

ESTUDO SOBRE TARIFICAÇÃO DE ÁGUA EM RESERVATÓRIO: MODELAGEM E APLICAÇÃO NO AÇUDE DE FRANÇA (RIO JACUÍPE-BA)

Luciano Meneses Cardoso da Silva¹, Paulo Roberto Roballo Ungaretti¹, Luiz Amore¹

Resumo - A Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela Lei N.º 9.433/97, prevê como um dos instrumentos de controle e gestão das águas, a cobrança pelo uso das mesmas. Nesse sentido, o presente trabalho desenvolveu uma ferramenta computacional para investigação de preços pelo uso da água em reservatório, objetivando garantir o aporte financeiro para a gestão do mesmo e o ressarcimento dos custos de sua implantação. Neste ensaio foram deduzidas equações que traduzem, de forma simplificada, relações econômicas entre escassez/abundância do recurso água e seu consumo. As mesmas foram utilizadas em simulações para obter uma nuvem de pontos que indicasse níveis de preço pelo uso da água em função do armazenamento no reservatório. Essas formulações envolvem taxas mensais de derivação de água e volumes estocados, custos de operação e manutenção, investimentos e características hidrológicas do manancial. O objeto de estudo escolhido para aplicação do modelo foi o Açude de França (Rio Jacuípe – BA). Nele foi aplicado o programa CASCATA (Lanna, 1996), sendo alguns dos seus resultados utilizados na alimentação das simulações subseqüentes montadas em planilhas eletrônicas. Como resultado, tem-se um modelo genérico que pode ser utilizado como ferramenta de investigação e suporte à cobrança pelo uso da água em reservatório, principalmente se a responsabilidade operacional e administrativa do mesmo for de empresas concessionárias subordinadas aos ditames legais do Órgão Gestor de recursos hídricos.

1 – INTRODUÇÃO

A Lei N.º 9.433/97 instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos que prevê, como um dos instrumentos de controle e gestão das águas, a cobrança pelo uso das mesmas.

Para cumprir três dos cinco objetivos básicos dessa cobrança, a saber: assegurar a utilização racional da água, reconhecer o seu valor econômico e arrecadar recursos financeiros para subsidiar a gestão dos recursos hídricos, é necessário envolver inúmeros fatores.

Características hidrológicas do manancial, perfil e sazonalidade das demandas, tipo de manancial (rio, lago, açude), vocação econômica da região, existência de conflitos pelo uso da água, entre outros, compõem o rol de itens que influem no cálculo do preço da água.

Este cálculo não pode decorrer da aplicação direta do conceito de oferta, demanda e preço de equilíbrio – teoria econômica clássica – já que a oferta (de água) comporta-se de forma aleatória e não de forma racional, isto é, aumentando ou diminuindo em função do preço.

Nesse sentido, o presente trabalho faz um paralelo entre a aleatoriedade hidrológica de um manancial (reservatório) e conceituações econômicas, objetivando dar mais subsídios à cobrança dos recursos hídricos.

2 – ASPECTOS ECONÔMICOS DA COBRANÇA EM RESERVATÓRIOS

A cobrança pelo uso da água, em qualquer circunstância, se justifica no reconhecimento desse recurso natural como um bem econômico e, como tal, cotado de valor econômico. Por outro lado, a definição de bem econômico se dá em função de sua escassez, isto é, quando a demanda supera a disponibilidade, situação em que a solução de mercado avulta como a principal solução para o problema, pois é atribuindo-se um preço ao bem objeto de transação que se logra harmonizar os interesses das forças que impulsionam a demanda com aqueles da oferta.

A doutrina clássica defende a idéia de que o valor real de um bem depende da quantidade de trabalho utilizada para produzi-lo, mas que, para efeito de troca, o seu preço deve refletir a relação que existe entre oferta e demanda desse bem. A doutrina marxista, por sua vez, modifica a teoria clássica do valor-trabalho, introduzindo o tempo de trabalho "socialmente" necessário à produção do bem.

A doutrina neoclássica, que serve de base para a produção deste texto inicial de uma pesquisa mais ampla ora em desenvolvimento, reflete a tendência dos clássicos e socialistas em utilizar o trabalho como índice de valor para a água, mas ressalta a primazia de elementos subjetivos como, por exemplo, o grau de preferência que os usuários têm pela água.

¹ Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal - SRH/MMA; SGAN, Quadra 601, Lote 1, Sala 427, Ed. CODEVASF, CEP.: 70.830-901 Brasília - DF. Tel.: (061) 225-4297 / 225-9862; Fax: (061)223-5366. E-mail: lmeneses@tba.com.br

Veja-se que a necessidade de construir o reservatório no sítio denominado França, sobre o rio Jacuípe - BA, nada mais reflete se não a escassez da água na bacia, em face das demandas. Este é o primeiro ponto a justificar a importância do estudo. Até certos limites, a operação deste reservatório representará a garantia que pretendem ter os usuários para tomarem suas decisões de investimento. Por esta razão, o estudo parte da avaliação dos custos para estocar a água — o que se convencionou denominar valor da prevenção — e dos custos com a real utilização da mesma, denominado valor de uso.

O valor de prevenção se explica na medida em que é necessário um grande investimento para construir o barramento de água. A idéia de que os usuários do reservatório devam arcar com o custo de sua construção, ou parte dele, restringe o universo de investidores e desonera o restante da sociedade. Isto se opõe ao que hoje está estabelecido, onde quem paga é o conjunto dos contribuintes através dos impostos que o Estado arrecada.

A idéia de valor de uso, remete não apenas a um custo diretamente proporcional ao volume de água utilizado, mas a uma questão um pouco mais complexa que é a de se agregar também um custo que permita inibir o uso em situações de escassez hídrica. Com este mecanismo, o custo por metro cúbico de água utilizada aumenta na medida em que se diminui a disponibilidade do recurso no reservatório.

É interessante observar que os recursos arrecadados com o valor de prevenção deverão ser máximos quando o volume de água disponível no reservatório em dado mês também o for. Por sua vez, no caso do valor de uso, o custo cobrado pela utilização da água em situação de abundância é mínimo, pois em situação de oferta maior que a demanda, é esta última que faz o preço.

É importante destacar que num reservatório artificial o valor econômico da água assume importância maior do que em cursos d'água pois a necessidade de se realizar o investimento põe em jogo a cobrança, único meio de se promover o seu retorno.

Nesta primeira fase do trabalho, constrói-se um método de avaliação do custo total de administração dos estoques de água no reservatório, para tanto fazendo-se uso da mesma filosofia da gestão econômica de estoques em almoxarifados (lote econômico de compras), adequando-a, porém, ao caso do uso das águas do reservatório escolhido como cenário de avaliação.

3 – DESENVOLVIMENTO METODOLÓGICO

Partiu-se do princípio de que a água armazenada em um reservatório pode assumir dois valores de comportamento distintos, os quais comporão, juntamente com os custos de operação e manutenção (CO&M) do reservatório, um preço final (P_{bruto}) a ser pago pelo usuário da água. O primeiro refere-se, como visto, ao Valor de Uso (V_u) e o segundo ao Valor de Prevenção (V_p).

A idéia inicial consiste em valorar a água de forma relativa ao volume armazenado. Para o V_u , admite-se que uma unidade de volume captada num mês em que o reservatório esteja cheio custará menos do que quando o mesmo estiver operando próximo ao volume morto. Este procedimento é adotado objetivando considerar a escassez do recurso hídrico e promover o seu uso racional. A cobrança do V_u , variando com o armazenamento, é melhor justificada em regiões onde as incertezas quanto à disponibilidade hídrica são significativas, como no semi-árido.

O V_p representa o sacrifício total, sob a forma de ressarcimento total ou parcial do investimento, a ser rateado entre os usuários do reservatório. Seu comportamento é inverso ao do V_u , sendo tanto maior quanto mais cheio o reservatório estiver (Figura 1). A justificativa desta parcela é a cobrança pela garantia ou possibilidade de se ter dado volume de água em períodos futuros, o que não seria possível sem a sua construção. Em outras palavras, essa parcela funciona como o pagamento de um seguro contra a falta d'água. É por outro, uma garantia com a qual o usuário procura se prevenir para não correr o risco de interromper sua operação.

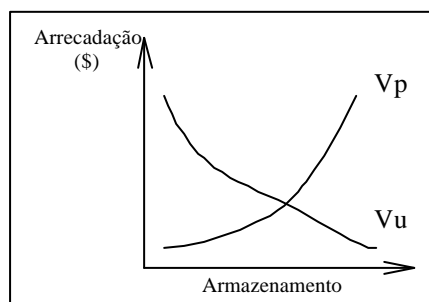


Figura 1: Arrecadação de V_u e V_p vs. armazenamento de água no reservatório.

O preço final P_{bruto} da água, pago por mês pelos usuários e que também considera os custos

de operação e manutenção (CO&M) é dado pela seguinte expressão:

$$P_{\text{bruto}}(\text{R\$/hm}^3) = (Vu + Vp + \text{CO\&M})/I_i \quad (1)$$

onde, I_i é a retirada total efetiva de água do reservatório em dado período de tempo i .

3.1 – Utilização do Programa CASCATA

Trata-se de um programa para determinação da função que relaciona a capacidade de armazenamento de um açude com a descarga garantida (Lanna, 1996).

Para a execução do CASCATA é necessário o conhecimento de diversas variáveis hidrológicas como: vazões médias mensais afluentes ao açude, totais mensais de precipitação e evaporação na região; características físicas do açude como: curva cota-área-volume, volume morto e volume máximo; e vazão de restrição para atendimento de demandas localizadas a jusante.

O CASCATA realiza os cálculos de forma determinística, baseado em série histórica, e apresenta, entre os resultados, os volumes armazenados no início de cada mês de simulação após o cálculo do balanço hídrico e das iterações necessárias. O procedimento adotado é similar ao utilizado no diagrama de RIPPL.

A série de volumes anteriormente referida e o valor da produção anual (volume de água regularizada anualmente com a correspondente garantia de fornecimento) são utilizadas em etapa subsequente como ponto de partida da pesquisa de preços pelo uso da água.

3.2 – Formulação do Valor de Uso (Vu)

Trata-se de uma parcela da cobrança que se comporta de forma direta em relação ao volume captado (I_i) e de forma inversa em relação ao volume armazenado (Q_i) em determinado período de tempo i :

$$Vu = f(I_i; F_{Vu}) \quad (2)$$

onde, I_i é a demanda consuntiva no mês i e F_{Vu} é dado por I_i/Q_i , conferindo à função de Vu o comportamento teórico de uma hipérbole equilátera.

O Vu pode ser entendido, portanto, como o preço que se paga por uma quantidade I_i retirada do reservatório num mês em que o armazenamento é Q_i , ficando:

$$Vu = \alpha \cdot I_i \cdot F_{Vu} = \alpha \cdot I_i \cdot (I_i/Q_i) = \alpha \cdot I_i^2 / Q_i \quad (3)$$

onde, α é o coeficiente de consumo (parâmetro da modelagem) dado em unidades monetárias por volume.

3.3 - Formulação do Valor de Prevenção (Vp)

Como dito, pretende-se, com a cobrança do Vp , pagar os custos de implantação do reservatório, ou parte deles, de forma proporcional aos volumes mensais armazenados (Q_i), distribuindo estes custos entre os usuários ao longo do tempo, ficando:

$$Vp = f(Q_i; F_{Vp}) \quad (4)$$

De acordo com o objetivo apresentado no parágrafo anterior, viu-se a necessidade de, na função de Vp , introduzir o fator F_{Vp} de modo a torná-la coerente (entenda-se proporcional) aos custos marginais de implantação do reservatório, o que pode ser traduzido como o custo adicional alocado para o armazenamento de mais uma unidade de volume de água, ficando:

$$Vp = \beta \cdot Q_i \cdot F_{Vp} \quad (5)$$

onde, β é o coeficiente de armazenamento (parâmetro da modelagem) dado em unidades monetárias por volume.

Para a composição de F_{Vp} , que deve ser um número adimensional, adotou-se a função de investimento (Inv) do reservatório e a correspondente função derivada (Inv'). Sejam elas:

$$Inv = \gamma \cdot (H)^\theta \quad (6)$$

$$Inv' = \gamma \cdot \theta \cdot (H)^{(\theta-1)} \quad (7)$$

onde, H é a altura do barramento, γ e θ são parâmetros que variam com o tipo, a forma da barragem, área inundada e especificidades do empreendimento.

A relação entre o valor da equação 7 no ponto H_i (que tem o correspondente Q_i) e ela mesma no ponto $H_{\text{máximo}}$ (altura em que o barramento foi construído e que também possui o correspondente $Q_{\text{máximo}}$), representará o F_{Vp} , da seguinte forma:

$$F_{Vp} = \text{Inv}'(H_i)/\text{Inv}'(H_{\text{máximo}}) \quad (8)$$

Assim, a formulação do Vp fica:

$$Vp = \beta \cdot Q_i \cdot (H_i/H_{\text{máximo}})^{(\theta-1)} \quad (9)$$

Dependendo do valor de θ , a forma da função de Vp pode ser uma reta ($\theta = 1$), ou uma curva côncava para cima ($\theta > 1$) ou côncava para baixo ($0 < \theta < 1$), mas todas com inclinação positiva.

3.4 – Simulação

A modelagem propriamente dita foi desenvolvida em planilhas eletrônicas. Para a execução das mesmas, foram necessários os seguintes dados: resultados mencionados do CASCATA, demandas mensais consuntivas dos usuários (I_i), estimativas mensais dos CO&M, valores de γ e θ definidos para o reservatório, estimativa de investimento privado (concessionária) e estimativas de α e β .

Cabe observar que o total das demandas consuntivas mensais não podem ultrapassar as vazões produzidas mensalmente pelo reservatório, com dada garantia, sob pena de interferência negativa no balanço hídrico já realizado pelo CASCATA.

De posse dos dados necessários o modelo realiza os cálculos do Vu e Vp simultaneamente em todos os meses e, de acordo com as demandas (I_i) que puderam ser efetivamente atendidas, calcula os preços finais P_{bruto} a serem cobrados por cada 1000 m³ de água captada, já incluídos os CO&M.

Plotando-se esses preços contra os respectivos armazenamentos (Q_i) que fizeram parte dos cálculos originais, obtém-se uma nuvem de pontos relativamente adensada. A mesma serve como indicação do preço a ser cobrado pela água quando a sua reserva se situar em determinado nível no reservatório (Figura 3).

Dependendo do tipo de contrato feito entre o Órgão Gestor de recursos hídricos e a concessionária, pode-se admitir o repasse do Vu , ou parte dele, para a Agência de Água ($Vu_{\text{Agência}}$), com o fim de subsidiar os custos da gestão dos recursos hídricos na bacia. Nesse sentido, o modelo previu a possibilidade do usuário da ferramenta fornecer a percentagem desse repasse e constatar o impacto que traria ao investimento privado, particularmente à TIR.

Com base no investimento inicial feito pela concessionária e na receita líquida anual computada ($P_{\text{líquido}} = P_{\text{bruto}} - \text{CO\&M} - Vu_{\text{Agência}}$), é calculada a Taxa Interna de Retorno (TIR) para o empreendimento.

4 – APLICAÇÃO

A área de estudo escolhida para aplicação do modelo foi o Açude de França (Rio Jacuípe – BA), sendo alguns dados extraídos de Porto (1997).

Seguem algumas de suas características, resultados do CASCATA e dados para a simulação: volume máximo 24,2 hm³, volume morto 1,3 hm³, vazões mensais regularizadas com 90% de garantia 0,74 hm³/mês ou 8,88 hm³/ano, vazão de restrição para jusante 0,13 hm³/mês, demanda de irrigação 0,18 hm³/mês, demanda de abastecimento urbano 0,5 hm³/mês, altura do barramento 22m, investimento total R\$ 8,6 milhões, CO&M de R\$500,00/mês, 49 anos de dados ou 588 meses.

Na Figura 2 são apresentados os parâmetros de controle e investigação do modelo. Neste exemplo, admite-se que a concessionária entre com R\$300.000,00 de investimento, que se destinem 50% do Vu para uma suposta Agência de Bacia e que os preços por 1000 m³ de água captada não sejam maiores que R\$7,00 em 95% do tempo.

Operou-se com α e β (25500 e 100, respectivamente) e o resultado é mostrado na própria Figura 2 (evolução das TIR's ao longo da série histórica) e na Figura 3. Esta última apresenta uma nuvem de pontos que mostra o comportamento dos 588 meses de consumo e os preços que eles assumiram em decorrência de todos os fatores intervenientes.

A Figura 3 aponta para os valores que devem ser cobrados pela água de acordo com o nível de armazenamento em que se encontra o reservatório. Por exemplo, no mês em que o reservatório estiver com 15,0 hm³ de água armazenada, o preço a ser cobrado deve ser de R\$4,00/1000m³, para 5hm³, R\$6,00/1000m³ e assim por diante.

SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS.
Gramado, RS, de 5 a 8 de Outubro de 1998

Formulação geral		P(bruto - usuário)		Totais anuais arrecadados (R\$)			
		Frequência <= (%)	R\$/1000 m3	Frequência <= (%)	P(bruto)	P(líquido)	Agência
P(bruto - usuário) = $V_p + V_u(\text{total}) + CO\&M$		100	35,82	100	70363	34627	6157
		99	29,00	96	61479	30102	5692
Parâmetros		99	20,47	90	48152	23313	4994
		97	11,94	78	39267	18788	4528
alfa = coeficiente de consumo (R\$/hm ³)		96	6,82	2	25940	12000	3830
beta = coeficiente de armazenamento (R\$/hm ³)		6	1,71	2	17056	7474	3365
Volume de racionamento (hm ³) =		1,3					
ALFA =	25500	Garantia de fornecimento (%) =		93,0	TIR privado (10 anos) =		-7%
BETA =	100	Investimento total (R\$) =		8.647.559	TIR privado (20 anos) =		5%
alfa / beta =	255	Subsídio do governo (R\$) =		8.347.559	TIR privado (30 anos) =		7%
Desvio padrão de P(bruto) =	8338	Investimento privado (R\$) =		300.000	TIR privado (40 anos) =		8%
Desvio padrão de P(líquido) =	5211	% de V_u destinado à Agência de Bacia =		50	TIR privado (49 anos) =		8%

Figura 2 – Parâmetros, dados de controle e resultados do modelo.

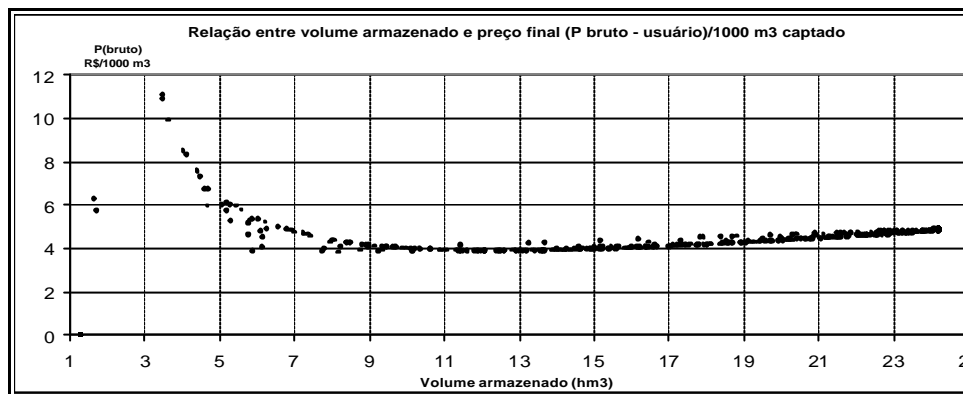


Figura 3 – P_{bruto} da água em relação ao volume armazenado.

A Figura 4 apresenta a evolução dos totais anuais do $V_{u\text{concessionária}}$, do V_p , arrecadação bruta (P_{bruto}) e líquida ($P_{\text{líquido}}$).

O modelo é bastante flexível. Pode-se, a qualquer momento, alterar os valores dos parâmetros α e β a fim de estabilizar preços com determinada permanência no tempo e/ou otimizar as TIR's do investimento privado; custos de operação e manutenção, investimento privado da concessionária e percentagem do V_u destinada à Agência de Água podem ser manipuladas livremente e constatados seus impactos nos preços finais da água e nas TIR's.

Por exemplo, para manter as TIR's nos mesmos níveis da Figura 3, agora com um investimento de R\$500.000,00, seria necessário elevar o α e o β ao patamar de 170 e 43.350, respectivamente, repercutindo num aumento do preço da água, ficando R\$6,20/1000m³ para um armazenamento de 15hm³.

É importante citar que existirá sempre uma relação entre α e β que “estabilizará” (desvio padrão mínimo), ao longo dos anos, os ganhos líquidos da concessionária ($P_{\text{líquido}}$) - situação desejável do ponto de vista do investimento privado.

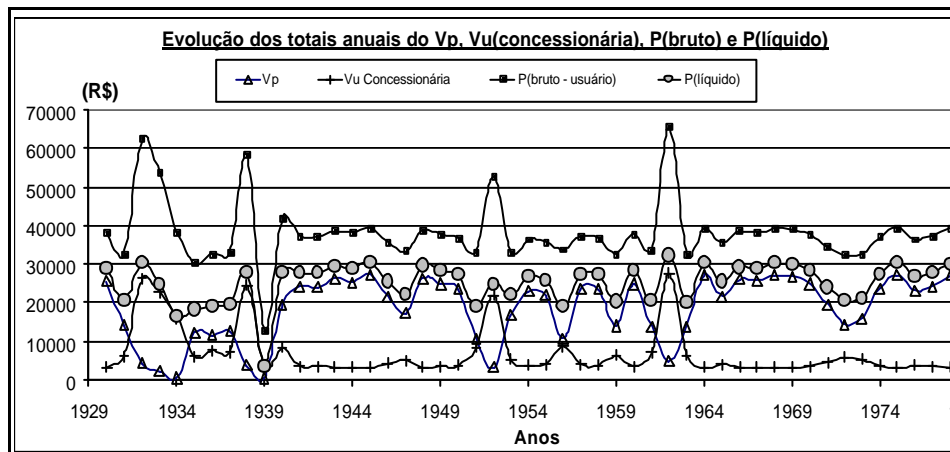


Figura 4 – Evolução dos totais anuais ($V_{u\text{concessionária}}$, V_p , P_{bruto} e $P_{\text{líquido}}$).

Para o exemplo visto esta relação é de 255:1 ($\alpha:\beta$), encontrada facilmente por tentativa. A mesma é sensível às mudanças nos CO&M, consumos mensais (I_i) e percentagem de Vu destinada à Agência de Água.

5 – DISCUSSÃO

Seguem abaixo alguns pontos de interesse para discussão:

- A aceitação e prática dos preços da água e dos ganhos da concessionária dependerão de negociação social e da política de cobrança adotada;
- Vu pode ser repartido entre a concessionária e a Agência de Água, pois com a implantação do reservatório há um aumento da arrecadação da cobrança pelo uso da água devido ao surgimento de novos usuários no mesmo local, contudo, a determinação desse percentual dependerá, principalmente, de acordos junto ao Órgão Gestor de recursos hídricos;
- A determinação do valor do investimento da concessionária e das TIR's também dependerão de acordos ou até de licitação pública;
- A qualidade dos resultados, obviamente dependerá da qualidade dos dados fornecidos, mais especificamente da estimativa das demandas mensais. Uma pesquisa de mercado, com o objetivo de levantar as demandas potenciais e as disposições de pagamento dos futuros usuários em muito auxiliarão a pesquisa dos preços e a escolha do melhor esquema de cobrança;
- Em se tratando de reservatório, o uso da água para geração hidroelétrica é considerado consultivo, sendo sujeita também à cobrança;
- Os diversos níveis de preços obtidos com a aplicação do modelo devem, se assim for decidido, ser repartidos percentualmente entre os diferentes tipos de usuários presentes no reservatório. Este procedimento objetiva não reduzir a eficiência econômica do esquema, pois, frente à cobrança, um desses consumos, que eventualmente não aumenta os custos sociais, mas gera benefícios positivos, poderia ser excluído, não atingindo níveis ótimos de alocação de água por usuário (Seroa da Motta, 1998);

Até certo ponto, os usuários localizados a jusante do reservatório podem (ou devem) contribuir com esse rateio, pois é notório o benefício da regularização da vazão para os mesmos.

6 – CONCLUSÃO

A metodologia apresentada vai ao encontro de um modelo de gestão dos recursos hídricos descentralizado onde a participação do Órgão Gestor restringe-se, entre outros, ao controle do cumprimento de normas por parte de concessionárias que passam a assumir a responsabilidade operacional e administrativa de infra-estruturas hídricas a exemplos de reservatórios.

A ferramenta desenvolvida permite ao gestor a pesquisa fácil e flexível de preços pelo uso da água passíveis de serem cobrados num reservatório. Esta cobrança objetiva o ressarcimento dos custos de implantação, operação e manutenção do reservatório, onerando, propositadamente, os agentes diretamente beneficiados com a sua construção. Estão disponíveis formas variadas de visualização do comportamento de diversos parâmetros e resultados. Gráficos e tabelas que apresentam a evolução dos ganhos e a permanência dos preços praticados aumentam as possibilidades de pesquisa e entendimento do funcionamento do sistema.

Por fim, trata-se de um modelo genérico que serve de ferramenta de investigação e negociação entre usuários, Agência de Água e concessionárias sobre a cobrança pelo uso da água em reservatório, principalmente se a responsabilidade operacional e administrativa do mesmo for de empresas concessionárias, todos, obviamente, sujeitos aos ditames legais do Órgão Gestor de recursos hídricos.

7 - REFERÊNCIAS

- LANNA, A. E. L (1996). Derivação da Função de Regularização de Reservatório por Simulação Iterativa. Manual do usuário. IPH/UFRGS. Porto Alegre – RS. 14p.
- PORTO, R. L. L. (1997). Gerenciamento e Operação do Sistema França-Jacuípe. SRHSH-SRH/BA. Salvador – BA. 83p.
- SEROA DA MOTTA, R. (1998). Utilização de Critérios Econômicos para a Valorização da Água no Brasil. Texto para discussão N.º 556. IPEA. Rio de Janeiro - RJ. 80p.