

O PREÇO DA ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO: UM ESTUDO
COMPARATIVO DE DOIS MÉTODOS DE VALORAÇÃO ECONÔMICA
- CONTINGENTE E DOSE-RESPOSTA

*Eduardo C. Carramaschi*¹
*Oscar M. Cordeiro Neto*²
*Jorge M. Nogueira*³

RESUMO

Esse trabalho apresenta os resultados de um estudo sobre a demanda por água para irrigação. Nós simulamos mudanças na demanda decorrentes de mudanças no preço do litro de água. Para estimar esses preços, dois métodos de valoração econômica de bens públicos/ambientais são aplicados: o de valoração contingente (MVC) e o dose-resposta (MDR, função de produção). Eles foram utilizados em uma área de agricultura irrigada próxima de Brasília (Distrito Federal), na Bacia do Rio Rocinha. Os produtores rurais dessa área não pagam pela água que usam para irrigação.

Teoricamente, o MVC estima o montante máximo que um agente econômico está disposto a pagar por um litro de água. Por outro lado, as estimativas do MDR podem ser interpretadas como o máximo que o agente é capaz de pagar pelo mesmo litro de água. Assumindo-se um comportamento racional do agente, espera-se que os valores obtidos via MVC sejam menores do que os obtidos através do MDR. Nossos resultados são coerentes com essa expectativa teórica e próximos aos obtidos em estudos semelhantes.

Palavras-chave: preço da água, irrigação, valoração contingente, dose-resposta.

PRICING WATER FOR IRRIGATION: A COMPARATIVE STUDY OF CONTINGENCE
VALUATION AND DOSE-RESPONSE METHODS

ABSTRACT

This paper presents results of a study on the demand for water irrigation. We simulate changes in demand due to changes in the price of water. To estimate these prices, two methods were applied for a sample of farmers: the contingency valuation (CVM) and the dose-response

¹ Eletronorte, mestrando em Engenharia Civil e Ambiental da Universidade de Brasília, DF, CEP: 71900-901, tel. (61) 307-2304, fax. (61) 347-4743. E-mail: eduardoc@solar.com.br.

² Departamento de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade de Brasília, DF, CEP: 71900-901, tel. (61) 307-2304, fax. (61) 347-4743. E-mail: cordeiro@unb.br.

³ Departamento de Economia, Universidade de Brasília, DF, CEP: 71900-901, tel./fax (61) 307-3700 E-mail: jmn0702@unb.br.

(production function, MDR) methods. They were applied on an irrigated agricultural area near by Brasília (Federal District), in the Rocinha River watershed. These farmers have never paid for water irrigation.

From a theoretical view-point, CVM estimates reflect the maximum amount an agent is willing to pay for a cubic meter of water. On the other hand, MDR estimates may be interpreted as the maximum an agent is able to pay for the same cubic meter. Assuming a rational behaviour by farmers, one should expect CVM values to be smaller than MDR ones. Our empirical results were coherent with this expectation and with other similar applied studies.

Key words: price of water, irrigation, contingence valuation, dose-response.

INTRODUÇÃO

Este estudo avalia o comportamento da demanda por água para irrigação de produtores rurais estabelecidos na região de influência da bacia hidrográfica do córrego da Rocinha (lago Descoberto, no Distrito Federal). Busca-se simular variações na demanda decorrentes de mudanças em preços estimados do litro de água para irrigação, analisando-se o sistema de produção de agricultores da área de estudo, que utilizam, em sua grande maioria, o recurso água para irrigar suas culturas. Entretanto, eles não pagam uma “tarifa” por litro de água captado. Seus gastos atuais relacionados com a água estão restritos aos dispêndios com captação e rega. Entretanto, a Lei 9.433/97, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, e a Lei dos Recursos Hídricos do Distrito Federal (512/93) prevêm, como um dos instrumentos de controle e gestão das águas, a cobrança pelo seu uso. Elas não sugerem, todavia, procedimentos para a determinação de preços pelo uso da água.

A experiência internacional tem mostrado que a cobrança pelo uso da água, além de ser utilizada como forma de racionalizar o uso dos recursos hídricos pode atuar, também, como mecanismo eficiente de: (I) gerenciamento da demanda, aumentando a produtividade e a eficiência na utilização dos recursos hídricos; (II) redistribuição dos custos sociais de forma mais equitativa; (III) disciplinamento da localização dos usuários; (IV) promoção do desenvolvimento regional integrado, principalmente nas suas dimensões sociais e ambientais, e (V) incentivo à melhoria dos níveis de qualidade dos efluentes lançados nos mananciais. A admissão da variável ambiental no planejamento estratégico e gestão territorial é de fundamental importância para a proteção da disponibilidade hídrica e da qualidade da água.

No caso específico da produção agrícola, duas questões que imediatamente decorrem dessa formulação são: a) em que medida uma possível cobrança sobre a utilização de recursos hídricos, visando corrigir a distorção entre custos privados e custos sociais além de fornecer recursos para a recuperação de áreas atingidas pela poluição, afetaria a rentabilidade dos produtores rurais e b) em que medida a cobrança promoveria também o uso eficiente da água? Deve ser observado que, dentre as inter-relações na questão ambiental e, mais especificamente, no assunto “cobrança pelo uso dos recursos hídricos”, a análise do possível comportamento do mercado frente a um novo “encargo” é fundamental para que o instrumento preconizado (cobrança) seja perfeitamente avaliado. Essa análise permitiria dimensionar com a maior exatidão possível, o que significa cobrar pelo uso dos recursos hídricos em termos de comportamento de mercado (Pereira de Souza & Pires, 1992).

Na definição de um preço para o recurso água, procurou-se estabelecer o limite máximo do preço a ser cobrado, tendo em vista a capacidade de pagamento do produtor rural ou a sua disposição a pagar. Utilizam-se dois métodos de valoração de bens e serviços ambientais. O primeiro considera a água como um bem de consumo e busca captar a disposição a pagar do usuário. É conhecido como Método de Valoração Contingente (MVC), baseado na simulação de um mercado por meio da aplicação de um questionário. Já o segundo considera a água como fator de produção, buscando relacionar diferentes doses de água com as variações observadas no volume total de produção, conhecido como Método Dose-Resposta (MDR) ou Método Função de Produção (MFP).

CONSIDERAÇÕES TEÓRICAS

Determinar o valor econômico de um recurso ambiental é estimar o valor monetário desse recurso em relação a outros bens e serviços disponíveis na economia. Embora o uso de recursos ambientais não tenha, muitas vezes, seu preço reconhecido no mercado, seu valor econômico existe na medida em que seu uso altera o nível de produção e consumo (bem-estar) da sociedade (Seroa da Mota, 1998). No entanto, o ainda limitado uso de métodos de valoração econômica ambiental no Brasil tem impedido avanços na exploração de oportunidades de avaliar as vantagens e as deficiências dessa valoração, que permitiria maximizar as primeiras e minimizar as últimas (Nogueira et al., 1998).

A maioria dos ativos ambientais não tem substitutos e a inexistência de sinalização de “preços” para seus serviços distorce a percepção dos agentes econômicos, induzindo os mercados a falhas em má alocação eficiente, evidenciando uma divergência entre “custos privados e sociais” (Marques & Comune, 1995). Esses preços podem não ser necessariamente cobrados, mas devem, pelo menos, ser efetivamente considerados nos processos de tomada de decisão (Tavares et al., 1998). Atualmente, a valoração dos bens e serviços ambientais já exerce, em muitos países, um papel relevante no processo de tomada de decisão, em nível de projeto e de políticas, bem como na área de avaliação de danos ambientais.

Como todo bem econômico, a água tem um valor de uso, dependendo da utilidade ou satisfação que os diversos usuários atribuem à água. Por outro lado, todo bem econômico tem um valor de troca, o qual é regulado por preços que, na economia moderna, são expressos em termos monetários (Fernandez, 1996). Ao assim expressá-los, busca-se uma unidade de comparação entre coisas heterogêneas que não poderiam ser submetidas a uma análise comparativa se não fossem expressas em uma unidade comum. A característica mais marcante da água é que ela tem diferentes valores de troca ou preços. As principais doutrinas econômicas têm procurado determinar de que dependem e como se estabelecem essas diferenças de preços, processos esses que se constituem hoje em alguns dos pontos mais controvertidos da economia, como discutido em Carchedi (1991).

Um mesmo metro cúbico de água pode ser considerado tanto como bem privado, quanto um bem público, sob o ponto de vista econômico⁴. A água de um manancial com a finalidade de abastecimento público e irrigação, por exemplo,

⁴ Do ponto de vista da economia, um bem econômico é considerado um bem privado se ele respeita os princípios de rivalidade (Randal, 1987, *apud* Young, 1996) e excludência. Ou seja, o princípio que estabelece que dois agentes econômicos não podem beneficiar-se simultaneamente do uso do mesmo bem. Há, entretanto, muitos bens para os quais esses princípios não se aplicam: a defesa e a justiça de um país, por exemplo. Esses bens são conhecidos como bens públicos e nesse caso, o benefício da simultaneidade se aplica a dois ou mais usuários (Cordeiro Netto, 1995). Na verdade, bens públicos possuem duas propriedades críticas. A primeira estabelece que não é viável excluir qualquer pessoa do usufruto desse bem, em estando o bem disponível: trata-se do princípio da propriedade não excludente. A segunda propriedade é que essa exclusão não é desejável, pois o custo marginal de ter-se mais um usuário é próximo de zero, constituindo-se na propriedade da não-rivalidade (Stiglitz, 1988), destacada anteriormente.

é considerada como um bem privado, visto que o metro cúbico de água consumido por qualquer desses usuários não pode ser consumido pelos demais. Por outro lado, a água de um manancial quando utilizada para fins de lazer e esportes pode ser considerada como um bem público (Fernandez, 1996). A definição de valor da água, como pode ser visto, não é trivial, principalmente por se tratar de um recurso natural com discutível capacidade de renovação, bem como pelo fato de a água poder apresentar uma gama de diferentes usos.

Até onde a teoria econômica convencional está preocupada, o valor de todos os recursos ambientais pode ser medido pelas preferências dos indivíduos para a utilização, preservação ou conservação desses bens ou serviços (Bateman & Turner, 1992). Teoricamente, para se avaliar o valor da água, é necessário que se conheça a função demanda instantânea para cada uso, formada relacionando uma dada quantidade de água ao valor econômico que lhe é atribuído nesse uso (Mansfield, 1991). É claro que esse valor depende também da renda dos usuários, possibilidades de substituição da água e nível tecnológico existente, dentre outros fatores.

É interessante ressaltar que a função demanda de mercado para um determinado uso é o resultado da combinação das funções-demanda individuais dos vários usuários. Considerando seu sistema de valores, cada indivíduo terá um conjunto de preferências que será usado na valoração de todo e qualquer bem ou serviço, inclusive os ambientais. No caso específico desses últimos, economistas iniciam o processo de mensuração distinguindo entre *valor de uso* e *valor de não-uso* do bem ou serviço ambiental (Pearce & Turner, 1990, *apud* Nogueira & Medeiros, 1997). Para esses autores, o *valor de uso*⁵ refere-se ao uso efetivo ou potencial que o recurso provém. O valor de *não-uso* ou *valor de existência* reflete um valor que reside nos recursos ambientais, independentemente de uma relação com os seres humanos, de uso efetivo no presente ou de possibilidades de uso futuro (Marques & Comune, 1995). Dessa forma, a valoração econômica do recurso ambiental passaria pela determinação de um *Valor Econômico Total – VET*.

⁵ O valor de uso é dividido em *valor de uso* propriamente dito, *valor de opção* e *valor de quase-opção*. O valor de opção refere-se ao valor da disponibilidade do recurso ambiental para uso futuro. O valor de quase-opção, por outro lado, representa o valor de reter as opções de uso futuro do recurso, dada uma hipótese de crescente conhecimento científico, técnico, econômico ou social sobre as possibilidades futuras do recurso ambiental sob investigação (Nogueira & Medeiros, 1997).

Para se avaliar o valor total da água para um determinado uso privado, como a irrigação, é necessário que se agreguem as funções de demanda de todos os usuários. A função resultante relaciona uma dada quantidade de água destinada ao uso em questão ao *valor econômico* atribuído por um indivíduo ou pelo conjunto de usuários. Esse valor depende da renda de cada indivíduo, das possibilidades de substituição da água e do nível tecnológico existente. Uma *função demanda global* da água corresponderia, então, ao resultado da agregação das diferentes funções demanda por uso. Deve-se salientar que essa agregação de curvas não seria o resultado de uma simples soma de valores, em função da existência de usos públicos (não concorrentes) e privados (concorrentes) da água (Cordeiro Netto, 1995).

Como discutido em Cordeiro Netto (1993), pode-se distinguir cinco famílias de métodos que avaliam a demanda a partir de a) preços de um mercado real, b) valores de um mercado de um bem substituto, c) valores de um mercado fictício, d) uma função de produção e e) um custo de solução alternativa. A diversidade desses métodos reflete tão-somente o caráter multiforme e multifuncional da água como bem econômico. Em realidade, cada família de método adapta-se a um certo tipo de bem, o que explica a variedade. A valoração a partir de preços de mercado (a, b e c) serve sobretudo para estimativa de bens de consumo. A valoração a partir de um *mercado real* é utilizada para a água, como um bem de consumo (bem privado ou bem público misto), construindo-se a curva a partir de pares (preço, quantidade demandada).

A avaliação a partir de um *mercado de bens substitutos* é feita no caso da água como bem de consumo público puro ou misto, como para os usos de recreação (aquática e nas margens), de elemento de organização de paisagem e de evacuação de cheias. As avaliações mais comuns envolvem o estudo do mercado imobiliário (preço hedônico) e o custo de viagem. No caso de não haver um mercado de substituição facilmente identificável, pode-se criar um mercado fictício, a partir da análise das preferências dos usuários/contribuintes /cidadãos. Esse tipo de método é muito usado para estimativa dos valores da água para recreação e lazer, por exemplo, já que é o único que permite a incorporação dos valores de opção, de quase-opção e de existência ao valor total do bem ou serviço ambiental. Pertencem a essa família, os chamados MVC (Métodos de Valoração Contingente), estudados e avaliados por Bateman & Turner (1992).

A avaliação a partir de uma função de produção, como o nome indica, serve para avaliar o valor da água em sendo esta um bem de produção. O valor a considerar depende do tipo de bem de produção: no caso em que a água é um insumo que serve para aumentar a produtividade (irrigação), seu valor pode ser considerado como equivalente ao ganho líquido de produção alcançado. Quando a água é um insumo substituível (na produção de energia, por exemplo), o valor da água seria equivalente ao menor custo de substituição para a mesma produção, usando-se combustível fóssil ou nuclear. No caso de a água se constituir em insumo básico insubstituível (fábrica de cerveja), seu valor pode ser estimado como sendo igual ao custo de se obter uma água com as mesmas características daquela que se está consumindo (Cordeiro Netto, 1995). A função de produção constitui, em realidade, uma função de custo que relaciona produção da propriedade agrícola com os custos do produtor. Diversas relações funcionais podem ser ajustadas, inclusive equações lineares ou polinomiais.

MÉTODOS E PROCEDIMENTOS

Como já destacado, dois métodos de avaliação econômica foram adotados: a construção de uma função de produção e a avaliação da disposição a pagar para se dispor de água na propriedade. O primeiro método permite, em tese, estabelecer um valor econômico para água enquanto bem de produção; no caso em que a água é um insumo que serve para aumentar a produtividade (irrigação), seu valor equivaleria ao ganho líquido de produção alcançado (Cordeiro Netto, 1995). Procurou-se determinar, para diferentes produtores irrigantes, de mesmo grupo representativo de um sistema de produção (grupos familiares e patronais da classificação da EMATER-DF), o custo já consagrado à irrigação (trabalho, capital, equipamentos, insumos, etc.) associado a um consumo de água (avaliação a posteriori).

O segundo método considera a existência de um mercado fictício de água, estabelecido através de perguntas de um entrevistador. O objetivo é que os produtores (irrigantes e de sequeiro) manifestem suas preferências e que se chegue a avaliar a disposição a pagar por diferentes cotas de volumes de água (decisão futura – avaliação a priori). Pode-se, do mesmo modo, estabelecer uma curva-tipo de demanda para cada grupo de agricultores. Pressupôs-se a aplicação de um só questionário para obtenção das informações necessárias

aos dois métodos. Após realização de um teste de campo, os questionários foram aplicados, considerando-se uma amostra aleatória, estratificada, retirada da população de produtores rurais que integram a área de influência do córrego da Rocinha.

A amostra escolhida foi representativa dos diferentes tipos de sistemas de produção e condições sócioeconômicas dos produtores rurais existentes. Em decorrência das razões intervenientes para a escolha de uma amostra, considerando como fatores principais para definição do seu tamanho o prazo e o custo, foi escolhida a amostra com erro amostral igual a 6% e tamanho igual a 50 (cinquenta) unidades. No intuito de se poderem desprezar eventuais questionários que não atendessem aos propósitos da pesquisa, foram efetuadas 57 (cinquenta e sete) entrevistas. A pesquisa de campo deu-se no período compreendido entre julho de 1998 e novembro de 1998. O levantamento foi desenvolvido com auxílio da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Distrito Federal – EMATER-DF, mais especificamente com o concurso da Agência de Desenvolvimento Local Alexandre Gusmão, em uma área de agricultores ligados à produção de hortaliças e frutíferas estando localizada aproximadamente a 50 km da cidade de Brasília.

OS RESULTADOS OBTIDOS

- Disposição a Pagar (DAP) pela água

As Tabelas 1 a 4 apresentam as manifestações de DAP de cada um dos entrevistados. Na verdade, são três manifestações de DAP: a primeira espontânea; a segunda sob a hipótese de maior oferta de água em face das condições climáticas naturais (“inverno”) que poderia aumentar o nível de produção agrícola obtido pelo entrevistado (> oferta nas tabelas); e a terceira sob a hipótese de uma redução na oferta de água em decorrência das condições climáticas naturais (“verão”) com possível impacto negativo sobre o nível de produção agrícola (< oferta nas tabelas). As tabelas também apresentam o consumo médio mensal (em m³) e a área irrigada (em ha) de cada entrevistado. Finalmente, apresenta-se o valor da disponibilidade a pagar espontânea por unidade de água consumida (R\$/m³).

O preço da água para irrigação...

Tabela 1. Familiar irrigante - resultado questionário DAP.

N.º	Valor Declarado (R\$)			Consumo Mês (m³)	Valor Unitário Inicial (R\$/m³)	Área Irrigada (ha)
	Inicial	>Oferta	<Oferta			
1	250	200	300	7.500	0,0333	5
2	60	48	72	1.500	0,0400	2
3	125	104	150	7.500	0,0167	5
4	50	45	55	315	0,1587	1,5
5	44	37	53	6.000	0,0073	3,5
6	60	30	90	9.000	0,0067	6
7	150	100	200	7.500	0,0200	2,2
8	100	50	200	14.400	0,0069	6
9	250	125	375	1.200	0,2083	2
10	50	60	40	8.100	0,0062	6,5
11	50	60	40	4.500	0,0111	6
12	200	170	230	630	0,3175	2
13	35	30	42	7500	0,0047	2,5
14	40	29	60	1500	0,0267	3
15	30	22	41	1.200	0,0250	1
16	100	20	110	1.800	0,0556	4
17	50	20	70	750	0,0667	1,5
18	100	40	110	12.960	0,0077	7

Tabela 2. Familiar não irrigante - resultado questionário DAP.

N.º	Valor Declarado (R\$)			Consumo Mês - m³	Valor Unitário (R\$/m³)
	Inicial	>Oferta	<Oferta		
1	12,5	10	15	900	0,014
2	10	7	15	1.440	0,007
3	100	20	120	1800	0,056
4	22,5	20	25	1.800	0,013
5	38	25	50	2.700	0,014
6	25	10	40	2.700	0,009
7	80	40	120	5.400	0,015
8	50	50	50	50	1,000
9	100	50	150	1.800	0,056
10	100	50	150	4.500	0,022
11	100	50	150	1.200	0,083
12	15	10	20	1170	0,013
13	0	0	0	8.400	0,000
14	100	50	150	900	0,111
15	100	80	120	900	0,111

Tabela 3. Patronal irrigante - resultado questionário DAP.

N.º	Valor Declarado (R\$)			Consumo Mês (m³)	Valor Unitário Inicial (R\$/m³)	Área Irrigada (ha)
	Inicial	>Oferta	<Oferta			
1	50	10	75	5.400	0,0091	8
2	50	40	90	2.400	0,0208	1,5
3	67,5	50	75	300	0,2250	0,5
4	30	18	42	1500	0,0200	2
5	160	139	176	1.200	0,1333	1,5
6	90	72	84	7.200	0,0111	4
7	50	10	60	3.600	0,0139	1,5
8	100	50	110	11.000	0,0091	1,5
9	750	300	1050	9.000	0,0833	21
10	50	20	80	6.600	0,0076	4
11	50	40	60	300	0,1667	2,5
12	0	0	0	8.400	0,0000	8
13	120	60	160	13.500	0,0089	5
14	105	85	125	15.000	0,0070	10,5

Tabela 4. Patronal não irrigante - resultado questionário DAP.

N.º	Valor Declarado (R\$)			Consumo Mês - m³	Valor Unitário (R\$/m³)
	Inicial	>Oferta	<Oferta		
1	50	40	60	600	0,0833
2	100	100	100	2.700	0,0370
3	200	100	300	6.300	0,0317
4	30	15	33	900	0,0333
5	20	15	25	1.800	0,0111
6	100	100	100	60	1,6667
7	20	20	20	60	0,3333
8	30	15	45	2700	0,0111
9	50	50	50	1800	0,0278
10	0	0	0	210	0,0000

Observa-se que há uma certa lógica no comportamento das respostas dos produtores nos quatro grupos. Praticamente, todos os entrevistados manifestaram uma disposição a pagar menor para a situação de maior oferta de água e maior para a situação de menor oferta. A manifestação espontânea de disposição a pagar situou-se entre os dois valores anteriores, refletindo o comportamento do produtor em uma situação que poderia ser chamada de normal. Analisando os valores unitários de cada grupo de respondentes, pode-se, também, estabelecer,

O preço da água para irrigação...

a média aritmética para a DAP dos produtores, conforme ilustrado na Tabela 5.

Tabela 5. Médias dos valores declarados.

Produtor	Médias dos Valores Declarados	
	RS/l m ³	RS/1.000m ³
Familiar irrigante	0,05661	56,61
Patronal irrigante	0,05508	55,08
Familiar não irrigante	0,03953	39,53
Patronal não irrigante	0,03364	33,64

Procedendo à análise estatística desses valores com base na Distribuição “t” de Student, estabelecendo um novo intervalo de confiança⁶ para o recálculo da média, para que esta média seja definida com um nível de confiança igual a 95 %, pode-se obter:

$$L = X \pm t_c * \left(\frac{s}{\sqrt{(n-1)}} \right) \quad (6.3)$$

Onde:

L = limites superior e inferior do intervalo

X = média inicial da amostra

s = desvio padrão da amostra

n = tamanho da amostra

tc = coeficiente de confiança (tabelado)

Na tabela 6, os valores apresentados na coluna (x') representam a média da DAP para cada tipo de produtor, ajustada para toda população da área pesquisada, buscando interpretar a efetiva “vontade do universo de respondentes” a pagar pelo uso da água. Observa-se que a DAP dos produtores familiares é maior que a dos produtores patronais, muito provavelmente devido à maior importância que esses produtores creditam ao recurso água. Da mesma

⁶ O importante aqui é saber qual deve ser a amplitude da tolerância para o erro amostral considerado e a resposta obviamente dependerá de quanto “x” flutuar em relação à média da população de forma que esse intervalo de confiança efetivamente englobe a média da população (Moreira, 1991).

forma, os produtores familiares não irrigantes apresentam uma DAP maior que a dos produtores irrigantes, demonstrando o seu maior interesse pela água, ou melhor, pelo benefício que esse recurso ambiental possa significar em termos de aumento de renda.

Tabela 6. Disposição a pagar em R\$/1.000 m³ de água.

Produtor	Médias em R\$/1.000 m ³	
	X	X'
Familiar irrigante	56,61	35,49
Patronal irrigante	55,08	22,05
Familiar não irrigante	39,53	37,04
Patronal não irrigante	33,64	25,15

Os valores (x') podem ser considerados como a referência inicial de limite superior de preços para balizamento de uma política de cobrança pelo uso da água, tendo em vista que o valor representa a média da DAP e valores maiores que a média, limitariam a demanda de forma mais significativa. Em outras palavras, com base no Método da Valoração Contingente – MVC, esses valores podem significar o limiar da indiferença do produtor entre pagar pelo recurso ambiental e continuar captando água do manancial para produzir com irrigação ou renunciar ao uso da água e manter o dinheiro para gastar em outra coisa, como discutido em Freeman III (1993).

Deve-se registrar, também, que mesmo considerando que os produtores foram cooperativos e tinham pleno conhecimento de seus custos de produção, há um viés sistemático quando se utiliza MVC. Há uma tendência do entrevistado em minimizar a sua oferta (disposição a pagar), em uma tentativa de manter o preço o mais baixo possível, com receio de que a informação prestada possa ser usada para alguma decisão que incorra em sobrecusto para sua produção. Esse fenômeno é bem marcante, inclusive, quando se entrevistam produtores rurais.

- Função de Produção

Uma das técnicas de valoração mais usuais e, portanto, largamente utilizada, é o método da função de produção. Nesse tipo de abordagem, o valor do recurso ambiental (água) é estimado pela sua contribuição como insumo ou fator de produção de um outro produto. O método de Função de Produção não permite

obter uma curva de demanda, mas apenas uma estimativa dessa. Essa é a razão pela qual se adota a terminologia “curva de ganho” em vez de “curva de demanda”. A metodologia utilizada para se avaliar essa curva de ganho em relação ao consumo de água, obedeceu às seguintes etapas:

a) pesquisa junto ao produtor buscando conseguir dados relativos ao tipo de cultura produzida, consumo de água no processo de irrigação, área plantada, produtividade dos cultivos, renda anual bruta e líquida; b) os valores dos custos de produção, para cada cultivo, foram estimados com base no Sistema de Custo de Produção controlado pela EMATER-DF, utilizado para efeito do Sistema de Crédito Agrícola dos produtores; c) os valores das rendas brutas anuais declaradas foram recalculadas com base na produção fornecida pelo agricultor e valoradas com base na média anual dos preços de comercialização dos produtos no atacado, praticados na região, de acordo com dados fornecidos pelo DEAP/CEASA-DF; d) os valores das rendas líquidas anuais também foram estimados subtraindo-se da renda bruta calculada, os custos de produção calculados de acordo com a EMATER-DF e a renda teórica obtida com a pecuária; e e) a renda teórica obtida nas propriedades dos produtores patronais irrigantes foi estimada com base na hipótese de que o produtor exerceria atividades pecuárias ao invés da irrigação e poderia obter uma receita proveniente da venda de leite e das crias, de acordo com dados fornecidos pela EMATER-DF e fazendeiros locais.

Para o cálculo do valor da água, considerou-se, *ceteris paribus*, que o aumento médio da produtividade é decorrente da irrigação. Nesse aspecto, está-se aplicando o princípio segundo o qual a avaliação, a partir de uma Função de Produção, como o nome indica, serve para avaliar o valor da água em sendo esta um bem de produção. O valor a considerar depende do tipo de bem de produção: no caso em que a água (irrigação) é um insumo que serve para aumentar a produtividade, seu valor pode ser considerado como equivalente ao ganho líquido de produção alcançado (Cordeiro Netto, 1995). Considerando que a decisão de irrigar a terra parte da premissa segundo a qual os custos adicionais que decorrem dessa decisão, seriam compensados com o rendimento a mais que o produtor teria graças ao aumento da produtividade (Fernandez, 1996), pode-se calcular o valor do ganho líquido do produtor irrigante da seguinte forma:

a) primeiro calcula-se a renda bruta anual por tipo de produtor irrigante; b) a seguir, calcula-se o valor da renda do produtor não irrigante considerando-se, inicialmente, as rendas auferidas pelos sistemas de produção alternativos à irrigação, identificadas para cada um dos grupos irrigantes: sistema de produção em sequeiro, para o produtor familiar não irrigante e exploração agropecuária não intensiva para o patronal não irrigante; c) adiciona-se a essa renda o valor relativo à depreciação do equipamento de irrigação e o custo de oportunidade do capital empregado na aquisição do sistema de irrigação; d) em seguida calcula-se a renda líquida do produtor irrigante, os custos de produção e comercialização; e) diminuindo-se da renda líquida calculada do produtor irrigante, o valor da renda calculada para o produtor não irrigante (b), mais o custo de depreciação e oportunidade (c), pode-se obter o ganho a ser atribuído à irrigação e, por conseguinte, à água, conforme apresentado na Tabela 7; e f) finalmente, dividindo-se o valor do ganho líquido demonstrado na Tabela 7 pelo consumo médio anual de água, obtém-se o valor médio unitário do ganho que poderia ser atribuído ao metro cúbico de água utilizada na irrigação, conforme apresentado na Tabela 8.

Tabela 7. Demonstrativo do ganho líquido médio do produtor.

Produtor	Renda média anual líquida calculada (1.000R\$/ha)		
	Renda do produtor irrigante (1)	Renda do produtor não irrigante mais a depreciação e oportunidade (2)	Ganho líquido (1) – (2)
Familiar	6,476	2,651	3,825
Patronal	6,685	2,967	3,718

Tabela 8. Valor médio unitário do m³ de água em R\$ referente ao ganho líquido calculado.

Produtor	Ganho líquido (R\$/ha.ano)	Consumo médio anual de água (m ³ /ha.ano)	Valor do ganho unitário anual (R\$/m ³)
Familiar irrigante	3.825	16.254	0,235
Patronal irrigante	3.718	14.143	0,262

O preço da água para irrigação...

O valor encontrado significa o valor máximo médio a ser atribuído ao aumento de renda que o produtor teria, usando a água como instrumento de aumento da sua produtividade, tendo, como base, o critério de renda calculada pelo MFP. Comparando os valores obtidos pelo MVC e a renda líquida declarada obtida pela Função de Produção, pode-se apresentar, na Tabela 9, o quadro de resultados para os valores médios referentes a 1.000 m³ de consumo de água. Observar-se que os resultados encontrados, quando são comparados os valores de disponibilidade a pagar pelo MVC e o valor decorrente da renda líquida declarada, para o produtor familiar irrigante, são relativamente próximos e emprestam ao processo de comparação e avaliação uma consistência maior quanto aos dados encontrados.

Tabela 9. Valor médio unitário do m³ de água em R\$ referente a renda líquida declarada.

Produtor	Consumo diário (m ³)	Consumo anual (1.000m ³)	Renda líquida declarada (1.000R\$)	Custo unitário (R\$/m ³)
Familiar	44,530	16,254	1,010	0,06211
Patronal	38,749	14,143	1,267	0,08958

Tabela 10. Valores em R\$ para 1.000m³ de água.

Produtor	MVC	Função de Produção	
		Declarada	Calculada
Familiar irrigante	35,49	62,11	235,34
Patronal irrigante	22,05	89,58	262,71
Familiar não irrigante	37,04	-	-
Patronal não irrigante	25,35	-	-

Os valores encontrados para os produtores irrigantes guardam correspondência com os valores da literatura, para outros países, conforme apresentado em Seroa da Motta (1998) e Brasil (1998). No caso específico do

Brasil, quando comparados com os resultados apresentados em “Estudos para a cobrança pelo uso de água bruta no estado do Ceará” (Lanna, 1995), os valores declarados apresentam ordem de grandeza compatível, embora os valores ali apresentados digam respeito à recuperação do investimento que foi aplicado pelo Governo do Estado, conforme estrutura tarifária da Política Nacional da Irrigação.

Já os resultados obtidos por intermédio da renda calculada são significativamente maiores e refletem os valores decorrentes da renda obtida, quando utilizados os valores de mercado para comercialização dos produtos. Esses valores calculados, ainda que bem mais altos quando comparados com os valores declarados, refletem a contribuição da água dentro do processo produtivo – irrigação, quando utilizados os valores de comercialização dos produtos e a produção alcançada com o uso da água. Pode-se supor a ocorrência de uma superestimativa da renda em face da não-consideração de algum fator de custo que onerasse ainda mais a produção. De qualquer modo, é importante ressaltar que a renda auferida com a produção agrícola no Distrito Federal é, de fato, diferenciada da do resto do país, em face, principalmente, de vantagens comparativas naturais ou proporcionadas por políticas públicas específicas para o DF.

Considerando ainda que a média dos valores declarados, quando auferidos pelo MFP, significa o ganho máximo que os produtores irrigantes teriam por intermédio da irrigação e, supondo que esses produtores não trabalhariam sem obter lucro, seria razoável supor que o valor determinado pelo MVC poderia ser considerado como referência inicial de preços para estudos de viabilidade. Por outro lado, para o caso do MFP, ao invés de se trabalhar com valores médios pode-se, também, buscar construir uma curva que correlacione o ganho líquido obtido por metro cúbico de água em relação ao consumo de água.

Adotando-se o princípio segundo o qual a amostragem das explorações agrícolas é representativa da multiplicidade de situações em que se recorre à irrigação no caso em questão, pode-se, a exemplo do que foi feito para o caso do MVC, considerar a construção de uma função que agregasse todos os resultados obtidos a partir de um ordenamento da amostra, para cada tipo de produtor, por valores iniciais decrescentes do ganho líquido calculado por m³ de água utilizado na irrigação, em que se considerasse, como abscissa, o volume acumulado de água. Ter-se-ia, do mesmo modo, um ordenamento por valor de

cotas de água (em que aqueles que ganhassem mais com cada m³ adicionado à planta teriam suas necessidades atendidas em primeiro lugar).

CONCLUSÕES

Alocar corretamente recursos escassos é um dos caminhos apontados para maximizar o bem-estar social. Em termos de recursos hídricos, isso equivale a dizer que não seria possível maximizar o bem-estar social, sem a correta consideração dos valores dos recursos hídricos em suas diversas formas de participação nos processos econômicos, sejam esses valores capturados pelo mercado ou não. A partir das respostas dos produtores com relação à sua disponibilidade a pagar pela água, ao consumo estimado de água para irrigação, a quantidade e tipo de produtos comercializados e à renda obtida, foi possível estabelecer, em primeiro lugar, uma relação entre custos e receitas com o volume de água consumido, para cada tipo de produtor e método de produção utilizado.

De posse das equações resultantes das relações entre ganhos e volumes consumidos, combinaram-se os resultados relativos às curvas de ganho líquido por metro cúbico de água para cada categoria de produtor, definidas pelo método da função de produção, para formar uma curva de ganho agregado na área de influência do córrego da Rocinha, a partir do valor calculado de renda líquida. Os resultados conseguidos demonstram que, em uma pesquisa de MVC, a tendência do usuário é minimizar a sua oferta, em uma tentativa de manter o preço o mais baixo possível. Esse fenômeno pode ser avaliado quando se comparam os valores de renda declarados e calculados pelos dois métodos utilizados. Portanto, a sua aplicação deve ser implementada em conjunto com outros métodos, ou com adoção de precauções, de modo a minimizar os efeitos das incertezas e dos vieses sistemáticos.

Esta pesquisa comprovou que os métodos de avaliação que dependem da resposta das pessoas com relação a preços ou disponibilidade a pagar – DAP, podem ser frágeis, sobretudo se aplicados a certas categorias de usuários de recursos naturais, como os produtores rurais. Os resultados devem ser tratados com extrema cautela, principalmente na avaliação de políticas públicas. O método da função de produção propiciou resultados mais coerentes, dando maior consistência à análise, na medida em que se observa o valor do recurso ambiental

– água, pela sua contribuição como insumo ou fator de produção, utilizando-se preços de mercado.

Deve-se lembrar que o método de função de produção capta apenas os valores de uso direto e indireto, não considerando os valores de opção e existência, subestimando, de qualquer forma, o valor econômico total do bem, nos casos em que os valores de opção e existência são positivos e significativos. De todo modo, o Método da Valoração Contingente produz medidas ex-ante da disponibilidade a pagar, expressando graus de deseabilidade, enquanto o Método Função de Produção apresenta estimativas referentes a um contexto ex-post. Tais fatores tornam questionável a utilidade de se compararem os resultados obtidos com diferentes métodos.

A determinação de um preço justo e a efetiva cobrança pelo uso da água e pela poluição causada aos mananciais, principalmente aqueles poluídos ou com balanços hídricos deficitários e críticos, constitui-se em um instrumento importante para a gestão racional dos recursos hídricos. Esses preços podem não ser necessariamente cobrados, mas devem, pelo menos, ser efetivamente considerados nos processos de tomada de decisão. Os métodos de valoração ambiental apresentam limitações sejam elas de caráter conceitual ou de implementação prática, o que corrobora com Lanna et al. (1998) que apregoam que estudos dessa natureza devem ser implementados sob uma perspectiva crítica e bem fundamentados.

O presente trabalho não esgota os temas do valor econômico da água na agricultura e da irrigação do Distrito Federal. Ele deve ser complementado, levando-se em consideração, entre outros, os aspectos a seguir, que podem constituir-se em sugestões de novos temas de trabalho, estudo, reflexão e pesquisa: a) avaliar em que medida os preços de mercado para análise da irrigação refletem os reais custos econômicos e a necessidade de se considerarem preços-sombra; b) determinar o impacto em termos de produção, devido à variação da disponibilidade da água e a safras de produtos agrícolas, para avaliar a hipótese adotada de preços médios inalterados; c) realizar análises de sensibilidade com os parâmetros utilizados nesta pesquisa, para avaliar a robustez dos resultados obtidos; d) realizar estudos que possam avaliar a demanda reprimida por parte dos produtores não irrigantes; e e) avaliar o impacto social de relocação da mão-de-obra utilizada na cultura irrigada, na hipótese do redirecionamento do uso da água utilizada na irrigação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGENDA 21. **“Capítulo 18 – relatório final”**. In: ENCONTRO NACIONAL, RECURSOS HÍDRICOS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. ABEAS, Brasília, 1996.
- AGRIANUAL 99. **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP consultoria e comércio. Editora Argos, 1998.
- BATEMAN, I. J.; TURNER, R. T. Valuation of the environment, methods and techniques: The contingent value method. In: TURNER, R. T., ed. **Sustainable environmental economics and management principles and practice**. Belhaven Press, Nova York, EUA. 1992. p.120-179.
- BRANDÃO, A. S. P.; FARO C. Tarifação da água em projetos de irrigação: comparação entre duas distintas metodologias. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 25., 1987, São Luis. **Anais**. São Luis: Codevasf, 1987.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. Secretaria dos Recursos Hídricos. **Perfil da irrigação no Brasil**. Brasília, 1996.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. Secretaria dos Recursos Hídricos. **Inventário de dados de recursos hídricos e irrigação para América Latina e Caribe**. Brasília: PRONID, 1998.
- BRIGAGÃO, E. N. **Modelo chuva-deflúvio – bacia do córrego chapadinha no Distrito Federal**. Brasília: Universidade de Brasília, 1997. 57 p. Monografia de estágio supervisionado.
- CABALLER, V.; GUADALAJARA, N. **Valoración econômica del agua de riego**. Bilbao, Espanha: Ediciones Mundi-Prensa, 1998.
- CARCHEDI, G. **Frontiers of political economy**. Londres: Verso, 1991.
- COASE, R. The problem of social cost. **The Journal of Law and Economics**, v. 3, n. 1, p. 1-44, 1960.
- COCHRAN, W. G. **Técnicas de amostragem** Rio de Janeiro: Fundo de Cultura, 1965.

- CORDEIRO NETTO, O. M. A estimativa de um valor econômico para a água como um dos elementos integrantes de gestão racional dos recursos hídricos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 10., 1993, Gramado. **Anais**. Gramado: ABRH, 1993.
- CORDEIRO NETTO, O. M. A estimativa do valor econômico da água: uma discussão teórica. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 11.; SIMPÓSIO DE HIDRÁULICA DOS PAÍSES DE LÍNGUA OFICIAL PORTUGUESA, 2., 1995, Recife. **Anais**. Recife: ABRH, 1995. p.45-49.
- CORDEIRO NETTO, O. M. A cobrança pelo uso da água. In: SEMINÁRIO SOBRE ÁGUA NO DISTRITO FEDERAL, 1., 1996, Brasília. **Anais**. Brasília: Secretaria do Meio Ambiente Ciência e Tecnologia do Governo do Distrito Federal, 1996. p.83-90.
- EMATER-DF. **Desempenho do setor agropecuário do Distrito Federal e das regiões administrativas – 1991**. Brasília, 1992.
- EMATER-DF. **Dados de arquivos e informações pessoais**. 1998.
- FERNANDEZ, J. C. **Projeto de implantação da cobrança pelo uso e poluição da água dos mananciais do alto Paraguaçu e Itapicuru**. Salvador: Superintendência de Recursos Hídricos do Governo do Estado da Bahia, 1996.
- FREEMAN III, A. M. **The measurement of environmental and resource values: Theory and methods**. Washington: Resources for the future, 1993.
- GANEM, N. **A Irrigação e a Lei** Brasília: Editerra Editorial, 1987.
- GIBBONS, D. C. **The economic value of water**. Washington, Resources for the future, 1986.
- GITTINGER, J. P. **Analyse economique des projets agricoles**. 10. ed. Paris: Editions Economica, 1985.
- KARMEL, P. H.; POLASEK, M. **Estatística geral e aplicada à economia**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1981.

- LANNA, A. E. **Estudos para a cobrança pelo uso de água bruta no estado do Ceará**. Relatório n. 1 – Tarifação pelo uso da água. Projeto de Desenvolvimento Urbano – PROURB. V/Fortaleza: Companhia de Gestão de Recursos Hídricos do Ceará/ SRH/Governo do Estado do Ceará, 1994.
- LANNA, A. E. **Estudos para a cobrança pelo uso de água bruta no estado do Ceará**. Relatório n. 2-A. Simulação Tarifária para a Bacia do Rio Curú. Projeto de Desenvolvimento Urbano – PROURB. V/ Fortaleza: Companhia de Gestão de Recursos Hídricos do Ceará/SRH/ Governo do Estado do Ceará, 1995.
- LEVIN, J. **Estatística aplicada às ciências humanas**. São Paulo: Harper e Row do Brasil, 1977.
- LIMA, J. E. F. W.; FERREIRA R. S. A.; CHRISTOFIDIS, D. Perspectivas de gestão e informação de recursos hídricos. In: FREITAS, M. A. V. **O Estado das Águas no Brasil**. Brasília: ANEEL/SRH/OMM, 1999. p.73-82.
- MANSFIELD, E. **Microeconomics: Theory/Applications**. 7. ed. New York: W.W.Norton Company, 1991.
- MARQUES, J. F.; COMUNE, A. E. Quanto vale o ambiente: interpretações sobre o valor econômico ambiental. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 23., 1995, Salvador. **Anais**. Salvador: [s.n.], 1995. p.633-651.
- MONTIEL, F. **Os recursos hídricos no zoneamento ecológico-econômico do Distrito Federal**. In: SEMINÁRIO SOBRE ÁGUA NO DISTRITO FEDERAL, 1., 1996, Brasília. **Anais**. Brasília: Secretaria do Meio Ambiente Ciência e Tecnologia do Governo do Distrito Federal Sematec-DF, 1996. p.29-36.
- MOREIRA, A. L. **Princípios de engenharia de avaliações**. 2. ed. São Paulo: Pini, 1991.
- NOGUEIRA, J. M.; MEDEIROS, M. A. A. Quanto vale aquilo que não tem valor? Valor de existência, economia e meio ambiente. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ECONOMIA, 25., 1997, Recife. **Anais**. Recife: ANPEC, 1997. p.861-879.

- NOGUEIRA, J. M.; MEDEIROS, M. A. A.; ARRUDA, F.S.T. Valoração econômica do meio ambiente: ciência ou empirismo. **Caderno de Pesquisa em Políticas de Desenvolvimento Agrícola e de Meio Ambiente**, Brasília, n. 2, 1998.
- PEARCE, D. W.; TURNER, R. K. **Economics of natural resources and the environmental**. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 1990.
- PEARCE, D. W. **Economic values and the natural world**. Londres: Earthscan Publications, 1993.
- PEREIRA de SOUZA, M.; PIRES, J. M. A cobrança sobre o uso dos recursos hídricos. **Revista Ambiente**, v. 6, n. 1, p.25-32, 1992.
- PRONI. **Programa Nacional de Irrigação** – PRONI. Relatório de Realização 1986-1988. Brasília: Ministério da Agricultura, 1989.
- RANDAL, A. **Resource Economics**. 2. ed. New York: John Wiley, 1987.
- RODRIGUEZ, F. **Custos de benefícios da irrigação no Brasil**. [S.l.]: ABID. 1990.
- SEROADA MOTTA, R. Utilizando critérios econômicos para valorização da água. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS. Gramado: SINGRH, 1998.
- SEROA DA MOTTA, R. **Manual para valoração econômica de recursos ambientais**. Brasília: IPEA/MMA/PNUD/CNPq, 1998.
- SEROA DA MOTTA, R. **Utilização de critérios econômicos para valorização da água no Brasil**. Rio de Janeiro: SEMA/SERLA, 1998.
- SETTI, A. A. **Legislação para usos dos recursos hídricos**. Viçosa, 1996.
- STIGLITZ, J.E. **Economics of the public sector**. 2. ed. New York: WW Norton Company, 1988.
- TAVARES, V. E.; RIBEIRO, M. M. R.; LANNA, A. E. **A valoração ambiental e os instrumentos econômicos de gestão dos recursos hídricos**. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS. Gramado: SINGRH, 1998.

O preço da água para irrigação...

TORELL, L. A.; LIBBIN, J. D.; MILLER, M. D. The market value of water in the Ogallala Aquifer. **Land Economics**, v. 66, n. 2, p.163-175, 1990.

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

