jequitinhonha, Vaza-Barris, Itapicuru e Paraguaçu.
- Bacia do Paraguai: abrange a maior área úmida continental do mundo: o Pantanal, região esta que foi considerada Patrimônio Nacional pela Constituição de 1988 e Reserva da Biosfera, pela Unesco, em 2000. O sinuoso rio Paraguai nasce na Chapada dos Parecis, em Mato Grosso, e, ao longo de seu curso, recebe vários afluentes pela margem esquerda, destacando-se os rios Cuiabá, Taquari e Negro. Ao desaguar no rio Paraná, na fronteira entre Argentina e Paraguai, o rio principal percorreu cerca de 1600 km de solo brasileiro. Atualmente, a expansão da pecuária e da soja tem aumentado o desmatamento e a erosão, gerando consequências ambientais à região do Pantanal. A navegação comercial ocorre principalmente entre Corumbá e Porto Murtinho.
- Bacia do Paraná: com 10,3% da área do país, responde por boa parte da produção de energia hidrelétrica do Brasil. Seu rio principal vem da junção dos rios Paranaíba e Grande, na divisa dos estados de Minas Gerais, Mato Grosso do Sul e São Paulo. Os trechos navegáveis são suficientemente extensos para torná-la um fundamental elo de integração econômica de importantes regiões brasileiras. Os afluentes mais conhecidos são os rios Tietê, Paranapanema, Iguaçu, Verde e Pardo.
- Bacia do Atlântico Sudeste: com mais de 25 milhões de habitantes, reúne importantes rios como São Mateus, Ribeira do Iguape, Doce e Paraíba do Sul. Um destaque especial deve ser dado a este último rio, localizado nos três estados de maior significado econômico do país: Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo. Ele possui em seu curso diversos aproveitamentos hidrelétricos, importantes cidades ribeirinhas, grandes indústrias e a maior transposição de bacia do Brasil, que garante o abastecimento de água do Grande Rio - RJ. Essa antiga e significativa retirada de água do Paraíba do Sul para o rio Guandu faz com que possamos considerar que o rio Paraíba do Sul tenha dois distintos deságües ao mar; um ao norte fluminense e o outro na Baía de Sepetiba. O rio Paraíba do Sul é bastante importante por ter sido a primeira bacia hidrográfica de domínio federal, em que foram implantados todos os instrumentos de Gestão Hídrica, constituindo-se num paradigma para a implantação da Política Nacional de Recursos Hídricos.
- Bacia Atlântico Sul: é composta por vários rios de importância regional como os rios Itajaí, Jacuí, Guaíba, Capivari e Camaquã. Tais rios participam do desenvolvimento local com

transporte hidroviário, abastecimento de água e geração de energia elétrica, numa área com mais de 11 milhões de habitantes.

- Bacia do Uruguai: localiza-se em uma importante região do sul brasileiro. Seu rio principal é formado com a junção dos rios Canoas e Pelotas, entre Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Serve de fronteira entre a Argentina e o Brasil, até receber o afluente Quaraí que limita o Brasil com o Uruguai. Daí por diante, o rio Uruguai corre 500km por terras argentinas e uruguaias, até desaguar no rio da Prata.

A grandiosidade dos recursos hídricos brasileiros é bem representada pelas quatro grandes unidades hidrográficas acima citadas: Amazonas, Tocantins, Paraná e São Francisco. São três quartos do território, abrigando a metade da população e onde estão concentrados quase 90% da água do país.

Apesar de toda essa quantidade de água doce, o Brasil vive dois sérios problemas com suas águas. O primeiro refere-se à degradação da qualidade das nossas águas, principalmente nas proximidades das áreas urbanas. O segundo problema reside no melhor controle do excesso e da falta de água que atingem várias localidades brasileiras. Atualmente não são somente as enchentes que atingem várias cidades brasileiras. A escassez hídrica também impõe sérias restrições e elevados custos ao desenvolvimento econômico e social de muitas grandes cidades brasileiras. Ainda dentro do problema relativo à escassez hídrica, destacam-se as secas periódicas do semi-árido setentrional, que afligem os habitantes locais desde as épocas pré-cabralinas. De lá para cá, gerações se passaram, mas o secular problema das secas nordestinas ainda persiste, desafiando o século XXI.

3. A GESTÃO DAS ÁGUAS NO BRASIL

O Brasil vem tentando avançar na estruturação de um arcabouço legal e de um pacote de políticas públicas que busquem paulatinamente consolidar uma forma de valorização de seus recursos hídricos.

Em janeiro de 1997, o governo federal estabeleceu a nova política de gestão de recursos hídricos, aprovando a Lei no 9.433/97, que consolidou a valoração e valorização da água no setor produtivo brasileiro.

Os instrumentos para a efetivação da gestão das águas foram assim definidos:

- Plano Diretor da bacia e alocação das águas entre os grandes setores usuários.
- Outorga de direito de uso das águas.
- Enquadramento dos corpos de água.
- Fiscalização e monitoramento/ sistemas de informações dos recursos hídricos.
- Cobrança pelo uso da água.

Para coordenar a implantação do sistema nacional de recursos hídricos, o Governo Federal criou, em julho de 2000, a Agência Nacional de Águas – ANA, o Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH e iniciou a criação dos comitês de bacia de rios federais. Estrutura similar deverá funcionar em cada estado da União para a gestão das águas das bacias de rios de domínio estadual.

A história da gestão das águas no Brasil começou na bacia do rio Paraíba do Sul e vai se alastrando vagarosa, mas continuamente por outras bacias. Os trabalhos da sociedade organizada, dos diversos setores de usuários, dos Comitês e suas respectivas Agências já começam a dar inequívocos e importantes frutos.

O desafio desta tarefa é verdadeiramente enorme. O país é continental; os passivos ambientais são gigantescos; a máquina pública é ineficiente; faltam recursos humanos; e muito escassos são os recursos financeiros realmente disponibilizados. No entanto, as potenciais riquezas naturais do país estimulam o enfrentamento desses obstáculos.

A ainda curta experiência brasileira na gestão das águas já foi suficiente para mostrar uma importante falha nos procedimentos hoje utilizados. É necessário que sejam respeitadas as interdependências existentes entre os instrumentos de gestão da Lei nº 9.433/97. Para tanto, é importante que todos os instrumentos legais sejam planejados concomitantemente, muito embora eles possam ser implantados, um a cada tempo, de forma independente.

3.1 A Interdependência dos Instrumentos de Gestão das Águas

Particularmente em bacias onde já se inicia a escassez hídrica, todos os instrumentos devem ser planejados em conjunto, iniciando essas considerações já nos cálculos da disponibilidade hídrica e das vazões características. Por exemplo, os conceitos de disponibilidade hídrica, restrições ambientais e operativas são conceitos associados a uma variável aleatória com sazonalidade. Assim, a disponibilidade hídrica deveria ser expressa como uma vazão natural com certa permanência no tempo, ficando a sua representação restrita a duas grandes famílias de vazão característica, a saber: $Q_{7,10}$ e Q_{95} . No entanto, a disponibilidade hídrica em meses do período chuvoso costuma ser maior do que as do período seco, e a vazão característica $Q_{7,10}$ apresenta dificuldade em representar essa sazonalidade, o que restringe cada vez mais a sua utilização para efeito de alocação, outorga e cobrança.

Uma outra vazão característica importante é aquela ligada à manutenção da biota aquática de todos os rios da bacia. Uma vez que devam existir, para cada trecho de rio, restrições ambientais e/ou hidráulicas, há que se preservar sempre a existência de uma certa vazão de restrição, Q_{rest} , para satisfazer as referidas exigências. Assim sendo, não se pode alocar vazões maiores do que aquela expressa pela diferença entre Q_{95} e Q_{rest} .

3.1.1 Alocação

A alocação de água na bacia é um instrumento de responsabilidade central do Comitê de Bacia, e sua quantificação faz parte do processo de solução dos conflitos pela água na bacia, uma vez que a alocação de água é o primeiro grande pacto de repartição de água na bacia hidrográfica, fornecendo diretrizes gerais para a outorga e para a definição de regras operativas de reservatórios. Vale ressaltar que a alocação é feita, em geral, por grandes áreas e por grandes setores usuários, sem considerar diretamente as imediatas demandas individuais de cada usuário, pois tal consideração será abordada pelo instrumento de outorga.

A alocação de água é, irremediavelmente, um processo dinâmico, uma vez que as demandas surgem e se extinguem, crescem e decrescem com o tempo. Portanto, o tempo de validade de uma alocação deve refletir os conflitos potenciais de água que possam ocorrer na região de estudo.

3.1.2 Outorga

Alocadas, para os próximos anos, as águas da bacia, faz-se necessário atender às demandas individuais de cada um dos usuários de água do conjunto de setores usuários da bacia. Isto é, considerando a alocação vigente, é preciso que cada usuário, individualmente, seja oficialmente autorizado a fazer uso da água pretendida.

Tal tarefa será realizada pela outorga, instrumento de responsabilidade central do Poder Público, que, após análise técnica e condicionado pelo instrumento de alocação, autoriza o usuário solicitante a fazer uso de um determinado volume de água do rio, sob as limitações descritas nos Termos da Outorga. No processo de outorga, o Poder Público levará em conta todos os planos de desenvolvimento estadual e as políticas públicas estaduais pertinentes, de modo a fazer do uso da água uma alavanca de progresso econômico e social da região. Nesse sentido, os dois instrumentos discutidos, alocação e outorga, são complementares, guardando entre si grande dependência.

3.1.3 Enquadramento

O instrumento de enquadramento, por sua vez, afeta a alocação e, por conseguinte, a outorga, na medida em que esse instrumento classifica as características qualitativas com que as águas fluviais deverão ser mantidas. O enquadramento de um trecho de cabeceira fluvial em Classe Especial protegerá as águas de lançamento de efluentes. Neste trecho não há a possibilidade de concessão de outorgas. Por outro lado, o enquadramento de um trecho de rio como Classe 1 implica um menor volume de água para alocar aos diversos setores usuários desse trecho, e conseqüentemente, haverá menor atividade econômica na região. Além disso, um enquadramento mais restritivo também poderá interferir no instrumento de cobrança, majorando os valores a serem cobrados dos usuários.

Nesse sentido, os instrumentos de alocação, outorga, enquadramento e cobrança guardam entre si uma importante interdependência.

3.1.4 Fiscalização e monitoramento

Vale ressaltar que a fiscalização e o monitoramento também devem merecer atenção desde o momento em que se iniciam os estudos dos três instrumentos antes mencionados, mesmo que sejam implantados em tempos distintos. Por exemplo, por melhor que possa parecer ser um determinado critério de cobrança, não é operacionalmente aconselhável que se adote tal critério se ele exigir respostas e resultados que o monitoramento tenha dificuldade de fornecer, ou que a fiscalização tenha dificuldade de controlar.

3.1.5 Cobrança

Finalmente, vale ressaltar o fato de que, no instrumento da cobrança, estão intrinsecamente sintetizados os efeitos dos outros instrumentos. A cobrança pelo uso da água só será implementada após longa etapa de negociação com os usuários dentro do comitê. Nesse período de efetiva participação social, são esperadas complexas discussões. Portanto, caso os instrumentos tenham sido implantados sem o devido balizamento técnico ou sem a devida participação social, é de se esperar difícil operacionalidade ou, até mesmo, impasses.

Assim sendo, não se aperceber detalhadamente das interdependências que existem entre todos os instrumentos de gestão das águas, não qualificar tais interdependências e não quantificá-las corretamente poderá tornar a gestão dos recursos hídricos um processo com sérias dificuldades operacionais.

É muito mais eficiente e eficaz maximizar toda a performance do conjunto do que procurar a maximização da performance isolada de cada um dos componentes.

3.2 Uma proposta de metodologia de enquadramento

O enquadramento dos corpos de água em classes de qualidade tem por objetivo assegurar a qualidade requerida para os usos preponderantes, sendo mais restritivos quanto mais nobre for o uso pretendido. Além disso, visa diminuir os custos de combate à poluição com ações preventivas.

O enquadramento dos corpos de água não deve, necessariamente, estar baseado no seu estado atual, mas nos níveis de qualidade que deveriam, e que deverão, possuir para atender às necessidades da comunidade. Isto é, um corpo hídrico que apresente certa deterioração na qualidade de suas águas, pode vislumbrar uma melhora gradativa e atingir uma situação futura adequada, comandada pelos enquadramentos em classes.

Considerando-se os vários cenários de crescimento da região, é de se esperar que a prática da cobrança gere crescimento constante de arrecadação. Além disso, é também de

se esperar que, com o exercício da gestão dos recursos hídricos, novas fontes de financiamento à racionalização do uso da água sejam conseguidas para a bacia. Ou seja, é de se esperar uma crescente capacidade de investimento na bacia, de modo a contrastar com os baixos investimentos previstos para o futuro imediato.

Por outro lado, é também esperado que as primeiras medidas mitigadoras das desconformidades nas águas da bacia tenham uma boa relação custo-efetividade, de tal modo que os custos das primeiras melhorias sejam inferiores aos custos das melhorias subsequentes.

Por tudo isso acima relatado, é muito conveniente que a cobrança seja orientada por metas de qualidade de água que, gradativamente, se aproximam do enquadramento desejado. Assim, para compatibilizar esses cálculos, sugere-se a adoção de uma curva S para representar o avanço anual das metas de enquadramento intermediário, considerando o parâmetro objeto de melhoria. O exemplo mostrado a seguir considera a melhoria da qualidade em relação à Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO, que é indicador da carga orgânica presente no corpo de água.

A Curva de DBO a seguir apresenta três principais trechos:

- O primeiro, nos anos iniciais, com a característica de exigir uma pequena variação do valor do parâmetro enquadrado.
- O segundo trecho apresenta forte exigência de variação.
- No terceiro trecho, dos anos finais, novamente poucas exigências são feitas, pois as melhorias deverão requerer altos investimentos.

Tal fato se mostra adequado, uma vez que no início do processo ainda há poucos recursos financeiros, humanos e pouca experiência disponíveis à gestão hídrica. Nessa ocasião, é de se esperar que pouco seja possível alterar no valor da DBO. Já nos anos seguintes, com novos estudos avançando e com novas fontes de recursos financeiros, será possível exigir fortes avanços na variação da DBO. Finalmente, nos últimos anos, quando as soluções mais impactantes já tiverem sido implementadas, restarão as soluções de pior relação custo-efetividade; isto é, restarão soluções dispendiosas que limitarão as melhorias na DBO.

A proposta abaixo pode ser aplicada a qualquer outro parâmetro de enquadramento, além da DBO, com a função assumindo automaticamente a curvatura crescente ou decrescente, que lhe for pertinente.

Outrossim, vários trechos do rio podem já estar com mais usuários do que deveria, o que é o caso de muitos rios brasileiros próximos dos grandes centros urbanos. Uma vez que os usuários existentes não podem ser impedidos de permanecerem ativos, há que se encontrar uma solução de compromisso. O mesmo se dá quando a bacia está muito próxima de seu limite e o governo não pode, de repente, estancar completamente o de-

envolvimento e impedir novas outorgas. Nesses casos, a solução de compromisso pode ser encontrada com o uso da Curva S do enquadramento intermediário.

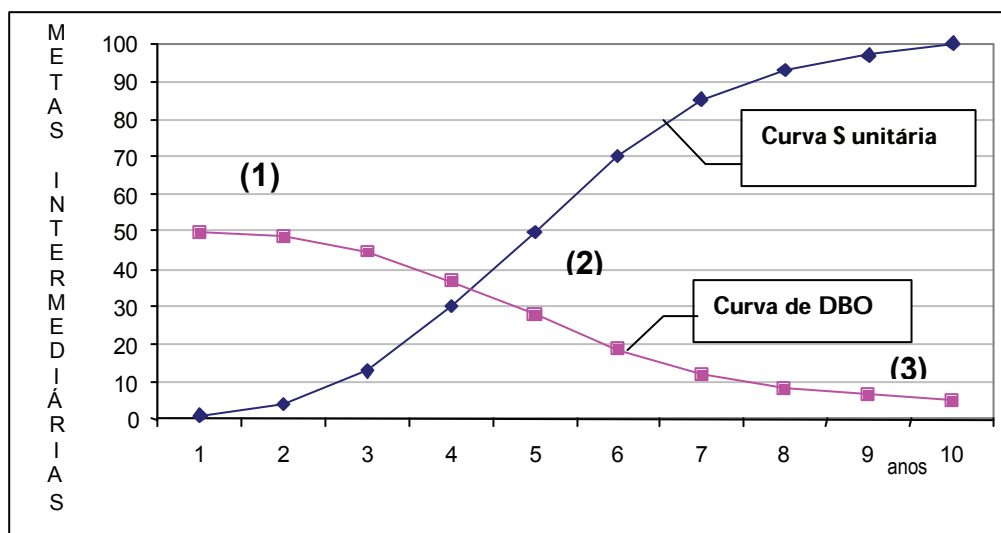


Figura 1 - Curva das metas intermediárias de enquadramento ao longo dos anos

3.3 O incentivo ao reúso de água na gestão das águas

Muito embora o reúso de água ou o uso de água residuária não seja exatamente um conceito novo, o avanço científico-tecnológico tem alargado bastante a sua prática no setor industrial.

Os instrumentos de gestão devem contemplar o reúso de água como parte de uma atividade mais abrangente. O reúso de água é o uso racional ou eficiente da água, que compreende também o controle de perdas e desperdícios e a minimização do consumo de água e da produção de efluentes. Nesse sentido, os efluentes tratados têm um papel fundamental no planejamento e na gestão dos recursos hídricos como um substituto para o uso de águas destinadas a fins específicos. Tal substituição é possível em função da qualidade requerida para tal uso específico e deve ser autorizada e controlada pelo poder público, devido ao seu eventual impacto nas questões de saúde pública.

O reúso reduz a demanda sobre os mananciais de água devido à substituição da água potável por uma água de qualidade inferior. Ao liberar as fontes de água de boa qualidade para abastecimento público e outros usos prioritários, o uso de efluentes acrescenta uma nova dimensão econômica ao planejamento dos recursos hídricos.

Além do reúso indireto não-planejado da água, quando esta é descarregada no meio ambiente e novamente utilizada a jusante, em sua forma diluída, de maneira não intencional e pouco controlada, o reúso direto e planejado (ou simplesmente reúso de água)

é uma importante ferramenta de mitigação da escassez hídrica para o setor industrial e agrário.

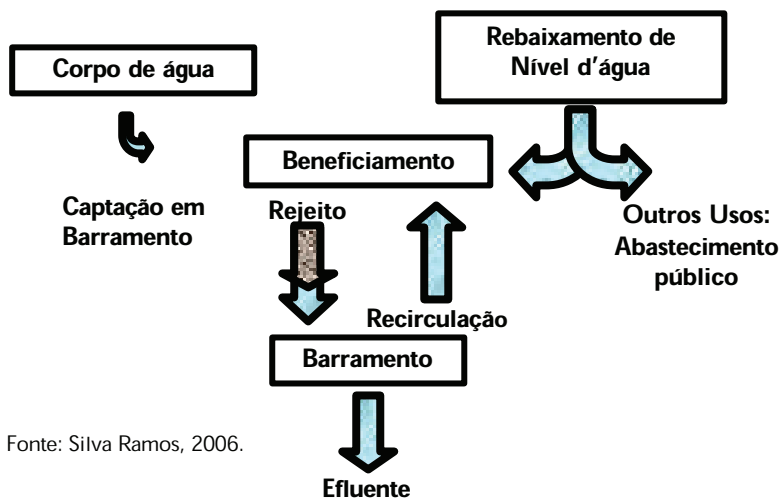
Vale ressaltar que o aumento do preço da água bruta e da água encanada tem justificado o surgimento de um novo mercado de serviços, o fornecimento de água servida, tratada especificamente para o fim a que se destina. Tal mercado tem crescido enormemente entre as indústrias com grande consumo de água.

Atualmente, muito se discute também a conveniência da adoção do reúso das águas pluviais de telhados e pisos impermeáveis para fins específicos.

4. OS RECURSOS HÍDRICOS NA ATIVIDADE MINERAL

A mineração é um motor do desenvolvimento e já foi a atividade pioneira na ocupação do território brasileiro (Maranhão, 2006).

O uso da água na atividade mineral apresenta particularidades que devem ser consideradas na gestão de recursos, nem tanto por seus volumes, mas tendo em vista seus impactos. As diversas formas e etapas de uso da água na atividade mineral podem ser representadas pelo fluxograma geral a seguir (Silva Ramos, 2006).



Fonte: Silva Ramos, 2006.

Figura 2 - Uso da água na atividade mineral

4.1 Particularidades do setor e características das obras hidráulicas usuais

As obras hidráulicas do setor mineral são, em geral, implantadas em cabeceiras de bacias onde há carência de dados hidrométricos e o regime de estiagem é condicionado pela geologia, dificultando a aplicação de técnicas convencionais de regionalização hidrológica. Como característica diferenciadoras tem-se:

- São necessárias obras hidráulicas singulares com estruturas complexas para desvio, condução de drenagem e extravasamento.
- São construídos reservatórios com grande inércia volumétrica, isto é, com alta relação entre volume de armazenamento e deflúvio médio anual e alta relação entre área inundada e área de drenagem da bacia.
- São implantadas obras hidráulicas como meio (estruturas secundárias) em locais adversos. As obras têm vida útil curta, compromissos com segurança e descomissionamento (Cicareli, 2006).

O dinamismo nas operações face à sua sensibilidade ao teor do minério e ao preço internacional requer um sistema de gerenciamento integrado de recursos hídricos, por parte das mineradoras, que devem ser capazes de adequar-se rapidamente a essas mudanças, com os objetivos principais de: garantir um suprimento confiável para atender à lavra e ao processamento dos minérios (quantidade e qualidade), garantir sua sustentabilidade e cumprir regulamentações e a legislação (Maranhão, 2006). Um exemplo é o plano de gestão integrada de recursos hídricos da Companhia Vale do Rio Doce – CVRD, que tem como objetivo "adequar o uso de recursos hídricos dos empreendimentos atuais e futuros à disponibilidade hídrica das unidades hidrográficas em que se inserem, considerando as demandas dos usuários concorrentes" (Centeno, 2006).

Na mineração muitos problemas ambientais são provocados pela ausência de medidas preventivas e pela falta de uma recuperação efetiva. Como exemplo de medidas mitigadoras de seus impactos, tem-se a possibilidade de utilização da água explotada no rebaixamento nas usinas de beneficiamento mineral para abastecimento de comunidades circunvizinhas ou em reposição aos usuários ou comunidades bióticas eventualmente prejudicadas (Mourão, 2006).

4.2 A gestão dos recursos hídricos e a atividade mineral

Os principais usos e intervenções nos sistemas hídricos realizados pela mineração, sujeitos à outorga, seriam (Silva Ramos, 2006):

- Derivação ou captação direta em curso de água.
- Captação em barramento com regularização de vazão.
- Poços tubulares e demais estruturas de captação de água subterrânea.
- Captação de água subterrânea com a finalidade de rebaixamento de nível de água.
- Desvio, retificação e canalização de cursos de água necessários às atividades de pesquisa e lavra.
- Barramento para disposição de rejeitos, contenção de sedimentos e/ou recirculação de água.

- Sistemas de disposição de estéril e de rejeitos.
- Lançamento de efluentes em corpos de água.
- Aproveitamento de bens minerais em corpos de água (dragagem).

A gestão das águas na atividade mineral pode ser abordada considerando-se os conceitos de água útil, e água nociva (Cicareli, 2006). A primeira compreenderia aplicações em usos industriais de beneficiamento de minério, em usos sanitários de consumo humano e diluição de efluentes e a segunda, o resultado do escoamento de águas pluviais (drenagens de pátios, cavas e pilhas), desaguamento de cavas, transporte de sedimentos, contaminação de efluentes.

Para o aproveitamento da água útil são projetadas estruturas de captação (tomadas de água, barragens de elevação de nível, barragens de regularização de vazões, barragens de recirculação e recuperação de água, poços profundos). No afastamento da água nociva utilizam-se: vertedores de barragens, desvios de cursos de água, drenagens de cavas a céu aberto, desaguamento de água subterrânea e drenagem de pilhas de estéril.

Além de cotejar a disponibilidade/demanda e enquadrar legalmente outorgas de captações e lançamentos de efluentes, o órgão gestor de recursos hídricos deverá (Silva Ramos, 2006):

- Definir os critérios mínimos para execução da atividade.
- Padronizar os estudos técnicos e informações necessárias.
- Acompanhar os efeitos e controle dos impactos nos recursos hídricos.
- Definir as medidas mitigadoras.
- Definir o destino da água bombeada em consonância com os planos de bacia e comitês (primeiramente como reposição de vazão em nascentes e o restante poderia ser utilizado na área da mina ou destinada a terceiros e ao descarte, necessitando de avaliação hidrológica).

O Plano Nacional de Recursos Hídricos – PNRH apresenta três cenários prospectivos para 2020. Tais cenários foram formulados considerando-se as incertezas e hipóteses para os cenários mundial e nacional de desenvolvimento. Considera a irrigação, energia, navegação e saneamento como os usos setoriais da água mais relevantes e estabelece programa e metas para os horizontes temporais 2007, 2011, 2015 e 2020. Com relação às águas subterrâneas, o PNRH propõe o detalhamento de seu programa em 2007 (Rocha, 2006).

Quanto aos setores energético e mineral em que este se relaciona com o primeiro, chamam atenção nos cenários elaborados no PNRH:

- No Água para Todos (PIB = 4,5% a.a.), considera-se o esgotamento do potencial hidráulico, com o uso de todo potencial das regiões Amazônica e Tocantins-Araguaia.
- No Água para Alguns (PIB = 3,5% a.a.), considera-se a mesma hipótese.
- No Água para Poucos (PIB = 1,5% a.a.), considera-se o uso de 50% do potencial das regiões Amazônica e Tocantins-Araguaia.

Como estas hipóteses esbarrariam em restrições ambientais, pode-se considerá-las de difícil concretização. Sendo assim, a matriz de energia elétrica brasileira certamente passará por grandes inflexões, e a energia abundante e barata deixará de ser uma vantagem comparativa. Isto terá reflexos, na realidade já percebidos, por exemplo, na indústria de alumínio – bauxita. O potencial de carvão mineral do Sul do Brasil deverá ser usado com maior intensidade, com as limitações de eficiência e ambientais existentes. Além deste, a alternativa nuclear parece ser a única que permitirá oferecer grandes blocos de energia elétrica, associando a eficiência econômica com a sustentabilidade ambiental, se bem aplicada (Lanna, 2006).

4.3 Desafios do setor mineral relacionados com os recursos hídricos

Da carência de dados nas cabeceiras, resulta que no cálculo das cheias de projeto são aplicados métodos indiretos - problemas do hidrograma unitário sintético por não simular o escoamento subsuperficial predominante nas cabeceiras - escoamento "não-hortoniano".

Há falta de dados para calibração e aplicação de modelos conceituais mais realísticos. Os estudos de chuvas realizados são estimativas de PMP pontual - PMP *versus* precipitação decamilenar, resultando hietogramas de chuvas de projeto. As disponibilidades hídricas são estimadas com base na vazão média de longo termo ($MLT = PREC - ETP_{real}$), nas vazões mínimas de referência (interferência da geologia local). Na Amazônia, verifica-se o paradoxo do regime hidrológico intermitente (Cicareli, 2006).

Com relação às barragens de rejeitos, há necessidade de estudos para concepção das estruturas de extravasamento, amortecimento de cheias em reservatórios assoreados e seu esvaziamento. Quanto às obras hidráulicas específicas da atividade de mineração, há que se ter compromisso com o esvaziamento de reservatórios de grande inércia volumétrica que alteram o regime hidrológico natural. Deve-se ainda resolver as questões relativas à falta de definição de critérios de projeto e das condições mais críticas. As estruturas hidráulicas singulares apresentam dificuldade para estabelecimento das seções de controle e complexidade das curvas de descarga. A implantação de obras em locais adversos exige o emprego de novos materiais e gera problemas de manutenção (Cicareli, 2006).

5. AGENDA DE PRIORIDADES BRASIL 2015¹

Deverão ser desenvolvidos estudos e pesquisas para aumentar o conhecimento das disponibilidades hídricas, considerando:

- Implantação de bacias representativas e experimentais: Amazônia e pequenas áreas.
- Estudos de processos hidrológicos em diversas escalas.
- Rede de monitoramento integrado (águas superficiais e subterrâneas) quantidade e qualidade nos principais aquíferos das províncias hidrogeológicas, prevista no PNRH - Plano Nacional de Recursos Hídricos (Rocha, 2006).
- Rede de monitoramento de águas superficiais, com adequada amostragem espacial (pequenas bacias) e temporal (registradores contínuos).
- Adequação dos métodos de regionalização do *U.S. Geological Survey*, com incorporação de variáveis geológicas.
- Pesquisa sobre amortecimento de cheias em reservatórios assoreados.
- Desenvolvimento de modelos reduzidos para aferir as estruturas hidráulicas singulares.
- Pesquisa sobre interação água de superfície – água subterrânea – nova concepção de monitoramento hidrológico integrado.
- Utilização de dados dos levantamentos geofísicos nos estudos hidrogeológicos.

Com relação à gestão dos recursos hídricos:

- Empresas de mineração devem buscar participação nos comitês de bacia hidrográfica.
- Os órgãos gestores de recursos hídricos devem trabalhar de forma pró-ativa em seus procedimentos.
- As águas minerais são águas subterrâneas: necessidade de inserção na gestão de recursos hídricos (ciclo hidrológico).
- Incorporar à gestão das águas minerais, além de suas especificidades físico-químicas, sua importância no contexto histórico, medicinal e socioeconômico.
- Planejamento concomitante dos instrumentos de gestão de recursos hídricos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Araújo, L. M. N. (2006), Recursos hídricos desafios tecnológicos, *Seminário do Projeto Setor Mineral: Tendências Tecnológicas – Painel Recursos Hídricos*, Rio de Janeiro, jul.

¹ As ações prioritárias a seguir sugeridas visam contribuir para o conhecimento das disponibilidades hídricas do país e a gerência sustentada desses recursos, baseam-se no estado da arte apresentado no texto-base sobre o tema elaborado por especialista na área e nas discussões com a comunidade mineral, empresarial e geocientífica, empreendidas durante a execução do painel e contribuições enviadas à coordenação do Projeto Setor Mineral: Tendências Tecnológicas.

- Campos, J.D. (2001), *Cobrança pelo uso da água nas transposições da bacia do rio Paraíba do Sul envolvendo o setor elétrico*, Tese de M.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro.
- Canedo, P. M., Maranhão, N., Thomas, P., Thomaz, F.R. E Campos, J. D. (2003), Estudo comparativo de quatro metodologias para a cobrança pelo uso da água. Artigo apresentado no *XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos: desafios à gestão da água no limiar do século XXI*, Curitiba , 23 a 27 de nov.
- Centeno Cordeiro, J. R. (2006), Plano de gestão integrada de recursos hídricos: a Vale, *Seminário do Projeto Setor Mineral: Tendências Tecnológicas – Painel Recursos Hídricos*, Rio de Janeiro, jul.
- Cicareli, P. M. (2006), Recursos hídricos e mineração: os desafios das particularidades do setor e as oportunidades de desenvolvimento tecnológico, *Seminário Nacional Geociências do Projeto Setor Mineral: Tendências Tecnológicas – Painel Recursos Hídricos*, Rio de Janeiro, jul.
- Formiga-Johnsson, R.M., Campos, J.D., Canedo de Magalhães, P. et al (2003), A construção do pacto em torno da cobrança pelo uso da água na bacia do rio Paraíba do Sul, *XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*, Desafios à gestão da água no limiar do século XXI, Curitiba, 23 a 27 de nov.
- Laboratório de Hidrologia e Estudos de Meio Ambiente/COPPE/UFRJ (1999), *Projeto qualidade das águas e controle da poluição hídrica (PQA): Programa estadual de investimentos da bacia do rio Paraíba do Sul – RJ*, Rio de Janeiro: SEMA-SEPURB/MPO-BIRD-PNUD.
- Laboratório de Hidrologia e Estudos de Meio Ambiente/COPPE/UFRJ (2001/2002), *Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul (PGRH-RE-027-R1)*, Relatório para o Convênio ANA-Fundação COPPETEC.
- Laboratório de Hidrologia e Estudos de Meio Ambiente/COPPE/UFRJ (2003), *Intrusão salina no rio Guandu/canal de São Francisco e sua repercussão na concessão de outorgas*, Relatório de pesquisa FINEP/CT-HIDRO, Rio de Janeiro.
- Lanna, A. E. L. (2006), Projeto Setor Mineral:Tendências Tecnológicas: alguns temas para debates e prospecção, *Seminário Nacional Geociências do Projeto Setor Mineral: Tendências Tecnológicas – Painel Recursos Hídricos*, Rio de Janeiro, jul.
- Maranhão, N. (2006), Planejamento de recursos hídricos e a atividade mineral, *Seminário Nacional Geociências do Projeto Setor Mineral: Tendências Tecnológicas – Painel Recursos Hídricos*, Rio de Janeiro, jul.
- Mourão, M. A. A. (2006), Água e Mineração, *Seminário Nacional Geociências do Projeto Setor Mineral: Tendências Tecnológicas – Painel Recursos Hídricos*, Rio de Janeiro, jul.
- Mishan, E.J. (1969), *Welfare Economics: an assessment*, Amsterdam, North Holland.
- Silva Ramos, M. L. (2006), A gestão das águas subterrâneas e a atividade mineral, *Seminário Nacional Geociências do Projeto Setor Mineral: Tendências Tecnológicas – Painel Recursos Hídricos*, Rio de Janeiro, jul.
- Rocha, G. (2006), Subsídios para o Programa Nacional de Águas Subterrâneas, *Seminário Nacional Geociências do Projeto Setor Mineral: Tendências Tecnológicas – Painel Recursos Hídricos*, Rio de Janeiro, jul.