

PROPOSTA PARA INTEGRAÇÃO DE ANÁLISE ECONÔMICA E FINANCEIRA AO SAD ACQUANET

Edson Nery Brigagão¹ & Oscar de Moraes Cordeiro Netto²

RESUMO --- A proposta deste trabalho foi o desenvolvimento, a aplicação e a avaliação de um aplicativo a ser incorporado ao Acquanet (LABSID), capaz de auxiliar, sob o ponto de vista econômico ou financeiro, um processo de tomada de decisão relacionado à cobrança, à outorga ou ao enquadramento. A partir das séries de vazões alocadas pelo Acquanet o sistema pode calcular a receita potencial de um sistema hídrico passível de cobrança, avaliar os benefícios de cenários de avaliação de outorga ou da implantação de projetos de melhoria ambiental e qualidade da água. Foi realizada uma aplicação na bacia da barragem do Descoberto, no Distrito Federal, com o objetivo de determinar a receita potencial da bacia a partir de preços ótimos para os diversos usos, avaliar os benefícios econômicos da outorga para o abastecimento de água do município de Águas Lindas (GO), e uma decisão associada ao enquadramento do corpo d'água.

ABSTRACT --- The proposal of this work was the development, the application and the evaluation of a system to be incorporated in the Acquanet (LABSID), capable to assist, under the economic point of view, some process of decision making related to charging, grants or classification. From the series of outflows allocated the system calculates the potential financial resource obtained from charging a river basin, evaluate the benefits of water-use's scenarios or the implementation of projects of environmental and water quality improvement. The system was employed in the analysis of the Descoberto lake basin, in the Federal District, Brazil. The objective of the application was to determine the potential collection of the basin based on the determination of optimal prices for the uses, or to evaluate the economic benefits of the water supply for Águas Lindas (GO), and a decision associated with the classification of body of water.

Palavras-chave: apoio à decisão, instrumentos de gestão, avaliação econômica.

1) Mestre em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos pela Universidade de Brasília e Engenheiro da Companhia de Saneamento do Distrito Federal (Caesb). Brasília, DF. e-mail: energy@brturbo.com.

2) Professor da Universidade de Brasília. Brasília/DF. e-mail: oscar@ana.gov.br.

1 - INTRODUÇÃO

Conhecer as características de cada uso da água e os fatores que determinam suas demandas é elemento importante para que se possa racionalizar o seu uso. É por meio da compatibilização do uso da água com a sua disponibilidade na natureza que se podem evitar os conflitos entre os múltiplos usuários. A gestão contemporânea dos recursos hídricos é um processo que combina a repartição da água e a resolução de conflitos entre *stakeholders*.

A solução para os conflitos pela água parece exigir uma gestão integrada e compartilhada de seu uso, controle e conservação. Não pode mais existir o conceito de gestão de recursos hídricos baseada exclusivamente na análise setorial da irrigação, geração hidrelétrica ou saneamento básico. Um bom conhecimento das necessidades dos diversos usuários e da capacidade de oferta e renovação de suas fontes naturais são fundamentais para a definição de marcos regulatórios principais e da capacidade de suporte de cada bacia hidrográfica (Porto e Castro, 2003).

2 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

2.1 - Gestão de recursos escassos – cobrança e outorga

Um debate atual envolve a consideração da água como bem social ou bem econômico. A consideração da água como bem econômico significa, em termos gerais, que a água deve ser administrada em suas diversas utilizações de forma a maximizar o valor global que tem para a sociedade. Por outro lado, considerar água como bem social decorre de sua essencialidade à vida em conjunção com as enormes desigualdades sociais onde uma grande parcela da população não tem renda suficiente para arcar com os custos de fornecimento de água de boa qualidade. Em realidade, não são objetivos mutuamente exclusivos. As Nações Unidas, ao estabelecerem os objetivos do milênio, consideraram tanto o princípio da universalização do acesso à água, quanto o princípio do uso racional e eficiente desse recurso.

Os instrumentos de Gestão das Águas guardam muitas analogias com aqueles usados para a gestão de recursos escassos. A ocorrência da escassez contribuiu com a adoção de novo paradigma de gestão da água, que compreende a utilização de instrumentos regulatórios e econômicos, como a cobrança pelo seu uso. Quando se considera o fenômeno da escassez, os instrumentos de natureza econômica assumem um papel preponderante no processo de gerenciamento.

Segundo Garrido (2003), a cobrança é uma ferramenta que tem como objetivo equacionar o problema das externalidades, induzindo os usuários a internalizarem tal efeito externo, levando, assim, a uma alocação eficiente desse recurso na economia. Assim, o custo social da água é o valor

que induz os usuários a utilizarem esse recurso no nível socialmente ótimo. Mais do que um instrumento utilizado para gerar receita, a cobrança é indutora de mudanças pela economia da água.

A quantidade de água captada ou utilizada e a carga de poluente diluída, elementos que formam a base de cálculo da cobrança, serão avaliadas pelas informações levantadas pelo próprio comitê de bacia, baseadas nos volumes de água outorgados e efetivamente consumidos, nos níveis de produção das unidades industriais e nas informações fornecidas pelos usuários.

Os estudos recentes utilizam, basicamente, duas metodologias para cobrança. Na primeira, os valores a serem cobrados dos diferentes setores são simulados analisando os impactos econômicos sobre cada setor, assim como os níveis de arrecadação, recuperação de custos e diferentes hipóteses de subsídios. Essa metodologia apresenta a vantagem de ser relativamente simples, entretanto, não leva em consideração critérios de eficiência.

A segunda metodologia é baseada na determinação de preços ótimos, em função do custo marginal da água e das elasticidades-preço da demanda, para cada setor usuário. A principal vantagem dessa metodologia é que ela dá uma indicação do valor econômico da água em cada uso, permitindo a consideração de critérios de eficiência, além de gerar uma alocação eficiente.

Pode-se resumir que a avaliação da cobrança se dá a partir de (i) uma fundamentação de eficiência econômica, com respeito a objetivos de outra natureza (eqüidade, por exemplo), com recursos a análises do tipo benefício-custo e a técnicas de otimização ou (ii) uma fundamentação de negociação social, em que se busca a definição de um valor aceitável e suportável para cada usuário, sem consideração do princípio de eficiência econômica, valor esse associado à implementação de um programa de ações na bacia no âmbito de uma abordagem custo-efetividade.

2.2 - Enquadramento dos corpos d'água em classes de usos preponderantes

O principal objetivo do enquadramento dos corpos d'água é assegurar às águas o nível de qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas. Como consequência direta desse objetivo, o enquadramento pode permitir a diminuição dos custos de combate à poluição das águas, mediante ações preventivas permanentes. Segundo afirma Leeuwenstein (2000), sua aplicação acarreta consequências econômicas, sociais e ambientais, propiciando aos diferentes gestores de água uma ferramenta para assegurar a disponibilidade quantitativa e qualitativa da água em uma bacia hidrográfica. O enquadramento fortalece a relação entre a gestão dos recursos hídricos e a gestão ambiental, promovendo a proteção e a recuperação dos recursos hídricos.

A aceitação financeira para uma proposta de enquadramento está ligada aos custos para as medidas e intervenções necessárias ao alcance das metas estabelecidas pelo enquadramento. Leeuwenstein (2000) observou que em nenhum caso de enquadramento, no Brasil, foram levados em consideração os custos associados à decisão de escolha das classes, e que isso favoreceu que a

definição fosse feita com base em interesses circunstanciais setoriais corporativos. Ressaltou, também, que é importante que as alternativas de enquadramento sejam apresentadas à população que habita a bacia, justificando os investimentos necessários de cada alternativa e identificando as fontes de recursos, bem como uma proposta para a cobrança pelo uso da água dessa bacia.

O Comitê de Bacia Hidrográfica é a entidade responsável pela aprovação de propostas dos valores a serem cobrados pelo uso de recursos hídricos e do plano de aplicação dos recursos arrecadados. Os recursos para atingir as metas estabelecidas pelo enquadramento serão obtidos dos usuários de água e da sociedade civil. Pode-se esperar que os usuários de água optem por valores baixos para garantir que seus custos de produção não aumentem significativamente.

3 - SISTEMAS DE APOIO A DECISÕES

A metodologia conhecida por Sistemas de Apoio a Decisões (SAD) é uma ferramenta de auxílio à tomada de decisões, baseada na intensa utilização de bases de dados e modelos matemáticos e, também, na facilidade com que propicia o diálogo entre o usuário e o computador. Essa metodologia vem sendo aplicada, com sucesso, a diversos campos da atividade humana em que o problema da decisão é muito complexo, como é o caso do gerenciamento e do planejamento de sistemas de recursos hídricos. A tecnologia hoje disponível permite que se desenvolvam SADs poderosos, utilizando somente modelos e programas aplicativos já disponíveis no mercado, grande parte deles de domínio público.

O MODSIM (Labadie, 1988) é, essencialmente, um modelo de simulação em rede de fluxo que realiza uma otimização em cada intervalo de tempo considerado, utilizando o algoritmo *out-of-kilter* para determinar qual a alocação de vazões que conduz a um mínimo custo em toda rede. O algoritmo é aplicado seqüencialmente para resolver o seguinte problema de otimização:

$$\min \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N c_{ij}(q_{ij}) \cdot q_{ij} \quad (3.1)$$

onde: q_{ij} = a vazão média entre o nó i e o nó j durante o intervalo de tempo.

c_{ij} (q_{ij}) = custo unitário associado à vazão q_{ij} , que pode ser um custo monetário ou um fator de ponderação que represente direitos de uso da água ou prioridades operacionais.

3.1 - Concepção e fundamentos do sistema desenvolvido

Para uma determinada simulação do Acquanet, o resultado pode ser expresso por uma matriz composta por valores de:

Q_{ijk} = vazão derivada para um determinado uso “i” no nó “j” no período “k” (em m^3/s)

Considera-se que um dos usos seria a vazão remanescente a jusante no nó. Ter-se-ia, assim, uma matriz de dimensão ($i \times j$) x k.

Para cada um desses valores, estaria associado um coeficiente monetário, como a seguir:

C_{ijk} = coeficiente monetário relativo ao uso “i” do nó “j” no período “k” (em $$(m^3/s)$).

Se $C_{ijk} > 0$, ter-se-ia um ganho;

Se $C_{ijk} < 0$, ter-se-ia um custo;

Se $C_{ijk} = 0$, a derivação não tem expressão monetária.

Para cada tipo de análise, pode-se dispor de uma matriz de coeficientes monetários, de dimensão $(i \times j) \times k$. A expressão monetária de uma derivação pode ser expressa, assim:

$$E_{ijk} = Q_{ijk} \times C_{ijk} \quad (3.2)$$

Supondo uma simulação anual, com um passo de tempo mensal, com $k = 1, 2, 3, \dots, 12$. A expressão monetária no período de um ano de uma derivação no nó “j” seria, assim, expressa por:

$$E_{ij} = \sum_{k=1}^{12} Q_{ijk} \times C_{ijk} \quad (3.3)$$

A obtenção dos diferentes E_{ij} é o maior insumo para uma análise econômica ou financeira de uma decisão de cobrança, outorga ou enquadramento.

3.1.1 Cobrança pelo uso de recursos hídricos

O cálculo da receita potencial calculada a partir dos preços ótimos é feito a partir do plano de investimentos da bacia, e, por essa razão, pode ser considerada uma avaliação de “custo do cenário”. Determina-se, a partir desse plano de investimento, qual o valor a ser cobrado, em $$/m^3$, para cada uso da água, que seja capaz de amortizar os investimentos e cobrir os custos anuais.

A política de preços ótimos pelo uso da água é fundamentada no custo de gerenciamento dos recursos hídricos e nas elasticidades-preço de demanda por água nas várias modalidades de uso, e impõe ao sistema de gestão de recursos hídricos da bacia um comportamento gerencial auto-sustentável, no sentido de não haver perdas ou ganhos financeiros. A formulação proposta para cálculo dos preços ótimos baseia-se na teoria apresentada por Carrera-Fernandez e Garrido (2002), a partir da solução do seguinte sistema de equações:

$$p_j^* = \frac{(CMg_j \cdot |\varepsilon_j|)}{(|\varepsilon_j| - \alpha)}, \forall j \quad (4.1) \quad \sum_j p_j \cdot x_j - C = 0 \quad (3.4)$$

onde: p_j^* é o preço ótimo da água na modalidade de uso j , x_j é a respectiva quantidade de água demandada do sistema hídrico após os investimentos programados terem sido feitos, CMg_j é o custo marginal de gerenciamento no uso j , $|\varepsilon_j|$ é a elasticidade-preço da demanda por água no uso j , em valor absoluto, C é o custo total da entidade ou órgão gestor no gerenciamento da bacia, que inclui a amortização dos investimentos planejados para expandir a quantidade e melhorar a qualidade da água na bacia, e α é uma constante de proporcionalidade que reflete a diferença relativa entre benefícios e custos marginais, a ser determinada.

- Custo total da entidade ou órgão gestor no gerenciamento da bacia (C)

A Figura 3.1 mostra a tela para entrada de dados do plano de investimentos.

CUSTOS MARGINAIS DE LONGO PRAZO		
PLANO DE INVESTIMENTOS		
ITEM	UNID.	VALOR
ELEVAÇÃO DA COTA DA BARRAGEM	(\$)	6.871.951
INDENIZAÇÃO DE TERRAS ALAGADAS	(\$)	4.000.000
SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUAS LINDAS	(\$)	
RECUPERAÇÃO DE RESERVATÓRIOS	(\$)	8.000.000
CONSTRUÇÃO DA ETE ÁGUAS LINDAS	(\$)	95.000.000
AMPLIAÇÃO DA CAPACIDADE DE TRATAMENTO DA ETE SAMAMBAIA	(\$)	10.000.000
INVESTIMENTOS EM GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS	(\$)	500.000
CUSTOS ANUAIS DE OPERAÇÃO E GERENCIAMENTO DA BACIA (CUSTOS DE OPERAÇÃO DA AGENCIA DE ÁGUAS)	(\$)	350.000
PORCENTAGEM RELACIONADA À EXPANSÃO NA OFERTA DE RECURSOS HÍDRICOS	%	70,0%
PORCENTAGEM RELACIONADA À MELHORIA DA QUALIDADE DA ÁGUA	%	30,0%
HORIZONTE DO PLANO DE INVESTIMENTOS	ANOS	25
TAXA DE JUROS ANUAL	%	12,0%
TOTAL DOS INVESTIMENTOS	(\$)	124.371.951
AMORTIZAÇÃO ANUAL DO CAPITAL INVESTIDO	(\$)	15.857.420
CUSTO ANUAL TOTAL DE GERENCIAMENTO DA BACIA HIDROGRÁFICA (AMORTIZAÇÃO + OPERAÇÃO + MANUTENÇÃO)	(\$)	16.207.420

Figura 3.1 - Entrada de dados do Plano de Investimentos da Bacia

- Custo Marginal de Gerenciamento (CMg): é a forma convencional (ou *incremental cost*), que corresponde ao custo adicional ao se expandir a oferta de água na bacia hidrográfica em um metro cúbico, ou o necessário para reduzir em uma unidade a carga orgânica ou concentração de poluentes.

A Figura 3.2 mostra a planilha de resultados para o cálculo do custo marginal no longo prazo.

DEMANDAS		
DEMANDA ATUAL - ANTES DOS INVESTIMENTOS PREVISTOS	(m ³ /s)	6,36
DEMANDA TOTAL PREVISTA DE ÁGUA APÓS INVESTIMENTOS	(m ³ /s)	9,31
DEMANDA TOTAL DE CARGA ORGÂNICA POTENCIAL PARA DILUIÇÃO NOS MANANCIAIS DA BACIA HIDROGRÁFICA	(kgDBO /ano)	300.295
AUMENTO NA DEMANDA PARA DILUIÇÃO DE CARGA ORGÂNICA APÓS OS INVESTIMENTOS PROGRAMADOS	%	70,0%
CUSTO MÉDIO		
CUSTO MÉDIO DA OFERTA DE RECURSOS HÍDRICOS NA BACIA	(\$/m ³)	0,029
CUSTO MÉDIO DA DILUIÇÃO DE POLUENTES NA BACIA	(\$/m ³)	0,071
CUSTO MARGINAL DE LONGO PRAZO		
CUSTO MARGINAL DE LONGO PRAZO DA EXPANSÃO DA OFERTA DE RECURSOS HÍDRICOS	(\$/m ³)	0,091
CUSTO MARGINAL DE LONGO PRAZO DA EXPANSÃO DO POTENCIAL DE DILUIÇÃO	(\$/m ³)	0,101

Figura 3.2 - Custo marginal de longo prazo

A Figura 3.3 mostra os preços de reserva das soluções menos e mais caras, as funções de demanda “tudo ou nada”, funções de demanda ordinária e elasticidades-preço das demandas.

USOS	DEMANDAS E PREÇOS DE RESERVA					FUNÇÕES DE DEMANDA E ELASTICIDADE-PREÇO DA DEMANDA										
	QUANTIDADE		PREÇO DE RESERVA			FUNÇÕES DE DEMANDA "TUDO OU NADA"		FUNÇÕES DE DEMANDA ORDINÁRIA								
		x ₁	x ₂	p ^r ₁	p ^r ₂	x _{ah}	=	5.099	-0,359	. p _{ah}	x _{ah}	=	5.099	-0,718	. p _{ah}	0,13
ABASTECIMENTO URBANO	4,78	4,78	3,37	0,888	4,813	x _{ah}	=	5.099	-0,359	. p _{ah}	x _{ah}	=	5.099	-0,718	. p _{ah}	0,13
ABASTECIMENTO INDUSTRIAL						x _l	=	2.798	-6,142	. p _l	x _l	=	2.798	-12,284	. p _l	0,61
IRRIGAÇÃO	2,14	2,14	1,50	0,106	0,211	x _{es}	=	645099	-8322584	. pei	x _{ei}	=	645099	-16645167	. pei	1,97
GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA																
DILUIÇÃO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	325.000	325000	48750	0,038	0,072											
DILUIÇÃO DE EFLUENTES INDUSTRIAL																
ECOLÓGICO	0,73															

Figura 3.3 - Preços de reserva, funções de demanda e elasticidade-preço das demandas

Conforme pode ser verificado na Figura 3.4, os preços ótimos das demandas são comparados com a capacidade de pagamento de cada setor. Se uma ou mais modalidades de uso tem esse limite atingido, adota-se o preço com restrição para essas e os outros preços são recalculados de forma a manter a receita potencial capaz de amortizar os investimentos e custos anuais.

PREÇOS DA ÁGUA POR MODALIDADE DE USO PARA A BACIA DO LAGO DESCOBERTO								
MODALIDADE DE USO	DEMANDA POR ÁGUA	PREÇO DE DEMANDA	PREÇO DE RESERVA		PREÇO ÓTIMO	\$/ano	LIMITE DA CAPAC. DE PAGAMENTO	PREÇO ADOTADO COM RESTRIÇÃO
			INFERIOR	SUPERIOR				TIPO VALOR
ABASTECIMENTO URBANO ⁽¹⁾	4,78	0,2440	0,8875	4,8125	0,0201	3.026.331	respeita	preço ótimo 0,0201
ABASTECIMENTO INDUSTRIAL ⁽¹⁾								
IRRIGAÇÃO ⁽¹⁾	2,14	0,0050	0,1065	0,2114	0,0512	3.464.507	respeita	preço ótimo 0,0512
GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA ⁽¹⁾								
DILUIÇÃO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO ⁽²⁾	325.000	0,0200	0,0385	0,0717	0,0819	9.716.582	extrapola	preço de reserva 0,0385
DILUIÇÃO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS ⁽²⁾								

$\alpha = -0,469$ 0 **calcular 1** 16.207.420

PREÇOS ÓTIMOS COM RESTRIÇÃO DA CAPACIDADE DE PAGAMENTO				
MODALIDADE DE USO	PREÇO ÓTIMO		RECEITA POTENCIAL	INCREMENTO NO PREÇO ÓTIMO
	VALOR (R\$/ANO)	PARTICIPAÇÃO		
ABASTECIMENTO URBANO ⁽¹⁾	0,0442	preço ótimo	6.662.610	41,11% 120,15%
ABASTECIMENTO INDUSTRIAL ⁽¹⁾				
IRRIGAÇÃO ⁽¹⁾	0,0737	preço ótimo	4.982.310	30,74% 43,81%
GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA ⁽¹⁾				
DILUIÇÃO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO ⁽²⁾	0,0385	preço ótimo	4.562.500	28,15% -53,04%
DILUIÇÃO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS ⁽²⁾				
TOTAL			16.207.420	100,00%

$\alpha = -0,140$ 0 **calcular 2**

Figura 3.4 - Preços ótimos para cada modalidade de uso

A Figura 3.5 mostra o resumo dos resultados obtidos para preços da água sem restrição e com restrição da capacidade de pagamento, as receitas potenciais médias mensais e anuais da bacia.

PREÇOS DA ÁGUA POR MODALIDADE DE USO PARA A BACIA				RECEITA POTENCIAL DA BACIA		
PREÇOS ÓTIMOS	SEM RESTRIÇÃO	COM RESTRIÇÃO DA CAPACIDADE DE PAGAMENTO	REAJUSTE NO PREÇO ÓTIMO	MÉDIA MENSAL	MÉDIA ANUAL	DESVIO PADRÃO
				(\$)	(\$)	(\$)
MODALIDADE DE USO	(\$/m ³)	(\$/m ³)				
ABASTECIMENTO URBANO	0,020	0,044	46,87%	554.926	6.659.111	472.370
ABASTECIMENTO INDUSTRIAL						
IRRIGAÇÃO	0,051	0,074	107,82%	415.564	4.986.763	1.451.864
GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA						
DILUIÇÃO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	0,082	0,038	-53,04%	380.208	4.562.500	-
DILUIÇÃO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS						
TOTAL				1.350.698	16.208.374	2.096.944
CUSTO ANUAL TOTAL DE GERENCIAMENTO DA BACIA HIDROGRÁFICA (AMORTIZAÇÃO + OPERAÇÃO + MANUTENÇÃO)						(\$)
A RECEITA POTENCIAL ANUAL MÉDIA É MAIOR QUE AMORTIZAÇÃO ANUAL DOS INVESTIMENTOS. OS PREÇOS DA ÁGUA POR MODALIDADE DE USO DETERMINADOS SÃO CAPAZES DE PAGAR OS INVESTIMENTOS.						16.207.420

Figura 3.5 - Receita potencial da bacia

A Figura 3.6 mostra o diagrama para o sistema de cobrança, utilizando a metodologia de preços ótimos para cada uso.

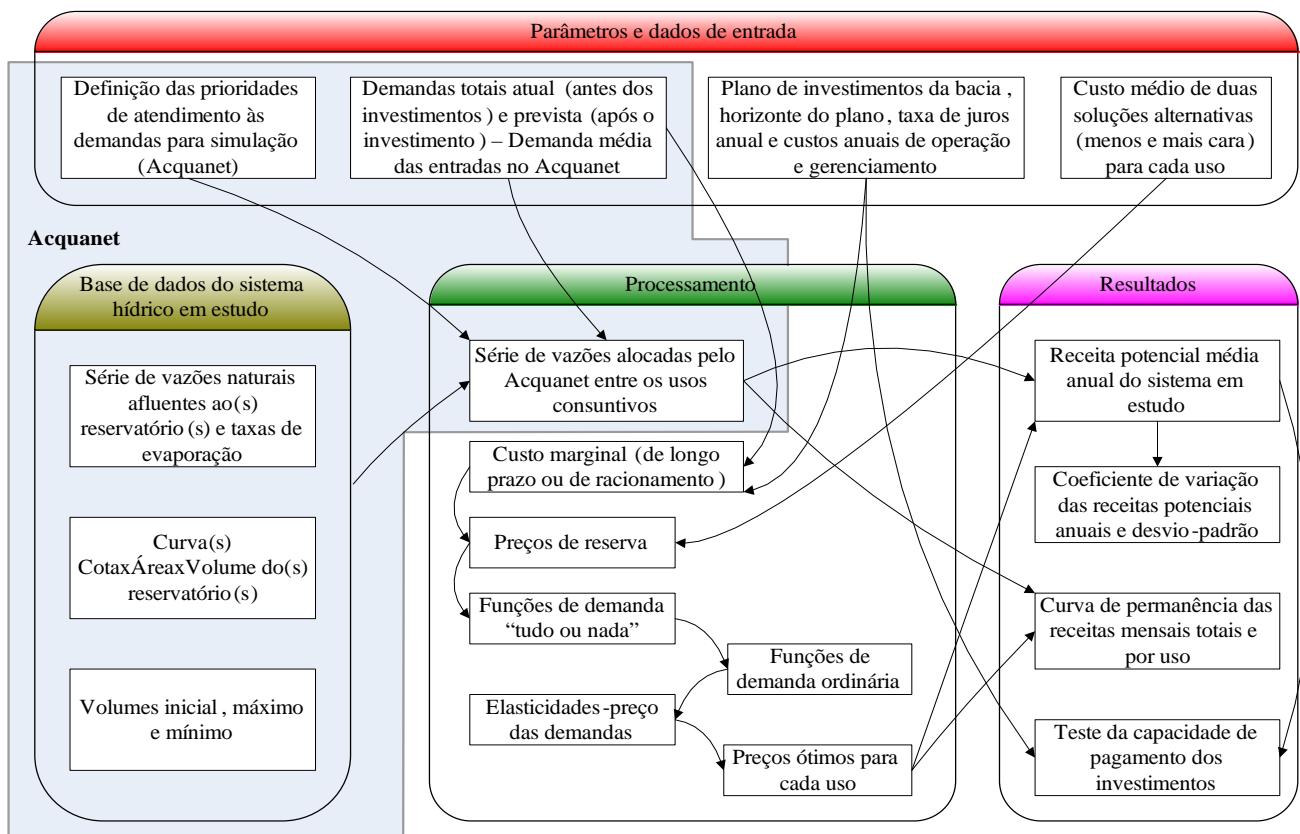


Figura 3.6 - Esquema do sistema de cobrança utilizando a metodologia de preços ótimos

3.2 - Outorga

A análise da outorga é feita a partir da comparação de cenários. O primeiro cenário avalia a situação existente, que é definida como a situação de referência. Os outros cenários avaliam custos e benefícios associados a situações hipotéticas, ou seja, pedidos de novas outorgas. A variação dos benefícios dos cenários hipotéticos e da situação de referência são comparados aos custos das alocações de vazões necessárias somados aos custos do projeto.

O primeiro passo é a simulação do cenário de referência a partir do módulo de avaliação econômica do Acquanet, com as respectivas curvas de benefício marginal para cada uso e para as vazões remanescentes (*instream flow value*). Observa-se o fato de não se desejar, nesse momento, que o módulo de avaliação econômica do Acquanet realize a maximização dos benefícios. A alocação é realizada, tão-somente, respeitando-se as prioridades definidas na entrada de dados.

O segundo passo é a entrada das vazões da nova demanda, objeto da avaliação, bem como dos dados econômicos. Procede-se à simulação do cenário com a nova outorga. São comparadas as séries dos benefícios da situação de referência e das do cenário analisado. Avalia-se, então, se o cenário proporciona maior benefício econômico para a sociedade. A nova outorga pode prescindir de um projeto para sua realização como, por exemplo, um projeto de irrigação ou de abastecimento público, exigindo investimentos para implantação, outros investimentos pontuais durante a vida útil

do projeto e o custo anual de operação, gerenciamento e manutenção. Deseja-se, nesse caso, que seja verdadeira a seguinte relação:

$$\left(\begin{array}{l} \text{Benefício médio anual} \\ \text{do cenário sob análise} \end{array} \right) - \left(\begin{array}{l} \text{Custos anuais} \\ \text{do projeto} \end{array} \right) \geq \left(\begin{array}{l} \text{Benefício médio anual} \\ \text{da situação de referência} \end{array} \right)$$

A Figura 3.7 mostra o diagrama da seqüência para a avaliação dos benefícios econômicos para a sociedade advindos da nova outorga.

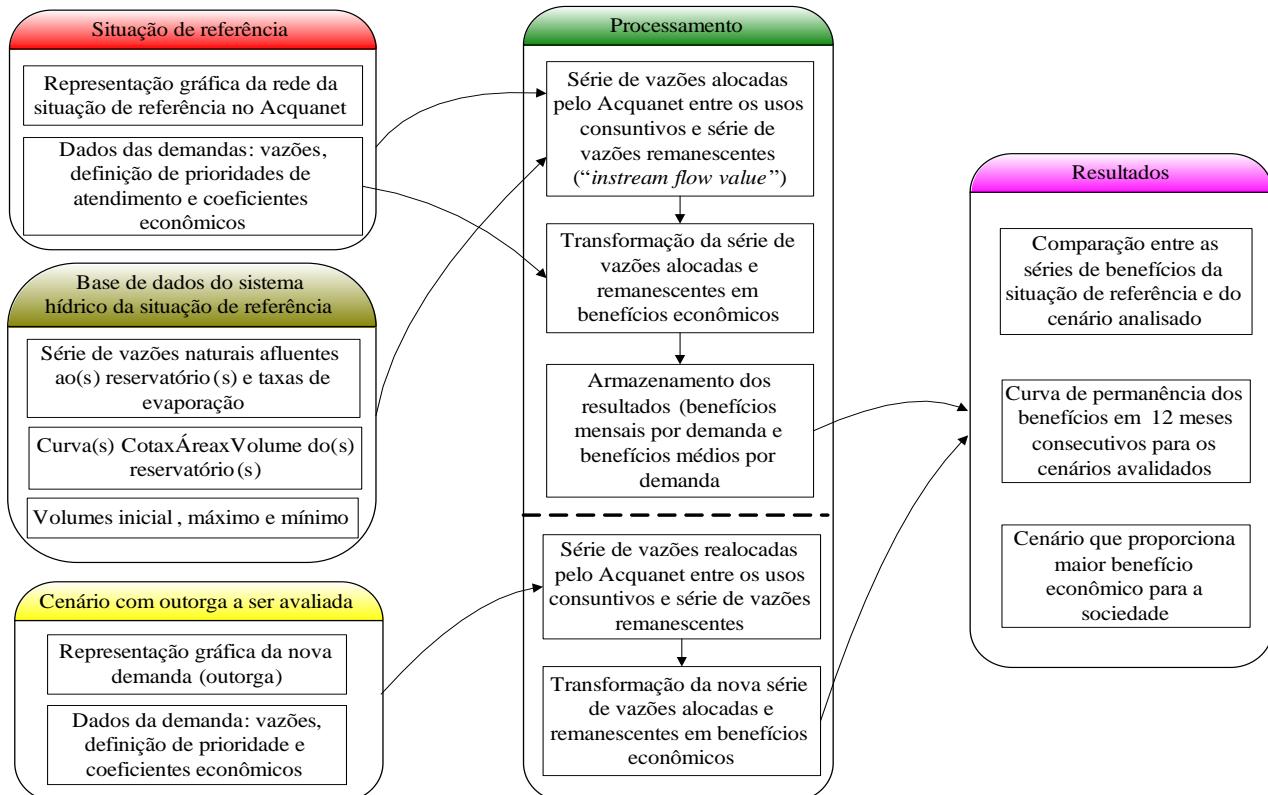


Figura 3.7 - Avaliação dos benefícios econômicos de nova outorga

3.3 - Enquadramento

Uma proposta de enquadramento deve passar por uma aceitação financeira dos custos das medidas e intervenções necessárias ao alcance das metas estabelecidas pelo enquadramento. Vislumbra-se, dessa forma, a importância de essas alternativas de enquadramento serem apresentadas à população que habita a bacia, com justificativas dos investimentos necessários e identificação das fontes de recursos. Deve-se ainda, apresentar os valores a serem arrecadados de cada usuário como, também, uma proposta para a cobrança pelo uso de recursos hídricos.

Para a análise do enquadramento, a exemplo da outorga, trabalha-se com cenários para fins comparativos. Assim, as matrizes de coeficientes econômicos são formadas pela atribuição de valores econômicos às vazões alocadas e remanescentes de uma possível alteração da classe de um

corpo de água. Ou seja, definir, por exemplo, qual o impacto econômico causado em uma bacia por uma alteração da classe de um rio, que limitaria as vazões outorgáveis para se manter uma vazão para diluição. Em contrapartida, pode-se estimar os benefícios econômicos gerados por incrementos nas vazões alocáveis possibilitados por intervenções, como tratamento de esgotos, que permitam manter a classe de um rio, mesmo com maiores retiradas.

No caso da análise do enquadramento, deve-se levar em consideração os custos de eventuais intervenções, especialmente por se trabalhar com avaliações de longo prazo. Para a realização dessa análise, é necessário atribuir valores monetários a todos os custos incorridos e a todos os benefícios. Embora definir valor monetário para os benefícios não seja uma tarefa trivial, espera-se identificar uma expectativa em relação a esses benefícios e em relação às suas probabilidades de ocorrência.

Diferentemente dos outros dois instrumentos de gestão, cobrança e outorga, o resultado da análise do enquadramento será uma série de custos dos impactos e de benefícios em função da vazão e de alguns indicadores de qualidade da água que definem uma classe. É desejável que a matriz de coeficientes econômicos para a valoração dos benefícios seja obtida por meio de técnicas de valoração adequadas para a qualidade da água e que, também, considere os custos decorrentes das externalidades econômicas e ambientais.

Na análise econômica, os projetos são comparados entre si por meio da aplicação de alguns índices. Essa idéia continua válida nos projetos ambientais, sobretudo para se compararem alternativas de engenharia que levem a resultados semelhantes. Nesse caso, os índices auxiliam a apontar as melhores alternativas. Para construção do protótipo, foram aplicados alguns conceitos importantes em análise de investimentos, como a taxa interna de retorno (TIR), o valor presente líquido (VPL), e a comparação entre a TIR e o custo de oportunidade do capital (COC).

Outra análise importante, nesse contexto, é a análise da relação custo-benefício (ACB), que visa a comparar os benefícios esperados de um determinado projeto com os custos estimados. Trata-se de uma forma racional de decidir sobre a adequabilidade e aceitabilidade de um projeto.

A Figura 3.8 traz a tela de entrada de dados e resultados da avaliação.

DADOS DO PROJETO		
HORizonte de Projeto	(Anos)	25
Custo para implantação do projeto	(\\$)	20.000.000
	Ano	10
	Ano	20
Custos pontuais do projeto	ANO	5.000.000
	Ano	5.000.000
	Ano	
Taxa de juros	(%)	12,00%
Custo anual de operação	(\\$)	2.000.000
Amortização anual + custo anual de operação	(\\$)	5.824.999
Benefício bruto médio anual no cenário atual	(\\$)	94.564.674
Benefício bruto médio anual no cenário 1	(\\$)	115.760.455
Relação benefício/custo		3,64
Relação benefício - custo	(\\$)	15.370.782
Taxa interna de retorno econômico (TIRE)		81,41%
Valor presente líquido (VPL)		118.482.203

Figura 3.8 - Entrada de dados do projeto e resultados

A avaliação de tomada de decisão para o enquadramento é executada a partir da construção de um calendário de benefícios. Esse calendário pode ser construído em função dos benefícios médios anuais obtidos na simulação do Acquanet para a situação atual, para dez anos, para vinte anos e para trinta anos, ou para um intervalo de interesse do usuário. Cada uma dessas simulações deverá conter novos dados de evolução das demandas, se houver, e de novos coeficientes econômicos relacionados à melhoria da qualidade da água, em função do programa de investimentos previsto, ou relacionados à degradação da qualidade da água, em função da ausência de intervenções. Os valores de benefícios para os anos intermediários no calendário são obtidos por interpolação linear.

Os benefícios obtidos no cenário de referência são comparados aos benefícios obtidos no cenário hipotético, cuja construção segue os mesmos passos. A diferença entre os dois cenários gera uma série de benefícios que são utilizados para a construção da expectativa de fluxo de caixa para o cenário proposto. Da série de benefícios e custos de investimento, custos anuais e pontuais, calculam-se os indicadores econômicos que podem ser utilizados em uma tomada de decisão. A Figura 3.9 mostra o diagrama para se efetuar a avaliação de um cenário hipotético.

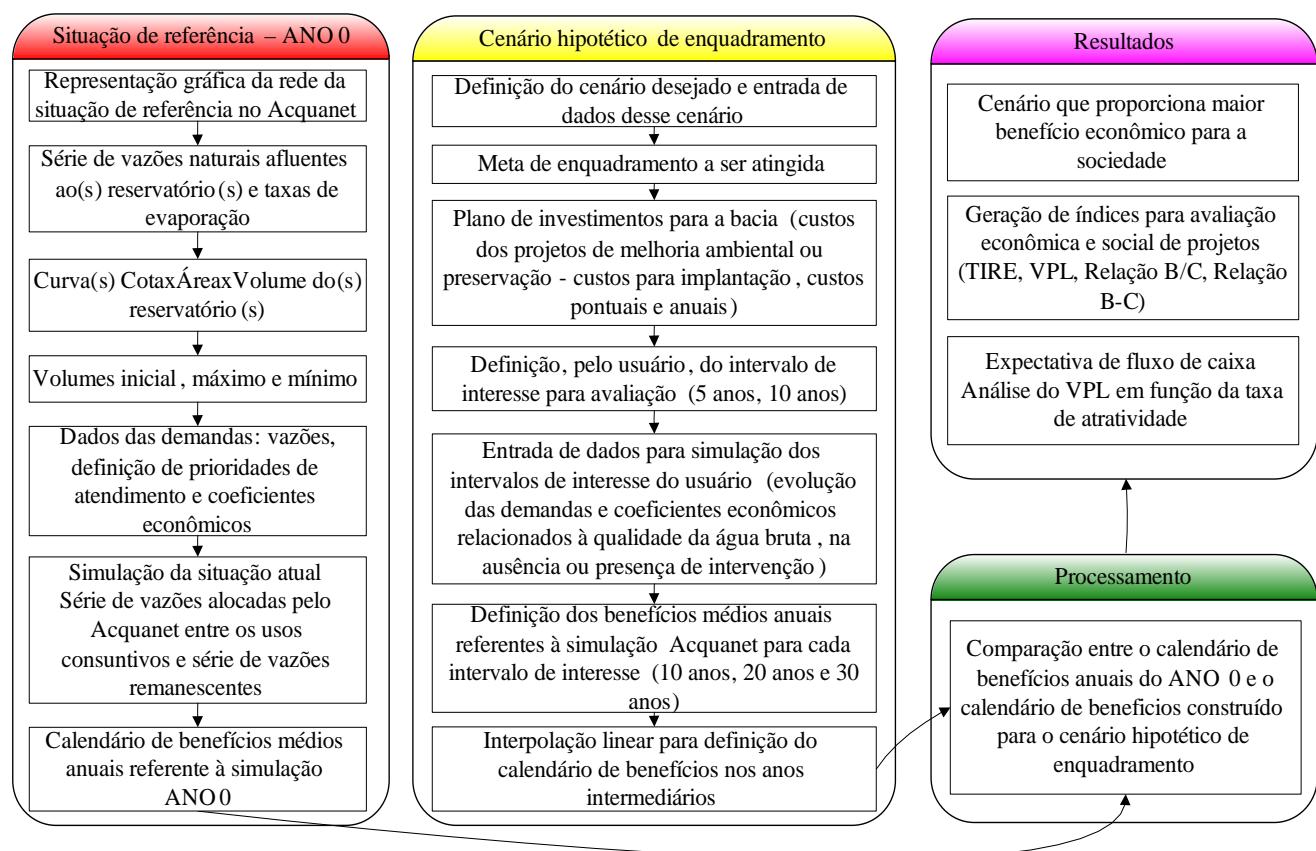


Figura 3.9 - Avaliação do cenário hipotético de enquadramento

4 - TESTE DE APLICAÇÃO: A BACIA DO LAGO DESCOBERTO

Utilizou-se para o teste do aplicativo a bacia do lago Descoberto, que constitui o principal manancial utilizado pela Caesb, responsável por cerca de 2/3 da oferta de água para abastecimento

público do Distrito Federal. Em 2002, foi realizado um levantamento batimétrico no reservatório. Conforme o Relatório de Topobatimetria (Magna, 2003a), o reservatório possuía, em agosto de 2002, uma área de $12,55 \text{ km}^2$, na cota 1030m, volume aproximado de $86 \times 10^6 \text{ m}^3$ e volume morto de $10,5 \times 10^6 \text{ m}^3$. O reservatório é monitorado desde 1978, e, atualmente, é captada uma vazão média de cerca de $3,50 \text{ m}^3/\text{s}$, para a previsão de vazão captável em torno de $5,00 \text{ m}^3/\text{s}$. As informações hidrológicas foram obtidas a partir de seis estações fluviométricas, operadas pela Caesb.

4.1 - Cálculo da receita potencial da bacia

Foram empregadas nessas simulações as séries de 25 anos de vazões naturais restituídas afluentes ao lago do Descoberto, a curva cota x área x volume, e as demandas de abastecimento público e de irrigação estimadas para 25 anos.

A Figura 5.1 mostra a rede de fluxo utilizada para simulação da receita potencial do sistema.

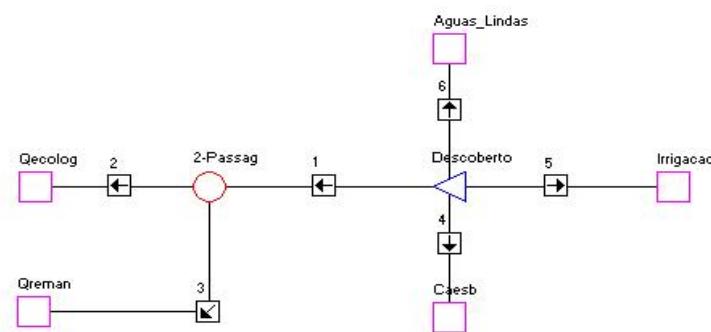


Figura 4.1 - Topologia da rede de fluxo para simulação da cobrança

O plano de investimentos prevê algumas ações para o aumento da disponibilidade hídrica e para a melhoria da qualidade da água. Foram estudados três níveis possíveis de elevação da barragem e seus respectivos custos estimados, conforme pode ser verificado na Tabela 5.1. Observe-se que a segunda parte trata exatamente dos custos que variam em função da elevação.

Tabela 4.1 - Plano de investimentos para a bacia do lago Descoberto

Construção da ETE de Águas Lindas	R\$ 95.000.000
Recuperação de reservatórios existentes	R\$ 8.000.000
Ampliação da capacidade de tratamento da ETE Samambaia	R\$ 10.000.000
Investimentos em gerenciamento de recursos hídricos	R\$ 500.000
Subtotal	R\$ 113.500.000
Elevações avaliadas	
	1,00 m
Elevação da cota da barragem (R\$)	6.280.804
Indenização de terras alagadas (R\$)	3.250.000
Total dos investimentos (R\$)	122.958.804
	1,50 m
	2,00 m
Elevação da cota da barragem (R\$)	6.871.951
Indenização de terras alagadas (R\$)	4.000.000
Total dos investimentos (R\$)	124.371.951
	7.687.740
	6.000.000
	127.187.740

A Tabela 5.2 apresenta os resultados obtidos na aplicação do sistema.

Tabela 4.2 - Resultados obtidos na aplicação do sistema de cobrança

Elevações avaliadas		1,00 m	1,50 m	2,00 m
Amortização anual dos investimentos		15.677.244	15.857.420	16.216.433
Custo marginal de longo prazo da expansão da oferta de recursos hídricos		0,090	0,091	0,093
Custo marginal de longo prazo da expansão do potencial de diluição		0,100	0,101	0,104
Preço ótimo com restrição	Abastecimento Humano	0,044	0,044	0,046
	Irrigação	0,073	0,074	0,075
	Diluição de efluentes	0,038	0,038	0,038
Receita potencial média anual		16.028.245	16.208.374	16.565.842
Custo anual total de gerenciamento		16.027.244	16.207.420	16.566.433

Observou-se que não há muita diferença entre os valores apresentados na tabela para as três possibilidades de elevação, em especial dos custos marginais de longo prazo e dos preços ótimos. Essa situação se deu em virtude de os custos de elevação e indenização de terras alagadas, parcelas que variam em função da elevação escolhida, representarem um percentual pequeno do plano de investimentos para a bacia. Diante disso, decidiu-se por avaliar somente a elevação de 1,5 metro.

Foram considerados na simulação os usos para abastecimento público, irrigação e diluição de efluentes. No primeiro passo do cálculo de preços ótimos, o preço para diluição de efluentes foi maior que o preço de reserva. Assim, limitou-se esse preço ao preço de reserva, obtendo-se novos valores para abastecimento humano e irrigação. Os preços ótimos calculados e os preços utilizados na simulação são apresentados na Tabela 5.3.

Tabela 4.3 - Elasticidades-preço das demandas e preços da água

Modalidade de uso	Elasticidade-preço da demanda	Preço de reserva	Preço ótimo	Preço ótimo	Preço definido a priori
			1º passo	2º passo	
Abastecimento humano	0,18	0,888	0,025	0,046	0,020
Irrigação	0,61	0,134	0,042	0,064	0,020
Diluição de efluentes	4,27	0,039	0,081	0,039	0,100

A Tabela 5.4 apresenta os valores das receitas potenciais, calculados pelos dois métodos, a participação de cada modalidade de uso na receita total, bem como a diferença encontrada no preço ótimo em função da capacidade de pagamento obtidos para cada tipo de uso em função das demandas médias.

Tabela 4.4 - Receitas potenciais por uso

Modalidade de uso	Diferença no preço ótimo	Preços ótimos		Preços a priori	
		Particip.	Valor anual	Particip.	Valor anual
Abastecimento humano	143,44%	50,79%	8.183.829	21,55%	3.556.901
Irrigação	86,66%	21,20%	3.506.252	6,59%	1.088.675
Diluição de efluentes	-68,56%	28,01%	4.562.500	71,86%	11.862.500
TOTAL	-	100%	16.207.420	100%	16.508.076

Os valores calculados como receita potencial não devem ser interpretados como valores de retorno de um projeto. O que se espera é que a média desses valores estimados seja de alguma forma representativa, e, assim, possa ser comparada com a amortização dos investimentos. A Figura 5.2 mostra a curva de permanência da receita potencial anual calculada pelos dois métodos. Ao se compararem as curvas de permanência, observa-se que a probabilidade de pagamento da amortização anual é de aproximadamente 76% para os preços definidos *a priori* e de 70% para os preços ótimos. Para níveis de garantia maiores, é necessário redefinir os valores de cobrança.

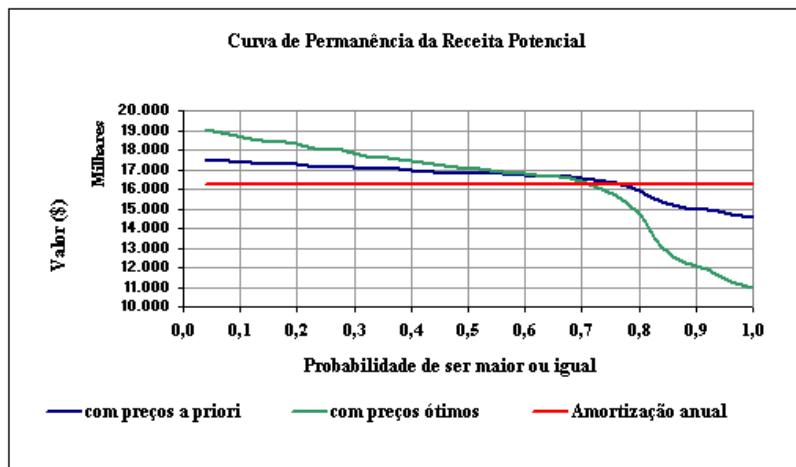


Figura 4.2 - Curva de permanência da receita potencial anual

4.2 - Outorga

Uma forma de se avaliar a outorga é a partir da atribuição de valores econômicos às vazões remanescentes, incluindo a vazão ecológica, além das outras demandas econômicas da rede. Os valores dos benefícios mensais são então armazenados, para posterior comparação.

A Caesb estuda abastecer a cidade de Águas Lindas (GO) com água tratada na ETA Descoberto, que possui capacidade de tratamento de 6,0 m³/s. A rede de fluxo apresentada na Figura 5.3 simula a situação de referência (a) e com a nova outorga (b).

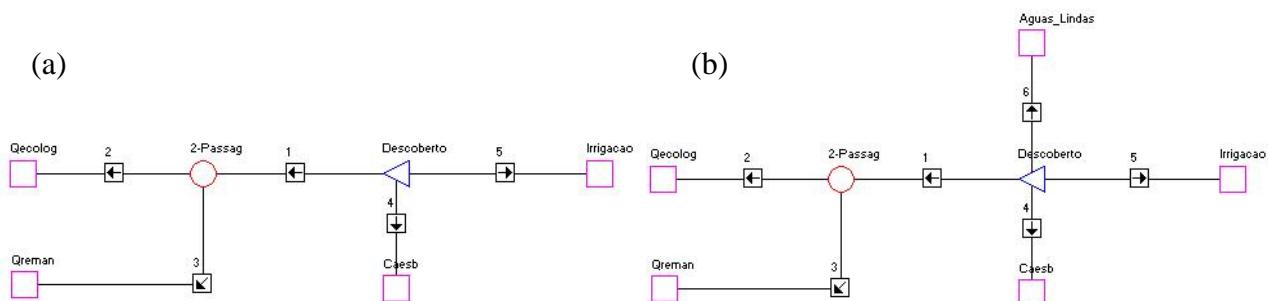


Figura 4.3 - Rede de fluxo da situação de referência (a) e da nova outorga (b)

As curvas de benefício marginal adotadas na simulação da situação de referência são mostradas na Figura 5.4.

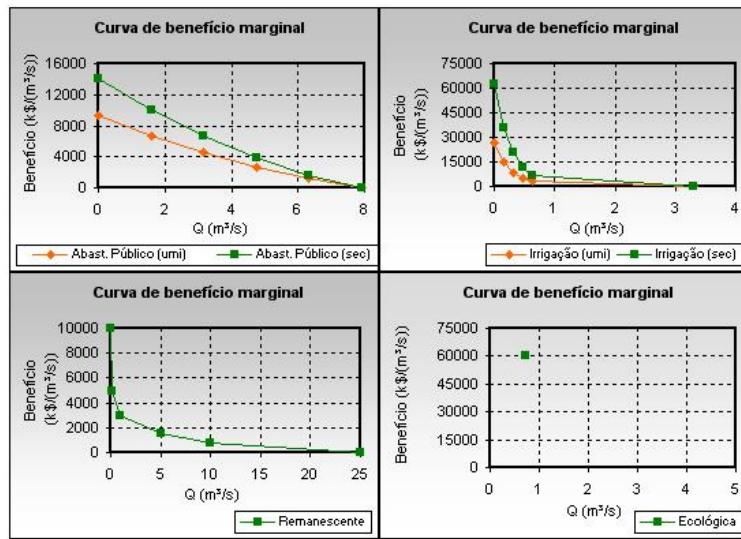


Figura 4.4 - Curvas de benefício marginal das demandas

Insere-se a nova demanda (Águas_Lindas), ou seja, a outorga que se deseja avaliar em termos de benefício econômico, conforme a Figura 5.3(b). Nesse momento, deve ser definida a prioridade dessa demanda, bem como os benefícios econômicos advindos da outorga solicitada.

Os valores mensais obtidos para cada demanda são, então, comparados à situação de referência, avaliando-se o cenário que promove maior ganho para a sociedade. (Tabela 5.5)

Tabela 4.5 - Comparação entre benefícios médios mensais (em R\$)

Demanda	Situação de referência	Cenário com nova outorga	Variação percentual
Aguas_Lindas	0,00	7.082,91	-
Caesb	31.445,58	30.967,01	-1,52%
Irrigação	24.363,87	22.406,64	-8,03%
Qecolog	43.800,00	43.800,00	0,00%
Qreman	5.309,35	3.793,19	-28,56%
Total	104.918,79	108.049,75	2,98%

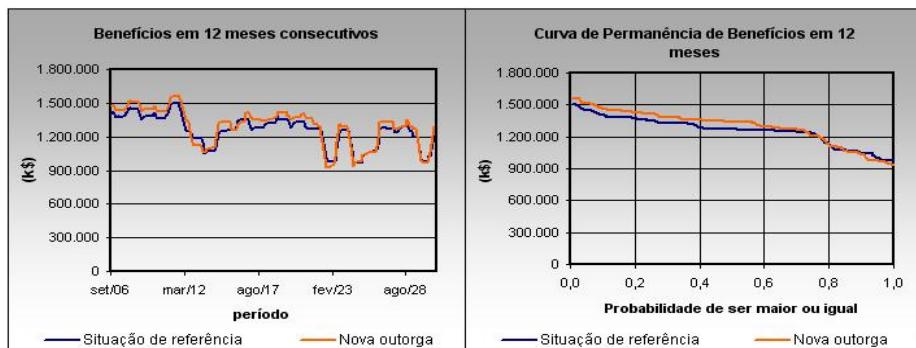


Figura 4.5 - Benefícios em 12 meses consecutivos e curva de permanência

Nessa situação, com os valores econômicos utilizados, observa-se que o benefício médio mensal diminuiu para cada demanda, porém, o resultado total é favorável à outorga para a demanda

Aguas_Lindas. A Figura 6.8 mostra a variação dos benefícios em doze meses consecutivos e comparação entre as curvas de permanência de benefícios.

O que se pode concluir é que em algumas situações, quando o valor econômico da água mantida no leito for mais alto, pode ser mais vantajoso, sob a ótica econômica, manter essas vazões no rio do que alocá-las para um uso consuntivo com baixo valor agregado para a sociedade.

Em virtude da diminuição do ganho médio para algumas demandas, pode-se depreender que o lago Descoberto não possui capacidade de reservação suficiente para manter um nível ótimo de garantia de atendimento. Assim, complementarmente, pode-se avaliar a elevação do corpo da barragem para o incremento da capacidade de reservação. Nessa aplicação, são avaliados e comparados três cenários. Além da situação de referência, e do cenário da outorga para abastecimento da cidade de Águas Lindas (GO), avaliou-se o cenário com aumento da capacidade de reservação do lago com a elevação do corpo da barragem.

A topologia da rede é a mesma utilizada nas simulações anteriores. A diferença entre os cenários sem elevação e com elevação reside na entrada do complemento das curvas atuais de cota-área-volume e da capacidade máxima de reservação.

A Tabela 5.6 mostra os custos dos projetos nos dois cenários utilizados na simulação, os incrementos nos benefícios e a probabilidade de haver prejuízo. O incremento no benefício avalia a diferença entre os benefícios anuais médios dos cenários e da situação de referência, descontando-se a amortização anual dos investimentos e o custo anual de operação.

Tabela 4.6 - Custos associados ao projeto de abastecimento de água do município de Águas Lindas (GO) (em R\$)

	Sem elevação da barragem	Com elevação da barragem
Custo para implantação do projeto	95.000.000	106.000.000
Amortização anual mais custo anual de operação	15.112.497	16.514.997
Incremento médio anual no benefício	19.458.937	20.450.455
Probabilidade de haver prejuízo em um mês qualquer	0,250	0,243

Ao se confrontarem os cenários de análise da outorga para Águas Lindas, observa-se que o incremento no benefício será maior em quase todos os anos para o cenário sem elevação da barragem, como pode ser verificado na Figura 5.7. Essa análise parece contradizer o resultado apresentado para o incremento médio anual no benefício na Tabela 5.6. Na verdade, o que ocorre é que em anos mais secos, a situação de referência possui benefícios superiores aos cenários analisados, e, mais fortemente, no cenário sem elevação. Assim, em virtude dos “prejuízos” observados em anos de escassez, tem-se que, na média, o incremento nos benefícios é maior no cenário com elevação da barragem.

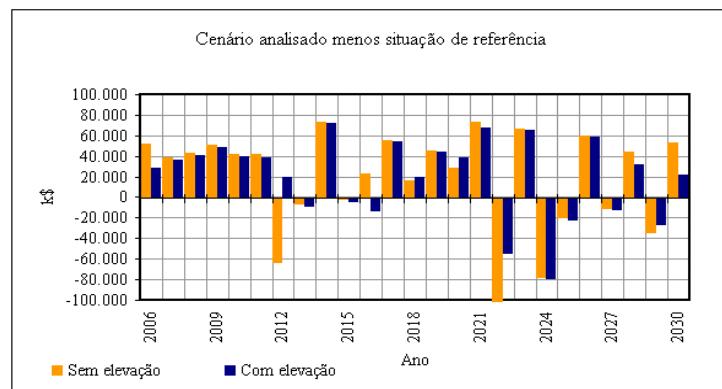


Figura 4.6 - Incremento nos benefícios líquidos para cada cenário

A análise do benefício líquido anual mostra que não há diferença significativa entre os dois cenários com a nova outorga. Além disso, em anos mais secos, em que há escassez de água, os benefícios serão menores nesses cenários do que na situação de referência, em função da amortização dos investimentos realizados, conforme pode ser verificado na Figura 5.10.

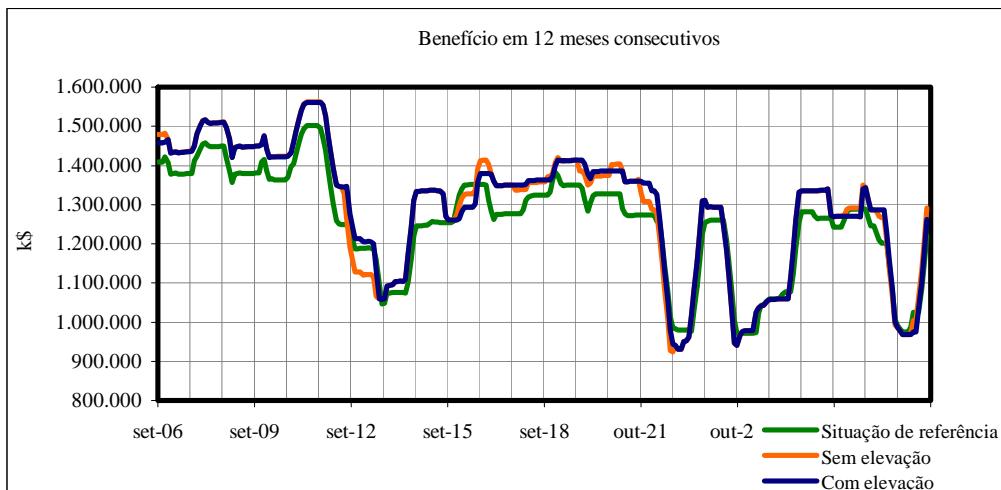


Figura 4.7 - Benefícios em 12 meses consecutivos

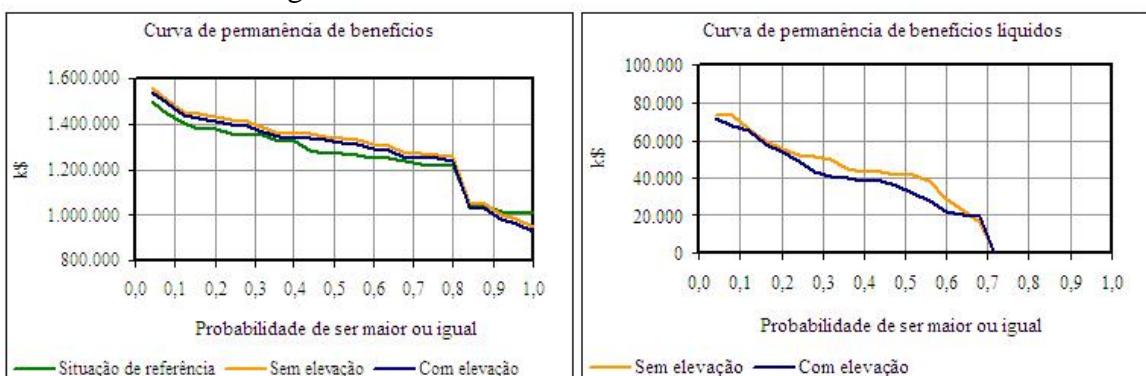


Figura 4.8 - Curva de permanência de benefícios anuais e dos benefícios líquidos

A Figura 5.8 traz a curva de permanência de benefícios totais anuais para as três situações avaliadas, enquanto as curvas apresentadas no gráfico ao lado mostram que, em aproximadamente 70% dos períodos simulados, deverá haver incremento no benefício, tanto no cenário sem elevação como no cenário com elevação, em relação à situação de referência. Além disso, observa-se que a

curva de permanência do incremento dos benefícios no cenário sem elevação possui valor mais alto, o que pode levar à preferência por esse cenário.

4.3 - Enquadramento

Deseja-se testar uma situação hipotética de enquadramento. Supõe-se que a qualidade da água no rio Descoberto, a jusante da barragem, possui valores para alguns parâmetros que a classifiquem como classe 3. O comitê da bacia e a sociedade desejam avaliar as consequências, benefícios e custos associados, de uma decisão de enquadramento que exija a melhoria da qualidade da água e o respeito aos parâmetros de qualidade da água característicos de classe 2. É necessário, portanto, que sejam realizados investimentos nessa bacia que propiciem essa melhoria.

Para o enquadramento, os benefícios associados às vazões remanescentes e ecológicas são avaliados em função da qualidade e da quantidade da água. Os valores econômicos do uso da água, quando ela não é retirada do seu leito, devem estar associados aos incrementos obtidos nessas atividades, a partir da melhoria da qualidade da água. A Figura 6.15 mostra os valores e curvas utilizadas nesse exemplo, com valores arbitrados para fins de exemplificação.

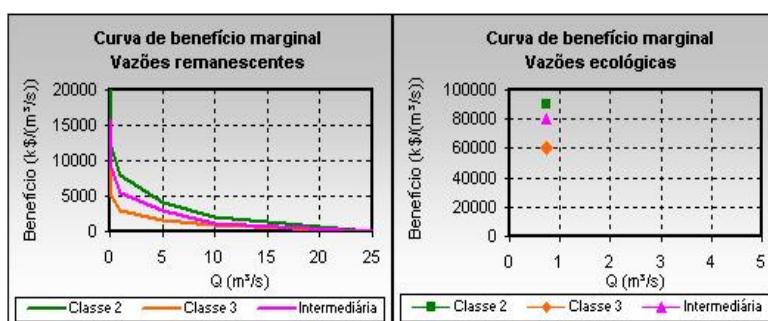


Figura 4.9 - Curvas de benefícios marginais para as vazões ecológicas e remanescentes

A situação de referência, nesse caso, é entendida como a manutenção do sistema hídrico, ou seja, mesmas demandas das análises anteriores, e, a aplicação das curvas de benefício marginal “Ecológica Classe 3” e “Remanescente Classe 3” durante todo período analisado, ou seja, 25 anos.

O cenário hipotético contará com a implementação de projetos que visem a melhorar a qualidade da água, e enquadrá-la como classe 2. Considerando-se o período de 25 anos, supõe-se a implementação de um sistema para tratamento de efluentes domésticos para a remoção de DBO a partir do ano 10, e um aperfeiçoamento do tratamento com remoção de nutrientes no ano 20.

O calendário de benefícios é construído a partir da simulação da situação atual, dez, vinte e trinta anos de evolução das demandas e coeficientes econômicos. Assim, para a simulação de dez anos, utiliza-se a curva de benefícios marginais chamada intermediária, e, para a simulação de 20 anos, a curva de benefícios marginais Classe 2. A Tabela 6.12 apresenta os benefícios médios anuais para cada uso.

Tabela 4.7 - Valores de benefícios médios anuais para construção do calendário

Ano	Cenário Atual				Cenário Hipotético	
	Abastecimento	Irrigação	Ecológica	Remanescente	Ganho médio anual (k\$)	Remanescente
0	377.347	292.366	525.600	63.712	525.600	63.712
10	377.347	292.366	525.600	63.712	630.720	77.990
20	377.347	292.366	525.600	63.712	648.240	80.929
30	377.347	292.366	525.600	63.712	648.240	80.929

O calendário de benefícios do cenário hipotético é, então, construído por interpolação linear. A Figura 6.16 mostra as curvas obtidas para as demandas desse cenário. Obviamente, observa-se o incremento dos benefícios à medida que os projetos são implementados. O segundo gráfico mostra os benefícios anuais do cenário de referência, do cenário hipotético e a diferença entre eles. Esse último valor é utilizado para construção do fluxo de custos e benefícios.

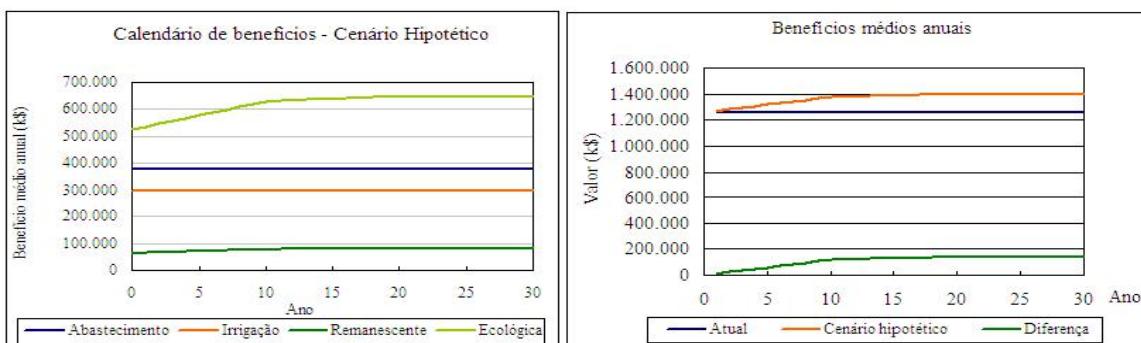


Figura 4.10 - Calendário de benefícios do cenário hipotético e Benefícios médios anuais

A Figura 6.18 mostra a expectativa de benefícios e custos da série analisada.

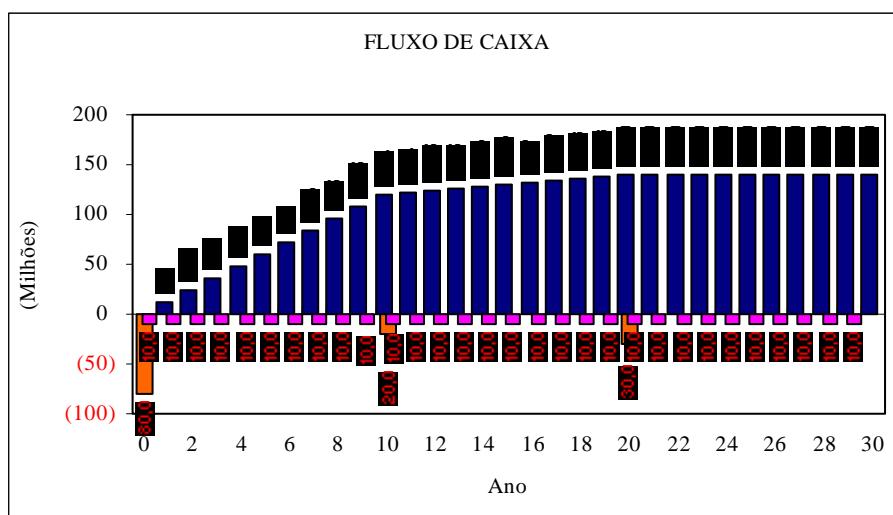


Figura 4.11 - Expectativa de fluxo de caixa para o cenário proposto

Das séries de benefícios e de custos, calculam-se os indicadores econômicos que podem auxiliar no processo de tomada de decisão, apresentados na Tabela 5.8.

Tabela 4.8 - Dados do plano de investimentos e índices econômicos

Horizonte de projeto	(anos)	25
Custo para implantação do projeto	(\\$)	100.000.000
Custos pontuais do programa de investimentos	Ano	10
	Ano	20
Taxa de juros	(%)	12,00%
Custo anual de operação	(\\$)	10.000.000
Amortização anual + custo anual de operação	(\\$)	29.124.995
Benefício bruto médio anual no cenário atual	(k\\$)	1.259.026
Benefício bruto médio anual no cenário 1	(k\\$)	1.371.084
Relação benefício/custo		3,68
Relação benefício - custo	(k\\$)	82.933.501
Taxa interna de retorno econômico (TIRE)		38,81%
Valor presente líquido (VPL)	(k\\$)	455.385

A Figura 5.14 apresenta o gráfico gerado para cálculo do VPL para diferentes taxas de atratividades.

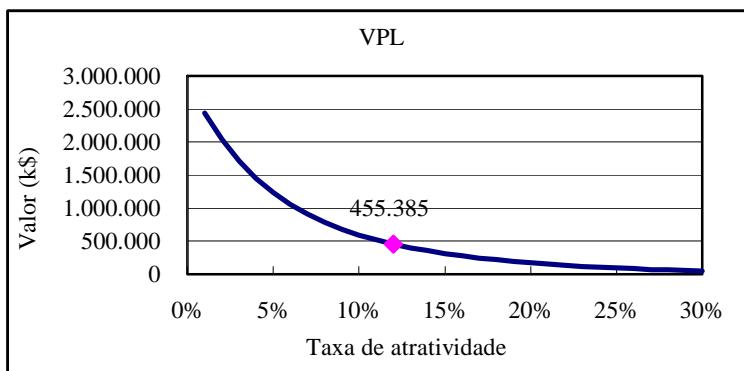


Figura 4.12 - Variação do VPL em função da taxa de atratividade

5 - CONCLUSÕES

A proposta desse trabalho foi o desenvolvimento de interfaces computacionais que possam ser acopladas ao Acquanet e contemplem a análise relativa aos instrumentos de gestão de recursos hídricos, cobrança, outorga e enquadramento, que permitam a avaliação dos impactos financeiros e econômicos associados a uma tomada de decisão, levando-se em consideração os conceitos e limitações da abordagem econômica no trato da gestão e do planejamento.

A aplicação hipotética feita demonstrou não só a potencialidade da abordagem, como a pertinência de se utilizá-la nas decisões para outorga, cobrança e enquadramento, quer seja sob a ótica do órgão gestor, quer seja sob a ótica de um Comitê de Bacia ou do próprio usuário ou empreendedor. Uma utilização dessa abordagem para uma decisão real requereria o levantamento de uma série de dados e a determinação de uma série de coeficientes, o que seria justificável no caso de bacias em que são importantes os conflitos pelo uso da água.

Entretanto, tendo em vista que a alocação da água é tema bastante complexo que, além das questões econômicas, envolve também, questões legais, institucionais, técnicas e sociais, leva-nos a considerar que o uso desse SAD sempre deverá estar associado a análises de outra natureza. Entretanto, o recurso a esse tipo de análise levará sempre, ao menos, a um melhor conhecimento do problema e dos interesses em jogo.

Espera-se que o sistema de avaliação de enquadramento possa auxiliar a avaliar a relevância social e a viabilidade econômica de projetos na área de saneamento básico e ambiental, tendo em vista que compete ao gerenciamento dos recursos hídricos propor a implementação dos projetos economicamente viáveis. Os cenários de enquadramento podem ajudar a avaliar em que momento os projetos se justifiquem economicamente. Por outro lado, os projetos pouco viáveis devem ser reavaliados, para torná-los compatíveis à demanda social, ou até mesmo buscando-se novas tecnologias alternativas que sejam economicamente viáveis.

Os pontos assinalados são avaliados como essenciais para se promover uma abordagem mais efetiva sob a ótica econômica, das decisões relativas ao uso dos recursos hídricos, o que certamente contribuirá para uma maior eficiência na ação de um setor que se acha ainda em construção no País, e que, muito poderá beneficiar do recurso a sistemas de apoio a decisão que privilegiam o trato analítico das questões e a análise econômica e financeira das opções de alocação de água.

BIBLIOGRAFIA

- CARRERA-FERNANDEZ, J. e GARRIDO, R. (2002). *Economia dos Recursos Hídricos*. Editora da Universidade Federal da Bahia - EDUFBA, Salvador, Brasil.
- GARRIDO, R. (2003). Aspectos Institucionais da Outorga e da Cobrança pelo Uso da Água. *Anais do XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos (ABRH)*, Curitiba, Brasil.
- LABADIE, J.W. (1988). *Program MODSIM: River Basin Network Flow Model for the Microcomputer*. Colorado State University, Colorado, E.U.A.
- PORTO, R. L. L., e CASTRO, H. L. (2003). Avaliação da Disponibilidade Hídrica para Abastecimento da Região Metropolitana de São Paulo com o Uso de um Sistema de Suporte a Decisões. *Anais do XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos (ABRH)*, Curitiba, Brasil.
- PORTO, R. L. L., e SOUZA FILHO, F. A. (2005). Economia do Meio Ambiente e o Impacto a Terceiros. *Anais do XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos (ABRH)*, João Pessoa, Brasil.
- LEEUWESTEIN, J.M. (2000). *Proposição de suporte metodológico para enquadramento de cursos de água*. Dissertação de Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos, Publicação MTARH.DM-028A/00, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 201p.