

# ***Métodos de Precificação da Água e uma Análise dos Mananciais Hídricos do Parque Nacional de Brasília***

**Ricardo Coelho de Faria**

*\* Doutor em Economia, professor da Universidade Católica de Brasília*

*\* Analista de Finanças e Controle do Tesouro Nacional.*

**Jorge Madeira Nogueira**

*\* Doutor em Economia*

*\* professor e pesquisador da Universidade de Brasília (UNB).*

---

## ***Resumo***

Este artigo faz algumas estimativas do preço da água dos mananciais hídricos do Parque Nacional de Brasília. Além de discutir os principais métodos disponíveis para precificação da água, o trabalho ilustra uma situação na qual a escolha do procedimento tecnicamente ideal fica bastante limitada, cuja solução deve ser dada pelo mecanismo de alocação mais simples ou mesmo pelo único disponível. Os resultados encontrados neste estudo de caso podem subsidiar discussões futuras sobre a política de preços para água bruta, especialmente quando utilizada por companhias de abastecimento urbano.

---

## ***Palavras-chave:***

Precificação da Água; Valoração da Água; Recursos Hídricos; Parque Nacional de Brasília; Abastecimento Urbano.

## 1 – INTRODUÇÃO

A atual Política Nacional de Recursos Hídricos prevê a cobrança do valor econômico da água em todos os tipos de uso. Além da cobrança já praticada para o abastecimento urbano, a política estabelece que a utilização da água para fins de irrigação, geração de energia elétrica, consumo industrial etc. também deve ser cobrada. (KETTEHUT et al., 1999; BRASIL, 1997). A questão do quanto se deve pagar pelo uso da água remete o problema ao tema da análise de formação de preços ou aos métodos de valoração econômica da água.

O preço exerce um papel fundamental na alocação dos recursos hídricos e o caminho para uma solução mais eficiente nem sempre é muito fácil. (JOHANSSON, 2000). Certamente, por conta dessas dificuldades, vários métodos têm surgido na literatura com a finalidade de precificar a água adequadamente. Mesmo onde a água já é cobrada segundo algum critério, o processo de formação de preços ainda alimenta um debate extremamente atual. A situação pode se tornar ainda menos clara quando o propósito é definir um preço para a água bruta, cujo procedimento ainda não é consensual na literatura.

A precificação da água torna-se difícil pela necessidade de se levarem em conta diversas particularidades envolvidas com a provisão dos serviços. Segundo Easter; Becker e Tsur (1997), pelo menos cinco razões justificam a intervenção do Estado no setor: i) necessidade de grandes volumes de investimento e com longos períodos de retorno; ii) características de monopólio natural<sup>1</sup>; iii) necessidade de tratar usos múltiplos da água, como abastecimento urbano, irrigação, energia elétrica

etc.; iv) ausência de informação completa sobre demanda e oferta da água e v) a natureza de bem público da água<sup>2</sup>. Além dessas razões, outros aspectos, tais como externalidades (poluição), equidade e sazonalidade, precisam ser considerados. Em geral, essas falhas de mercado impossibilitam a formação de um preço ótimo e a saída é a escolha de uma solução fundamentada na teoria do *second-best* (segundo melhor preço).

Este artigo discute, na seção 2, os principais métodos que têm sido utilizados com a finalidade de precificar o uso da água e que compõem o corpo da teoria normativa da formação de preços, cujo objeto de estudo central é a determinação de um preço economicamente correto, à luz da teoria do bem-estar. Na seção 3, o trabalho aplica alguns dos procedimentos existentes para o caso do uso da água dos mananciais hídricos do Parque Nacional de Brasília. Este estudo de caso permite ilustrar que a determinação de um preço ótimo e bem fundamentado pode ser bastante limitada pela natureza do estudo. Na última parte, algumas considerações finais são feitas a título de conclusão.

## 2 – OS PRINCIPAIS MÉTODOS PARA FORMAÇÃO DE PREÇOS DA ÁGUA

O papel fundamental do preço é alocar recursos escassos na economia. Sob as hipóteses do modelo de concorrência perfeita, o mecanismo de mercado é o meio mais eficiente para alocar esses recursos de forma a maximizar o bem-estar da sociedade. Na presença de falhas de mercado ou na ausência do mercado em si, algum mecanismo de precificação deve ser introduzido com a finalidade de determinar um preço ótimo, que produza a melhor alocação possível. Conseqüentemente, uma variedade de métodos de precificação da água tem surgido na literatura. (JOHANSSON, 2000).

<sup>1</sup> A existência de um monopólio natural é determinada pela característica de subaditividade dos custos. (BAUMOL; PANZAN; WILLIG, 1982). Nesse caso, o custo de fornecimento de certa quantidade de água em uma dada localidade por uma única firma é menor do que se essa mesma quantidade for ofertada por duas ou mais firmas. Nesse sentido, alguns autores têm caracterizado o setor como sendo um exemplo típico de monopólio natural. (CABRAL, 1999, p. 88; TAMAYO et al., 1999, p. 91; MORANDÉ; DAÑA, 1999, p. 161).

<sup>2</sup> A água pode ser classificada como um bem de livre acesso (em muitos casos), sendo que possui baixa exclusividade e alta divisibilidade. Como é conhecido na literatura, a exploração desses bens pode conduzir à denominada “tragédia dos bens comuns” (EASTER; BECKER; TSUR, 1997).

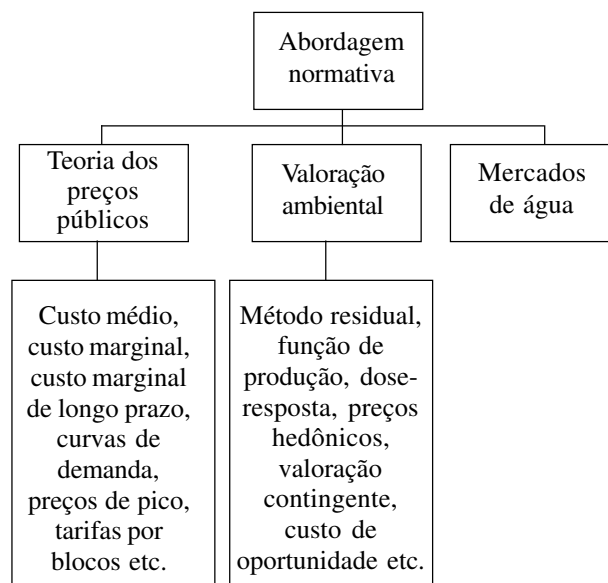
Esses métodos compõem o corpo da teoria normativa da precificação, cujo objeto de estudo central é determinar um preço ótimo para a água ou, sob condições restritivas, o melhor preço possível para esse recurso. (JOHANSSON, 2000). A definição do que seja um “melhor preço” requer, naturalmente, um critério. Em geral, as discussões sobre a precificação da água consideram os critérios de eficiência e de equidade. Uma alocação eficiente da água é aquela que maximiza o benefício líquido da sociedade, dadas a tecnologia e as quantidades disponíveis (EASTER; BECKER; TSUR, 1997). Na ausência de restrições, uma alocação que maximiza o benefício líquido da sociedade é chamada *first-best* ou pareto eficiente. Quando a maximização ocorre sob restrições, tais como imposição de um orçamento equilibrado, externalidades e assimetria de informação, a alocação é denominada eficiência *second-best*. (JOHANSSON, 2000; MAS-COLELL; WHISTON; GREE, 1995)<sup>3</sup>.

Uma alocação equitativa da água é aquela distribuída de forma “justa” entre os indivíduos ou entre setores da sociedade. Embora este conceito seja vago (TSUR; DINAR, 1995), o aspecto distributivo é importante nas questões alocativas dos recursos hídricos, especialmente no que tange à distribuição entre setores, regiões e categorias de renda. Mas para atingir o objetivo de equidade, frequentemente é necessário estabelecer subsídios ou adotar mecanismos de preços diferenciados por faixas de renda. (DINAR; ROSEGRANT; MEINZER-DICK, 1997).

Outro critério importante na definição de um preço, embora tenha um caráter restritivo, é a sustentabilidade econômico-financeira dos serviços de provisão d’água, o que é conhecido também como o princípio da recuperação dos custos. Se o preço não cobre os custos de captação e de distribuição da água,

o sistema se torna inviável no longo prazo. (DINAR; ROSEGRANT; MEINZER-DICK, 1997)]<sup>4</sup>.

Não há, porém, na literatura, uma hierarquização dos métodos de precificação da água com base em todos esses critérios tomados em conjunto. Tsur e Dinar (1995) compararam vários métodos de precificação praticados em projetos de irrigação agrícola, usando os conceitos de eficiência e equidade separadamente. No entanto, mesmo considerando apenas o critério de eficiência. Por exemplo, muitos dos métodos empregados para valorar a água bruta não são fundamentados na maximização do benefício líquido da sociedade, o que impossibilita a definição do que seja um melhor preço de acordo com esse critério. Diante dessa condição, o presente artigo não pretende estabelecer uma ordem de qual seja o melhor método, mas apenas destacar algumas vantagens e desvantagem de cada um deles, tanto no que diz respeito à capacidade de atingir esses critérios quanto à viabilidade técnica e à adequabilidade de sua implementação.



**Figura 1 – Abordagem normativa da precificação dos recursos hídricos**

**Fonte:** Elaboração do Autor

<sup>3</sup> Essa definição é baseada na teoria geral do *second-best* de Lypsei e Lancaster (1956).

<sup>4</sup> Esses autores incluem ainda outros critérios que podem ser utilizados para comparar formas de alocação de recursos: a flexibilidade no sistema de oferta, a segurança e a aceitabilidade política e administrativa. Com relação a esse aspecto, cabe destacar também aqueles critérios mencionados por Baumol e Oates (1979) para avaliar um instrumento de política pública: seu custo administrativo, seu poder de incentivo e sua capacidade de interferir minimamente nas decisões privadas.

Em função da amplitude desses métodos, bem como de suas distintas naturezas em termos de literatura e de propósitos, eles foram agrupados em três subseções, de acordo com a FIGURA 1: i) métodos fundamentados na tradicional teoria dos preços públicos; ii) métodos de valoração da água; e iii) mercados de água. Os dois primeiros grupos incorporam todos aqueles métodos que se destinam a atribuir um preço economicamente correto para os casos onde o sistema de alocação ou de oferta da água é realizado por meio do poder público, constituindo-se num mecanismo de preços administrados. Os métodos da teoria dos preços públicos são utilizados para precificar os serviços de oferta d'água, como são os casos do abastecimento urbano e dos projetos de irrigação agrícola. Os métodos provenientes da valoração ambiental são empregados para valorar a água em seu estado bruto e que não seja transacionada no mercado de bens e serviços. Em contraposição, os mercados de água são mecanismos de alocação em que o preço é determinado pela livre iniciativa entre compradores e vendedores, via interação entre demanda e oferta.

## 2.1 – A Teoria dos Preços Públicos

Nesta subseção, são discutidos os principais métodos fundamentados na tradicional teoria dos preços públicos, que incorpora não apenas os serviços de abastecimento de água, mas também os serviços de utilidade pública em geral, tais como telefonia, geração e distribuição de energia elétrica. Dentro dessa abordagem, são sintetizados os seguintes métodos: o preço pelo custo médio, a precificação pelo custo marginal, o método do custo marginal de longo prazo, a demanda marshalliana, preços de pico e tarifas por blocos de consumo. Com exceção do método da demanda marshalliana, esses métodos pressupõem uma função custo associada com a *provisão de água*, a partir da qual os preços possam ser determinados. Não têm o propósito, portanto, de estimar um valor para a *água bruta* disponibilizada na natureza.

## 2.2 – A Precificação pelo Custo Médio

Uma primeira possibilidade de precificar o uso da água é estabelecer um preço de acordo com o

custo médio associado à oferta do recurso. Em geral, esse método possui a vantagem de recuperar os custos e de ser facilmente implementado, dependendo de como a cobrança é realizada. Em projetos de irrigação agrícola, por exemplo, uma cobrança volumétrica (por  $m^3$  de água) é muito mais complicada do que outros procedimentos, tais como a cobrança por produto, insumo ou área irrigada. (TSUR; DINAR, 1995).

A precificação pelo custo médio é usualmente denominada também como regulação por custo dos serviços (LAFFONT; TIROLLE, 1993) ou como mecanismo de alocação pública de água. (DINAR; ROSEGRANT; MEINZEN-DICK, 1997). É o procedimento mais utilizado na prática, tanto nos serviços de abastecimento urbano de água, quanto nos projetos de irrigação agrícola. Bos e Walters (1990) investigaram cerca de 12,2 milhões de hectares irrigados em todo o mundo e observaram que, em mais de 60% dos casos, os encargos são divididos entre os agricultores tomando-se como base a área plantada de cada um.

Mas do ponto de vista da teoria normativa, o aspecto mais crítico do método se refere à sua capacidade de gerar eficiência econômica. De acordo com os postulados da teoria econômica neoclássica, numa situação onde o mercado funciona sob as hipóteses de uma concorrência perfeita, as firmas produzem até igualar o custo marginal ao preço, que é determinado pelo mercado. No conjunto, o comportamento competitivo dos agentes (firmas e consumidores) faz com que o preço de mercado convirja para o custo médio mínimo das firmas, o que gera o postulado de equilíbrio competitivo onde  $p^* = CMg = CMe$ . Nessas condições, o preço praticado recupera os custos de produção ( $p^* = CMe$ ) e gera uma alocação eficiente ( $p^* = CMg$ ). No entanto, se as hipóteses de concorrência perfeita não são mantidas, como é o caso da oferta de água, o preço se desvia do custo marginal e, conseqüentemente, a alocação de recursos gera perdas de bem-estar. (LAFFONT; TIROLLE, 1993).

Em suma, o método de precificação pelo custo médio possui a vantagem de garantir a recuperação

dos custos e de ser facilmente implementado. A principal desvantagem é a sua capacidade de não gerar, necessariamente, uma alocação eficiente do recurso água. Outro aspecto pouco tratado na literatura é que esse procedimento, bem como os demais métodos da tradicional teoria dos preços públicos, pressupõe a existência de um serviço de provisão de água, como são os casos do abastecimento urbano e de programas comunitários de irrigação agrícola. Nesses casos, os gastos com os serviços (captação, tratamento e distribuição) podem ser cobrados mediante um preço por metro cúbico e rateados entre os usuários. No entanto, o procedimento não mensura o valor da água bruta disponibilizada na natureza. Por exemplo: qual seria o preço da água utilizada para geração de energia elétrica? Qual é o preço da água bruta captada pelas companhias de abastecimento urbano? O valor do insumo água não é mensurado pelos procedimentos de precificação fundamentados na função custo dos serviços de provisão.

### 2.3 – A Precificação pelo Custo Marginal e a Solução *First-best*

Outro procedimento também já bastante tradicional na literatura de precificação de serviços públicos é a definição de um preço igual ao custo marginal. De um ponto de vista teórico, o procedimento visa determinar um preço de modo a gerar uma alocação eficiente e suprir, portanto, a deficiência do custo médio<sup>5</sup>.

Para uma visualização da lógica que fundamenta essa regra de preço, considere uma situação hipotética em que todos os múltiplos usos da água são providos por uma única firma monopolística. Seja  $x_1, \dots, x_n$  a quantidade de água que é fornecida para os usos  $i = 1, 2, \dots, n$  (consumo humano, industrial, irrigação agrícola, etc.) ao custo  $C(x_1, \dots, x_n)$ .

Suponha que  $S_i(x_i)$  seja o excedente bruto do consumidor associado com o consumo de  $x_i$  unidades de água para o uso  $i$ . Considere também que  $p_i = p_i(x_i) = S_i'(x_i)$  seja a curva de demanda inversa. Admitindo um regulador benevolente, ele deve escolher a quantidade de água ofertada que maximiza o bem-estar social. Matematicamente:

$$\text{Max}_{x_i} \left\{ \sum_i S_i(x_i) - C(x_1, \dots, x_n) \right\} \quad (1)$$

A solução desse problema estabelece uma regra de preço tal que:

$$p_i = CMg_i \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

Na literatura da regulação, essa solução é denominada de “*first-best*”, uma vez que representa o melhor nível de bem-estar social. Essa regra de preço define que a cobrança da água deve ser feita de acordo com cada tipo de uso (irrigação, abastecimento urbano etc.). Se o custo marginal for mais alto para alocar a água para um determinado setor, o preço deve ser equivalentemente mais alto. (DINAR; ROSEGRANT; MEINZEN-DOCK, 1997; ASAD et al., 1999)<sup>6</sup>.

A precificação pelo custo marginal apresenta, porém, várias limitações práticas. O procedimento requer a estimativa da função custo de provisão de água, o que gera dificuldades tanto na obtenção das informações necessárias quanto no seu monitoramento. O custo marginal requer também uma medida volumétrica, o que pode elevar muito seu custo de implementação e monitoração para o caso de irrigação agrícola. Além do mais, o conceito é pouco compreendido entre os políticos e gestores de

<sup>5</sup> Segundo Laffont e Tirolle (1999, p. 20), a literatura sobre a abordagem do custo marginal data de 1844, com a discussão pioneira de Dupuit sobre eficiência. Posteriormente, diversos outros autores, tais como Marshal (1920); Pigou (1932); Clark (1971); Pareto (1983) abordaram o tema. Mas, especificamente, com relação à precificação de serviços de utilidade pública, o debate é retomado por Hotelling (1938); Mead (1944) e Fleming (1944).

<sup>6</sup> A estimativa do preço da água pode ser feita tanto sob uma análise de equilíbrio parcial quanto de equilíbrio geral. No primeiro caso, a análise focaliza apenas um setor usuário de água (irrigação, por exemplo). Num contexto de equilíbrio geral, todos os setores usuários são considerados (irrigação, abastecimento urbano, geração de energia etc.), bem como os impactos em outros setores da economia. No entanto, a dificuldade em obter uma base de dados para todos esses setores conjuntamente tem limitado e inibido estudos empíricos sob uma análise de equilíbrio geral. (JOHANSSON, 2000).

recursos hídricos. (ASAD et al., 1999; DINAR; ROSEGRANT; MEINZEN-DICK, 1997).<sup>7</sup>.

As particularidades do setor têm levado a introdução de mecanismo de alocação de recursos que qualificam uma mudança do mundo *first-best* para o de *second-best*. Os métodos de precificação devem incluir restrições, tais como a necessidade de manter um orçamento equilibrado no sistema de provisão de água, sazonalidade, escassez, externalidades (poluição), bem como a questão da equidade. Em função dessas restrições impostas aos sistemas de provisão de água, outros métodos de precificação têm sido incorporados na teoria dos preços públicos.

## 2.4 – Custo Marginal e Equilíbrio Econômico-financeiro

Diante da necessidade de altos investimentos e da presença de monopólio natural, uma precificação pelo custo marginal não cobre o custo médio e não garante o equilíbrio econômico-financeiro do sistema de provisão de água. Para ilustrar as consequências da necessidade de um equilíbrio econômico-financeiro, o modelo de Ramsey-Bouteaux mostra como tal restrição leva a uma solução *second-best*. Para visualizar esse modelo, admita um regulador benevolente, que maximiza o benefício líquido da sociedade, como considerado na equação (1). Suponha também que essa maximização ocorre sob a restrição de que o sistema seja equilibrado do ponto de vista econômico-financeiro, isto é:

$$\sum_i p_i(x_i)x_i = C(x_1, \dots, x_n).$$

A otimização do problema produz um conjunto de  $n + 1$  equações:

$$\begin{cases} \frac{p_i - CMg_i}{p_i} = \frac{\lambda}{1 + \lambda} \frac{1}{\varepsilon_i} \\ \sum p_i x_i(p) = \sum c_i[x_i(p)] \end{cases}, \text{ para todo } i = 1, 2, \dots, n. \quad (3)$$

<sup>7</sup> A regra de preço pelo custo marginal se defronta ainda com outras críticas da teoria da regulação: i) o método desconsidera o custo não-monetário (denominado por *shadow cost*), o qual representa um custo adicional incorrido pela introdução do governo no sistema econômico; ii) não avalia a disposição a pagar dos consumidores; e iii) não cria incentivos para redução dos custos por parte da firma regulada. (LAFFONT; TIROLLE, 1999, p. 23).

onde  $\varepsilon_i = -(dx_i / dp_i)(p_i / x_i)$  é a elasticidade da demanda para o uso  $i$  da água e  $\lambda$  é o multiplicador de Lagrange da restrição orçamentária<sup>8</sup>.

A regra de precificação acima apresenta dois avanços importantes em relação ao método do custo marginal para o caso da política de recursos hídricos. Em primeiro lugar, considera indiretamente a disponibilidade dos consumidores em pagar pelo uso da água, o que é dado por meio das elasticidades da demanda. A regra estabelece que há uma relação inversa entre o preço a ser cobrado e a elasticidade da demanda. Desse modo, quanto maior a elasticidade preço da demanda, menor deve ser a diferença entre o preço cobrado e seu custo marginal, ou seja, menor o *mark-up* sobre esse uso específico. Em segundo lugar, a regra garante o equilíbrio econômico-financeiro do sistema de provisão de água. No entanto, apesar de mais sofisticado teoricamente, o modelo requer a determinação de dois parâmetros de difícil conhecimento prático: o custo marginal e a elasticidade da demanda. (LAFFONT; TIROLLE, 1993)<sup>9</sup>.

Além da necessidade de cobrir os custos dos investimentos, Saunders; Warfor e Mann (1997) avaliaram ainda um outro aspecto a ser considerado. Segundo esses autores, a hipótese de uma função custo contínua para a provisão de água é pouco realística, uma vez que pequenos aumentos na oferta de água não aumentam os custos de produção. Nesse sentido, a definição de custo marginal não é aplicável e torna-se inconveniente utilizar incrementos instantâneos do produto para medir o custo marginal na prática, cuja abordagem deve ser tratada num contexto de um intervalo de tempo maior de forma a medir variações maiores nas quantidades ofertadas e seus impactos nos custos de provisão.

<sup>8</sup> Note que o sistema é constituído por  $n + 1$  equações e  $n + 1$  incógnitas ( $n$  preços e o  $\lambda$ ). Os custos marginais, totais e as elasticidades são parâmetros do modelo e precisam ser determinados exogenamente.

<sup>9</sup> Carrera-Fernandez (1997, 2000); Carrera-Fernandez e Garrido (2002) têm contornado as dificuldades de se estimar uma demanda marshalliana por meio de um procedimento alternativo, que os autores denominam de demanda tudo ou nada.

Essas adaptações levaram ao emprego do custo marginal de longo prazo. Saunders; Warford e Mann (1977) avaliaram quatro procedimentos alternativos, que podem ser utilizados para obter o valor de uso da água aplicando a idéia de custo marginal, e que são usualmente conhecidos como *Textbook Marginal Cost* (TMC), *Textbook Long-run Incremental Cost* (TLRIC), *Present Worth of Incremental System Cost* (PWISC) e o *Average Incremental Cost* (AIC). Apenas como ilustração, o TMC pode ser obtido do seguinte modo<sup>10</sup>:

$$TMC = \frac{(C_{t+1} - C_t)}{(x_{t+1} - x_t)} + \frac{r \cdot I_t}{(x_{t+1} - x_t)} \quad (4)$$

Onde:

$C_t$  = custos anuais de operação e manutenção no ano  $t$ ;

$I_t$  = custos de investimentos no ano  $t$ ;

$x_t$  = volume de água disponibilizada no ano  $t$ ;

$r$  = fator de recuperação dos custos de investimentos, sendo definido como:

$$r = \frac{[I_t(1+i)^n]}{[(1+i)^n - 1]}$$

Onde:

$i$  = taxa de desconto social ou custo de oportunidade do capital;

$n$  = vida útil do investimento.

A primeira parcela refere-se ao Custo Marginal de Curto Prazo (SRMC) e reflete o incremento nos custos operacionais e de manutenção em decorrência do aumento do produto. A segunda parcela é o Custo Marginal de Capacidade (MCC) e considera o incremento na capacidade produtiva necessária para aumentar a oferta de água<sup>11</sup>.

<sup>10</sup> Uma exposição detalhada desses procedimentos pode ser encontrada também em Fontenele (1999).

<sup>11</sup> Esse procedimento é denominado também como tarifa em duas partes. Como será visto adiante, o método de precificação por picos de demanda inclui, em essência, essas duas parcelas de custos. (PAUL, 1972).

## 2.5 – A Demanda por Água como Bem de Consumo Final

De forma simplificada e genérica, a função de demanda por água pode ser escrita como. A partir de alguma especificação econométrica para essa função e se as quantidades consumidas e os diversos preços já praticados forem disponibilizados, uma relação entre o preço e a quantidade pode ser estimada. Esse procedimento requer, portanto, a existência de um preço previamente praticado por algum mecanismo de alocação e as respectivas quantidades consumidas. Ele não mensura o valor da água em situações onde nunca foi cobrada ou comercializada.

Na realidade, os estudos de demanda são aplicados tipicamente para os casos de consumo urbano de água. Os esforços desenvolvidos no sentido de estimar a demanda marshaliana por água têm basicamente dois objetivos básicos: 1) examinar a importância que as variáveis socioeconômicas têm sobre a demanda residencial por água, como a renda, o preço, a quantidade de residentes no domicílio e outras características domiciliares; 2) estimar as elasticidades-preço e renda da demanda residencial por água. Esses parâmetros são importantes para a determinação das tarifas ótimas a serem cobradas aos usuários e para se fazerem previsões sobre a futura quantidade demandada deste serviço. (ANDRADE et al., 1999)<sup>12</sup>.

A literatura sobre essa linha de pesquisa é vasta e tem seu marco inicial ainda nos anos 1960 com os trabalhos de Headley (1963); Gottlieb (1963); Howe e Linaweaver (1967). Esses dois últimos trabalhos ficaram marcados por uma controvérsia até

<sup>12</sup> Em vários estudos de revisão de tarifas públicas, adota-se a hipótese (mesmo que implicitamente) de inelasticidade-preço da demanda por abastecimento de água. Em decorrência dessa hipótese, presume-se que as alterações tarifárias não provocam modificações significativas nas quantidades demandadas pelos consumidores. Desta forma, é bastante usual fazerem-se previsões de receitas sob a nova base tarifária, admitindo a manutenção da quantidade consumida. De acordo com Andrade et al. (1999), essa hipótese necessita ser testada, pois, se a demanda não é inelástica, uma previsão desse tipo provocaria uma superestimação da receita prevista para a empresa prestadora dos serviços de abastecimento.

hoje não superada a respeito de qual deve ser a variável preço relevante para explicar a demanda: o preço médio ou o preço marginal. (ANDRADE et al., 1999). A partir dessa década, vários trabalhos surgiram com a finalidade de estimar a função de demanda por água, entre os quais podem-se destacar os trabalhos de Taylor (1975); Nordin (1976); Foster e Beattie (1979, 1981); Billings e Agthe (1980); Griffin e Martin (1981); Nieswadowy e Molina (1988, 1991)<sup>13</sup>.

A despeito das controvérsias acerca da especificação da variável preço e outras discussões econômicas, a grande vantagem da função de demanda marshaliana é exatamente o seu apelo teórico, já que sua derivação e suas propriedades teóricas são amplamente consagradas na da teoria econômica, especificamente a teoria do consumidor. Além do mais, como muito das vezes é sugerido na literatura (EASTER; BECKER; TSUR, 1997; SPULBER; SABBACHI, 1998; JOHANSSON, 2000), a demanda marshaliana pode ser empregada conjuntamente com a função de custo marginal, sendo que o ponto de igualdade entre as funções fornece o preço ótimo.

## 2.6 – Preços de Pico

A utilização desse método de precificação é apropriada nas situações onde a demanda por água tem variações periódicas (sazonais ou diárias) e a oferta é insuficiente para atender à demanda em todos os períodos. (TSUR; DINAR, 1995). Em situações como esta, uma política de preços uniforme (com base no custo médio ou mesmo no custo marginal de curto prazo) tende a encorajar o uso ineficiente da água. (HANKE, 1972). Dependendo da capacidade instalada, uma regra de preço igual ao custo marginal pode resultar num excesso de oferta nos períodos de baixa demanda. De outro lado, nos períodos de pico de demanda, o preço praticado pode incentivar um excesso de demanda, uma vez que a quantidade ofertada está fixada no curto prazo.

Esse excesso de demanda nos períodos de pico pode ser racionado via preço ou por algum instrumento administrativo, estabelecendo, por exemplo, uma cota de consumo para indivíduos específicos. (PAUL, 1972). O racionamento via preço é o que se denomina de mecanismo de preços de pico, que se trata, em essência, de um sistema de diferenciação de preços entre os períodos de escassez e de excesso de oferta. Numa situação mais simples, na qual a demanda pode ser considerada inelástica. (LAFFONT; TIROLI, 1993), a regra pode ser definida do seguinte modo:

$$p_t = CMg \text{ para períodos de baixa demanda} \quad (5)$$

$$p_H = CMg + Co \text{ para períodos de pico de demanda}$$

onde  $Co$  é custo unitário de investimento na expansão da capacidade requerida para os períodos de picos de demanda. A soma das parcelas constituídas por  $CMg + Co$  é denominada também como custo marginal de longo prazo, sendo que  $Co$  pode ser interpretado como o custo marginal de capacidade (PAUL, 1972) ou como o preço-sombra da restrição de oferta no período de pico (TSUR; DINAR, 1995).

Como outras regras de precificação pelo custo marginal, a implementação desse procedimento não é uma tarefa fácil. Além do mais, muitas das vezes, a diferenciação de preços é necessária não só no sentido temporal, mas também espacial. Ou seja, a expansão da oferta de água para abastecimento urbano requer investimentos adicionais para o atendimento de regiões periféricas. Em tese, os consumidores marginais deveriam pagar também uma parcela adicional  $Co$  referente à nova capacidade instalada. Caso contrário, uma política de preços pelo custo médio implica num subsídio aos consumidores da periferia pelos consumidores do centro. De outro lado, se o custo marginal de curto prazo (custo marginal operacional) é empregado uniformemente entre centro e periferia, o sistema se torna deficitário, uma vez que não cobre o custo  $Co$  da nova capacidade instalada. (HANKE, 1972).

<sup>13</sup> Uma boa resenha dessa literatura pode ser encontrada em Andrade et al. (1999).



## 2.7 – Tarifas por Blocos

Outro tipo de diferenciação de preços é a determinação de tarifas em blocos de consumo. Em essência, esse mecanismo consiste em atribuir um preço  $p_1/m^3$  para os primeiros  $x_1m^3$  de consumo,  $p_2/m^3$  para os próximos  $x_2m^3$ ,  $p_3/m^3$  para os próximos  $x_3m^3$ , e assim sucessivamente. (TSUR; DINAR, 1995). Essa diferenciação pode ocorrer também entre os setores, como é o caso do consumo residencial, comercial e industrial. Tipicamente, esse procedimento é empregado para os casos de abastecimento urbano, cuja finalidade é desencorajar consumos elevados e racionalizar o uso da água. A política de preços da Companhia de Saneamento (CAESB) do DF, por exemplo, utiliza exatamente esse mecanismo de precificação (veja TABELAS 4 e 5 em ANEXO).

Há, no entanto, restrições ao uso desse mecanismo em termos de eficiência alocativa. Brill; Hochman e Zilberman (1997) compararam um simples sistema constituído por dois blocos de consumo com mecanismos de mercado para água. Além de uma estrutura analítica, os autores apresentam uma avaliação empírica com base numa região de Israel e, em ambos os casos, mostram que o uso das tarifas em blocos é uma solução *second-best*, quando comparada com a alocação de um mercado com direitos de propriedade bem definidos<sup>14</sup>.

Em suma, todos os procedimentos mencionados acima podem ser empregados para precificação da água, sendo que todos eles têm, naturalmente, implicações em termos de eficiência alocativa. Pelas restrições existentes nos sistemas de oferta d'água, os métodos usualmente empregados con-

duzem, na melhor das hipóteses, a uma solução *second-best*. Além do mais, como já mencionado, outras restrições tais como as provocadas por externalidades e as de equidade muitas das vezes precisam ser incluídas nos modelos de precificação. Com relação às externalidades, os economistas têm defendido o uso de taxas adicionais de poluição como um meio de internalizar os efeitos. (BAUMOL; OATES, 1989). A preocupação com a equidade inclui a cobertura de custos aos usuários ou então alguma forma de subsídios cruzados. No entanto, a literatura tem mostrado que esses objetivos de equidade geralmente conflitam com o objetivo de eficiência, resultando também numa solução *second-best*. (JOHANSSON, 2000).

De modo geral, todos esses métodos da tradicional teoria dos preços públicos apresentam outras limitações do ponto de vista da nova economia da regulação. Essencialmente, porque tais métodos não incorporam incentivos no mecanismo de preço e nem consideram aspectos associados com a assimetria de informação entre o agente regulador e a firma prestadora de serviços. No entanto, estes aspectos constituem objeto de estudo da nova economia da regulação e fogem do foco tratado aqui. No setor de recursos hídricos, um estágio inicial ainda precisa ser resolvido: qual o valor ou o preço a ser cobrado pela água bruta?

## 3 – MÉTODOS PARA VALORAÇÃO DA ÁGUA BRUTA

Diante da necessidade de se precificar o uso da água bruta, para a qual ainda não existe um mercado consolidado, métodos alternativos têm sido utilizados. O conjunto de métodos nessa linha de pesquisa é derivado da literatura da valoração ambiental, cujo objeto de estudo é estimar em termos monetários os recursos naturais não objeto de transações de mercado, incluindo o uso dos recursos hídricos. Embora já exista um número considerável de aplicações no Brasil, elas são relativamente menos frequentes, se comparadas com as aplicações em países desenvolvidos. (TAVARES; RIBEIRO; LANNA, 1998). Esta seção discute os principais métodos que têm sido aplicados para o caso dos

<sup>14</sup> Nessa análise considera-se que os preços são crescentes em função das camadas de consumo, o que é mais usual quando se pretende inibir o consumo. Se a finalidade for encorajar o consumo, as tarifas em blocos são decrescentes. No entanto, esse procedimento também produz resultados distorcivos: incentiva a expansão da oferta mais do que seria necessário para o uso eficiente da água. (ASAD *et al.*, 1999, p. 42) e faz com que os pequenos clientes paguem taxas mais altas: estes são, em geral, mais pobres que os grandes clientes. (VICKREY, 1972).

recursos hídricos: o método residual, o método da demanda derivada, a função de produção, mudanças na produtividade, o método de valoração contingente, preços hedônicos e o custo de oportunidade.

### 3.1 – O Método Residual

Para projetos de irrigação, o retorno residual de produção agrícola (receita da produção menos todos os custos<sup>15</sup> que não sejam com a água) provê uma estimativa do máximo que os fazendeiros podem pagar pela água. (LE MOIGNE et al., 1994). Ou seja, o método residual permite a determinação do valor da água por cada atividade agrícola. Considerando-se um conjunto de atividades agrícolas e que cada uma delas utiliza um conjunto de fatores de produção  $j$ , onde  $j=(1, \dots, n)$  e supondo que a água é o  $n$ -ésimo fator, o valor residual pode ser obtido da seguinte forma:

$$(px)_{in} = p_y y_i - \sum_{j=1}^{n-1} p_j x_{ij} \quad (5)$$

Onde:

$p_{in}$  = preço da água a ser determinado para atividade  $i$ ;

$x_{in}$  = quantidade d'água alocada na atividade  $i$ ;

$p_y y_i$  = valor da produção da atividade  $i$ ;

$p_j$  = preço do fator  $j$ ;

$x_{ij}$  = quantidade do fator  $j$  na atividade  $i$ .

O termo à esquerda da equação acima representa a contribuição da água ao processo produtivo  $i$ . Supondo-se que seja possível obter todas as variáveis da expressão, exceto  $p_n$ , esse termo pode ser determinado e representa o “preço-sombra” da água. A dificuldade de aplicação desse método se deve essencialmente pela quantidade necessária de informações acerca dos fatores de produção e do produto. Além do mais, a interpretação do “preço-sombra” está condicionada a existência de um mer-

cado competitivo, como são os casos de alguns mercados agrícolas. (PINHEIRO, 1998).

### 3.2 – O Método da Demanda Derivada

De modo semelhante ao método residual, a demanda derivada é um procedimento alternativo para valorar a água em projetos de irrigação ou de indústrias que utilizam a água como um fator de produção. Outro aspecto semelhante ao método residual é obter o valor correspondente à remuneração do fator água, de onde se pode estabelecer a curva de demanda derivada por água. Para uma exposição sucinta do método, segue abaixo uma adaptação dos passos apresentados em Pinheiro (1998):

i) Estima-se a demanda do produto irrigado  $i$ :

$$p_y^d = f(y_i)$$

onde  $p_y^d$  é o preço como função da quantidade demandada  $y_i$  do produto estudado.

ii) Estima-se a oferta do produto irrigado

$$p_y^s = g(y_i)$$

onde  $p_y^s$  é o preço como função da quantidade  $y_i$ .

No processo de produção do bem final  $y_i$  utiliza-se a água  $x_n$  e os demais fatores de produção  $x_j$ . Sendo assim, pode-se obter uma função que considere a remuneração de todos os fatores menos água. Considerando que o valor dessa remuneração também depende da variação do preço do produto, dos preços relativos dos fatores e da quantidade produzida, pode-se estabelecer a seguinte função:

$$z_s = h(y_i, p_{xj}, p_y)$$

onde  $(z_s)$  é a remuneração de todos os fatores, menos da água.

iii) A curva da demanda por água bruta pode ser derivada a partir da definição de valor residual:

$$p_{xn} x_n = p_y^d y_i - z_s$$

<sup>15</sup> Os custos devem incluir um lucro contábil suficiente para manter o fazendeiro na atividade.

Ou alternativamente:

$$p_{xn}x_n = f(y_i)y_i - h(y_i, p_{xj}, p_y) \quad (6)$$

O lado esquerdo da equação é o valor residual da água bruta. A primeira parte do lado direito da equação é o valor da produção e  $h(.)$  é uma função da remuneração dos demais fatores de produção.

A dificuldade desse método também reside na quantidade necessária de informações acerca dos fatores de produção e do produto, além de requerer várias manipulações algébricas. Se o objetivo primordial do trabalho é estimar a demanda de água, é melhor utilizar um método que atenda diretamente a este propósito em vez de alcançá-lo, indiretamente, via demanda de produtos. Este método é mais apropriado se, além da demanda por fatores, pretende-se fazer estimativas da demanda por produto. (PINHEIRO, 1998).

### 3.3 – A Função de Produção (ou Demanda por Fatores)

A aplicação desse método também se restringe à valoração da água como um insumo no processo de produção. O procedimento é estimar a demanda pelo fator água a partir de funções de produção. De um modo genérico, uma função de produção pode ser expressa da seguinte forma:

$$y_j = f(x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{kj}) \quad (7)$$

onde  $y_j$  é a quantidade produzida e as  $k$  variáveis independentes são os fatores de produção.

Essa função de produção é uma representação algébrica da tecnologia adotada no processo de produção e indica a máxima quantidade de produto que pode ser obtida a partir de uma dada quantidade de fatores. Uma função de produção descreve o que é tecnicamente viável de produzir quando a firma faz cada combinação de fatores, selecionando adequadamente os processos de produção. (PINHEIRO, 1998).

Segue abaixo uma descrição sumária da fundamentação teórica do método, como apresentada

em Pinheiro (1998). Considerando-se inicialmente um único fator variável e os demais fixos, a função de produção pode ser escrita da seguinte forma:

$$y = f(x_1 / \bar{x}_2, \dots, \bar{x}_n) \quad (8)$$

onde  $y$  é a quantidade produzida de um bem ou serviço;  $x_1$  é a quantidade utilizada do fator variável (água) e  $(\bar{x}_2, \dots, \bar{x}_n)$  são os demais fatores fixos.

Dessa suposição, pode-se obter uma relação que mostra o máximo da produção de  $y$ , em resposta às quantidades utilizadas de  $x_1$ . Considerando um produtor racional, ele produzirá sempre num ponto onde possa obter o máximo lucro, dada sua função de produção. A função lucro do produtor é dada por:

$$\pi = p_y y - p_{x1} x_1 - c(\bar{x}_2, \dots, \bar{x}_n) \quad (9)$$

Substituindo (8) em (9) e otimizando com relação a  $x_1$ , obtém-se:

$$p_y \cdot \frac{\partial y}{\partial x_1} = p_{x1} \quad (10)$$

onde o preço do produto  $p_y$  multiplicado pelo produto marginal de  $x_1$  ( $PM_{gx1} = \frac{\partial y}{\partial x_1}$ ) representa o valor do produto marginal ( $VPM_{gx1}$ ), que deve ser igual ao preço do fator  $p_{x1}$ . Esta é a curva da demanda de curto prazo do fator  $x_1$ , que pode ser considerada como sendo a água utilizada no processo de produção.

Dada essa possibilidade teórica de derivar uma função de demanda por fator a partir de uma função de produção, o preço da água pode ser obtido mediante um estudo econométrico que especifique uma forma funcional para a função de produção. A quantidade de água consumida em cada atividade é incluída dentre as variáveis independentes da função e os parâmetros são estimados com base em algum modelo de regressão. Com isso, chega-se ao preço da água para cada atividade de acordo com o valor marginal de seu uso.

De acordo com Pinheiro (1998), este método é direto e requer cálculos mais simples. Além disso, permite determinar o valor do produto marginal de todos fatores de produção considerados na função. O autor cita ainda as vantagens de fornecer uma variedade de informações que podem indicar se os recursos estão sendo utilizados da forma mais eficiente, podendo orientar a formulação de políticas que possibilitem o uso ótimo de recursos.

### 3.4 – Dose-resposta (ou Mudanças na Produtividade)

De modo geral, esse método tem a finalidade de valorar um atributo ambiental indiretamente por meio de seus efeitos na produção ou na produtividade de atividades econômicas. Esses efeitos podem ser mensurados pelos preços de mercado do produto afetado pelo atributo ambiental. (TAVARES; RIBEIRO; LANNA, 1998; HUFSCHEMIDT et al., 1983).

Para o caso dos recursos hídricos, o mesmo princípio pode ser empregado: a água utilizada para irrigação agrícola aumenta a produtividade, cujo diferencial pode ser mensurado pelo preço de mercado do produto e serve como um indicativo do valor da água. Como em qualquer método que pressupõe uma função de produção, a grande dificuldade é obter as informações necessárias e adequar uma relação física teoricamente correta entre insumos e produto (dose-resposta). Esta compatibilização nem sempre é uma tarefa simples e direta.

### 3.5 – Preços Hedônicos

Esta abordagem é muito familiar entre os estudiosos de valoração ambiental e teve grande expressão nos anos 1970. (HUFSCHEMIDT et al., 1983). De modo geral, a abordagem busca mensurar as mudanças no valor da propriedade (ou da terra) como resultado de alguma alteração na qualidade ambiental. A partir de comportamentos observados, procura-se estimar o preço implícito ou a disposição marginal a pagar por determinado padrão de qualidade ambiental. (TAVARES; RIBEIRO; LANNA, 1998; HUFSCHEMIDT et al., 1983; YOUNG, 1996).

Para o caso dos recursos hídricos, o método pode ser empregado para valorar o uso da água em áreas agrícolas. A hipótese fundamental dessa abordagem é que a disponibilidade de água numa propriedade agrícola afeta o fluxo futuro de benefícios e, conseqüentemente, o valor da propriedade, ou seja, provoca uma variação no seu preço. Dessa maneira, as variações nos preços da terra podem ser estimadas por meio de uma análise econométrica, sendo que, de forma bastante genérica, pode ser escrita como:

$$p_{Ti} = f(x_i; s_i) \quad (11)$$

onde  $p_{Ti}$  é o preço da terra da propriedade  $i$ ,  $x_i$  é a quantidade de água disponibilizada para propriedade  $i$  e  $s_i$  inclui o conjunto de outras variáveis que possam afetar o valor da terra. Com base em dados *cross-section*, uma regressão pode ser estimada e o efeito no preço da terra pela existência da água pode ser obtido pelos parâmetros estimados. A maior limitação desse procedimento é que sua aplicação fica restrita basicamente aos casos de uso da água para irrigação agrícola.

### 3.6 – O Método de Valoração Contingente

Outra possibilidade para valorar o uso da água é por meio do Método de Valoração Contingente (MVC). Na ausência de preços de mercado, esse método propõe inferir sobre a disposição a pagar dos consumidores por meio de questionários aplicados diretamente aos usuários. Tal método tem sido aplicado em situações bastante adversas que envolvem a provisão de bens públicos e tem uma finalidade também mais ampla do que precificar o uso de um recurso hídrico. A essência do método é captar a preferência expressa dos usuários com relação a determinado bem ou serviço ambiental, solicitando a eles sua máxima disposição a pagar pela provisão desse bem, em termos de quantidade ou de qualidade, dependendo do caso analisado.

Nesses termos, a disposição a pagar dos consumidores pode ser interpretada como uma medida de bem-estar social como o excedente do consu-

midor, excedente equivalente ou excedente compensatório, de acordo com a teoria do bem-estar na microeconomia<sup>16</sup>. Essas medidas servem, portanto, como uma estimativa do benefício social e podem ser utilizadas como parâmetro numa análise de custo/benefício de projetos sociais.

Mais recentemente, o procedimento convencional de aplicação do MVC é um questionário com Escolhas Dicotômicas (DC). Para ilustrar o procedimento, considere um projeto que tenha a finalidade de aumentar a oferta de água de  $q_0$  para  $q_1$ . A partir de um conjunto predeterminado de ofertas monetárias, um valor é selecionado aleatoriamente e apresentado ao indivíduo mediante a seguinte questão: “você votaria pela implementação do projeto, se tivesse que pagar  $\$B_i$ ”? Se a resposta obtida for “sim”, será codificada por 1 (um) e se for “não”, será representada por 0 (zero).

A probabilidade de obter uma resposta “não” ou “sim” é dada por uma função densidade de probabilidade acumulada (f.d.p). Se essa função é uma logística, como utilizada por Hanemann (1984), as probabilidades de uma resposta “não” ou “sim” são estimadas por meio de um modelo logit. Caso seja considerada uma função de densidade de probabilidade normal, o modelo econométrico adequado é o probit. Em ambos os casos, o procedimento empregado é a estimativa dos parâmetros do modelo pelo método de verossimilhança e a obtenção de uma média (ou mediana) da distribuição de probabilidades da DAP.

A utilização desse método para fins de precificação da água requer alguns cuidados. Em primeiro lugar, a DAP estimada trata-se de um valor e não de um preço unitário. Além disso, é preciso estar ciente de que a DAP obtida é um valor médio e, nestas condições, muitos indivíduos não estariam dispostos a suportar esse montante. De qualquer modo, o método possui a vantagem de ser flexível o suficiente

para que possa ser empregado em diversas situações relacionadas com a valoração de recursos hídricos, incluindo projetos de irrigação agrícola, programas de despoluição de rios, programas de melhoramento da qualidade da água para abastecimento urbano, entre outras.

### 3.7 – Custo de Oportunidade

A abordagem do custo de oportunidade também pode ser empregada com diversas finalidades, incluindo as análises de custo benefício. Por exemplo, a instalação de uma Usina Hidroelétrica em uma bacia hidrográfica ocupa extensas áreas, que podem ser utilizadas para atividades agrícolas ou pastoreio. Nessas circunstâncias é preciso decidir pelo projeto de desenvolvimento (instalação da usina) ou pela conservação da área. Assim, o custo de oportunidade do projeto de desenvolvimento é o valor presente dos benefícios líquidos resultantes do sistema natural. De outro lado, o custo de oportunidade da preservação é o valor presente dos benefícios do desenvolvimento. Diante desses valores, é escolhida aquela alternativa que maximiza o valor dos benefícios líquidos. (TAVARES; RIBEIRO; LANNA, 1998; HUFSCHEMIDT et al., 1983).

A abordagem também pode ser empregada com a finalidade específica de valorar o uso da água. Nesse sentido, o valor de uso da água para determinada atividade pode ser obtido a partir de seu custo de oportunidade em uma atividade alternativa. Para o caso das captações por companhias de abastecimento urbano, o conceito pode ser usado em dois sentidos. No primeiro, o valor da água bruta captada seria aquele atribuído pelo melhor uso numa atividade alternativa sacrificada (irrigação agrícola, por exemplo). Noutro sentido, o conceito pode ser usado pela ótica da valorização pela companhia, ou seja, o máximo valor que a companhia estaria disposta a pagar pela água captada de uma determinada fonte seria igual ao custo de captação na alternativa mais barata dentre as disponíveis (como a perfuração de poços, por exemplo).

Como já discutido no início da seção, uma limitação presente em todos esses métodos de valoração ambiental é que suas fundamentações teóricas não permitem estabelecer uma relação clara com o con-

<sup>16</sup> Para um tratamento mais detalhado desses conceitos, podem-se consultar os livros textos tradicionais de microeconomia como Varian (1992).

ceito de eficiência econômica. Ou seja, o preço encontrado não é derivado de um problema de maximização de bem-estar social e, portanto, não há como definir se o resultado encontrado é uma solução *first-best* ou *second-best*. Conseqüentemente, não pode ser hierarquizado de acordo com o critério de eficiência econômica ou de otimalidade de Pareto.

## 4 – MERCADOS DE ÁGUA

Nos últimos anos, diversos estudos têm analisado e discutido as possibilidades de se implementar um mercado para água como um mecanismo alternativo aos sistemas de alocação pública. Sob certas condições (sem externalidades, informação simétrica, competição perfeita e retornos não-crescentes de escala), o mercado constitui-se num mecanismo eficiente de alocação de recursos e leva a um preço igual ao método do custo marginal. (JOHANSSON, 2000). No entanto, no caso dos recursos hídricos, estas condições são freqüentemente violadas. A água possui um elevado custo de transporte e o mercado tende a ser localizado, limitando o número de participantes (vendedores e compradores). As externalidades estão quase sempre presentes, não apenas pela poluição, mas como também pela redução da disponibilidade do recurso para um agente em decorrência do consumo do outro. Além do mais, como já mencionado, o sistema de oferta de água apresenta retornos crescentes de escala e muitas das vezes a quantidade é disponibilizada sob condições de incerteza. (TSUR; DINAR, 1995).

Apesar de todas essas limitações, a proposta é que as premissas básicas possam ser criadas com a finalidade de propiciar um ambiente para o mercado. Easter; Becker e Tsur (1997) listam seis arranjos essenciais para que um mercado de água possa ser criado com sucesso: i) um arranjo institucional que estabeleça direitos de comercializar a água<sup>17</sup>; ii) um

gestor para implementar a comercialização da água; iii) uma estrutura flexível para transferência de água; iv) um mecanismo de internalização das externalidades; v) um mecanismo de resolução de conflitos; e vi) preocupação com a equidade, tanto do ponto de vista dos atuais usuários, quanto das gerações futuras. Com uma variação ou outra, esses elementos são sempre citados na literatura como condições necessárias para a constituição de um mecanismo de mercado eficiente. (TSUR; DINAR, 1995; ASAD et al., 1999; DINAR; ROSEGRANT; MEINZEN-DICK, 1997)<sup>18</sup>.

Além dos aspectos da eficiência alocativa, o mercado tem sido analisado também sob suas perspectivas para a qualidade da água. Weinberg; Kling e Willen (1993) apresentam uma estrutura analítica para demonstrar que o mercado também pode reduzir os níveis de produção de efluentes em áreas irrigadas, elucidando que o mercado não pode ser descartado como uma alternativa política para a alocação dos recursos hídricos. Na mesma linha, Grifim e Hsu (1993) apresentam uma estrutura analítica bastante geral para incluir as diversas dimensões de uso da água (consumo consumptivo, não-consumptivo) e a importância do fluxo de retorno na corrente d'água.

Embora existam várias recomendações para a institucionalização de mercados para a água, em geral elas são feitas de forma cautelosa, sempre enfatizando preocupações em relação àquelas condições necessárias para o seu bom desempenho. (DINAR; ROSEGRANT; MEINZEN-DICK, 1997) fazem um balanço entre as vantagens e desvantagens de um mercado de água, mas, do mesmo modo, o benefício líquido vai depender da capacidade de romper as barreiras existentes na construção do mercado.

<sup>17</sup> Sobre esse aspecto, Easter; Becker e Tsur (1997) argumentam que esses direitos devem ser independentes da propriedade da terra. No entanto, esse ponto é um pouco controverso na literatura. Brill; Hochman e Zilberman (1997), por exemplo, defendem que as dotações iniciais devem ser distribuídas de acordo com o uso histórico da água, o que reduz o nível de resistência por parte dos proprietários de terra e torna o ambiente politicamente mais administrável para conduzir uma reforma no setor de recursos hídricos.

<sup>18</sup> A literatura que recomenda o mercado de água como um mecanismo eficiente de alocação já é bastante extensa. Weinberg; Kling e Willen (1993), por exemplo, citam vários autores com propostas nesse sentido: Anderson (1983); Garden e Fulbertson (1968); Hartmman e Seastone (1970); Randal (1981); Saliba e Bush (1987); Vaux e Howitt (1984) e Wahl (1989).

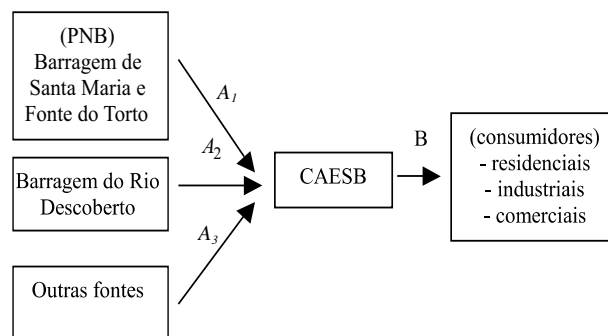
Outro ponto que torna essa alternativa como uma possibilidade ainda restritiva, é a própria quantidade limitada de mercados existentes. Basicamente, as principais referências são os mercados do Chile, da região nordeste do Colorado (EUA), da Tarrogonia na Espanha e da região do Cariri no Ceará. Esses mercados têm motivado diversos estudos, tais como de Kemper e Simpson (1999), no Colorado, Tarrech, Mariño e Zwicker (1999), na Espanha, Hearne e Easter (1995); Holden e Thobani (1996), no Chile, e Kemper; Gonçalves e Bezerra (1999) e Azevedo (1997), no Cariri, no Estado do Ceará. Apesar da quantidade limitada de experiências, segundo Mariño e Kemper (1999), estes proporcionam consideráveis *insights* a respeito dos aspectos institucionais a serem considerados num mercado de água. Nesse sentido, uma conclusão importante dessas experiências é que uma estrutura institucional adequada deve ser constituída antes do funcionamento efetivo do mercado; mas o desenvolvimento dessa estrutura vai depender não apenas das condições econômicas, mas também dos aspectos culturais e sociais da região onde o mercado irá operar. De qualquer modo, como defendem, muitas experiências ainda são necessárias para se ter uma avaliação definitiva sobre a *performance* de um mercado em comparação com os mecanismos de alocação pública. (TSUR; DINAR, 1995).

## 5 – UMA ANÁLISE DOS MANANCIAIS HÍDRICOS DO PARQUE NACIONAL DE BRASÍLIA

Esta seção faz uma análise do valor de uso da água para o caso dos mananciais hídricos do Parque Nacional de Brasília. Além da Lei dos Recursos Hídricos – Lei 9.433/97 (BRASIL, 1997), que prevê a cobrança pelo uso da água, o art. 47 do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) estabelece que qualquer órgão ou empresa que faça uso de recursos hídricos provenientes de unidades de conservação deve contribuir financeiramente para a proteção e implementação da unidade. E no caso do Parque Nacional de Brasília (PNB), a água proveniente de seus mananci-

ais é utilizada pela Companhia de Saneamento Básico de Brasília (CAESB) para o abastecimento urbano em cinco regiões administrativas do Distrito Federal.

Para melhor ilustrar o caso a ser analisado, considere a representação diagramática na FIGURA 2. As principais fontes de captação d'água pela CAESB são as barragens do São Descoberto ( $A_1$ ), de Santa Maria e a Fonte do Torto ( $A_2$ ), todas elas pertencentes a unidades de conservação. As duas últimas estão localizadas no Parque Nacional de Brasília (PNB) e constituem o referencial básico desta análise<sup>19</sup>. Um maior detalhamento sobre a disponibilidade de água por cada fonte, bem como a população atendida, encontra-se na TABELA 3 do ANEXO.



**Figura 2 – Representação diagramática da captação e distribuição da água**

**Fonte:** Elaboração do Autor.

A utilização dos recursos hídricos disponíveis no Parque Nacional de Brasília pode ser classificada basicamente em dois tipos de consumo: uso para banho nas piscinas (uso não-consumptivo) e uso para consumo de parte da população do DF (uso consumptivo)<sup>20</sup>, este último realizado por intermedia-

<sup>19</sup> Este estudo de caso faz parte de um projeto desenvolvido junto ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente (IBAMA) para a regulamentação do artigo 47 da lei do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC).

<sup>20</sup> O uso consumptivo é aquele que altera a disponibilidade hídrica da reserva, como o consumo humano e animal, e irrigação. Os usos não-consumptivos conservam fixas as disponibilidades, como a navegação, pesca, geração de energia e natação em lagos e piscinas naturais.

ção da Companhia de Saneamento do Distrito Federal (CAESB). Nossa análise foca apenas o uso para abastecimento urbano de água<sup>21</sup>.

De um lado, as captações  $A_1$ ,  $A_2$  e  $A_3$  são realizadas sem a existência de um mercado para a água bruta: essas fontes vêm sendo exploradas pela CAESB desde 1970 sem que qualquer tipo de remuneração tenha sido praticada. De outro lado, no mercado B, a CAESB vende essa água para a população do Distrito Federal (residencial, comercial e industrial). O mecanismo de preço adotado pela Companhia é uma estrutura de tarifas crescentes por blocos de consumo, apresentadas nas TABELAS 4 e 5 em ANEXO. Em suma, o objetivo central deste estudo de caso é atribuir um preço para água bruta captada nos mananciais do PNB.

## 5.1 – Material e Método

Alguns dos métodos apresentados na seção anterior, embora sejam teoricamente mais sofisticados, não foram aplicados neste estudo de caso. Por um lado, como em outros estudos empíricos, a solução do problema colocado acima é limitada pelas informações existentes e pelas *proxis* disponíveis. Por outro lado, alguns dos métodos não foram modelados com o propósito de responder a questão levantada e são, portanto, inadequados.

<sup>21</sup> Com relação ao uso da água para fins de recreação, vale destacar um estudo realizado por Mota (2000) sobre a disposição a pagar dos usuários do parque. Dentre os resultados obtidos pela pesquisa, o autor constatou que 76,1% dos entrevistados estavam dispostos a pagar algum valor para manter as funções do parque, entre elas o direito de nadar nas piscinas de águas naturais. Na média, esses usuários estariam dispostos a pagar R\$ 6,62 por visita/mês, quando calculada pelo método de valoração contingente, e R\$ 6,61 por visita/mês, quando calculada pelo método de custo de viagem.

Embora esses valores estejam relacionados com a manutenção de todas as funções do parque, tais como o direito de realizar passeios em trilhas ecológicas, piqueniques, nadar nas piscinas naturais, entre outras, a pesquisa revela também a importância atribuída ao caso específico do uso da água dessas piscinas para natação. De acordo com as manifestações dos entrevistados, o uso excessivo das piscinas, principalmente nos finais de semana, constitui-se no fator mais importante de degradação das áreas do Parque Nacional de Brasília. Essa preocupação foi confirmada por 87,9% dos usuários entrevistados. (MOTA, 2000).

Como discutido na revisão dos métodos, a teoria dos preços públicos não tem o objetivo de determinar um preço para a água bruta. Seu propósito essencial é atribuir um preço pelos serviços públicos de provisão de água potável, tomando-se como base a função custo associada com a sua captação, tratamento e distribuição. Mas como a preservação e a manutenção dos mananciais hídricos do PNB está associada a uma função custo, a princípio, a teoria seria aplicável nessa condição. No entanto, como os gastos de manutenção desses mananciais não vêm sendo realizados de acordo com as reais necessidades e nem tomando em conta o volume de água retirado, os dados não permitem estimar o custo variável.

Como é definida a política de recursos hídricos do PNB, a função custo de ofertar  $x_1$  unidades de água bruta é dada por:

$$C(x) = k \quad (12)$$

onde  $k$  é uma constante determinada pela política orçamentária dos órgãos públicos gestores do PNB. Por definição,  $CMg = \frac{\partial C(x)}{\partial x} = 0$ . Ou seja, por conta de uma regra orçamentária, o custo de manutenção do manancial hídrico tem sido fixo em relação ao volume de água captada pela CAESB. Embora essa situação não reflita a verdadeira função custo, este fato elimina todas as possibilidades de uma precificação pelo custo marginal. Os métodos de custo marginal de longo prazo, tal como o *Textbook Marginal Cost* (TMC), até poderiam ser empregados, caso existisse um planejamento de engenharia que estabelecesse o aumento necessário nos custos de manutenção e de investimentos em função da água bruta disponibilizada. Esse planejamento, porém, não existe.

De outro lado, a demanda por água pode ser estimada somente no mercado B, onde seria possível obter informações históricas de consumo e preços praticados. Nas captações  $A_1$ ,  $A_2$  e  $A_3$  não existe mercado e, portanto, não há as informações requeridas para um estudo econométrico.



Alguns métodos de valoração também não são adequados para avaliar o presente problema. O método de preços hedônicos, em essência, estima o incremento no valor de áreas agrícolas em função da água disponibilizada para irrigação ou mesmo para abastecimento dos animais. Este método se desvia, portanto, totalmente dos objetivos de nossa análise. A mesma argumentação é válida para dose-resposta, uma vez que sua finalidade é estimar mudanças na produtividade em função do uso da água.

O método de valoração contingente, por sua vez, tem como finalidade estimar a disposição a pagar dos consumidores pela água ofertada. O procedimento seria aplicado por meio de *surveys* aos consumidores no mercado B, sendo que, da disposição a pagar (DAP) total dos indivíduos, seria deduzida a parcela destinada ao pagamento pelo uso da água bruta captada pela CAESB e destinada ao consumo. No entanto, a aplicação desses *surveys* é de alto custo e inviabilizou, portanto, a utilização do método<sup>22</sup>.

A determinação da demanda por fatores de produção requer a estimativa de uma função de produção para que a equação (10) possa ser definida. O método da demanda derivada requer a especificação de uma função demanda por produto (no caso a água potável) e de uma função de remuneração dos demais fatores ( $z_s$ ), para que a equação (6) possa ser estimada. Usualmente, essas estimativas são feitas com base em dados *cross-section*. No estudo de Pinheiro (1998), por exemplo, a função de produção é estimada tomando-se como base a produção de vários produtores alocados em uma atividade e em determinado período. De modo semelhante, a função de remuneração dos fatores no método de demanda derivada requer as remunera-

ções obtidas por diversos usuários da água bruta em determinado período.

Em nosso estudo de caso, porém, o único usuário da água bruta é a CAESB, que detém o monopólio em suas captações. Com uma única observação, uma estimativa com base em dados *cross-section* não é, ao menos, aplicável. Uma saída, pelo menos em tese, seria uma análise com base em séries temporais de produção de água potável, água bruta, preços praticados pela CAESB e as remunerações dos demais fatores de produção ao longo dos anos. No entanto, as séries necessárias para este tipo de estudo não são disponíveis, pelo menos numa quantidade suficiente para uma análise confiável de séries temporais. Diante dessas restrições, esse caminho também se torna não apropriado.

Em suma, valorar o uso da água bruta, no caso do Parque Nacional de Brasília, não é uma tarefa trivial. Por um lado, alguns métodos não se aplicam ao estudo de caso, tais como preços hedônicos e demanda marshalliana por água bruta. Por outro lado, alguns métodos (tais como do custo marginal de longo prazo, da função de produção e de valoração contingente), embora sejam teoricamente adequados, são de difícil aplicação, já que os dados não estão disponíveis ou porque representam um custo inviável para nosso estudo. Diante dessas restrições, o valor da água bruta foi estimado por métodos mais simples: custo médio de manutenção dos mananciais, custo alternativo da CAESB e o método do valor residual. Na próxima subseção, mostramos como esses métodos foram aplicados e as principais limitações dos procedimentos utilizados.

## 5.2 – Procedimento das Estimativas

O custo médio de manutenção e de preservação dos mananciais hídricos do PNB foi obtido pelo confronto de duas fontes de informações: o Siágua (Sinopse do Sistema de Abastecimento de Água da CAESB) e os demonstrativos de gastos fornecidos pelo PNB e IBAMA. A TABELA 6 em ANEXO mostra o volume bombeado de água constante no Siágua (2000) referente à barragem de Santa Maria e à Fonte do Torto; esse volume corresponde,

<sup>22</sup> É importante ressaltar que não faz o menor sentido aplicar um questionário ao gerente da CAESB e solicitá-lo a dizer qual seria sua máxima disposição a pagar pela água bruta captada nas fontes  $A_1$ ,  $A_2$  e  $A_3$ . A única observação disponível fica totalmente dependente do comportamento estratégico do gerente. É melhor inferir, portanto, sua máxima disposição a pagar por algum outro caminho.

em 2000, a  $3.788.137 m^3 / mês$  ou  $45.457.644 m^3 / ano$ <sup>23</sup>.

A TABELA 7 mostra que os gastos totais do PNB foram na ordem de R\$ 2.580 mil no exercício de 2000 (coluna 2). No entanto, esse gasto total se refere à manutenção e preservação de todas as funções atribuídas ao parque, o que implica na necessidade de um rateio desses gastos entre tais funções. A unidade do Parque Nacional de Brasília tem as seguintes funções: i) evitar a predação dos mamíferos; 2) preservar amostra do ecossistema cerrado do Planalto; 3) garantir a preservação dos mananciais hídricos; e 4) promover a recreação e o lazer. Na ausência de um sistema de contabilização dos custos de acordo com essas funções, adotou-se a seguinte hipótese como um critério de rateio: do gasto total, 25% relacionam-se especificamente com a manutenção e preservação dos mananciais hídricos, cuja parcela é apresentada na última coluna da TABELA 7<sup>24</sup>.

Outros ajustes foram feitos sobre os dados fornecidos pelo PNB e pelo IBAMA. Em primeiro lugar, o investimento em material permanente (item 1.3) foi depreciado pelo método linear num período de 10 anos. Sendo assim, somente um décimo do desembolso nesses itens foi apropriado como custo de manutenção do parque, o que pode ser visto na terceira coluna da TABELA 7. Em segundo lugar, foi incorporado um custo de oportunidade para a atividade de manutenção e preservação do manancial (item 4). Este custo foi obtido mediante as seguintes hipóteses:

• *Hipótese 1* – o custo de manutenção acumulado até o final do ano, no valor de R\$ 623.696,17,

foi constituído por doze séries uniformes no período, cada uma no valor de  $C_t = C = 51.974,68$ .

• *Hipótese 2* – se esses recursos fossem utilizados noutra atividade, seriam remunerados a uma taxa de juros  $i$ . Para efeitos dessa simulação, foi admitida uma taxa de 6% a.a. ou 0,5% a.m. A capitalização dessas anuidades no período de um ano produz a seguinte soma<sup>25</sup>:

$$S = C \frac{(1+i)^n - 1}{i} = 51.974,68 \frac{(1,005)^{12} - 1}{0,005} = \$641.136,91$$

Sendo assim, o montante de juros que deixa de ser obtido com a atividade de manutenção dos mananciais é igual a

$$J = 641.136,91 - 623.696,17 = \$17.440,74 / ano.$$

Com base nessas informações, o custo médio de manutenção e preservação do PNB por metro cúbico de água captada é dado por<sup>26</sup>:

$$CMe = \frac{\$641.136,88}{45.457.644} \cong R\$ 0,01 / m^3 \quad (13)$$

De outro lado, uma *proxi* para o custo alternativo da CAESB também pode ser obtida. Esse custo mede qual a alternativa mais barata para a companhia, na hipótese de o PNB não fornecer a água bruta. Numa situação de interrupção desse fornecimento, assume-se a hipótese de que a melhor alternativa para a companhia seria a perfuração de poços profundos, uma vez que a barragem do São Descoberto (a maior fonte alternativa) também pertence a uma unidade de conservação e está sob jurisdição do governo federal.

<sup>23</sup> A TABELA 4 mostra os dados referentes a todo o sistema integrado denominado por Santa Maria/Torto, o que inclui, além dessas duas principais fontes, as Elevatórias de Água Bruta (EABs) de Cachoeirinha, Cabeça do Veado 1,2,3 e 4. Mas essas outras cinco fontes ficam localizadas fora do PNB e não são consideradas nessa análise.

<sup>24</sup> A hipótese de 25% dos gastos se relacionarem com a manutenção dos mananciais hídricos foi adotada pela ausência de outra mais bem fundamentada. Nesse caso, outra maneira de tratar o problema seria uma análise de sensibilidade na qual consideram-se vários percentuais alternativos e avaliam-se os impactos nos resultados finais.

<sup>25</sup> Veja, por exemplo, Mathias e Gomes (1996).

<sup>26</sup> Com relação ao cálculo do custo médio, é preciso enfatizar que o volume de água captado é destinado para o abastecimento urbano (comercial, residencial etc.). Já o gasto de R\$ 641 mil reais é destinado à manutenção dos mananciais em todas as suas funções, incluindo o uso da água para banho no Parque Nacional de Brasília. Sendo assim, o gasto específico com o abastecimento poderia ser um pouco inferior ao encontrado na expressão (13), caso fosse rigorosamente rateado entre os diversos tipos de uso da água proveniente dos mananciais.

Para avaliar o preço dessa água alternativa, a referência tomada foi o Decreto n.º 22.018/01 do governo do Distrito Federal, que dispõe sobre a outorga e a cobrança pelo direito de uso da água subterrânea sob o território de sua jurisdição. De acordo com esse decreto, todos os usuários de águas subterrâneas terão que pagar ao GDF pelo direito de uso, inclusive a própria Companhia de Saneamento (CAESB). A TABELA 8 em ANEXO apresenta os valores a serem cobrados com base nesse Decreto. Dada essa tabela de preços, o custo alternativo para CAESB seria:

$$Ca = R\$ 0,05 / m^3 \quad (14)$$

Ou, mais realisticamente:

$$Ca = R\$ (0,05 + \Delta) / m^3 \quad (15)$$

onde  $\Delta$  representa os custos de perfuração de novos poços e de novas redes de distribuição, bem como os custos de depreciação do capital instalado no PNB<sup>27</sup>.

Outra *proxi* para o preço da água bruta foi obtida pelo valor residual da água tratada e comercializada pela CAESB. A TABELA 9 apresenta uma planilha de custos e receitas extraída da DRE (Demonstração de Resultados) da companhia de abastecimento, referente ao ano de 2000. A produção da CAESB envolve, na verdade, a provisão dos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário. Essas atividades foram consideradas no conjunto, uma vez que a desagregação dos custos por atividade é complexa e desnecessária. Dentro da concepção do valor residual, a equação (5) foi simplificada para:

$$p_R x = R_t - C_t^* \quad (16)$$

onde  $p_R$  é o preço residual da água a ser determinado,  $x$  é o volume utilizado em metros cúbicos,

<sup>27</sup> O valor de R\$ 0,05 é, na realidade, apenas uma transferência, se analisado do ponto de vista social. Nessa ótica, o verdadeiro custo social seria a parcela  $\Delta$  não estimada.

cos,  $R_t$  é a receita total do sistema e  $C_t^*$  é o custo total que remunera os demais fatores, incluindo a remuneração da atividade (custo de oportunidade). De forma semelhante, para obtenção do custo de oportunidade foram consideradas as seguintes hipóteses:

*Hipótese 1* – os fluxos de receitas e despesas foram uniformes durante o ano, de maneira que o lucro contábil acumulado no final do ano, no valor de  $LC=9.031.095,29$ , foi constituído por doze séries de  $FC=752.591,27$ .

*Hipótese 2* – admite-se uma taxa de juros de 0,5% a.m., a qual seria obtida se essas anuidades fossem aplicadas noutra atividade<sup>28</sup>.

Como antes, o valor capitalizado dessas anuidades produz um montante de:

$$S = FC \frac{(1+i)^n - 1}{i} = 752.591,27 \frac{(1,005)^{12} - 1}{0,005} = \$9.283.636,57$$

O montante de juros que deixa de ser obtido com a atividade de abastecimento e saneamento é  $J = 9.283.636,57 - 9.031.095,29 = 252.541,28$ , como apresentado no item 4 da TABELA 9. Com isso, o preço residual da água é<sup>29</sup>:

$$p_R = \frac{R\$8.778.554,01}{173.048.112 m^3} \cong R\$ 0,05 / m^3 \quad (17)$$

A próxima subseção faz uma discussão desses resultados, procurando destacar as deficiências e as vantagens de cada um dos procedimentos empregados acima.

<sup>28</sup> A hipótese de uma taxa de 0,5% a.m. foi admitida, tomando-se como referência a remuneração paga pela poupança no mercado financeiro. Evidentemente que outras taxas poderiam ser utilizadas e uma análise de sensibilidade também seria outro modo de tratar a questão.

<sup>29</sup> O volume total de água (173.048.112 metros cúbicos) foi estimado com base nos volumes bombeados nas Elevatórias de Água Bruta dos Sistemas Integrados de abastecimento da CAESB, tomando como base o ano de 1999. (DADOS FORNECIDOS PELA SIÁGUA, SPOT/CAESB, DEZEMBRO 2000).

### 5.3 – Discussão dos Resultados

As três estimativas encontradas em nossa análise estão resumidas na TABELA 1 abaixo. As duas colunas da direita sintetizam as principais vantagens e deficiências de cada procedimento. Começando com a estimativa do custo médio, além da crítica tradicional em relação ao uso do custo médio (de não conduzir uma alocação eficiente), essa análise apresenta ainda outra restrição nesse caso: o custo médio é exógeno num certo sentido. Como os gastos do PNB são determinados por aspectos políticos, esse custo médio pode aumentar ou reduzir de acordo com a dotação orçamentária concedida ao PNB. Ou seja, esses gastos não apresentam uma correlação clara com as reais necessidades de manutenção e preservação dos mananciais hídricos. De qualquer forma, o custo médio mostra o mínimo requerido para a manutenção dessas fontes, dada a atual tecnologia, a disponibilidade d'água e a atual condição orçamentária.

A estimativa com base no custo alternativo é uma boa referência para o valor da água, uma vez que estima indiretamente o máximo que a companhia estaria disposta a pagar para continuar captando água das fontes do PNB. No entanto, duas considerações precisam ainda ser feitas. Em primeiro lugar, o preço determinado pelo Decreto do DF foi arbitrado e não fundamentado economicamente. Em segundo lugar, de modo semelhante, esse custo al-

ternativo pode ser reduzido também por decreto, dependendo simplesmente de questões políticas.

A estimativa com base no preço residual, por sua vez, também apresenta limitações. A idéia do preço residual é que ele possa ser interpretado como um preço-sombra: aquele que seria obtido num mercado competitivo. Para atividades agrícolas que utilizam a água como insumo na produção, a hipótese de concorrência perfeita pode ser mais facilmente justificada. No entanto, a atividade exercida pela CAESB é tipicamente de monopólio, o que desqualifica a interpretação de preço-sombra. De qualquer forma, o preço residual de  $p_R = 0,05$  serve como uma medida da capacidade de remuneração da água bruta por parte da CAESB, que permitiria manter a companhia em atividade.

Em suma, o preço pelo custo médio cobre os custos de manutenção e preservação do manancial, mas é determinado exogenamente pelo orçamento da união e não pelas reais necessidades do PNB. O custo alternativo para CAESB, embora seja determinado arbitrariamente por decreto, fornece uma boa referência para a máxima disposição a pagar da companhia para continuar utilizando as fontes do PNB. O preço residual, por sua vez, apesar de ser estimado com base no excedente econômico de uma atividade de monopólio, é uma boa medida da capacidade de remuneração da água bruta.

**Tabela 1 – Resumo das estimativas para água bruta**

Método	Preço da água bruta ( $R\$ / m^3$ )	Principais Deficiências	Principais vantagens
Custo médio	0,01	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O custo total é exógeno</li> <li>• Não é eficiente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cobre os custos de manutenção do PNB</li> </ul>
Custo alternativo	$0,05 + \Delta$	<ul style="list-style-type: none"> <li>• É exógeno (decreto lei)</li> <li>• Não é eficiente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fornece a outra alternativa mais barata para CAESB</li> </ul>
Preço residual	0,05	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obtido por atividade de monopólio</li> <li>• Não é eficiente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mede a capacidade de remuneração da água bruta</li> </ul>

**Fonte:** Elaboração dos autores, com base em estimativas próprias.

Uma deficiência comum em todos os procedimentos é que eles não estão fundamentados no princípio do custo marginal e, conseqüentemente, não é possível dizer qual é o melhor preço para a sociedade. Embora essa seja uma questão fundamental, o “estado da arte” na valoração da água não tem uma resposta pronta para a mesma. O equacionamento desse problema envolve uma análise de custo/benefício que permita medir os ganhos e as perdas de bem-estar social associados com cada um desses preços, inclusive considerando o atual cenário no qual nenhum preço é praticado (*status quo*).

Mas essa deficiência não se diferencia muito daquelas encontradas em outras pesquisas. Como avaliam Ribeiro e Lanna (2001), de forma geral, as valorações do uso da água no Brasil têm sido fundamentadas principalmente no princípio financeiro de recuperação dos custos. As proposições são feitas muito mais com base no que se acredita ser a capacidade de pagamento de cada um dos usuários do que em função de considerações sobre o real valor econômico da água. Também, de modo geral, os valores estimados para a água bruta podem variar de forma significativa, dependendo do procedimento adotado e das condições de uso regional. Valores típicos indicam tarifas entre R\$ 0,005 a R\$ 0,06/m<sup>3</sup> de água bruta captada dos mananciais (RIBEIRO; LANNA, 2001). Com relação a esse aspecto, embora os resultados obtidos em nosso estudo estejam numa faixa superior, encontram-se dentro do intervalo tipicamente revelado por evidências de outras pesquisas.

Apesar de os procedimentos adotados não permitirem uma definição teórica de qual seja o

melhor preço do ponto de vista social, algumas especulações podem ser feitas. A princípio, pode-se argumentar que o preço R\$ 0,01 seria o mais adequado: por um lado, cobre os atuais custos de manutenção do PNB e, por outro, garante uma margem excedente para a CAESB investir em futuras expansões dos sistemas de abastecimento de água. No entanto, os reais impactos da cobrança vão depender de uma série de fatores, tais como capacidade de repasse dos custos para a população, elasticidades-preço da demanda, disponibilidade hídrica dos atuais sistemas de produção de água do DF e do aumento natural da demanda futura em decorrência do crescimento populacional.

Com relação à atual disponibilidade hídrica e ao crescimento populacional, um estudo elaborado pela ENGEVIX (2000) revela que alguns sistemas produtores, como o de Santa Maria/Torto, já se encontram numa condição de plena utilização de suas capacidades produtivas. Os anos em que os atuais sistemas irão deixar de atender aos seus habitantes, dados alguns cenários de índices de perdas, são mostrados na TABELA 2.

Considerando esses cenários, pode-se questionar se uma cobrança de R\$ 0,05, com repasse integral aos consumidores não seria uma alternativa melhor. Em tese, um aumento do preço da água cobrada ao consumidor pode induzir a uma utilização mais racional do recurso e uma redução da demanda. Conseqüentemente, essa política amplia o horizonte de disponibilidade hídrica para região e reduz os investimentos necessários para ampliação dos sistemas produtores de água.

**Tabela 2 – Anos em que os atuais sistemas terão sua capacidade atingível, para cada cenário de índice de perda adotado**

Sistema	Índice de perda(*)		Médio
	Mínimo	Máximo	
Santa Maria/Torto	2000	2000	2000
Rio Descoberto	2022	2014	2017
Sobradinho/Planaltina	(**)	2018	2019
Brazlândia	2028	2018	2022
São Sebastião	2000	2000	2000

**Fonte:** ENGEVIX, dados de 2000.

(\*) Índice de perda entre tratamento e distribuição.

(\*\*) Terá capacidade atingida fora do horizonte de estudo.

Naturalmente, estes impactos vão depender da elasticidade-preço e renda da demanda. Como encontrado em alguns estudos empíricos (TABELA 10 em ANEXO), as estimativas de elasticidade-preço da demanda têm variado de -0,1652 a -0,76, dependendo do método empregado, dos diferentes tipos de dados utilizados, da diversidade das regras tarifárias, das categorias de renda dos consumidores etc. De qualquer modo, os resultados indicam que o preço afeta a quantidade demandada negativamente, embora aumentos neste preço reduzam as quantidades demandadas numa proporção menor que a variação no preço. (ANDRADE et al., (1996).

A despeito das limitações citadas acima, esses resultados podem subsidiar pesquisas futuras sobre o tema. Além do mais, como está previsto na Lei dos Recursos Hídricos, os preços a serem cobrados pela Agência Nacional das Águas devem ser propostos a partir de comitês de bacias hidrográficas e aprovados pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Cabe lembrar que os mananciais hídricos de Santa Maria e da Fonte do Torto apresentam uma particularidade que pode levar a conflitos entre União e Distrito Federal, uma vez que a bacia hidrográfica a que pertencem está sob jurisdição distrital, mas as fontes propriamente ditas estão inseridas dentro de uma unidade de conservação, cuja legislação é de competência da união. De qualquer modo, nossos resultados podem subsidiar também as futuras negociações entre os usuários e as instituições envolvidas no sistema de gestão de recursos hídricos.

## 6 – CONCLUSÃO

Este artigo fez uma revisão dos principais métodos que compõem o corpo da abordagem normativa da precificação da água. Discutimos esses métodos separadamente em três subseções: a teoria dos preços públicos, os métodos subsidiários para valoração da água e os mercados de água. Na primeira, encontram-se aqueles métodos tradicionalmente aplicados no âmbito dos serviços de utilidade pública, tais como transporte urbano, telefonia, energia elétrica e abastecimento urbano de água. No entanto, essas abordagens incluem apenas os

custos com a manutenção e operação, associados com a provisão desses serviços. No caso dos recursos hídricos, o processo de precificação necessita incluir o valor da água bruta como insumo nas funções custos. Diante dessa lacuna, vários métodos de valoração têm sido aplicados com essa finalidade e são apresentados na segunda subseção. Na terceira subseção são apresentadas as principais condicionantes para criação de um mercado de água como um mecanismo alternativo de alocação de recursos hídricos. De modo geral, no entanto, o “estado da arte” não permite ainda uma hierarquização de todos esses métodos que seja fundamentada na teoria do bem-estar.

Nesse artigo, analisamos também o valor da água bruta para o caso dos mananciais hídricos do Parque Nacional de Brasília. Em nossas estimativas, utilizamos o custo médio de manutenção e de preservação dos mananciais, o custo alternativo para captação de outras fontes e o valor residual da venda da água potável no mercado, sendo que os resultados mostraram-se razoavelmente diferentes, mas dentro do intervalo estabelecido por outros resultados empíricos. No entanto, apenas com base na fundamentação dos métodos, não é possível dizer qual é o melhor preço para a sociedade. O equacionamento desse ponto requer uma análise empírica de custo/benefício que considere todos os resultados encontrados, inclusive do atual cenário onde a água não é cobrada.

Em suma, valorar o uso da água bruta não é uma tarefa trivial. Em nosso estudo de caso, alguns métodos não se aplicam, tais como preços hedônicos e demanda marshalliana por água bruta. Por outro lado, alguns métodos (tais como do custo marginal de longo prazo, da função de produção e de valoração contingente), embora sejam teoricamente adequados, são de difícil aplicação, já que os dados não estão disponíveis ou porque representam um custo inviável para o estudo. Diante dessas restrições, o trabalho permite ilustrar uma situação na qual a escolha do procedimento tecnicamente ideal fica bastante limitada, cuja solução deve ser dada por algum mecanismo de alocação mais simples e de menor custo.

## Abstract

This paper estimates the price of water obtained from springs located inside the National Park of Brasília. It analyses theoretically the main available methods for water pricing. The paper also illustrates a situation in which the choice of a technically ideal procedure is very limited for practical reasons. The choice of pricing method is often based upon the mechanism of simpler allocation procedures or even upon the only mechanism available in a given situation. Results of this case study may subsidize future analyses of policies aiming to charge for brute water, especially when this water is used by companies responsible for urban water supply.

## Key words:

Pricing; Valuation; Water; National Park of Brasília, urban water supply

## REFERÊNCIAS

- ANDERSON, T. L. **Water rights**: scarce resource allocation, bureaucracy, and the environmental. Cambridge: Ballinger Publishing, 1983.
- ANDRADE, T. A. et al. **Estudo da função demanda por serviços de saneamento e estudo da tarifação do consumo residencial**. Rio de Janeiro: IPEA, 1996 (Texto para Discussão, 415).
- ASAD, M. et al. **Management of water resources**: bulk water pricing in Brazil. Washington, D.C.: The World Bank, 1999. (World Bank Technical Paper, n. 433).
- AZEVEDO, L. G. T. Brazil. In: DINAR, A.; SUBRAMANIAN, A. **Water pricing experiences**: an international perspective. Washington, D. C.: The World Bank, 1997. (World Bank Technical Paper, n. 386).
- CABRAL, L. **Economia industrial**. Lisboa: McGraw-hill, 1999.
- BAUMOL, W.; PANZAR, J.; WILLIG, R. **Contestable markets and the theory of industrial structure**. New York: Harcourt Brace Jovanovich, 1982.
- BAUMOL, W. J.; OATES, W. E. **Economics environmental policy and the quality of life**. [S.l.]: Princeton University: Prentice-Hall, 1999.
- BAUMOL, W.J.; OATES, W. E. **The theory of environmental policy**. New York: Cambridge University Press, 1988.
- BILLINGS, B. R.; AGTHE, D.E. Price elasticities for water: a case of increasing block rates. **Land Economics**, v. 56, p.73-84, 1980.
- BOS, M. G.; WALTERS, W. Water charges and irrigation efficiencies. **Irrigation and Drainage Systems**, v. 4, p. 267-278, 1990.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Lei n.º 9.433/97**: política nacional de recursos hídricos e o sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos. Brasília, DF, 1997.
- BRILL, E.; HOCHMAN, E.; ZILBERMAN, D. Allocation and pricing at the water district level. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 79, p. 952-963, 1997.
- CARRERA-FERNANDEZ, J. C. Cobranças e preços ótimos pelo uso e poluição da água de mananciais. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 28, n. 3, p. 249-277, 1997.
- \_\_\_\_\_. **A valorização da água e a cobrança pelo uso**. Salvador: UFB, 2000.
- CARRERA-FERNANDEZ, J.; GARRIDO, R. J. **Economia dos recursos hídricos**. Salvador: Edufba, 2002.
- CLARK, E.H. Multipart pricing of public goods. **Public Choice**, v. 11, p. 17-33, 1971.
- DINAR, A.; ROSEGRANT, M. W.; MEINZENDICK, R. **Water allocation mechanisms**: principles and examples. Washington, D.C.: World Bank, 1997. (Working Paper, n. 1779).
- EASTER, K. W.; BECKER, N.; TSUR, Y. Economic mechanisms for managing water resources: pricing, permits, and markets. In: BISWAS, A K.

(Ed.). **Water resources:** environmental planning, management and development. New York: McGraw-Hill, 1997.

FLEMING, J. Price and output policy of state enterprise: a comment. **Economic Journal**, v. 54, p. 328-337, 1944.

FONTENELE, R. E. S. Proposta metodológica para implantação do sistema de cobrança pelo uso dos recursos hídricos no Estado do Ceará. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 30, n. 3, p. 296-315, 1999.

FOSTER, JUNIOR, H. S; BEATTIE, B. R. Urban residential demand for water in the United States. **Land Economics**, v. 55, p. 43-58, 1979.

\_\_\_\_\_. Urban residential demand for water in the United States: reply. **Land Economics**, v. 57, p. 257-265, 1981.

GARDNER, B. D.; FULLERTON, H. H. Transfer restrictions and misallocations of irrigation water. **American Journal Agr. Economics**, v. 50, p. 556-71, 1968.

GOTTLIEB, M. Urban domestic demand for water: a Kansas study. **Land Economics**, v. 39, p. 204-210, 1963.

GRIFFIN, A. H.; MARTIN, W. E. Price elasticities for water: a case of increasing block rates: comment. **Land Economics**, v. 57, p. 266-275, 1981.

GRIFFIN, R. C.; HSU, S. U.H. The potential for water market efficiency when instream flows have value. **American Journal Agricultural Economics**, v. 75, p. 292-303, 1993.

HANEMANN, W. M. Welfare evaluations in contingent valuation experiments with discrete responses. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 66, p. 332-4, 1984.

HANKE, S. H. Pricing urban water. In: MUSHKIN, S. **Public prices for public products**. Washington, DC: The Urban Institute, 1972.

HARTMAN, L. M.; SEASTONE, D. Water transfers: economic efficiency and alternative institutions. Baltimore: Johns Hopkins Press, 1970.

HEADLEY, C. The relation of family income and use of water for residential and commercial purposes in the San Francisco Oakland Metropolitan area. **Land Economics**, v. 39, p. 441-449, 1963.

HEARN, R. R.; EASTER, K. W. **Water allocation and water markets:** an analysis of gains-from-trade in Chile. Washington, D.C: World Bank, 1995. (Technical paper, n. 315).

HOLDEN, R.; THOBANI, M. **Treatable water rights:** a property rights approach to resolving water shortages and promoting investment. Washington, DC: The World Bank, 1996. (Policy Research Working Paper, n. 1627).

HOTELLING, H. The general welfare in relation to problems of taxation and of railway and utility rates. **Econometrica**, v. 6, p. 242-269, 1938.

HOWE, C. W.; LINAWEAVER JUNIOR, F. P. The impact of price on residential water demand and its relation to system design and price structure. **Water Resources Research**, v. 3, n. 1, p. 13-32, 1967.

HUFSCHEMIDT, M. M. et al. **Environmental natural system, and development:** an economic valuation guide. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 1983.

JOHANSSON, R. C. **Pricing irrigation water:** a literature survey. Washington, DC: World Bank, 2000. (Policy research working paper, n. 2449).

KEMPER, K. E.; GONÇALVES, J. Y. B.; BEZERRA, F. W.B. Water allocation and trading in the Cariri Region - Ceará, Brazil. In: MARIÑO, M.; KEMPER, K.E. **Institutional frameworks in successful water markets:** Brazil, Spain e Colorado, USA. Washington, D.C: Manufactured in the United States of American, 1999. (World Bank Technical paper, n. 427).

KEMPER, K. E.; SIMPSON, L. D. The water market in the Northern Colorado water conservancy District-institutional implications. In: MARIÑO, M.; KEMPER, K.E. **Institutional frameworks in successful water markets:** Brazil, Spain and Colorado, USA. Washington, D.C: Manufactured



in the United States of American, 1999. (World Bank Technical paper, n. 427).

KETTELHUT, J. T. S. et al. Cobrança e outorga pelo uso da água. In: FREITAS, M. A V. (Org.). **O estado das águas no Brasil**. Brasília, DF: [s.n.], 1999.

LAFONT, J. J.; TIROLE, J. **A theory of incentives in procurement and regulation**. 4. ed. Cambridge: The MIT Press, 1993.

LE MOIGNE, G. et al. **A guide to the formulation of water resources strategy**. Washington, D.C: Manufactured in the United States of American, 1994. (World Bank Technical Paper, n. 263).

LYPSEI; LANCASTER The general theory of second-best. **Review of Economic Studies**, v. 24, p. 11-32, 1956.

MARIÑO, M.; KEMPER, K.E. **Institutional frameworks in successful water markets: Brazil, Spain and Colorado, USA**. [S.l.: s.n.], 1999. (World Bank Technical paper, n. 427).

MARSHAL, A. **Principles of Economics**. London: Macmillan, 1920.

MAS-COLELL, A.; WHINSTON, M. O.; GREEN, J. R. **Microeconomic theory**. Oxford: Oxford University Press, 1995.

MATHIAS, W. F.; GOMES, J. M. **Matemática financeira**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1996.

MEAD, J. Price and output policy of state enterprise: a comment. **Economic Journal**, v. 54, p. 321-328, 1944.

MORANDÉ, F.; DOÑA, J. E. Governance and regulation in Chile: fragmentation of the public water sectors. In: SAVEDOFF, W.; SPILLER, P. **Spilled water: institutional commitment in the provision of water services**. Washington, D.C.: Inter-American Development Bank, 1999.

MOTA, J.A. **Valoração de ativos ambientais como subsídio à decisão pública**. 2000. Tese (Doutorado) – Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2000.

NETO, S. B. **Estudos de demandas de água para abastecimento do Distrito Federal e áreas do entorno: estudos sócio-econômicos e uso e ocupação do solo**. Brasília, DF: ENGEVIX, 2000. V. 2.

NIESWIADOMY, M. L.; MOLINA, D.J. Urban water demand estimates under increasing blocks rates. **Growth and Change**, v. 19, p. 1-12, 1988.

\_\_\_\_\_. A note on price perception in water demand models. **Land Economics**, v. 67, p. 352-592, 1991.

NORDIN, J. A. A proposed modification of Taylor's demand analysis: comment. **The Bell Journal of Economics**, v. 7, p. 719-721, 1976.

PARETO, V. **Manual de economia política**. São Paulo: Abril Cultural, 1983. (Coleção Os Economistas).

PAUL, E. S. Pricing rules and efficiency. In: MUSHKIN, S. **Public prices for public products**. Washington, DC: The Urban Institute, 1972.

PIGOU, A C. **The economics of welfare**. London: Mcmillan, 1932.

PINHEIRO, J. C. V. **Valor econômico da água para irrigação no semi-árido cearense**. 1998. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1998.

RANDALL, A. Property entitlements and pricing policies for a maturing water economy. **Australian Journal Agricultural and Economics**, v. 25, p. 195-320, 1981.

RIBEIRO, M. M. R.; LANNA, A.E. Instrumentos regulatórios e econômicos: aplicabilidade à gestão das águas e à Bacia do Rio Piracicaba - PE. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, n. 6, n. 4, 2001.

SALIBA, B. C.; BUSH, D. B. **Water markets in theory and practice: water market transfer**. Boulder: Westview Press, 1987. (Studies in Water Policy and Management, n. 12).

SAUNDERS, R. J.; WARFORD, J. J.; MANN, P. C.(1977). **Alternative concepts of marginal cost**

**or public utility pricing:** problems of application in the water supply sector. [S.l.: s.n.], 1977. (Word Bank Staff Working Paper, n. 259).

SIÁGUA. **Sinopse do sistema de abastecimento de água.** Brasília, DF, 2000.

SNUC: **Lei n.º 9.985, de 08 de julho de 2000.** Brasília, DF, 2000. 32 p.

SPULBER, N.; SABBACHI, A. **Economics of water resources: from regulation to privatization.** Boston: Kluwer Academic Publishers, 1998.

TARRECH, R.; MARIÑO, M.; ZWICKER, G. The Siurona-Riudecanyes Irrigation subscribers association and water market system. In: MARIÑO, M.; KEMPER, K.E. **Institutional frameworks in successful water markets:** Brazil, Spain and Colorado, USA, 1999. (World Bank Technical paper, n. 427).

TAVARES, V. E.; RIBEIRO, M. M. R.; LANNA, A. E. **A valoração ambiental e os instrumentos econômicos de gestão dos recursos hídricos.** Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 1998. Mimeografado.

TAYLOR, L. D. The demand for electricity: a survey. **The Bell Journal of Economics**, v. 6, p. 74-110, 1975.

TOMAYO, G. *et al.* Reform efforts and low-level equilibrium in the Peruvian Water Sector. In: SAVEDOFF, W.; SPILLER, P. **Spilled water:** institutional commitment in the provision of water services. Washington, D.C.: Inter-American Development Bank, 1999.

TSUR, Y.; DINAR, A. **Efficiency and equity considerations in pricing and allocating irrigation water.** Washington, DC: World Bank, 1995. (Policy Research working Paper, 1460).

VARIAN, H. R. **Microeconomic analysis.** New York: Norton & C., 1992.

VAUX, H. J.; HOWIT, R. E. Managing water scarcity: an evaluation of interregional transfer. **Water Resources**, v. 20, p. 785-92, 1984.

VICKREY, W. S. Economic efficiency and pricing. In: MUSHKIN, S. **Public prices for public products.** Washington, DC: The Urban Institute, 1972.

YOUNG, R. A. **Measuring economic benefits for water investments and policies.** Washington, D.C.: The World Bank, 1996. (World Bank Technical Paper, n. 338).

WAHL, R. W. **Markets for federal water:** resources for the future. Washington, D. C.: Resources for the future, 1989.

WEINBERG, M.; KLING, C. L.; WILEN, J. E. Water markets and water quality. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 75, p. 278-291, 1993.

WINPENNY, J. **Managing water as an economic resource.** London: Routledge, 1994.

---

Recebido para publicação em 29.ABR.2003

# ANEXOS

**Tabela 3 – Sistema Produtor de Água do Distrito Federal**

Situação em Dezembro/00

Sistema	Subsistema/ Manancial	Vazão (l/s)			Regiões Administrativas Abastecidas	População (3)		
		Disponível Mínima (4)	Captada (5)	%		Total	Atendida	%
Torto/ Santa Maria (Integrado)	Cabeça do Veado 1,2,3,e 4; Cachoeirinha Santa Maria; Taquari 1 e 2; Torto	2.227	1.640	74	Brasília (1), Paranoá, Cruzeiro, Lago Sul, Lago Norte e Vila Varjão	407.680	395.066	96,9
Rio Descoberto (integrado)	Alagado, Catetinho Baixo 1 e 2, Crispim Currais (desativado), Descoberto, Olho D'água, Pedras e Ponte de Terra 2 e 3 Brejinho	5.348	3.593	67	Gama, Taguatinga Núcleo Bandeirante Ceilândia, Guará I e II Samambaia, Santa Maria, Recanto das Emas, Riacho Fundo I e II e Candogolândia	1.287.933	1.239.186	96,2
Sobradinho/ Planaltina	Cascarra (desativado) Contagem, Corquinho Funal, Mestre D'Armas Paranoazinho, Pipiripau (2), Quinze, Poços Profundos	1.475	804	55	Sobradinho I e II Planaltina/ Vale do Amanhecer	243.216	143.645	59,1
Brasília	Capão da Onça Barracão Poços profundos	176	88	50	Brasília	53.167	51.796	97,4
São Sebastião	Poços Profundos	199	81	41	São Sebastião	49.413	40.376	81,7
Total		9.425	6.206	66		2.041.409	1.870.069	91,6

**Fonte:** Siágua – Sinopse do Sistema de Abastecimento de Água. – CAESB. Ref. Dez./00, p. 14.

**Notas:** (1) O abastecimento dessa região é complementado com parte da produção do Sistema Rio Descoberto; (2) Sistema de Abastecimento em operação a partir de 15/08/2000; (3) A partir de 1999, passou-se a considerar as populações dos parcelamentos/condomínios urbanos e rurais, regularizados ou não (Fonte: ASPL); (4) a) Vazão Mínima  $Q_{7,10}$  em Barragem de Nível; b) Vazão Regularizada em Barragem de Acumulação e c) Vazão Operacional, em Poços Profundos (Fonte: SPOT,SPHI); (5) Vazão média de jan/00 a dez/00 (Fonte: SPOT).

**Tabela 4 – Tarifas para atividades residenciais**

Faixa de consumo (m <sup>3</sup> )	Tarifa popular (R\$)	Tarifa Normal (R\$)
0 a 10	0,47	0,59
11 a 15	0,89	1,00
16 a 25	1,06	1,27
26 a 35	1,66	1,99
36 a 50	2,20	2,20
51 a 70	2,40	2,40
71 a 100	2,40	2,40
Acima de 100	2,40	2,40

**Fonte:** CAESB (2000)

**Tabela 5 – Tarifas para atividades comerciais, públicas e industriais**

Faixa de consumo (m <sup>3</sup> )	Tarifa (R\$) Comercial e Pública	Tarifa Industrial (R\$)
0 a 10	1,40	1,40
Acima de 10	2,20	1,95

**Fonte:** CAESB (2000)

**Tabela 6 – Elevatórias de água bruta**

Identificação	N.º de Bombas	Potência por Conjunto (HP)	Vazão por Conjunto (l/s)	A M.T. (m)	Volume Bombeado (m³/mês)	Situação
EAB- Torto	4	1.750	1.076,05	151		Em operação
EAB-Santa Maria	3	1.780	1.239,33	126	3.788.137	Em operação
EAB-Cachoeirinha	3	50	35,99	B1=107 B2=B3=116	87.200	Em operação
EAB-Cabeça do Veado	4	20 (B1=B2) 40 (B3=B4)	125,15	31	366.520	Em operação
Total	15				4.241.857	

Fonte: Ságua: SPOT/CAESB, dezembro de 2000, p. 31.

**Tabela 7 – Custo anual de manutenção e preservação do PNB**

Especificação	Desembolso 2000 R\$/ano	Custo Total R\$/ano	Apropriação %	Custo Man. Fonte Hídrica R\$/ano
1. Despesas Orçamentárias (1)	616.515,80	530.780,00	25	132.695,00
1.1. Serviços	407.338,03	407.338,03	25	101.834,51
1.2. Material de consumo	106.854,80	106.854,80	25	26.713,70
1.3. Material permanente (2)	95.262,00	9.526,20	25	2.381,55
1.4. Passagens/diárias	7.060,97	7.060,97	25	1.765,24
2. Despesas do IBAMA (3)	1.964.004,72	1.964.004,72	25	491.001,18
2.1. Contrato Serv. Terceiros	632.512,32	632.512,32	25	158.128,08
2.2. Pagamento de pessoal	1.331.492,40	1.331.492,40	25	332.873,10
3. Total Desp. Do PNB (1+2)	2.580.520,52	3.243.220,14	25	623.696,17
4. Custo de oportunidade (4)				17.440,74
<b>5. Custo Total</b>				<b>641.136,88</b>

Notas: (1) Despesas provenientes da dotação orçamentária do PNB. Fonte: PNB. (2) O desembolso em permanente foi dividido por um período de 10 anos. (3) Despesas desembolsadas pelo IBAMA. Fonte: IBAMA. (4) Foi admitida uma taxa de 6% a.a.

Fonte:

**Tabela 8 – Tabela de preços cobrados pelo direito de uso de água subterrânea do DF**

Discriminação	R\$/m³
Locais atendidos pela CAESB	1,00
Áreas urbanas não atendidas pela CAESB	0,20
Áreas rurais não atendidas pela CAESB	0,01
Valor a ser cobrado da CAESB	0,05

Fonte: Demonstração de Resultado de Exercício

**Tabela 9 – Situação atual e simulação de resultados para CAESB (em R\$/ano)**

continua

Especificação	Rec. E Custos Situação atual (a) Ano base: 2000
1 Receitas	285.811.123,25
1.1 Receita operacional bruta	282.964.814,71
1.1.1 Abastecimento de água	154.855.143,09
1.1.2 Esgotamento sanitário	126.450.702,23
1.1.3 Outras	1.658.969,39
1.2 Receitas não-operacionais	2.846.308,54
2 Custos	276.780.027,96

<b>Especificação</b>	<b>Rec. E Custos Situação atual (a) Ano base: 2000</b>
2.1 Impostos sobre vendas	10.340.135,10
2.1.1 COFINS	8.498.741,17
2.1.2 PASEP	1.841.393,93
2.2 Custos dos serviços prestados	159.883.893,35
2.2.1 Sistema de água	86.552.015,28
2.2.2 Sistema de esgotos	73.331.878,07
2.3 Despesas operacionais	93.240.174,27
2.4 Despesas de variações monetárias	3.637.486,45
2.5 Despesas não-operacionais	7.233.886,16
2.6 Contribuição social sobre lucro líq. (b)	1.693.718,44
2.7 Imposto de renda (c)	750.734,19
3 Lucro contábil: 1-2 (d)	9.031.095,29
4 Custo de oportunidade	252.541,28
5 Lucro econômico	8.778.554,01

Notas: (a) Planilha elaborada com base na DRE da CAESB publicada pelo Diário Oficial do DF em 18/04/2001; (b) Foi considerado 15% sobre o resultado de 1 – (2.1+2.2+2.3+2.4+2.5); (c) Foi considerado 8% sobre o resultado de 1- (2.1+2.2+2.3+2.4+2.5+2.6); (d) Lucro líquido depois do IR, conforme DRE do Diário Oficial do DF de 18/04/2002.

**Fonte:** DRE

**Tabela 10 – Algumas estimativas de elasticidade-preço  
da demanda por água em abastecimentos urbanos**

<b>Estudos</b>	<b>Elasticidade-preço</b>
Gottlies (1957)	-0,69
Foster e Bettlie (1979)	
<i>Great Bend</i>	-0,67
<i>Colorado Springs</i>	-0,76
<i>Huntsville</i>	-0,44
Billings e Agthe (1980)	
<i>Modelo Logaritmo</i>	-0,267
<i>Linear</i>	-0,49
Billings (1982)	
<i>Modelo linear</i>	-0,66
<i>Modelo logaritmo</i>	-0,56
Andrade <i>et al.</i> (1996)	
Paraná (por faixas de renda)	
<i>Geral</i>	-0,2404
<i>Até 2 salários mínimos</i>	-0,6247
<i>2 a 10 salários mínimos</i>	-0,1652
<i>Acima de 10 salários mínimos</i>	-0,2163

**Fonte:** Andrade et al. (1996).

