

# ***Determinação do Preço Eficiente da Água para Irrigação no Projeto Curu-Paraipaba***

## ***José César Vieira Pinheiro***

*Professor do Departamento de Economia Agrícola da Universidade Federal do Ceará (UFC). Doutor em Economia Aplicada Universidade de São Paulo (USP).*

## ***Ricardo Shiota***

*Prof. Dr. da Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz da USP. M.Sc pela USP e Ph.D pela Universidade Estadual de Ohio (USA).*

## ***Resumo:***

---

Avalia o critério atual de distribuição e fixação da tarifa d'água destinada à irrigação, a partir de modelo fundamentado no preço eficiente da água a ser estimado. O modelo proposto fundamenta-se nas curvas de demanda por água no curto prazo, obtidas a partir das funções de produção das culturas selecionadas para o estudo, no ano agrícola de 1995/96. Os resultados demonstram que 36,6 % da água não foram alocados nas culturas de maior valor. Se o acesso à água fosse limitado apenas àqueles que estivessem dispostos a pagar o preço de equilíbrio, o primeiro impacto no projeto seria a seleção dos irrigantes mais eficientes, aumentaria substancialmente o Valor Bruto da Produção, cresceriam as receitas do governo (com eliminação de subsídios) e cobririam com folga os custos de operação e manutenção do sistema de suprimento. O estudo não propõe ampliar o volume de recursos disponíveis aos irrigantes. Apenas sugere redistribuir a água entre eles, com base no preço estimado.

## ***Palavras-Chave:***

---

Preço da Água; Economia da Água; Irrigação; Planos de Irrigação; Produtividade Agrícola; Fruticultura Irrigada; Subsídios Agrícolas; Brasil-Ceará; Brasil-Nordeste.

## 1 – INTRODUÇÃO

O Ceará apresenta as características edafoclimáticas comuns do semi-árido nordestino que são a baixa precipitação média anual, de cerca de 750 mm e as grandes variações pluviométricas intra e interanuais. (FIGUEROA, 1977.)

A insolação no semi-árido é muito alta. O número médio de horas de sol tem amplitude que varia de 2.650 horas/ano, até quase 3.000 horas/ano. Em consequência, a evaporação é responsável por grandes perdas hídricas, sobretudo no segundo semestre do ano.

A peculiaridade do Ceará está no aspecto geológico. As consequências em termos de disponibilidades hídricas citadas são ainda mais agravadas pela predominância de rochas cristalinas que abrangem 70% do território estadual. (CEARÁ, 1991.) O baixo poder de retenção de água dos solos cristalinos impede a formação de reservas significativas de água nos períodos secos.

Dentro desses condicionantes climáticos e geológicos, os rios de praticamente todo o semi-árido cearense são periódicos, parando de escoar em média um mês após cessarem as chuvas (GONDIM FILHO, 1988.) Quando ocorre uma seca na quadra seguinte, não há reposição d'água e os rios podem passar 20 ou mais meses completamente secos.

Até a década de 60, os esforços do Departamento Nacional de Obras Contra a Seca (DNOCS) na região se limitavam à execução de obras de engenharia para formação de infra-estrutura hídrica. Até 1940 a área irrigada em todo o Nordeste não ultrapassava 500 ha, o que é muito reduzido, considerando que o Inspectoria Federal de Obras Contra as Secas (IFOCs) havia sido criado há 34 anos. (FRANÇA & PEREIRA, 1990.)

A partir de 1963, as ações voltadas para o aproveitamento dos recursos hídricos foram racionalizadas através do I Plano Diretor da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE). Esta política foi viabilizada pelo Estatuto da Terra que, em um de seus dispositivos, permitiu a intervenção fundiária, inclusive desa-

propriações por interesse social. Isto fez com que no período entre 1970 e 1992, o DNOCS desapropriasse 207,7 mil ha, com área total indenizada de 138 mil ha. (DNOCS, 1993). O marco inicial dessas ações foi o I Plano Nacional de Desenvolvimento.

Mesmo assim, existia uma multiplicidade de planos, programas e projetos de irrigação, sem que houvesse uma compatibilização entre o programado e o executado, além da quase total ausência de avaliação dos resultados até então alcançados.

Reconhecendo a necessidade da irrigação para o progresso da agricultura regional, o Governo Federal criou, via decreto 92.344 de 29.01.86, o Programa de Irrigação do Nordeste (PROINE). Em 1992, no caso específico do Ceará, o DNOCS já contava com uma área irrigada de 18.697 ha, beneficiando direta e indiretamente 44,3 mil pessoas, através de seus projetos de irrigação pública. (DNOCS, 1993.)

A partir do início da década de 90, a tradicional política de combate às secas, via formação de infra-estrutura e historicamente voltada para o setor de engenharia, sofreu uma forte reorientação. Primeiro porque a Constituição de 1988 permitiu a descentralização administrativa e, segundo, devido às reformas institucionais promovidas no governo Collor, acarretando forte esvaziamento do DNOCS, inclusive com ameaças de sua extinção. Ainda, neste mesmo período, terminava a vigência dos contratos de financiamentos internacionais, com poucas perspectivas de renovação.

O PROINE contratou diversos estudos sobre os aspectos agroeconômicos e a capacidade de pagamento do pequeno irrigante no Nordeste. A maioria dos estudos mostrava que os irrigantes se encontravam num patamar de renda muito longe do desejável. Mesmo assim, muitos investimentos tinham sido feitos em irrigação no Nordeste. A orientação política passou a voltar-se para o gerenciamento de toda a infra-estrutura, com forte interveniência dos governos estaduais e gestão participativa dos irrigantes. A prioridade era agilizar o processo de emancipação dos projetos públicos de irrigação, sem o qual haveria necessidade

de manter um esquema permanente de altos subsídios.

O ajuste institucional do governo no Estado do Ceará à nova orientação política deu-se através do Sistema Integrado de Gestão dos Recursos Hídricos (SIGERH), criado pela Lei 11.996 de 24.07.92. Este sistema pretendia congregiar as instituições estaduais, federais e municipais intervenientes no planejamento, administração e regulamentação dos recursos hídricos (Sistema de Gestão); os responsáveis pelas obras e serviços de oferta, utilização e preservação dos recursos hídricos (Sistemas Afins); serviços de planejamento e coordenação geral, incentivos econômicos e fiscais, ciências e tecnologia, defesa civil e meio ambiente (serviços correlatos) e colegiados representativos dos usuários de água e da sociedade civil (CEARÁ, 1992).

Como parte da estrutura do Sigerh, foi criado um órgão colegiado, o Conselho de Recursos Hídricos do Ceará (CONERH), de caráter deliberativo. A Lei n.º 11.996 considerou no seu art. 2º que:

“Um dos princípios fundamentais que a Política Estadual de Recursos Hídricos atenderá é o de que a água, como recurso limitado que desempenha importante papel no processo de desenvolvimento econômico e social, impõe custos crescentes para sua obtenção, tornando-se um bem econômico de expressivo valor” (CEARÁ, 1992).

O art. 3º, parágrafo único da mesma Lei, afirmou que: “Os recursos hídricos utilizados serão cobrados segundo peculiaridades de cada Bacia Hidrográfica, na forma como vier a ser estabelecido pelo CONERH e o produto encaminhado ao Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FUNERH)”.

Inicialmente, o Ceará submeteu-se ao modelo de cobrança com base em portaria ministerial que definia tarifas diferenciadas para a água, dependendo do local e dos distintos usos (BRASIL, 1995.)

Como as tarifas não cobriam os custos de suprimento da água, o que significava pesados subsídios e com as restrições orçamentárias já mencionadas, o governo do Ceará iniciou os primeiros passos que poderiam levar à emancipação dos perímetros irrigados. Em articulação com o DNOCS, o Estado do Ceará estabeleceu em 1993 um modelo tarifário de cobrança pelo uso da água baseado no princípio de recuperação dos custos, cujo principal item pago pelos irrigantes seria energia elétrica.

Embora as despesas sejam equitativas, cada produtor capta uma quantidade diferente de água. Segundo RANDALL (1987), este é um exemplo típico de falha de mercado conceituado como uma atenuação do direito de propriedade. A água passa a ser um bem não-exclusivo e um eventual “mercado de água” passa a ser distorcido e a emitir permanentemente sinais errados. O preço não racionaliza o uso da água. Não é assegurado ao produtor que esteja disposto a pagar mais pela água, tê-la na quantidade e tempo ótimos requeridos pelas culturas. Numa categorização específica feita por RANDALL (1987), este sistema de provisão é do tipo “rival e não exclusivo”.

Este modelo não incentiva o uso econômico de água na forma de tecnologias poupadoras; existe um estímulo ao superuso e ao subinvestimento.

A análise da literatura revela que o Ceará conta com um bom número de estudos na área de recursos hídricos, especificamente no campo da engenharia. Mas a grande disponibilidade de estudos hidrológicos contrasta com a quase total ausência de estudos empíricos sobre economia da água destinada à irrigação. Os poucos estudos econômicos disponíveis limitam-se em determinar a tarifa que permita cobrir os custos de operação e manutenção de sistemas de suprimento de água destinada à irrigação. (GONDIM FILHO, 1992; LANNA, 1994; LANNA, 1995.) O preço eficiente refletindo escassez não tem sido considerado.

Em suma, as políticas de gerenciamento do uso da água atualmente adotadas dão prioridade aos custos de suprimento e ao consumo global de água nos projetos. Toda orientação é voltada para

o lado da oferta. Não contempla um modelo de demanda d'água permitindo sinalizar os anseios dos usuários.

Estudos sobre demanda mostrariam relações entre quantidades e preços que os produtores estariam dispostos a pagar pela água. Esses preços poderiam ser bem diferentes daqueles que possibilitariam a recuperação dos custos de suprimento.

O presente estudo visa determinar o preço das quantidades ótimas de água a serem alocadas entre distintas culturas e setores de um perímetro irrigado. O propósito é analisar as implicações econômicas decorrentes da política tarifária de água exercitada pelo governo, através da comparação do preço praticado atualmente com o preço determinado pelo modelo proposto. A determinação teórico-metodológica da especificação do preço da água pode constituir-se uma contribuição em estudos sobre economia de recursos hídricos. Ademais, poder-se-ia testar a hipótese de que a água não é utilizada com eficiência, do ponto de vista econômico, em projetos de irrigação pública federal no Estado do Ceará.

## 2 - MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 - Área de Estudo

Este trabalho foi feito no perímetro irrigado Curu-Paraipaba<sup>1</sup>, no município de Paraipaba, Estado do Ceará. É um projeto público federal, desenvolvido por pequenos irrigantes em lotes com área média de 4,3 ha. Um fator importante considerado para seleção da área de estudo foi o fato de o projeto público de irrigação Curu-Paraipaba ser o maior do Ceará. Foi pioneiro no modelo de cobrança que passou a ser adotado.

Dada a grande miscelânea de culturas exploradas, foram aqui analisadas as culturas solteiras do coco, mamão e cana-de-açúcar, que apresentaram maior participação no projeto (mais de 70 %)

<sup>1</sup> As informações climáticas, geológicas e hidrológicas referentes à área de estudo foram obtidas de relatórios anuais, boletins técnico-gerenciais, estudos e publicações diversas do DNOCS.

em relação à área cultivada e ao valor bruto da produção.

Os dados utilizados foram primários do tipo corte seccional, obtidos através de entrevistas diretas que possibilitaram o preenchimento de 121 questionários. Através de técnica amostral simples, foram utilizados, respectivamente, 31 questionários para coco, 33 com mamão e 57 com cana-de-açúcar. O período considerado no estudo foi o ano agrícola de 1995/96.

### 2.2 - Metodologia

As funções de produção foram estimadas através de modelo desenvolvido por ULVELING & FLETCHER (1970) e trata-se de uma modificação da função Cobb-Douglas.

O modelo genérico pode ser apresentado como:

$$Y_j = A \sum_{i=1}^n X_i^{\beta_i(Z_k)} \cdot \epsilon \quad \text{com } k=1, \dots, r. \quad (1)$$

onde:  $Y_j$  é a produção do j-ésimo produto,  $X_i$  representa o i-ésimo fator. As variáveis  $z_k$  foram definidas como as de efeito indireto sobre a produção. Elas podem influenciar as elasticidades parciais de produção  $\beta_i$ .

Na forma logarítmica, fica assim:

$$\ln Y_j = \ln A + \sum_{i=1}^n \beta_i(Z_k) \ln X_i + \ln \epsilon; \quad \text{com } k = 1, \dots, r. \quad (2)$$

O efeito de uma variável influenciando a elasticidade da outra é dado pela multiplicação entre a primeira e o logaritmo da segunda. Tem a vantagem de poder incorporar variáveis tecnológicas e/ou sócio-econômicas de efeito indireto sobre a produção. A equação (2) é linear nos parâmetros se as funções  $\beta_i(Z_k)$  também forem, podendo ser estimada pelo método dos mínimos quadrados ordinários.

A partir das funções de produção estimadas para um produtor médio seguidas para o conjunto

de produtores<sup>2</sup> que exploram cada cultura, obteve-se o valor do produto marginal exclusivo da água (VPMga). O pressuposto básico a ser atendido é que o VPMga seja igual ao preço da água, que é o único fator variável.

As funções de demanda de água derivadas de (1) são do tipo hipérbole de Fermat (WEBER, 1977). Sua forma é:

$$P_i = A / X_i^\beta \quad (3)$$

onde;  $P_i$  é o preço da água destinada à cultura  $i$ ,  $A$  é uma constante e  $X_i$  representa a quantidade de água destinada à cultura  $i$ . Trata-se de uma função de demanda inversa por água destinada à irrigação no curto prazo e, segundo Heady & Dillon (1972), tem elasticidade preço constante e igual a  $-1/\beta$ .

### 2.3 - Variáveis Utilizadas

Para a estimativa das funções de produção, utilizou-se como variáveis dependentes ( $Y_1$ ) representando a produção de coco expressa em milheiros,  $Y_2$ ,  $Y_3$  e  $Y_4$ , significando, respectivamente, as produções de mamão e cana-de-açúcar nas etapas I e II do projeto, todas expressas em toneladas.

Dada a caracterização da variável dependente  $Y_i$ , as variáveis independentes que afetam direta e indiretamente a produção foram identificadas em dois tipos:

a) variáveis independentes ordinárias de efeito direto. São representadas pelos fatores primordiais que afetam diretamente a produção de  $Y_i$ , que foram previamente definidos e devem ser combinados pelo irrigante, tais como, terra, trabalho capital, água, conforme as seguintes especificações:

Área (**AR**) <sub>$i$</sub> ; efetivamente colhida no ano agrícola 1995/96, expressa em hectares.

Mão-de-obra (**MO**) <sub>$i$</sub>  empregada na cultura ao longo do ano agrícola de 1995/96.

Insumos básicos (**IB**) <sub>$i$</sub> , expressos em valor (R\$) de dezembro de 1995, para uniformizar diferentes unidades, marcas, formulações e tipos de adubos, inseticidas e fungicidas, utilizados pelos produtores na cultura  $i$  no ano agrícola de 1995/1996.

Capital (**K**) <sub>$i$</sub>  expressos em valor (R\$) de dezembro de 1995, na forma de máquinas, motores e equipamentos de irrigação utilizados na cultura em estudo durante o ano agrícola de 1995/96.

Água (**AG**) <sub>$i$</sub>  ministrada à cultura  $i$  durante o período de julho de 1995 a fevereiro de 1996, expressa em  $m^3$ .

b) variáveis independentes de efeito indireto. São variáveis que foram testadas e não necessariamente incluídas nos modelos; embora sendo relevantes, suas inclusões ficaram na dependência dos testes de significância estatística.

Número de plantas (**NP**) é uma variável que expressa o tamanho da exploração. Foram levantadas nesta pesquisa e testadas nos modelos para a eventualidade de servirem de *proxy* da área cultivada em caso da presença de forte multicolinearidade.

Distância entre sulcos (**DS**) é uma variável que expressa adensamento do plantio. É uma variável específica para cana-de-açúcar.

Idade das plantas (**IP**) significa anos de cultivo. É específica para a cultura do coco.

Outras variáveis tecnológicas de efeito indireto sobre a produção foram representadas pela intensidade de uso do fator. Para melhor especificação dessas variáveis, arbitrou-se que MO/ha, IB/ha, K/ha e AG/ha significam, respectivamente, mão-de-obra/ha, valor dos insumos/ha, valor do capital/ha e água em  $m^3$ /ha. Cada uma dessas variáveis foram testadas para verificar se estavam influenciando a elasticidade parcial das variáveis de efeito direto descritas anteriormente. A inclusão

<sup>2</sup> São 171 produtores de coco, 71 de mamão, 268 e 158 de cana-de-açúcar respectivamente nas etapas I e II do projeto.

dessas variáveis nos modelos ficou na dependência dos resultados dos testes estatísticos.

Procedeu-se de modo semelhante com relação às variáveis sócio-econômicas independentes de efeito indireto representadas por:

AV e AE = Respectivamente idade (anos de vida) e grau de educação (anos de estudo) do produtor.

### 3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

As estimativas dos coeficientes das funções de produção estão apresentadas na TABELA 1. Os modelos foram estimados pelos mínimos quadrados ordinários.

Não foram estatisticamente diferentes de zero os coeficientes de insumos básicos (IB) para coco, terra e trabalho, para mamão e terra, capital e água para cana-de-açúcar na etapa I. Mesmo assim, foram os melhores ajustamentos dentre todas as alternativas testadas e isto pode ser comprovado pelos valores dos coeficientes de determinação e de F, conforme a TABELA 1. Além disso, em nenhum caso, os valores dos parâmetros estimados são inferiores aos seus respectivos erros padrões.

Os coeficientes negativos do capital no mamão e cana-de-açúcar na etapa I e mão-de-obra na cana-de-açúcar na etapa II não significam obviamente uso excessivo desses fatores. É uma constatação surpreendente num projeto que tem restrições de crédito. Uma explicação plausível no caso do capital decorre da extrema competição por água existente na etapa I do projeto. Verificou-se que alguns produtores substituem os bicos de aspersores de metal invioláveis, fornecidos obrigatoriamente

$$Y = 0,3103.AC^{0,2999}.MO^{0,2258}.IB^{0,0417}.K^{0,1705 + 0,0014(AE)}.AG^{0,2486}; \quad (4)$$

$$Y = 0,13AC^{0,2139}.MO^{0,2885 + 0,0336(NP/ha)}.IB^{0,4281}.K^{-0,52}.AG^{0,6036 - 0,0143(AV) + 0,00014(AV)^2} \quad (5)$$

$$Y = 2,275.AG^{0,31}.MO^{0,357}.IB^{0,0518}.K^{-0,1507}.AG^{0,2569 - 0,000457(AG/ha)} \quad (6)$$

$$Y_4 = 1,869.AC^{0,5949}.MO^{-0,5899}.IB^{0,0819}.K^{0,5627}.AG^{0,3154} \quad (7)$$

mente pelo DNOCS, por aspersores de plástico, cerca de seis vezes mais baratos. Estes possibilitam ampliar os diâmetros dos orifícios, aumentan-

do a vazão da água e diminuindo as disponibilidades para aqueles que não usam tais expedientes.

O coeficiente negativo da mão-de-obra na cana-de-açúcar na etapa II deve-se à atividade monopsonica praticada pela usina. Os produtores que não possuem contrato de exclusividade de venda da cana para a usina fazem o trabalho de corte, o que significa uso mais intensivo de trabalho em relação aos vinculados à usina. Um exame dos dados amostrais indica que a quantidade média utilizada de trabalho humano na cana-de-açúcar é de apenas 38 diárias por hectare, com uma produtividade média de 44 t/ha. Isolando-se aqueles que empregam o fator trabalho acima do valor médio da amostra, constata-se o uso de 48 diárias por hectare, com um rendimento apenas de 37 t/ha.

Como esta pesquisa utilizou dados de corte seccional, estimaram-se os coeficientes de correlação simples entre as variáveis independentes que mostraram não ocorrer sérios problemas de multicolinearidade. Foram aplicados os testes de Glejser para heterocedasticidade que se mostraram não significantes. Pode-se então afirmar que os erros apresentam variância mínima.

A TABELA 1 mostra que as variáveis ordinárias descritas foram incluídas em todas as funções de produção estimadas.

Para melhor percepção das influências das variáveis de efeito indireto sobre as elasticidades parciais de produção devem-se verificar as funções (4), (5), (6) e (7) que descrevem algebricamente as tecnologias do coco, do mamão e da cana-de-açúcar nas etapas I e II:

A variável educação influencia a elasticidade

do capital na produção de coco; a densidade de plantio influencia a elasticidade da mão-de-obra, a idade do produtor influencia a elasticidade da água para o mamão. A produtividade da água destinada

à cana-de-açúcar, na etapa I, diminui na medida em que aumenta a intensidade de seu uso. Na etapa II, esta cultura depende exclusivamente dos fatores ordinários descritos.

**TABELA 1**  
COEFICIENTES ESTIMADOS DAS FUNÇÕES DE PRODUÇÃO DAS  
CULTURAS ESTUDADAS NO PROJETO CURU-PARAIPABA, ESTADO DO  
CEARÁ, ANO AGRÍCOLA 1995/96

Coeficientes	Coco	Mamão	Cana-de-açúcar	
			etapa I	etapa II
Constante	-1,1703*	-2,0405*	0,822	0,6125
	(-1,602)	(-1,719)	(0,531)	(0,414)
Área cultivada (AC)	0,2999**	0,2139	0,31	0,5949*
	(2,711)	(1,063)	(1,167)	(1,97)
Mão-de-obra (MO)	0,2258*	0,2028	0,357**	-0,5899**
	(1,774)	(1,369)	(2,268)	(-2,361)
Insumos básicos (IB)	0,0417	0,4281***	0,0518*	0,0819**
	(1,11)	(5,534)	(1,757)	(2,481)
Capital de irrigação (K)	0,1705**	-0,52***	-0,1507	0,5627**
	(2,231)	(-3,613)	(1,496)	(2,634)
Água (AG)	0,2486**	0,6036***	0,2569	0,3154**
	(2,735)	(3,325)	(1,39)	(2,019)
Educação (ED) <sup>2</sup>	0,0014**			
	(2,234)			
Idade do produtor (AV)		-0,0143***		
		(-3,018)		
Idade do produtor (AV) <sup>2</sup>	-	0,00014***		
		(2,976)		
Íntens.uso da água (m <sup>3</sup> /ha) <sup>2</sup>	-		0,000457***	
			(-3,339)	
Densidade de plantio (NP/ha) <sup>2</sup>	-	0,0336***		
		(3,405)		
R <sup>2</sup>	88,53	82,04	83,15	78,15
F	30,8	13,07	18,91	15,01
Nº de observações	31	33	30	27

**FONTE:** Dados da pesquisa.

Os valores nos parênteses são estatísticas t.

\*Significância ao nível de 10%.

\*\*Significância ao nível de 5%.

\*\*\*Significância ao nível de 1%.

Sejam as equações (8), (9), (10) e (11) que representam as demandas totais de água para cada cultura, obtidas a partir das funções de produção descritas acima:

$$P = 14.091,42.(AG)_c^{-0,7514}; \quad (8)$$

$$P = 2.571,54.(AG)_m^{-0,7614}; \quad (9)$$

$$P = 7.933,87.(AG)_{c1}^{-0,7656}; \quad (10)$$

$$P = 2.651,7.(AG)_{c2}^{-0,6846}; \quad (11)$$

onde **P** é o preço da água e  $(AG)_c$ ,  $(AG)_m$ ,  $(AG)_{c1}$  e  $AG_{c2}$  são, respectivamente, as quantidades de água a serem alocadas para as culturas do coco, mamão e cana-de-açúcar para as etapas I e II do projeto Curu-Paraipaba. Estas 5 incógnitas pertencem a um sistema de quatro equações e, para serem estimadas, requerem a identidade representada pela oferta fixa de água, onde  $\sum AG_i = 8.284,4$  mil m<sup>3</sup>, conforme os dados observados na amostra e projetados para a população.

O preço da água que atende a este sistema de equações é igual a R\$ 140,61 por mil m<sup>3</sup>.

Substituindo o preço calculado nas equações de demandas totais de água, obtêm-se as quantidades de água que deveriam ser alocadas em cada cultura.

A TABELA 2 indica que a cultura do coco consome apenas 18 % da água total disponível às culturas em estudo, quando deveria utilizar 54,6 % se a distribuição fosse fundamentada na disposição marginal a pagar. Com o alto subsídio verificado no preço da água, todos os produtores, no modelo

de produção prevalecente, têm acesso a água, sejam eficientes ou ineficientes no seu uso. Ressalte-se que este *deficit* não se deve apenas ao baixo preço cobrado. Os problemas de distribuição são também decorrentes da não exclusividade de consumo já mencionada.

A cultura do mamão deve adquirir 62,2% da água que foi consumida nas circunstâncias prevalecentes no ano agrícola de 1995/96. Para manter a mesma quantidade que vinha sendo utilizada, os produtores estariam dispostos a pagar R\$ 98,00/mil m<sup>3</sup> de água. Ao preço de equilíbrio por mil m<sup>3</sup>, que é igual a R\$ 140,61, haveria uma renúncia de 240,2 mil m<sup>3</sup> de água. A cana-de-açúcar explorada nas etapas I e II, por toda a água que vinha consumindo, estaria disposta a pagar, respectivamente, R\$ 77,60/mil m<sup>3</sup> e R\$ 87,90/mil m<sup>3</sup>. Como apresentam *superavit* no uso da água, a disposição marginal a pagar é sempre menor do que os R\$ 140,61 por mil m<sup>3</sup>, que representa o preço eficiente. Por amostrar *deficit*, o coco atribuiria um valor muito maior por esta água excedente nas outras culturas. A cana-de-açúcar da etapa I, em contraste com o coco, é a que atribui o menor preço pela água.

O modelo proposto recompensa, com maiores volumes de água, as culturas de mais elevado valor e que são cultivadas relativamente com um superior grau tecnológico. Isto pode ser medido através do valor do produto marginal, independente do preço do produto e da função de produção, que descreve algebricamente a tecnologia. Assim, quando a política tarifária é negligente do ponto de vista econômico e agrônômico, as perdas são muito grandes. Isto pode ser medido pelo uso de grande quantidade d'água em atividades de baixo valor. Pode-se afirmar pelo exame TABELA 2 que o tamanho do desperdício é de 3,031 milhões de m<sup>3</sup> d'água, o que representa mais de um terço (36,6%)

**TABELA 2**  
DISTRIBUIÇÃO DA ÁGUA POR CULTURA E ETAPA, SEGUNDO O CRITÉRIO DE PREÇO E PELO SISTEMA EFETIVO NO PROJETO CURU-PARAIPABA, ANO AGRÍCOLA 1995/96.

Culturas	Alocação racional- mil m <sup>3</sup>	%	Alocação efetiva- mil m <sup>3</sup>	%	<i>superávit</i> mil m <sup>3</sup>	<i>deficit</i> mil m <sup>3</sup>
Coco	4.521,1	54,57	1.489,4	17,98	---	3.031,7
Mamão	396,2	4,78	636,4	7,68	240,2	---
Cana-de-açúcar (et.1)	1.608,3	19,42	2.664,6	32,16	1.056,3	---
Cana-de-açúcar (et.2)	1.758,9	21,23	3.494,1	42,18	1.735,2	---
Total	8.284,5	100	8.284,5	100	3.031,7	3.031,7

Revi

FONTE: Dados da pesquisa

de toda a água ministrada às culturas em estudo.

A TABELA 2 também indica que a distribuição da água entre os setores do projeto apresenta uma grande diferença quando comparados o modelo tarifário proposto com o de distribuição vigente. Nesta situação, foram captados pela etapa II do projeto 42,18% de toda a água utilizada, quando deveriam ser apenas 21,2 %, ou seja, metade da água que vinha recebendo.

As curvas das demandas mostram que a quantidade demandada de água cresce se o seu preço correspondente diminui. No limite, se a água é de graça, o ponto de uso racional de água é aquele que maximiza a produção física de cada cultura.

O governo fixou a tarifa d'água em R\$ 6,15/mil m<sup>3</sup> no projeto Curu-Paraipaba para o ano agrícola de 1995/96. Segundo as funções de demanda estimadas, a quantidade demandada de água a este preço teria um substancial incremento para cada cultura. Mas como só existem disponíveis os 8,28 milhões de m<sup>3</sup>, um preço tão baixo só agrava o grau de competição pela água.

Para reduzir o estado crítico de escassez e os pesados subsídios, com as limitações de recursos públicos já mencionadas, o governo passou a cobrar integralmente dos irrigantes as despesas de energia elétrica. A tarifa que permitiu cobrir os custos de energia foi de R\$ 24,40/mil m<sup>3</sup>. A este preço, dadas as curvas de demanda estimadas, a quantidade total requerida de água atingiria o patamar de 90 milhões de m<sup>3</sup>. Obedecendo às equações de demanda, as quantidades para cada cultura iriam necessitar mais do que os 8,2 milhões de m<sup>3</sup> disponíveis de água, com exceção apenas da cultura do mamão.

Isto significa que, como a tarifa destinada a cobrir os custos de energia elétrica é muito inferior ao preço eficiente, o problema da escassez e competição não seria resolvido. Mesmo assim, a cobrança pelo uso só seria possível se houvesse o controle de utilização da água. Sem os medidores, cada produtor continuaria captando a quantidade que lhes fosse possível, porque o valor pago de R\$ 24,40/mil m<sup>3</sup> é independente da quantidade utiliza-

da dentro do modelo atual de distribuição. Enfim, a nova estratégia de cobrança em nada contribuiu para aperfeiçoar o sistema de distribuição d'água. A única diferença é que, atualmente, alguns produtores estão pagando mais caro pela água.

As elasticidades preço da demanda de água para as culturas do coco, mamão e cana-de-açúcar nas etapas I e II são, respectivamente, -1,3308, -1,3134, -1,3062 e -1,4607. Seus valores são negativos porque uma diminuição no preço eleva a quantidade demandada de água. A demanda é elástica porque o percentual de aumento da quantidade é proporcionalmente maior do que o correspondente à diminuição do preço.

Em geral a elasticidade de uma função não é constante ao longo do seu domínio. No caso particular deste estudo as elasticidades calculadas são constantes. Isto significa que as funções de demanda aqui analisadas são do tipo hipérbole equilátera generalizada (WEBER, 1977).

A TABELA 3 mostra o Valor Bruto da Produção (VBP), pagamento pela água e despesas de operação e manutenção do sistema de suprimento tanto no modelo proposto como no efetivo. O VBP proposto foi estimado substituindo-se nas funções de produção os valores das médias geométricas de todas as variáveis observadas na amostra, menos da água. Esta foi substituída na função por suas quantidades ótimas, definidas pelo preço eficiente. Multiplicou-se a produção assim obtida pelo seu preço de mercado. O VBP efetivo foi o observado exclusivamente nos dados da amostra. As despesas de operação e manutenção se expressaram inicialmente por unidade de água. Determinou-se o valor médio, que foi multiplicado pela quantidade total de água utilizada e proposta por cultura. As despesas de Organização & Método (O&M) estão retratadas em todo o perímetro apenas para as culturas estudadas.

Se o modelo de distribuição proposto fosse adotado, o VBP nas culturas estudadas aumentaria em R\$ 3,22 milhões<sup>3</sup> num só ano agrícola. Isto

---

<sup>3</sup> Os ganhos totais devem ser bem superiores, considerando que este estudo reporta-se apenas a 55,5 % da água total ministrada ao projeto no ano agrícola 1995/96.

**TABELA 3**  
**VBP, PAGAMENTO DA ÁGUA E DESPESAS DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DO**  
**SISTEMA DE SUPRIMENTO (PROPOSTOS E EFETIVOS) POR CULTURA, PROJETO**  
**CURU-PARAIPABA, ESTADO DO CEARÁ, ANO AGRÍCOLA 1995/96,**  
**EM (R\$ 1.000,00).**

Culturas	VBP		Pagamento da água		O&M	
	Proposto	Efetivo	Proposto	Efetivo	Proposto	Efetiva
Coco	2.558,3	647,3	635,7	37,4	239,1	78,8
Mamão	233,4	128,3	55,7	16,0	18,9	33,7
Cana-de-açúcar (etapa.1)	964,5	315,2	226,1	66,9	85,1	140,9
Cana-de-açúcar (etapa.2)	784,1	229,7	247,3	81,8	85,8	172,3
Total	4.540,3	1.320,5	1.164,8	202,1	428,9	425,7

**FONTE:** Dados da pesquisa

ocorreria utilizando-se a mesma base de recursos, apenas promovendo o uso racional da água. O pagamento proposto para água é o produto do preço eficiente (R\$ 140,61/mil m<sup>3</sup>) pelas quantidades ótimas a serem alocadas em cada cultura. O pagamento efetivo é o produto da tarifa cobrada pelo governo<sup>4</sup> pelas quantidades efetivamente alocadas nas culturas. As despesas de operação e manutenção do sistema foram estimadas por GONDIM FILHO (1991)<sup>5</sup> apenas para a etapa I do projeto. Para a etapa II, utilizou-se a média de participação de energia elétrica para o cálculo das despesas de O&M.

O valor a ser pago pela água cobriria os custos de operação e manutenção, que representam um total de R\$ 428,9 mil, e constituía um fundo de R\$ 735,9 mil. Investimentos em desenvolvimento tecnológico (inclusive a instalação de medidores<sup>6</sup>)

<sup>4</sup> Como já mencionado, esta tarifa é de R\$ 24,52/mil m<sup>3</sup> em média e destina-se a cobrir os custos da energia elétrica necessária ao bombeamento e distribuição da água.

<sup>5</sup> O autor não fez o estudo de custos de suprimento da água por cultura. Dividiu-se o custo total estimado pelo autor pela quantidade total de água e obteve-se o custo médio. Este foi multiplicado pelo consumo de água em cada cultura estudada. Utilizou-se o fator de atualização da revista SUMA ECONÔMICA, n. 230, p. 15, out. 1997, para valores de dezembro de 1995, para permitir as comparações.

<sup>6</sup> Esta análise sugere o bom potencial econômico de uma indústria de hidrômetros no Ceará.

e assistência técnica privada poderiam ser viabilizados, beneficiando, no longo prazo, todos os irrigantes.

No modelo prevalecente, as receitas oriundas do pagamento da conta de água não chegam a cobrir metade desta e, mesmo assim, ainda existe um alto índice de inadimplência. Estes valores não são efetivamente pagos em sua totalidade, sob a justificativa de que os custos de energia elétrica são excessivamente altos.

#### 4 – CONCLUSÕES

O presente estudo conclui que se fosse cobrado o preço eficiente da água para irrigação, e com isto, sua alocação se destinasse às culturas de maior valor, haveria as seguintes vantagens: i) aumento substancial no valor bruto da produção (VBP); ii) aumento da receita do governo (com eliminação de subsídios) permitindo cobrir, com folga, todos os custos de operação e manutenção do sistema de suprimento.

A análise confirma a hipótese de que a água não é utilizada com eficiência em projetos de irrigação pública, pelo menos no projeto Curu-Paraipaba. Finalmente permite concluir que projetos de irrigação no Nordeste são rentáveis, se fosse assegurado o direito de uso apenas para quem pagasse o preço eficiente da água.

## **Abstract:**

---

This study represents an attempt to evaluate the current criteria for the distribution and setting of the price of irrigation water. The study focuses the determination of the efficient price for water. Currently, the government allocates water based on average consumption per hectare, and the water price is set with the objective of recovering the costs of supplying it. There is no exclusive use of water. Crop income and the willingness of the producer to pay for water are not considered in the current allocation system. The model proposed in this study is based on short-term water demand curves derived from crop production functions for the 1995/96 crop year. The results demonstrate that 36,6 % of the irrigation water was not allocated to high value crops. If each cropped received the optimum quantity of water, the gross value of production would increase significantly. The revenue generated from paying for the water would more than cover the operation and maintenance costs of the water supply system.

## **Key Words:**

---

Price of water; Water economics; Irrigation, Irrigation plans, Agricola productivity, Irrigated fruiticulture, Agriculture subsidies, Brazil-Ceará, Brazil-Northeast

## **5 – BIBLIOGRAFIA CONSULTADA**

BRASIL. Portaria n. 18 de 13 fev. 1995. **Diário Oficial da União**, Brasília, n. 32, 1995.

CEARÁ. Lei 11.996 – 24 jul. 1992. Institui o Sistema Integrado de Gestão dos Recursos Hídricos (SIGERH), tendo como parte de sua estrutura o Conselho de Recursos Hídricos do Ceará (CONERH), de caráter deliberativo, além de outras providências. **Diário Oficial do Estado**, Fortaleza, 24 jul. 1992.

CEARÁ. Secretaria dos Recursos Hídricos. **A nova política de águas do Ceará**. Fortaleza, 1991. 30 p.

DNOCS. Estudos de operações conjuntas de reservatórios da bacia do Curu. Fortaleza, 1993.

FIGUEROA, M. **O problema agrário no nordeste do Brasil: análise e proposições**. São Paulo: HUCITEC, 1977. 272 p.

FRANÇA, M., PEREIRA, J.A. **Análise agroecônômica e capacidade de pagamento do pequeno irrigante do nordeste**. Fortaleza. ETENE, 1990. 278 p. (Estudos Econômicos e Sociais, 50).

GONDIM FILHO, J.G.C. **Gestão integrada dos reservatórios da bacia do rio Curu**. Fortaleza, 1988. 114 p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal do Ceará.

GONDIM FILHO, J.G.C. **Determinação da tarifa d'água do projeto de irrigação Curu-Paraipaba**. Fortaleza, 1992. 86 p. Dissertação (Mestrado) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará.

HEADY, Early, DILLON, John. **Agricultural production functions**. 5. ed. Ames: Iowa State University, 1972. 667 p.

LANNA, A.E. **Estudos para cobrança pelo uso de água bruta no Estado do Ceará: simulação tarifária para a bacia do rio Curu**. Fortaleza: COGERH, 1994. (Relatório, 2).

LANNA, A.E. **Estudos para cobrança pelo uso de água bruta no Estado do Ceará: simulação tarifária para a bacia do rio Curu**. Fortaleza: COGERH, 1995. (Relatório, 2-A).

RANDALL, A. **Resource economics: an economic approach to natural resource and environmental policy**. 2. ed. Columbus: The Ohio State University, 1987. 434 p.

ULVELING, E.F., FLETCHER, L.B. A Cobb-Douglas production function with variable returns to scale. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 52., n. 2, p. 322-326, may 1970.

WEBER, J.E. **Matemática para economia e administração**. São Paulo: Harper & Row do Brasil, 1977. 500 p.

---

Recebido para publicação em 13.FEV.1998.