

DOMINIALIDADE DA ÁGUA E OS IMPACTOS SOBRE A GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

*** ALEXANDRE AUGUSTO MOREIRA SANTOS, AFONSO HENRIQUES
MOREIRA SANTOS, THIAGO ROBERTO BATISTA.**

**OS AUTORES INTEGRAM A EQUIPE PROFISSIONAL DA IX CONSULTORIA &
REPRESENTAÇÕES LTDA.**

1. RESUMO

Nas últimas décadas, tem-se observado um significativo crescimento da demanda de água, devido ao desenvolvimento da economia, crescimento populacional, dentre diversos outros fatores. Por sua vez, é notória a limitação das disponibilidades hídricas que são caracterizadas pela distribuição irregular, tanto geográfica como temporal e em inúmeras situações, insuficientes para o atendimento das crescentes necessidades de todos os setores produtivos e principalmente para as necessidades básicas da população, como o abastecimento de água potável.

Neste artigo, é dado o enfoque no gerenciamento de recursos hídricos como forma de melhor distribuir a água, para sustentar e fomentar o desenvolvimento econômico e social, conservando o meio ambiente, considerando que a avaliação adequada da demanda e a estimativa da disponibilidade hídrica são elementos fundamentais para a eficaz implantação dos instrumentos de gestão, destacadamente a outorga.

2. ABSTRACT

3. INTRODUÇÃO

A geração de energia hidrelétrica tem sido afetada fortemente pelos usos consuntivos de água, notadamente a montante das centrais geradoras. Reclama-se sempre, alegando que a central já existia antes dos novos usuários, esquecendo-se que alguns usos são prioritário segundo a lei e que a sociedade precisa, evolutivamente, de água para atender seus anseios de desenvolvimento.

Afinal, de quem é a água? Os órgãos reguladores têm sido chamados para mediar ou arbitrar sobre esses conflitos, e, normalmente, a geração hidrelétrica tem sido vista como a prioridade maior, tendo em vista seu interesse difuso, abrangendo toda a sociedade em um sistema interligado. Mas, com a organização da sociedade civil, notadamente dos comitês de bacia, os agentes de outros usos hídricos passam, a ter mais poder, como tem sido visto em varais bacias, destacando-se as dos rios Piracicaba e Paraíba.

O setor elétrico terá que, então se organizar de uma forma mais participativa e com visão regional, contrapondo-se a sua tradicional posição centralizadora.

Este artigo apresenta uma discussão sobre a dominialidade da água, do ponto de vista do uso consuntivo, mas com restrições não consuntivas, como as restrições ambientais, de navegação, de diluição, dentre outras. A geração hidrelétrica terá que se colocar como agente negociados, seja impondo restrições de fronteira ou de uso associado a certos riscos, garantindo a eles um certo perfil de geração, associado a riscos, que permitam a comercialização da energia bem como a possível proteção financeira (hedge).

4. MODELO ATUAL DE ALOCAÇÃO

O modelo de alocação territorial, adotado pela união e por todos os estados, onde já se encontra implantado o sistema de gestão, na verdade, é um critério de outorga de água, que não tem a preocupação de promover qualquer justiça territorial, e tem como base a manutenção de uma determinada quantidade mínima de água no corpo hídrico, chamada de vazão de referência (QR), que se estabelece, sem qualquer análise mais aprofundada. A vazão mínima (residual) a ser mantida no corpo d'água é de $(1-k)*QR$, sendo o percentual "k" referente à política de outorga da região.

O modelo adotado trás um significativo prejuízo para as regiões de montante. Além disso, não é uma alocação técnica que garanta um determinado direito para toda a bacia. Como está colocada, caso um determinado usuário, situado no exutório da bacia, demande toda a parcela outorgável da vazão de referência, toda a região a montante terá o compromisso de produzir para apenas esse consumidor, ficando impedida de receber qualquer quantidade de água.

Em outra situação, qualquer outorga consultiva a montante, inviabiliza a plena aplicação da regra para os usuários de jusante, pois não poderão contar com todo o percentual da vazão de referência, que teoricamente estaria disponível.

Os conflitos ainda não estão ocorrendo de maneira acentuada, porque em grande parte do país a disponibilidade ainda supera a demanda. Além do que, os usuários promovem a captação de forma não simultânea e ocorre o reforço, decorrente de grande parte das vazões captadas.

A modelagem seguinte, com base na Figura 1, demonstra que não é possível promover uma alocação territorial da água, garantindo a manutenção de um percentual da vazão de referência $(1-k)*QR(A)$, em uma determinada seção "A", e ao mesmo tempo garantir o direito de um usuário colocado em uma seção "B" a outorgar $k*QR(B)$, isto é, adotando uma mesma política de outorga "k".

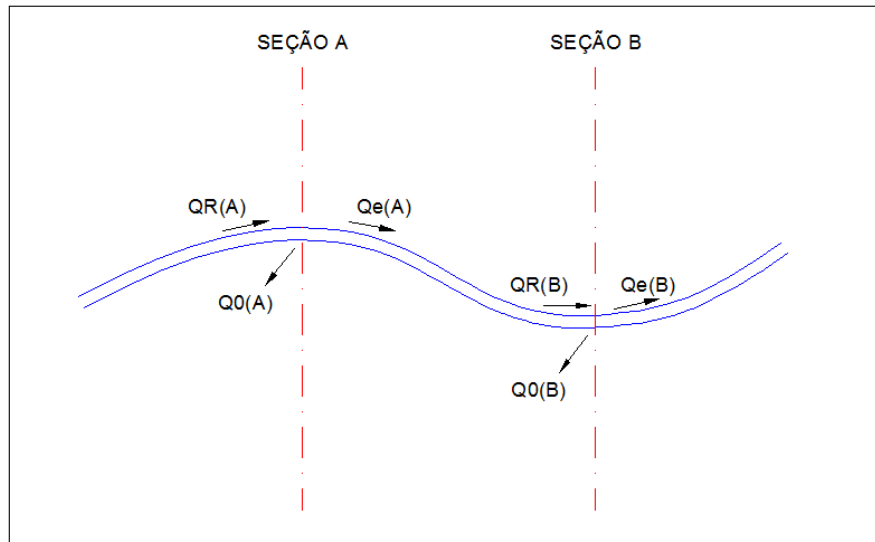


Figura 1 - Modelo atual de alocação de água.

Tem-se a seguinte função objetivo:

Maximizar $Z = k_o$ (percentual outorgável na seção)

Sujeito as seguintes restrições:

- A) $Q_{R(A)} - Q_{o(A)} = Q_{e(A)}$
- B) $Q_{R(B)} - (Q_{o(A)} + Q_{o(B)}) = Q_{e(B)}$
- C) $Q_{e(A)} \geq (1 - K) * Q_{R(A)}$
- D) $Q_{e(B)} \geq (1 - K) * Q_{R(B)}$
- E) $Q_{o(A)} = K_o * Q_{R(A)}$
- F) $Q_{o(B)} = K_o * Q_{R(B)}$
- G) $K_o \leq 1$

Sendo:

$Q_{R(A)}$ - Vazão natural do curso d'água, com determinado risco, na seção A

$Q_{R(B)}$ - Vazão natural do curso d'água, com determinado risco, na seção B

$Q_{o(A)}$ - Vazão outorgável na seção A

$Q_{o(B)}$ - Vazão outorgável na seção B

$Q_{e(A)}$ - Vazão efluente da seção A

$Q_{e(B)}$ - Vazão efluente da seção B

K - Percentual outorgável definido pela política de outorga

K_o - Máximo percentual outorgável na seção

Considerando as restrições (E), (A) e (C), tem-se:

$$QR(A) - (k_0 \cdot QR(A)) \geq (1-k) \cdot QR(A)$$

$$1 - k_0 \geq 1 - k$$

$k_0 \leq k$ (Primeira condição)

Considerando as restrições (B), (E), (F) e (D), tem-se:

$$QR(B) - (k_0 \cdot QR(A) + k_0 \cdot Q_0(B)) \geq (1-k) \cdot QR(B)$$

$$QR(B) - (k_0 \cdot QR(A) + QR(B)) \geq (1-k) \cdot QR(B)$$

$$1 - k_0(QR(A) / QR(B) + 1) \geq 1 - k$$

$k_0 \leq k \cdot QR(B) / (QR(A) + QR(B))$ (Segunda condição)

De acordo com as duas condições colocadas, verifica-se que “ k_0 ” será sempre menor que “ k ”, na proporção $(QR(B) / (QR(A) + QR(B)))$, isto é, ao fixar-se uma determinada política (k) para garantir o exutório da seção, não será possível mantê-la logo a montante.

Pelo exposto, conclui-se que o atual modelo de alocação não garante direitos, apenas deveres quanto à manutenção de uma determinada vazão efluente na seção considerada.

5. CONCEITOS

No desenvolvimento deste artigo, o conhecimento de alguns conceitos de economia é de fundamental importância para a aplicação do conceito proposto. Neste item, faz-se uma breve caracterização desses conceitos, de forma a que sua utilização no processo possa ser devidamente compreendida. As reflexões apresentadas são, em grande parte, baseadas no livro “Économies des Ressources Naturelles et de l'Environnement” (Faucheux e Noël, 1995), e visam introduzir e fundamentar os modelos econômicos.

O interesse das ciências econômicas sobre os recursos naturais e o ambiente cresceu a partir da década de setenta, embora toda a teoria recentemente desenvolvida faça uso dos desenvolvimentos clássicos da área. A partir dessa época, fundamentalmente, quatro correntes surgiram, no desenvolvimento conceitual do tema:

Os “extremistas” (ou preservacionistas), que sustentam a preservação integral da biosfera, não reconhecendo direito algum sobre os recursos naturais;

Os “eficientes”, que tratam essa área de forma idêntica à análise econômica clássica, sob uma ótica de custo\benefício. Essa linha de pensamento se conduz unicamente pelo utilitarismo e direito de propriedade, relegando ao mercado a busca do equilíbrio e da eficiência, incluindo o uso dos recursos ambientais e naturais;

Os “conservacionistas”, que vêem o ambiente e a exigüidade de recursos naturais como fatores restritivos ao crescimento econômico, acreditando no crescimento zero como único ponto de equilíbrio. Acreditam que, assim, estão beneficiando as gerações futuras;

Os “desenvolvimentistas sustentáveis”, que acreditam que as restrições ambientais e de recursos naturais são importantes fatores restritivos ao crescimento, mas não impeditivo. Buscam adequar o modelo de crescimento, de maneira a se ter longa duração.

Os extremistas não se adequam aos conceitos fundamentais da teórica neoclássica da economia, enquanto os eficientes esquecem-se do princípio fundamental de aumento de entropia do universo (irreversibilidade), julgando que um sistema de trocas pode permanecer inalterado. Os conservacionistas, por outro lado, desprezam a capacidade humana de adaptação, e se prendem ao princípio de limitação da oferta ambiental e da degradação inerente a toda atividade humana. Já os desenvolvimentistas sustentáveis sabem das limitações terrestres, mas acreditam que o sistema vigente de trocas pode ser adaptado a uma nova realidade, que incorpore essas restrições, numa economia denominada economia ecológica.

Ao se tratar de água, recurso relativamente renovável (mais sobre a ótica de quantidade do que de qualidade), notadamente em um país em desenvolvimento como o Brasil, a quarta linha de pensamento é a que melhor se adequa, pois não impede o crescimento, foca a sustentabilidade de longo prazo, não desconsiderando os princípios fundamentais da economia neoclássica.

Nesse contexto, é importante uma diferenciação entre dois segmentos da economia:

O primeiro (macroeconomia) trata do comportamento da economia em seu conjunto, agregativamente considerado, sendo a unidade de referência o todo, não suas partes individualizadas consideradas. O segmento está voltado para o desempenho totalizado da economia, para as causas e os mecanismos corretivos das grandes flutuações conjunturais e para os altos e baixos da economia como um todo;

O segundo segmento, denominado (microeconomia) é que trata das unidades individualizáveis, como consumidor e a empresa, consideradas isoladamente ou em agrupamentos homogêneos. Está voltada também para a estrutura e os mecanismos de funcionamento dos mercados e para as conformações básicas da oferta e da demanda.

Segundo Rosseti (2006), existem quatro questões chaves na economia:

- Eficiência produtiva;
- Eficácia alocativa;
- Justiça distributiva;
- Ordenamento institucional.

A primeira questão é tratada, do ponto de vista microeconômico, pela teoria da produção, enquanto a segunda é pela teoria do consumidor. Existem fortes iterações entre elas, o que leva, teoricamente, a um equilíbrio geral do mercado (ou da economia).

A terceira questão chave é fundamental, notadamente ao se tratar de recursos de dominialidade difusa. Este é o caso da água, que, em nome da eficiência produtiva e eficácia alocativa, não pode faltar a qualquer indivíduo em uma coletividade. Este é o princípio da equidade.

Resta a quarta questão chave, que se refere à forma de organização da sociedade. Essa questão tem sido foco de importantes trabalhos atuais, destacando-se o prêmio Nobel de 2009. No âmbito hídrico, talvez seja o ponto de maior importância, posto que, em não havendo uma organização adequada, predomina a ordem de chegada ou a proximidade da fonte, independentemente da eficiência, eficácia e equidade.

A evolução do institucionalismo dá-se à medida que os interesses locais e individuais sejam ponderados, mas não abstando o papel do estado, que, dentre outros, é um importante instrumento para garantir a equidade e a sustentabilidade.

O modelo proposto neste artigo guarda o papel do estado, à medida que cabe a ele definir o quinhão da água produzida, que pode ser utilizada em certa região. Assim, garante as condições ambientais adequadas, bem como a equidade entre regiões.

6. RIQUEZA

A riqueza (R) é a capacidade própria de se produzir algum bem. Para produzir é necessária a existência dos recursos de produção ou também chamados fatores de produção, que são constituídos pelas dádivas da natureza, pela população economicamente mobilizável, pelas diferentes categorias de capital e pelas capacidades tecnológicas e empresariais. São fatores de produção:

- Terra (fator representado neste trabalho pela água);
- Trabalho;
- Capital;
- Tecnologia;
- Empresariedade (capacidade de empreender).
-

É a partir do emprego desses cinco fatores de produção, de suas disponibilidades, de suas qualificações ou capacitações, das formas de mobilização e de iteração entre eles, que resultam os padrões de atendimento das ilimitáveis necessidades individuais e sociais. Em outras palavras, riqueza é a capacidade de produzir bens e serviços, que podem ser consumidos ou trocados com terceiros, gerando renda.

Do ponto de vista macroeconômico, a produção é igual à renda e ao dispêndio. Conceitualmente, pode-se dizer que tem a riqueza aquele que dispõe dos meios de produção, e tem renda que suporta seus dispêndios.

Para o consumidor, riqueza é a posse de bens para consumo. Ao se analisar uma empresa, o consumo de um bem é também fator de produção na sua atividade, mas, do ponto de vista do consumidor ela é apenas mais um agente com distintas preferências.

Como já se disse, renda e riqueza são tratadas de forma indistinta neste texto. A riqueza, estrito senso, é a terra (meio de produção), que produz água, ao longo do tempo, que pode gerar renda continuamente. Logo, a produção de água está ligada à renda (variável de fluxo).

Um importante conceito empregado no desenvolvimento deste artigo é o da "Riqueza Hídrica". A discussão sobre riqueza aparece nos textos de economia desde Adan Smith, com a publicação de "A Riqueza das Nações", em 1776. Pode ser caracterizada, do ponto de vista da produção, como a capacidade de um determinado agente de produzir bens, a partir dos chamados Fatores de Produção. O fator terra é aqui representado pela água disponível para o uso em certa região. Do ponto de vista da teoria do consumidor, a riqueza é o bem disponível para o consumo ou para o livre dispor.

7. RIQUEZA HÍDRICA REGIONAL

A riqueza hídrica potencial de uma região está relacionada com a água produzida na mesma, ou seja, a vazão incremental. A riqueza hídrica efetiva está relacionada com a política adotada na região, pois a mesma define a parcela da vazão produzida na unidade de gestão hídrica que pode ser destinada aos diversos consumos. Essa política é definida pela estrutura institucional, que pode ser governo, comitês de bacia ou a combinação dessas instituições, como está preconizado para o Brasil, embora ainda não implementada. Há de se observar que, neste texto riqueza e renda se confundem. De forma mais precisa, riqueza se refere à acumulação e renda é uma variável de fluxo. Tal erro é comum na prática, pois se considera mais rico o país que tem maior PIB (variável de fluxo), e não o maior estoque de capital (variável de acumulação).

Para atender a questão da equidade (justiça distributiva), é papel das instituições, garantir um mínimo de riqueza a regiões carentes deste fator, retirando o direito de uso de regiões onde o mesmo é abundante. Entretanto, parece natural que se reserve mais deste recurso nas regiões produtoras, e que lhes permita consumir, produzir ou trocar este bem ou insumo, da maneira que lhes convier. Aí está uma combinação do pensamento neoclássico da economia com as recentes preocupações de justiça.

Assim, sendo a água produzida uma riqueza regional (fator terra como fator de produção), combinada com os demais fatores, resultará em um efeito muito mais significativo para a bacia como um todo, quando melhor essa distribuição se fizer ao longo do espaço físico.

Pode-se diferenciar essa riqueza hídrica entre diferentes vazões outorgáveis associadas a níveis de riscos diferentes. Assim, a riqueza hídrica efetiva de uma região é representada pelo conjunto dessas vazões outorgáveis com diferentes riscos (águas com diferentes riscos são produtos distintos).

A otimização da alocação territorial das vazões outorgáveis, segundo a ótica dos usuários, será resultado das trocas entre as diferentes unidades de gestão, permitindo melhores oportunidades de desenvolvimento, refletidas nas suas satisfações.

Denomina-se, usualmente, vazão de referência o caudal com base no qual se define uma parcela outorgável para os usuários. Em geral, essa vazão é uma estimativa da vazão mínima, associada a um determinado risco.

As vazões de referência aqui discutidas serão obtidas através da curva de permanência (ou duração), com vazões médias mensais. A curva fornece, para cada vazão, o percentual do tempo que ocorrem vazões iguais ou superiores a essa. A curva de duração é o complemento da função de probabilidade acumulada (para certa vazão, a duração associada, mais a probabilidade acumulada associada, dá um)

Adotam-se, na presente modelagem, duas vazões de referência: QR1, associada a uma probabilidade de ocorrência P1, e QR2, com probabilidade de ocorrência P2., sendo P1 maior que P2. Neste ponto introduz-se um novo conceito, com o objetivo de facilitar a compreensão e modelagem. Como QR2 inclui a vazão QR1, com a duração P2, separa-se esta vazão em duas parcelas: uma é a própria QR1, e a outra é a diferença (QR1 – QR2). Para evitar confusões, denominam-se estas duas parcelas como Q1 e Q2, conforme indicado na Figura 2. Essas vazões serão as novas referências neste artigo, sobre as quais serão aplicadas, respectivamente, k1 e k2, que refletem a

política de outorga, resultando nas vazões outorgáveis Q_{o1} e Q_{o2} , associadas a determinados riscos, conforme a seguir:

$$Q_{o1} = k_1 \cdot Q_1 \rightarrow \text{Risco} = 100 - P_1 [\%] \quad \text{Equação 1}$$

$$Q_{o2} = k_2 \cdot Q_2 \rightarrow \text{Risco} = 100 - P_2 [\%] \quad \text{Equação 2}$$

Sendo:

P_1 e P_2 - Probabilidade de ocorrência das vazões de referência em percentagem.

k_1 - Percentual aplicado sobre Q_1 .

k_2 - Percentual aplicado sobre Q_2 .

Q_1 - Vazão associada a uma probabilidade P_1

Q_2 - Vazão associada a uma probabilidade P_2

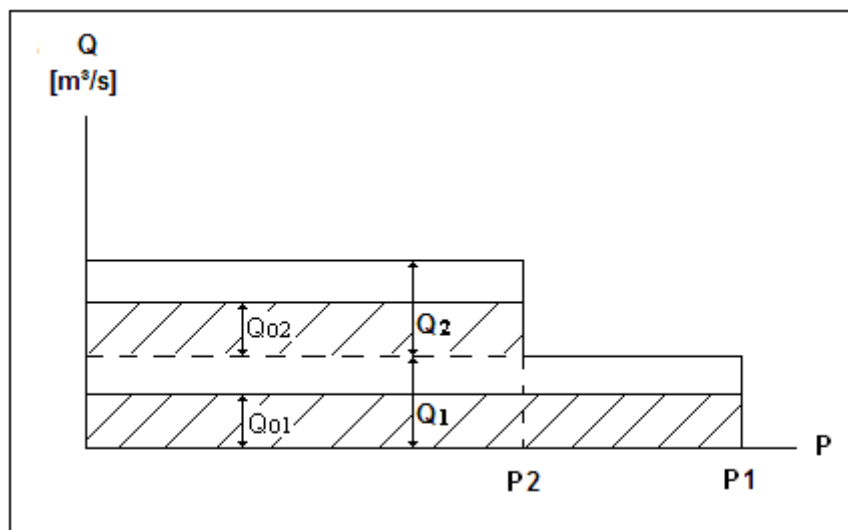


Figura 2 - Gráfico de permanência das vazões de referência.

As vazões de referência, ou seja, vazões com diferentes riscos podem ser adotadas conforme necessidades e particularidades da região. Como forma de exemplificação dos conceitos aqui estabelecidos, temos duas vazões de referência: a Q_{95} , com probabilidade de 5 % de não ocorrência, e a Q_{80} , com probabilidade de 20 % de não ocorrência. A primeira corresponderá à Q_1 e a diferença delas será a Q_2 .

As vazões outorgáveis iniciais são parcelas definidas pela política hídrica da bacia das vazões de referência associadas a certo risco. Elas compõem as riquezas hídricas das regiões. Partindo-se dessas riquezas, ocorrerão as trocas das vazões com distintos riscos, chegando às vazões outorgáveis que caberão a cada região.

Baseado no risco que o usuário esteja disposto a enfrentar, o mesmo define a parcela da vazão de interesse, buscando trocar com outras regiões

produtoras. A geração hidrelétrica também terá que se colocar como agente de negociação, estabelecendo seus interesses frente aos riscos associados. Tal fato permite uma distribuição mais adequada de água entre regiões produtoras e com interesses distintos frente aos riscos.

8. CONCLUSÕES

Embora parecendo desfavorável aos hidrogeradores, a proposta de dominialidade hídrica apresentada permite uma estabilidade comercial para os mesmos, pois a discussão em um comitê asseguraria uma negociação de longo prazo, garantindo os interesses dos demais agentes da bacia. Por outro lado, ao se ter o conhecimento do risco associado às outorgas dadas ou reservadas, os geradores passam a saber o que e como negociar suas energias e como se proteger face as incertezas de afluência e de demandas hídricas. A possibilidade de negociação na bacia, seja entre as regiões, seja entre usuários, pode ser uma forma de proteção para uma determinação da estratégia comercial.

Concluindo: a inclusão de toda a sociedade e o estabelecimento de ferramentas de negociação pode se tornar a única maneira de garantir estabilidade para os agentes hidrogeradores, pelo menos no que diz respeito afluência de água disponível para geração.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, R. F. F. e CARVALHO, G. B. B. (org.). (2001). Experiências de Gestão de Recursos Hídricos. MMA/ANA, Brasília, Brasil. 204 p.

BEEKMAN, G. B. (1999). Gerenciamento Integrado dos Recursos Hídricos. IICA, Brasília, Brasil.

BRAGA, B., BARBOSA, P. S. F. e Nakayama, P. T. (1998). Sistema de suporte à decisão em Recursos Hídricos. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 3, n. 3, pp. 73-95.

CAMPOS, J. N. B. (1999). Mercado de águas em áreas limitadas: uma experiência e uma proposta. XIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. ABRH, Belo Horizonte, Brasil.

CRUZ, J. C. (2001). Disponibilidade hídrica para outorga: Avaliação de aspectos técnicos e conceituais. Tese de Doutorado, IPH, UFRGS, Porto Alegre, Brasil.

CRUZ, J. C., DEWES, R., SILVEIRA, G. L. e CRUZ, R. C. (2006). Estratégia evolutiva de outorga de uso da água: caso de usuários hidroagrícolas no Rio Grande do Sul. Revista de Gestão de Água da América Latina. v. 3, n. 1, pp. 5-16.

FREITAS, M. A. S. (2003). Alocação negociada de águas na bacia hidrográfica do Rio Goro tuba (Reservatório Bico da Pedra) – Minas Gerais. XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. ABRH, Curitiba, Brasil.

KELMAN, J. (2000). Evolution of Brazil's Water Management System. In: CANALI, G. V. Water Resources Management, ABRH/ IWRA.

KELMAN, J. e KELMAN R. (2001). Alocação de água para produção econômica em região semi-árida. In: MAGRINI, A. SANTOS, M. A. (org.). Gestão ambiental de bacias hidrográficas. Instituto Virtual Internacional de Mudanças Climáticas. COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.

PICARD, P. (2002). Eléments de microéconomie – Théorie et applications, 6a Ed. Editions Montchrestien E. J. A., Paris.

ROSSETTI, J. P. (2003). Introdução à Economia. Editora Atlas, 20ª Ed., São Paulo, Brasil. 930 p.