

Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Faculdade de Ciências Econômicas  
Programa de Pós-Graduação em Economia

**Marianne Zwilling Stampe**

## **O Valor da Água para Irrigação na Bacia do Rio Gravataí**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Faculdade de Ciências Econômicas da UFGRS, como quesito parcial para obtenção do grau de Mestre em Economia, ênfase em Economia Aplicada.  
Orientador: Prof. Dr. Sabino da Silva Porto Júnior.

Porto Alegre, 2007

**Marianne Zwilling Stampe**

# **O Valor da Água para Irrigação na Bacia do Rio Gravataí**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Faculdade de Ciências Econômicas da UFRGS, como quesito parcial para obtenção do grau de Mestre em Economia, ênfase em Economia Aplicada.

Orientador: Prof. Dr. Sabino da Silva Porto Júnior.

Aprovada em: Porto Alegre, 9 de Novembro de 2007.

---

Prof. Dr. Antonio Eduardo Leão Lanna  
UFRGS

---

Prof. Dr. Augusto Mussi Alvim  
PUCRS

---

Prof. Dr. Stefano Florissi  
UFRGS

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer em especial a duas pessoas, ao Prof. Dr. Sabino, meu orientador, e ao Prof. Me. Fernando Setembrino Cruz Meirelles, que considero também meu orientador. Agradeço a vocês por todo o apoio, desde a proposta do tema pelo Fernando, que possibilitou uma troca de idéias entre o IPH da UFRGS e a nossa faculdade de economia. Essa troca foi fundamental para tornar este trabalho diferenciado, possibilitando a integração de diferentes esferas de pensamento da universidade. Perdi a conta de quantas vezes incomodei tanto o Sabino, quanto o Fernando, perguntando sempre cada dúvida, e não tenho palavras para a boa vontade de ambos em sempre ter paciência em discutir comigo os assuntos da dissertação. O tema era novo pra mim, e isso acabou se tornando um desafio de querer aprender e agregar mais conhecimentos à esfera dos recursos hídricos. Muito obrigada, Sabino e Fernando, por tudo!

A idéia do tema surgiu numa conversa informal na casa de uma grande amiga de infância, à qual não poderia deixar de agradecer, Paula von Mengden Campezzato. Também gostaria de agradecer à amiga e colega Cristina Mabel Scherrer por ter sempre me incentivado a fazer o mestrado. Talvez, sem esse incentivo, eu não teria trilhado esse caminho.

À minha família, pai, mãe, irmãos, avó, primos, tios, Maria Rute Detzel, Billy, que sempre me apoiaram e entenderam quando não pude participar de diversos encontros familiares por causa de alguma prova ou mesmo pelo envolvimento com a dissertação. Sem esse apoio teria sido muito mais difícil conseguir vencer todas as etapas do mestrado.

Aos colegas Aline Trindade Figueiredo e Felipe Guatimosim Maciel que tornaram o curso mais alegre e mais produtivo com os nossos estudos e troca de idéias. O apoio de vocês foi fundamental e fez toda a diferença.

A todos os meus amigos que tiveram que entender a minha ausência em diversos momentos, mas que sabem a importância do mestrado na minha vida. Vocês são muito especiais.

"A mente que se abre a uma nova idéia  
jamais voltará ao seu tamanho original."

A. Einstein

## RESUMO

A água, apesar de ser um bem essencial para a sobrevivência, é também um bem que possui valor econômico, uma vez que, dado o uso intenso desse recurso, o mesmo passou a ser escasso. O conceito moderno de valor, em termos econômicos, considera o valor de uso como medida de referência. Dessa forma, uma maneira de evitar o uso intenso e não eficiente da água, seja pela indústria, pela agricultura ou pelo uso urbano, garantindo o seu valor econômico, é estabelecer uma medida de valor que reflita a disposição a pagar pelo uso desse recurso. Na bacia do rio Gravataí, atualmente, paga-se apenas pelo serviço de distribuição da água, nada é cobrado ainda pelo seu valor econômico. Contudo, uma vez que a cobrança pelo uso da água passou a ser estabelecida por lei (LF 9.433/97 e LE 10.350/94), algumas bacias vêm realizando estudos e estabelecendo a cobrança pelo uso da água. Dessa forma, o presente estudo busca obter um valor de referência pelo uso da água na agricultura na bacia do Gravataí utilizando-se dois métodos distintos: Método Econométrico Tradicional de estimação da demanda por água, aplicando-se a elasticidade-preço da demanda para chegar ao valor, e o Método de Valoração Contingente, que utiliza-se da Disposição a Pagar (DAP) para calcular o valor econômico da água. Para tanto, foi realizada uma pesquisa de campo nos municípios de Viamão e de Santo Antônio da Patrulha, utilizando-se por base um estudo das Nações Unidas (QUEISS, T.; SHDEED K.; GABR, M.; 2000).

Palavras-chave: Valor econômico água, demanda água, DAP, Bacia do rio Gravataí.

## ABSTRACT

Water, although it is an essential good for surviving, it is also a good that has economic value, once, given the intensive use of this resource, it is scarce. The modern concept of value, in economic terms, considers the value of the use as a reference measurement. Therefore, in order to avoid the intensive and inefficient use of water, in the industry as well as in agricultural and urban use, guaranteeing its economic value, is to establish a value measure that reflect the willingness to pay for this resource. Currently one pays only for the service of water distribution, and nothing is charged for its economic value at Gravataí River Basin. However, once the collection for the water's use was established in law (Federal Law 9.433/97 and State Law 10.350/94), some basins are carrying out studies and stabilizing the collection for the water's use. Thus, the present study aims at delivering a reference value for the water's use in agriculture at Gravataí basin using two distinct methods: The traditional Econometric Method of demand estimation, applying the elasticity-price of demand in order to get the value, and The Contingent Valuation Method, which is used with the Willingness to Pay (WTP) to calculate the economic value of the water. According to these methods a field research in the cities of Viamão and Santo Antônio da Patrulha were carried out, using a study of the United Nations (QUEISS, T.; SHDEED, K.; GABR, M., 2000) as basis.

Key-words: Economic Value of Water, Water demand, WTP, Gravataí River Basin.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### FIGURAS

FIGURA 3.1	Formas Funcionais para Sistemas de Probabilidade de Escolha_____	66
------------	--	----

### GRÁFICOS

GRÁFICO 2.1	Utilizações da Água no Mundo_____	18
GRÁFICO 2.2	Superfície de Utilidade_____	22
GRÁFICO 2.3	Curvas de Indiferença_____	23
GRÁFICO 2.4	Integrabilidade: o Caso de Duas Variáveis_____	27
GRÁFICO 3.1	Variação no Nível de Utilidade Quando Variam Preços_____	56
GRÁFICO 3.2	Curvas de Demanda Compensadas e Medidas do Excedente do Consumidor_____	56
GRÁFICO 4.1	DAP ( <i>Open-ended</i> )_____	93
GRÁFICO 4.2	DAP com <i>Follow-up</i> _____	102

### MAPAS

MAPA 4.1	Bacia do Rio Gravataí_____	78
----------	----------------------------	----

## LISTA DE TABELAS

### TABELAS

TABELA 1.1	Valor Unitário da Cobrança pelo Uso da Água na Bacia do Rio dos Sinos_____	38
TABELA 3.1	Escolaridade_____	79
TABELA 3.2	Dados dos Modelos de Demanda_____	88
TABELA 3.3	Testes dos Modelos de Demanda_____	89
TABELA 3.4	Elasticidade_____	89
TABELA 3.5	Valor de Uso da Água em Sacos de Arroz por Hectare Irrigado _____	91
TABELA 3.6	Coefficientes e Significâncias das Equações para a Variável Dependente DAP_____	94
TABELA 3.7	Coefficiente de Correlação_____	94
TABELA 3.8	Probabilidade_____	100

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	11
<b>2</b>	<b>O VALOR ECONÔMICO DA ÁGUA</b>	14
2.1	<b>ESCASSEZ QUANTITATIVA</b>	14
2.2	<b>CONCEITO ECONÔMICO DE VALOR E O VALOR ECONÔMICO DA ÁGUA</b>	19
2.3	<b>MARCO INSTITUCIONAL</b>	30
2.4	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b>	37
2.5	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS A RESPEITO DO CAPÍTULO 1</b>	43
<b>3</b>	<b>ASPECTOS METODOLÓGICOS TEÓRICOS</b>	45
3.1	<b>ESTIMAÇÃO DO VALOR ECONÔMICO DE UM RECURSO AMBIENTAL SEGUINDO A ANÁLISE DE ESCOLHA RACIONAL TRADICIONAL</b>	45
3.2	<b>ESTIMAÇÃO DO VALOR ECONÔMICO DE UM RECURSO AMBIENTAL SEGUINDO O MÉTODO DE VALORAÇÃO CONTINGENTE</b>	52
3.3	<b>CONSIDERAÇÕES A RESPEITO DO CAPÍTULO 2</b>	76
<b>4</b>	<b>ESTIMAÇÃO DO VALOR DA ÁGUA NA BACIA DO GRAVATAÍ</b>	77
4.1	<b>CARACTERIZAÇÃO GERAL DOS AGRICULTORES E DAS SUAS CONDIÇÕES SÓCIO-ECONÔMICAS</b>	77
4.2	<b>ESTIMAÇÃO DO VALOR ECONÔMICO DO USO DA ÁGUA PELO MÉTODO DA DEMANDA TRADICIONAL (VIA ELASTICIDADE)</b>	82
4.3	<b>ESTIMAÇÃO DO VALOR ECONÔMICO DO USO DA ÁGUA PELO MÉTODO DA DISPOSIÇÃO A PAGAR</b>	91
4.4	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS A RESPEITO DO CAPÍTULO 4</b>	103
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	105
	<b>REFERÊNCIAS</b>	111
APÊNDICE A	Questionário	118
APÊNDICE B	Descrição das Variáveis	124
ANEXO A	Uso da Água Irrigada por País no Ano de 2000	126
ANEXO B	Teste Wald para os Modelos de Demanda	129
ANEXO C	Teste de Autocorrelação para os Modelos de Demanda	130
ANEXO D	Teste de Heterocedasticidade para os Modelos de Demanda	132
ANEXO E	Teste de Estabilidade para os Modelos de Demanda	133

ANEXO F	<i>Output</i> das Regressões Referentes às Hipóteses_____	134
ANEXO G	<i>Output</i> dos Modelos de Variável Dependente Binária Originais_____	135
ANEXO H	Testes e McFadden $R^2$ dos Modelos de Variável Dependente Binária__	136
ANEXO I	Testes de Autocorrelação nos Modelos de Variável Dependente Binária_	137

## 1 INTRODUÇÃO

Água é um elemento essencial, não existindo um substituto para ela. Por exemplo, a vida humana não é possível sem o acesso a uma quantidade mínima de água diária<sup>1</sup>. A agricultura e muitas indústrias (refino de petróleo, bebidas, equipamentos eletrônicos, entre outras) dependem da água para seu funcionamento<sup>2</sup>. Os ecossistemas também dependem da água para a sua manutenção. Contudo, a essencialidade não revela o valor da água ou a sua produtividade. Assim, existem muitos outros usos da água, além da sua essencialidade, que geram satisfação. Como resultado, existe uma trajetória crescente de consumo de água.

Sob um ponto de vista químico, a água é composta de hidrogênio e oxigênio, com fórmula química é H<sub>2</sub>O, apresentando-se como um líquido incolor e inodoro nas condições normais de temperatura e pressão. Sob um ponto de vista jurídico, apesar de a gestão das águas existir constitucionalmente no Brasil desde 1934 com a promulgação do Código das Águas, somente com a Lei Federal 9.433 de janeiro de 1997 é aprovada a Política Nacional de Recursos Hídricos, estabelecendo, dentre outros princípios, que a gestão dos recursos hídricos deve ser realizada por bacia hidrográfica.

O presente estudo tem como objetivo geral definir o valor da água para agricultura irrigada na bacia do rio Gravataí, Rio Grande do Sul, com base no valor econômico que ela gera nos seus diferentes usos. Para tanto, estabeleceram-se os seguintes objetivos específicos: i) mostrar que a água é um bem escasso e que tem valor econômico; ii) avaliar os arranjos

---

<sup>1</sup> Hanemann (2005) argumenta que não é possível sobreviver sem pelo menos 5 ou 10 litros de água por pessoa por dia.

<sup>2</sup> A ONU considera que o volume de água suficiente para a vida em comunidade e exercício das atividades humanas, sociais e econômicas, é de 2.500 metros cúbicos de água/habitante/ano.

institucionais existentes no país e na região; iii) definir um valor econômico referencial para a água de irrigação a partir de dois princípios teóricos: o da demanda tradicional e o da disposição a pagar (que está, nesse estudo, associado ao princípio do usuário-pagador).

Escolheu-se a Bacia Hidrográfica do Gravataí por a mesma fazer parte de um projeto vinculado ao Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH) da UFRGS, sendo que o valor da água exclusivamente para a irrigação na Bacia do Gravataí é apenas uma parte de um dos objetivos específicos do mesmo. Optou-se, no presente trabalho, definir o valor da água apenas para agricultura (irrigação) devido à dificuldade de obtenção das variáveis que determinam o consumo industrial e doméstico. Isso implicaria a adoção de uma modelagem diferente para esses dois outros destinos do consumo de água, o que fugiria do escopo do estudo. Além disso, o consumo de água pela agricultura abrange a maior parte dos destinos da água, sendo, assim, o uso de maior impacto.

A estimativa da tarifa a ser cobrada pela água será feita a partir de entrevistas com irrigantes ao longo da bacia, com destaque para o projeto de Assentamento de Viamão do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) e em Santo Antônio da Patrulha, ambos localizados na Bacia Hidrográfica do Gravataí. A escolha do Assentamento é justificada por diversos fatores, mas principalmente por essa região fazer parte de um outro projeto realizado pelo Instituto de Pesquisas Hidráulicas da UFRGS. Os demais fatores, encontrados no projeto do IPH, que determinam a escolha dessa região seriam:

- a) Os irrigantes localizados no assentamento utilizam diferentes volumes de manejo da agricultura irrigada e, por isso, estão propensos a executar uma gestão ineficiente<sup>3</sup>;
- b) Os canais são escavados em terra e não são revestidos, como a totalidade dos canais de irrigação existentes na lavoura de arroz, ampliando a dificuldade de implantação de estruturas de controle;
- c) Existem outros projetos de assentamento com barragens e canais de irrigação no estado, sendo que o de Viamão será adotado como modelo de gestão.

Escolheu-se também o município de Santo Antônio da Patrulha, pois ele está localizado no começo da bacia, ao passo que o município de Viamão está no final da bacia. Assim, provavelmente, a oferta de água em Santo Antônio da Patrulha deve ser maior do que

---

<sup>3</sup> O nível de água no canal, a montante das trancas, é a variável de controle (controle por montante). A regulação, no entanto, é realizada por jusante, já que são os irrigantes que, ao abrir ou fechar as bocas das taipas, alteram o comportamento do canal. Pode-se enquadrar esses sistemas como sendo de regulação por jusante e de controle por montante, que, segundo Rijo (1992), resulta em uma situação ineficiente.

em Viamão, uma vez que a disponibilidade de água neste município é maior pela presença do banhado do Chico Lomã e pela presença de muitos açudes, que reservam água do período de inverno. Espera-se, portanto, que a disponibilidade de pagar pela água seja menor em Santo Antônio da Patrulha, já que a oferta de água é maior. Além disso, esses são os municípios que mais captam água para irrigação na bacia.

A definição de uma tarifa a ser cobrada para a água é apenas um objetivo específico do projeto do IPH, cujo objetivo geral é avaliar a alteração obtida na gestão da água em sistemas públicos de irrigação com a introdução da medição de vazão e do princípio usuário-pagador (buscando definir este valor pela Disposição a Pagar). Assim, quando vier a ser efetuada a aplicação dos medidores, pretende-se cobrar uma tarifa pelo volume de água utilizado por cada agricultor, ao contrário do que é feito atualmente, onde o mercado de água, existente na forma de arrendamento, estabelece um valor por área irrigada, não estabelecendo um processo de otimização do seu uso, uma vez que é desvinculado do consumo real.

A definição de um valor econômico para a água deverá aumentar a eficiência na gestão da distribuição de água em projetos de irrigação coletivos, uma vez que não há controle efetivo do uso particular de água. Dessa forma, a definição de um preço ótimo para esse bem natural deve servir de incentivo para evitar o consumo excessivo desse bem escasso.

O estudo está dividido em três capítulos. No capítulo 1, será justificado o valor econômico da água através de diferentes maneiras: escassez quantitativa, teorias de valoração, marco institucional e estudos empíricos. No segundo capítulo, serão analisados dois princípios teóricos econômicos de mensuração de valor: o tradicional, que envolve racionalidade, e outro, menos comum, mas interessante principalmente no ramo da valoração de recursos ambientais, que envolve aleatoriedade (Método de Valoração Contingente). Por fim, no último capítulo, serão feitas duas estimativas de valor de uso referencial da água, uma envolvendo racionalidade e a outra aleatoriedade, para a Bacia do Gravataí com dados de pesquisa de campo realizada pela autora e pelos orientadores referente à safra do ano de 2005/2006.

## 2 O VALOR ECONÔMICO DA ÁGUA

Economia é a ciência que estuda os bens escassos. Mankiw (2001) define escassez como uma limitação de recursos, que impede, assim, que todos os indivíduos tenham acesso a um determinado bem ou serviço. Muitas pessoas não percebem que a água, apesar de ser um recurso renovável, é também um recurso limitado, e essa limitação vem crescendo com o uso sem controle desse recurso. A água é um bem que tem valor econômico. As justificativas para esse fato podem ser a sua escassez quantitativa, o seu valor de uso, o marco institucional, que garante legalmente esse valor, e os estudos já existentes que abordam esse tema.

### 2.1 ESCASSEZ QUANTITATIVA

Existem duas causas relacionadas à escassez de água: uma delas é qualitativa, devido à poluição, e a outra é quantitativa, relacionada às condições climáticas, à demanda crescente devido ao aumento populacional e ao conseqüente desenvolvimento econômico, e ao seu uso ineficiente. Essas duas causas não são excludentes, mas requerem mecanismos de gestão diferentes ou complementares. A escassez qualitativa geralmente ocorre em regiões onde as chuvas são abundantes e os usos industriais e agrícolas são bastante intensos, poluindo os recursos hídricos superficiais e subterrâneos. No caso da bacia Hidrográfica do Gravataí, existe uma situação evidente de escassez temporal<sup>4</sup> quantitativa de água, motivo pelo qual esse será o tipo de escassez analisado nesse subitem.

---

<sup>4</sup> A escassez é temporal, uma vez que há água no inverno – quando não há uso – e há água no verão, mas nesta época a demanda é maior do que a oferta para todos os usos antrópicos possíveis e para manter as condições mínimas exigidas para a conservação do meio ambiente associado ao rio.

Em relação à escassez quantitativa, serão analisadas as características da oferta e da demanda por água, bem como a sua distribuição e uso no Brasil e no mundo. O maior desafio para os grandes sistemas de água é combinar a oferta e a demanda por água entre os seus diferentes usuários, tanto no tempo quanto no espaço, e a um custo que as pessoas possam e estejam dispostas a pagar.

### 2.1.1 Características da Oferta de Água

Envolvendo uma infra-estrutura que utiliza capital fixo de difícil maleabilidade, a oferta de água é intensiva em capital de longa durabilidade, dificultando e encarecendo o transporte de água. Por outro lado, o armazenamento de água, por ser simples, não apresenta grandes custos. Poderia-se pensar na existência de economias de escala<sup>5</sup> para o armazenamento de água. Contudo, se levarmos em consideração os custos ambientais dos reservatórios, eles tendem a aumentar exponencialmente com o seu tamanho, uma vez que, quanto maior for a área alagada, maiores serão as perdas por evaporação, e a maior parte dos barramentos não pode ser ampliada indefinidamente, pois isto significaria alagamento de benfeitorias, perdas de água em locais mais baixos das margens do terreno ou falta de água captada para enchê-los. Além disso, não há um “mercado” de locais de barramentos, e estes são escassos na natureza.

Como consequência das características de intensidade de capital e de economias de escala - pré-condições para o monopólio natural - é mais provável ter-se apenas um único ofertante de água numa determinada região. Mas, como a economia de escala é relativa, nem sempre se verificam essas condições. Quando as mesmas são verificadas, a característica de monopólio natural estimula a provisão pública (coletiva) de água urbana<sup>6</sup>. Mas, por outro

---

<sup>5</sup> Para a água que se encontra sobre a superfície.

<sup>6</sup> Contudo, Olson (1965) reconhece que a provisão pública de bens através da ação coletiva pode ser imperfeita em função da falha de incentivos. Ocorre que os indivíduos possuem interesses comuns, mas muitos terminam por agir em busca do interesse próprio. O desafio, portanto, nesses casos, é encontrar um mecanismo não coercitivo que motive a escolha individual a ser favorável a ação coletiva. Para tanto, é crucial analisar o papel das instituições, de maneira que as regras sejam claras e que o monitoramento seja viável.

lado, quando as mesmas não são verificadas, a provisão não totalmente pública de água ganha margem frente à provisão exclusivamente pública.

A oferta de água possui a característica de variar em função do tempo, do espaço, dos aspectos meteorológicos e da qualidade. De acordo com Postel e Vickers (2004), 50% da oferta de água fresca renovável encontra-se em apenas 6 países: Brasil, Rússia, Canadá, Indonésia, China e Colômbia. Inclusive dentro de países e de regiões existe uma distribuição espacial desigual de água. Em cada região, o volume de precipitação varia bastante durante cada ano e entre os anos.

Embora exista muita água no planeta, apenas 2,5% é doce (PEIXOTO FILHO; BONDAROVSKY, 2000), isto é, mais de 97% da água do planeta é salgada<sup>7</sup>. A água doce, ou também denominada pela Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO) de “fresh water resources”, é a água que teoricamente pode ser utilizada para beber, para a higiene, para a agricultura e para a indústria. Mas nem toda essa água doce é acessível. Do total de água doce existente, 77,2% está concentrada nas regiões polares, congelada. Do restante, 22,4% são águas subterrâneas (não renováveis), 0,35% está em lagos e pântanos, 0,04% está na atmosfera e apenas 0,01% nos rios.

O Brasil possui cerca de 14% da água doce disponível no mundo. Talvez, por causa dessa posição privilegiada, o país ainda não conseguiu uma racionalidade na exploração desses recursos mananciais.

De acordo com a FAO<sup>8</sup>, o Brasil, referentemente ao ano 2000, possui um total de água renovável de 8233 km<sup>3</sup>, sendo que o volume de água requerido para a irrigação é de apenas 6,21 km<sup>3</sup>, isto é, equivale a aproximadamente 0,75% do total de água renovável do país. Esse quadro caracteriza o país como uma fonte abundante de água, embora existam regiões e períodos específicos nos quais há escassez, e a tendência é de que esse segundo aspecto se intensifique com o tempo, dado o crescimento da população e do consumo de água. Para os demais países, existem tanto os que utilizam muito pouco da sua capacidade de água renovável para a agricultura<sup>9</sup> - como, por exemplo, Angola, Bolívia, Botswana, Camarões, Chade, Colômbia, República do Congo, Gabon, Gâmbia, Ghana, Moçambique, Panamá, Paraguai, Serra Leoa, Uganda e Venezuela – como os que utilizam muito mais do que a sua capacidade de água - Libyan Arab Jamahiriya (712%), Arábia Saudita (643%), Yemen

---

<sup>7</sup> Existem técnicas para a dessalinização da água, mas as mesmas são muito caras e pouco desenvolvidas.

<sup>8</sup> <http://www.fao.org>

<sup>9</sup> Considerando os países nos quais o uso da água para a agricultura é de 0% em relação ao total de água renovável.

(154%). O anexo A detalha os dados para diversos países tanto de quantidade de água renovável em cada país, quanto de quantidade de água utilizada para agricultura e para irrigação.

### 2.1.2 Características da Demanda por Água

Por sua vez, a demanda por água é caracterizada por ser intermitente, especialmente para o uso na agricultura, onde os produtos são irrigados em intervalos periódicos de tempo. Isso contribui para que o direito de acesso seja coletivo na demanda pela água na agricultura. Por outro lado, a demanda urbana por água é mais contínua, logo o direito de uso é mais consistente com o perfil individualista.

Os dados mundiais de acesso à água (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, 2006) evidenciam que o problema da escassez natural dos recursos hídricos decorre principalmente da distribuição desigual dos recursos entre países e regiões. Estima-se que 1,2 bilhão de pessoas ou 35% da população mundial não têm acesso à água tratada, e 1,8 bilhões ou 43% das pessoas do planeta não contam com serviços adequados de saneamento básico.

Na África, 44 milhões de pessoas que vivem em áreas urbanas não têm acesso à água. Das que vivem em zonas rurais, 53% (256 milhões), não contam com serviços de abastecimento de água. No total, 62% dos africanos não têm água. No que se refere ao saneamento, 46 milhões de pessoas não dispõem deste serviço nas zonas urbanas e 267 milhões na área rural. Ao todo, são 313 milhões sem infra-estrutura de saneamento.

Na América Latina, 78 milhões de pessoas ou 15% da população não têm acesso à água. Em saneamento, a carência deste serviço atinge 22% da população e 51% dos moradores rurais. Ao todo, 117 milhões de latino-americanos e caribenhos não têm acesso a serviços de saneamento.

Na Europa, apenas 0,5% dos habitantes das zonas urbanas não têm acesso à água. Na zona rural, há 23 milhões sem abastecimento, o que corresponde a 13% da população que mora no campo. Na área do saneamento, 8% dos europeus (55 milhões) ainda não contam com esse serviço.

Podemos perceber que o acesso à água é mais crônico na África, depois na América Latina e mínimo na Europa. Provavelmente, a gestão de recursos hídricos deve contribuir fortemente para o bom desempenho dos dados europeus no que se refere ao acesso à água e aos serviços de saneamento.

### 2.1.2.1 Uso da Água no Mundo

A utilização da água varia em termos de prioridade no mundo (FAO, 2007). Na Europa, o principal destino da água é a indústria (52,4%), assim como também ocorre na América do Norte (48%). Nas demais regiões, a agricultura tem prioridade no uso, correspondendo a 84,1% na África, 81,3% na Ásia e no Pacífico, 87,65 no Oriente Médio e 70,7% na América Latina e no Caribe. O Gráfico 2.1 mostra as diversas utilizações da água no mundo para dados referentes ao ano de 2000.

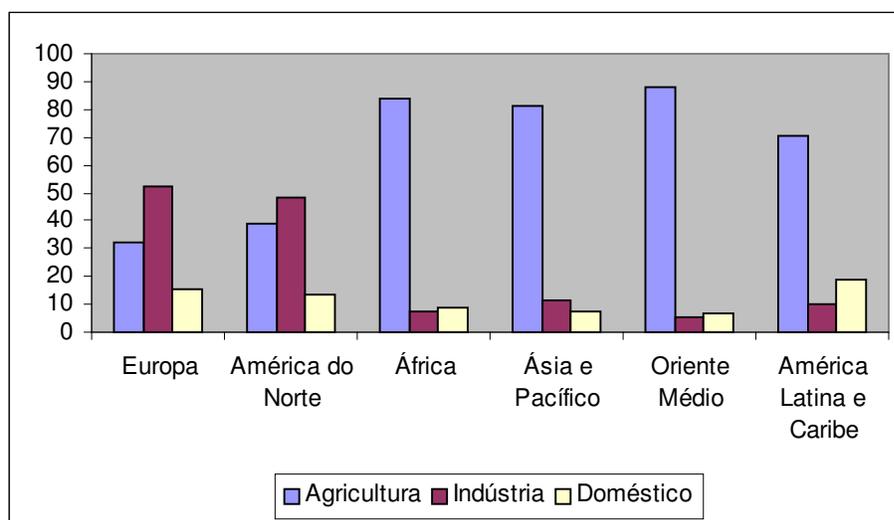


GRÁFICO 2.1 – Utilizações da Água no Mundo

Fonte: FAO (2007).

Conforme podemos verificar, a agricultura corresponde ao maior destino da água para países em desenvolvimento. Essa elevada participação implica que a implantação de estruturas e a execução de políticas de economia de água na irrigação terão um efeito importante na disponibilidade hídrica para outras atividades econômicas e para a conservação ambiental. No entanto, pela sua importância estratégica, uma redução no fornecimento de água não pode significar redução na produção de alimentos e de matéria prima para a indústria. Dessa forma, o armazenamento da água para agricultura costuma ser a “chave” do controle da variabilidade locacional da oferta<sup>10</sup> para esses países.

## 2.2 CONCEITO ECONÔMICO DE VALOR E O VALOR ECONÔMICO DA ÁGUA

Até a década de 70, acreditava-se que o valor econômico de um bem era mensurado através de seu preço (HANEMANN, 2005). Se isso fosse verdade, apenas bens transacionados no mercado teriam valor econômico. Logo, o meio ambiente, e bens públicos em geral, não teriam valor econômico. Assim, passaram-se a desenvolver outros procedimentos operacionais para medir valor econômico diferentemente do preço e, com isso, surgiu um novo ramo econômico de valoração de bens não transacionados no mercado.

O surgimento desse novo ramo está relacionado com a nova interpretação do capital, iniciada entre as décadas de 60 e 70. De acordo com Becker (1993), quando se emprega o termo “capital”, normalmente, associa-se a esse uma idéia monetária, como conta bancária, ações de uma empresa, linhas de montagem. Todas essas são formas de capital que podem gerar um retorno monetário por longos períodos de tempo. Mas existem outras formas de capital: o capital humano, visto como produto do investimento no próprio indivíduo; capital

---

<sup>10</sup> Na bacia do Gravataí, onde predomina o cultivo do arroz, o armazenamento é feito na forma de barragens localizadas em pontos mais altos do terreno. Assim, a distribuição de água para agricultura depende da energia gravitacional, diferentemente da oferta de água urbana, a qual depende de encanamentos e envolve pressão originada de estruturas de bombeamento.

social<sup>11</sup>, que representa o estoque existente de relações sociais em uma comunidade e que gera benefícios para os seus participantes; entre outras, como, por exemplo, o capital natural.

Adam Smith distingue dois significados para o valor: de uso e de troca. O primeiro expressa a utilidade de um objeto particular, enquanto o segundo tem um poder de comprar outros bens. Smith usa o exemplo da água e dos diamantes para mostrar a diferença entre esses significados, de forma que nenhum outro bem é mais útil do que a água, mas, ao mesmo tempo, dificilmente consegue-se trocá-la por algum outro bem. Por outro lado, um diamante não possui praticamente valor de uso, mas pode ser trocado por uma grande quantidade de bens.

Plato, conforme citado por von Pufendorf (1672 apud BOWLEY, 1973, p. 304), observou que “only what is rare is valuable, and water, which is the best of all things . . . is also the cheapest”. Dessa forma, a questão da valoração da água como um bem econômico já existe há muito tempo, mas apenas foi formalizada na década de 70.

De acordo com Hanemann (2005), Platão e Smith expressam um pensamento que o preço de um bem não precisa refletir o seu verdadeiro valor. De fato, atualmente nada é cobrado pela água em si, apenas pelo serviço de distribuição do bem, o que leva muitos indivíduos a ignorarem o valor econômico da água. Especificamente na irrigação, há um mercado de água vinculado ao arrendamento de terra e estruturas de reservação, bem como há, na própria bacia de estudo, fornecedores de água que se responsabilizam por captá-la e distribuí-la por meio de canais, cobrando um valor monetário ou participação na produção final por este serviço.

Preços relacionam-se não apenas com a demanda (valor que as pessoas atribuem a um item), mas também com a oferta (custo do bem). Dessa forma, o valor atribuído a um item (demanda) reflete as preferências subjetivas dos indivíduos<sup>12</sup> e está associado à utilidade do bem para o indivíduo (ou seja, ao valor de uso), ao passo que o preço<sup>13</sup> reflete o valor de troca do bem.

---

<sup>11</sup> A análise do capital social pode ser realizada através das instituições, uma vez que as mesmas representam a base de confiança das relações sociais no mundo anglo-saxão. Isso é diferente, por exemplo, da China e da Itália, onde a base de confiança é a família ou da Alemanha e do Japão, onde a confiança ocorre através da comunidade.

<sup>12</sup> Isso também se aplica à água, mesmo que ela seja também uma preferência objetiva no sentido de ser um bem essencial ao corpo humano.

<sup>13</sup> Note que no longo prazo, o preço é determinado pelo custo de produção (Smith define como preço natural), logo a demanda (valor) não tem influência no preço de longo prazo.

Segundo Hanemann (2005), o conceito moderno de valor considera o valor de uso como a medida de referência. Esse conceito foi formulado primeiramente por Dupuit (1844) e por Marshall (1888). Dupuit define a utilidade de um objeto como o sacrifício máximo em termos monetários que cada consumidor estaria disposto a fazer para adquirir um objeto. Marshall define como medida econômica da satisfação a quantia que a pessoa estaria disposta a pagar tal que ela não ficasse sem a mercadoria, ou seja, se o preço for superior a medida econômica da satisfação a pessoa prefere privar-se de obter a mercadoria. Geralmente, o preço não excede e nem atinge a quantia que a pessoa está disposta a pagar pela mercadoria, sendo esta diferença chamada de excedente do consumidor. Dessa forma, a medida de valor depende de quanto o item vale para o indivíduo, e não do seu custo.

De acordo com Dupuit, se um consumidor é livre para escolher, ele escolhe de maneira que o preço seja igual à utilidade marginal. A quantidade marginal mede a mudança no valor total dada uma mudança unitária na quantidade. Para Marshall, existe um limite para cada necessidade, sendo este determinado pela utilidade marginal decrescente, tal que, no limite, a utilidade marginal é igual ao preço. Como a utilidade marginal é decrescente, isto é, quanto mais quantidade de um bem possuímos, menos valor atribuímos para quantidades adicionais do mesmo, se o valor marginal da última unidade consumida iguala o preço, então a utilidade marginal associada à unidade infra-marginal será maior do que o preço de mercado. Assim, o consumidor ganha um lucro nas unidades infra-marginais porque elas valem mais do que o preço que é pago. Esse “lucro” foi denominado por Marshall de excedente do consumidor.

Apesar de Dupuit e Marshall terem enunciado corretamente o conceito econômico de valor na sua formulação moderna, a revolução da utilidade ordinal aparentemente considerou a análise cardinal<sup>14</sup> de Marshall irrelevante. No entanto, Hicks (1939), partindo das idéias de Pareto escritas no “O Manuel d’Économie Politique” (1909) demonstrou que esse conceito é consistente com a teoria da utilidade ordinal ao mostrar que, quando ampliamos a nossa análise para duas mercadorias, podemos representar a utilidade de cada mercadoria (em termos de quantidade da outra mercadoria) demarcando as linhas de contorno (inferior ou superior) da superfície de utilidade (ver Gráfico 2.2), as quais denominaram-se curvas de indiferença (ver Gráfico 2.3), ou seja, qualquer combinação de quantidade sobre uma mesma curva de indiferença indica que o nível de utilidade é o mesmo, e que, para curvas de

---

<sup>14</sup> A análise cardinal está relacionada à mensuração do valor. Como o valor é definido como valor de uso da mercadoria, podemos considerar mensuração do valor como mensuração da utilidade, através de uma função utilidade.

indiferença mais elevadas, o nível de utilidade aumenta. Assim, a função de utilidade pode ser representada meramente como um índice, sendo este índice o nível de utilidade associado a cada curva de indiferença.

Marshall havia concentrado sua análise a respeito da teoria da utilidade apenas em um bem e, por isso, a utilidade era representada apenas por um gráfico que no eixo horizontal indicava a quantidade e no eixo vertical a utilidade obtida para cada unidade do bem adquirida. Ao introduzir um segundo bem na análise, Pareto partiu do mesmo gráfico, apenas ampliando-o para mais uma dimensão (Gráfico 2.2).

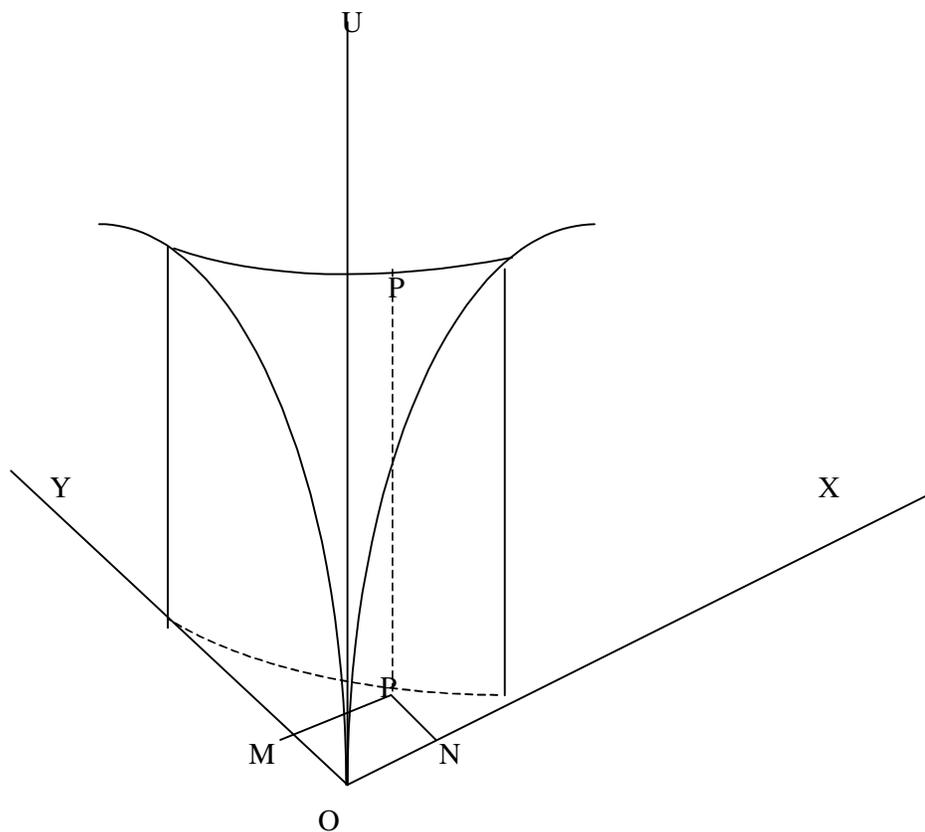


GRÁFICO 2.2 - Superfície de Utilidade

Fonte: Hicks (1939), p. 13.

Mantendo as quantidades das mercadorias X e Y ao longo dos dois eixos, podemos obter a curva de indiferença sobre o diagrama horizontal<sup>15</sup> (Gráfico 2.3). A curva de indiferença foi uma maneira de simplificar a análise (porque mantém duas dimensões), já que a curva de indiferença, segundo Hicks (1939, p. 15), “nos diz que o indivíduo prefere um determinado conjunto de mercadorias a outro; não nos diz, como se propõe a superfície de utilidade, *quanto* do primeiro conjunto é preferido em relação ao segundo.”

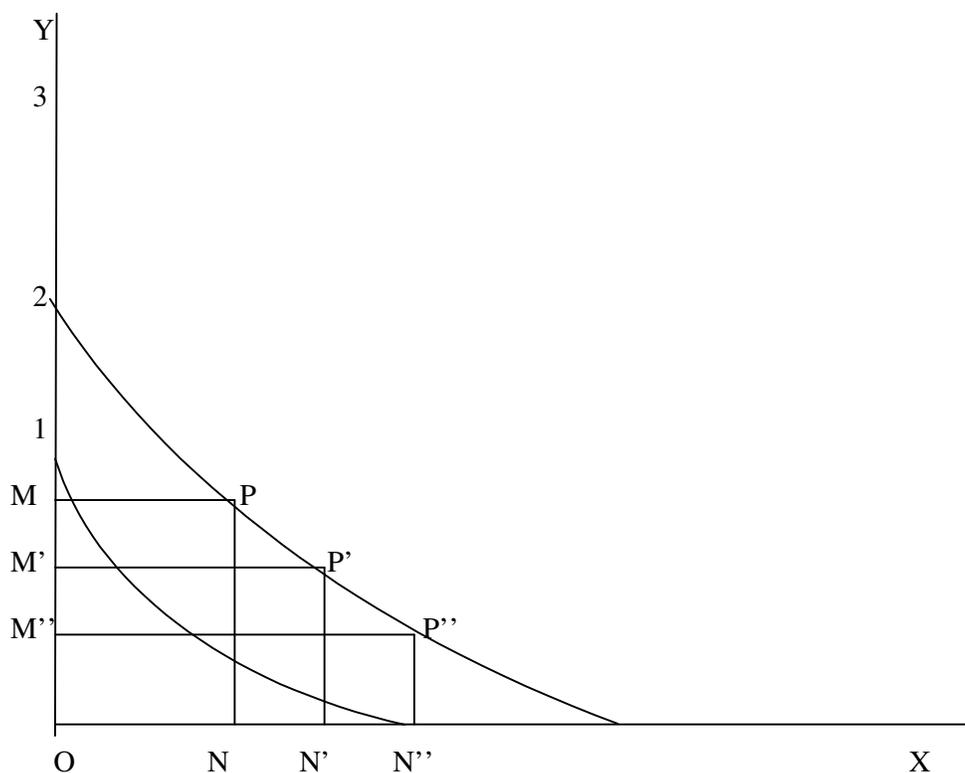


GRÁFICO 2.3 - Curvas de Indiferença

Fonte: Hicks (1939), p. 13.

<sup>15</sup> As curvas de indiferença são obtidas como se “cortássemos” a superfície de utilidade horizontalmente, de maneira que quanto mais alto fosse o corte, teríamos curvas de indiferença com níveis de utilidade maiores.

Dessa forma, Pareto conclui que não é necessário o conhecimento da superfície de utilidade (ou da função de utilidade) para determinar as quantidades de cada bem que o indivíduo irá escolher, desde que seja satisfeita a hipótese de que as preferências são completas (VARIAN, 1992), isto é, que é possível comparar duas cestas quaisquer de bens. Nas palavras de Hicks (1939, p. 16):

Na teoria de Marshall (como na de Jevons, na de Walrás e na dos austríacos), ‘determinadas necessidades’ significa uma determinada função de utilidade, uma determinada intensidade do desejo por qualquer conjunto particular de bens. Essa suposição incomodou muita gente e, do trabalho de Pareto, deduz-se que não é de modo algum uma suposição necessária. ‘Determinadas necessidades’ é algo que se pode definir adequadamente como uma determinada *escala de preferências*; só precisamos supor que o consumidor tem preferências por um conjunto de bens em vez de outro, pois não há sentido em dizer que ele seja um conjunto de bens 5% mais que o outro, ou qualquer coisa do gênero.

A escolha da quantidade, portanto, não necessariamente depende do conhecimento da função de utilidade. Contudo, para Hicks, existia um problema nessa formulação, o qual consistia no fato de as curvas de indiferença não serem diretamente observadas. A resolução dessa questão surgiu por volta de 1970. Hurwicz e Uzawa (1971) demonstraram um procedimento numérico teórico para especificar a função de utilidade, dado qualquer sistema de equações de demanda que satisfaçam requerimentos formais da teoria moderna da utilidade ordinal.

A função de utilidade resume alguns aspectos dos gostos ou preferências dos indivíduos, considerando-se o consumo de vários conjuntos de bens. Para que a utilidade seja maximizada, é necessário impor certas restrições sobre o seu formato<sup>16</sup>, o que é equivalente a impor restrições sobre as preferências.

---

<sup>16</sup> Uma das restrições impostas sobre o formato da função de utilidade, de acordo com Silberberg (1990), é que ela deve ser quase-côncava, pois caso ela não possua esse formato, o ponto de utilidade máxima irá mudar de um eixo para o outro à medida que um dos preços aumenta. Além disso, teríamos uma solução de canto, indicando que os consumidores gastam toda a sua renda em um único bem. Esse comportamento não é observável no mundo real. Por essa razão afirma-se que as curvas de indiferença são convexas em relação à origem, isto é, a função de utilidade é quase-côncava. Outra hipótese que é assumida para a função de utilidade é a de continuidade, implicando que as preferências sejam contínuas. De acordo com Mas-Collel (1995), esse axioma pode ser entendido como uma indicação que o consumidor não irá reverter suas preferências nos pontos limites. Também assume-se que a função de utilidade seja crescente, implicando a não-saciedade no consumo dos bens, isto é, mais unidades de um mesmo bem é melhor do que menos. Além disso, a função de utilidade deve ser

Assim, a teoria clássica da maximização da utilidade trata de uma função de utilidade que é maximizada, sujeita a uma restrição orçamentária, e, partindo desse sistema de equações, obtém-se, impondo-se certas restrições, a demanda pelos bens que compõem essa função de utilidade. Tais demandas, quando forem o resultado de uma maximização de uma função de utilidade, irão apresentar algumas características<sup>17</sup>. A questão discutida por Hurwicz e Uzawa (1971) a respeito do problema proposto por Hicks (1939) de que as curvas de indiferença não eram diretamente observadas é chamada em economia como o problema da integrabilidade, o qual parte do caminho inverso da maximização da utilidade, isto é, partindo-se de um sistema de funções de demanda que possua determinadas propriedades<sup>18</sup> consistentes com a maximização de utilidade, é possível inferir que exista alguma função de utilidade a partir da qual essas equações de demanda são observáveis?

A resposta dada a essa pergunta é resolvida de diferentes maneiras segundo diversos autores, inclusive são propostos teoremas que provam a veracidade dessa possibilidade de acordo com a imposição de determinadas restrições. Hurwicz e Uzawa (1971), assumindo certas condições de regularidade, utilizam funções de compensação de renda para construir indicadores de utilidade, que podem ser usadas para comparar diferentes combinações de preço e renda, de forma que cada combinação vai gerar um determinado índice. Assim, uma combinação de preço-renda será definida preferível à outra se o índice de utilidade gerado for maior. Seguindo a lógica do problema da integrabilidade, primeiro mostra-se que as funções de demanda são obtidas a partir das derivadas da função de compensação de renda em relação ao preço, e que essas funções de demanda são integráveis. A função de compensação de renda é utilizada para construir a função de utilidade correspondente, a qual terá um único valor<sup>19</sup>.

Varian (1992), utiliza a função despesa e a função de utilidade indireta para propor uma solução à questão da integrabilidade. O autor define condições de integrabilidade (p. 484) partindo de um sistema de equações diferenciais parciais  $g(p)$ , as quais são representadas pelas funções de demanda obtidas a partir da Identidade de Roy, tal que a

---

também diferenciável para que possamos obter a maximização da mesma, uma vez que a cesta de consumo ótima é obtida via diferenciação.

<sup>17</sup> Uma demanda resultante de um processo de maximização de utilidade possui a característica de ter uma matriz de substituição simétrica e negativa-semidefinida, de ser homogênea de grau zero, e de satisfazer a Lei de Walrás, isto é, que o indivíduo gasta toda a sua renda, garantido que a solução ótima esteja sobre a restrição orçamentária.

<sup>18</sup> Tais propriedades referem-se às citadas na nota de rodapé anterior (número 16).

<sup>19</sup> Esse único valor está associado ao fato de o sistema de equações a partir do qual a demanda foi obtida via diferenciação tenha apenas uma solução para o resultado de maximização de utilidade, isto é, só existe uma função de demanda que maximize a função de utilidade.

função que é diferenciável  $f(p)$ <sup>20</sup> apresente um caso especial no qual a mesma não é explícita do lado direito da equação (p. 125):

$$\frac{\partial f(p)}{\partial(p_i)} = g_i(p) \quad i = 1, 2, \dots, k \quad (2.1)$$

tem uma solução local se e somente se

$$\frac{\partial g_i(p)}{\partial(p_j)} = \frac{\partial g_j(p)}{\partial p_i} \quad \text{para todos } i \text{ e } j. \quad (2.2)$$

De acordo com Varian, a aplicação dessa condição ao problema da integrabilidade é equivalente ao requerimento de que a matriz de substituição de Slutsky seja simétrica. O autor considera mais fácil trabalhar com a função despesa, desde que a mesma seja côncava nos preços<sup>21</sup>, ao invés da função de utilidade indireta, utilizando, portanto, o que chamamos de demanda Hicksiana. Dessa forma, as restrições de Slutsky implicam que as funções de demanda podem ser integradas para encontrar uma função despesa consistente com a escolha de comportamento observada.

Para Silberberg (1990), a possibilidade de substituir a hipótese de maximização de utilidade por uma outra hipótese que tem por base as quantidades observadas resultou no que é conhecido como preferência revelada. Esse assunto foi inicialmente tratado por Samuelson, Houthakker, e outros autores entre 1930 e 1940, e está intimamente relacionado com o problema da integrabilidade. Dessa forma, o autor utiliza os Axiomas Fraco e Forte da Preferência Revelada para resolver o problema da integrabilidade. De acordo com o autor, duas propriedades da função de demanda conseqüentes da análise de utilidade (unicidade e homogênea de grau zero) são também conseqüência do Axioma Fraco da Preferência Revelada. Além disso, o Axioma também implica a negatividade da matriz de substituição de Hicks-Slutsky. No entanto, não é possível deduzir-se simetria, uma vez que pode ser que não haja transitividade. A simetria é, por fim, garantida através do Axioma Forte da Preferência

---

<sup>20</sup> No caso da Identidade de Roy, a função  $f$  representa a função de utilidade indireta.

<sup>21</sup> Essa condição requer que a matriz formada pelas segundas derivadas da função despesa seja negativa semidefinida. De acordo com Varian, essa matriz é simplesmente a matriz de substituição de Slutsky, logo, isso equivale a hipótese de que a matriz de substituição de Slutsky seja negativa semidefinida.

Revelada, permitindo que um conjunto de funções de demanda seja gerado por uma função de utilidade.

Silberberg (1990) esboça um gráfico para facilitar o entendimento da relação entre integrabilidade e preferência revelada (Gráfico 2.4):

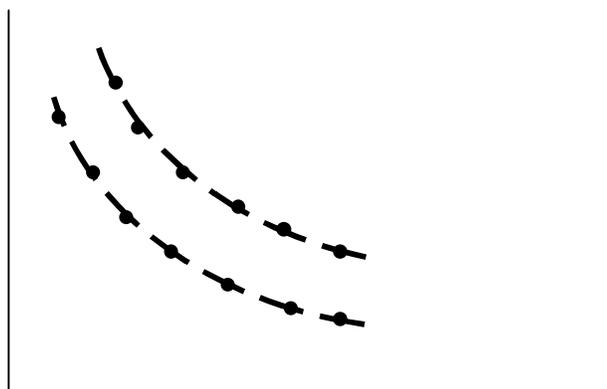


GRÁFICO 1.4 – Integrabilidade: o caso de duas variáveis  
Fonte: Silberberg (1990), p. 375.

Cada ponto do plano  $(x_1, x_2)$  tem uma direção definida pelas condições de primeira ordem do problema de maximização de utilidade,

$$dx_1 + \frac{U_2}{U_1} dx_2 = 0 \quad (2.3)$$

as quais, para o caso de dois bens, são equivalentes à taxa marginal de substituição entre dois bens:

$$\frac{dx_2}{dx_1} = -\frac{U_1}{U_2} \quad (2.4)$$

Esses segmentos direcionais aparecem no gráfico como os pequenos segmentos de linha em cada ponto. O problema da integrabilidade, segundo Silberberg, é encontrar uma função que una esses segmentos, para níveis constantes de utilidade. Na análise de utilidade, essas curvas de nível formadas pela união dos segmentos nada mais são do que as curvas de indiferença. Sob algumas condições matemáticas<sup>22</sup>, de acordo com o autor, sempre é possível encontrar essa função de utilidade para o caso de dois bens, garantindo a solução para a equação diferencial 2.3. No caso de três bens existe a possibilidade de não-transitividade, sendo necessária a condição de integrabilidade ou o Axioma Forte da Preferência Revelada para garantir a existência de uma função utilidade.

A consequência dessa análise a respeito da teoria da Preferência Revelada para o caso de dois bens é que o Axioma Fraco é, de fato, suficiente para garantir a existência de uma Função de Utilidade. A intransitividade não pode ocorrer com dois bens se o Axioma Fraco for satisfeito. A diferença fundamental entre a situação de dois ou muitos bens é que, com dois bens, existe apenas um preço relativo e, com isso, o consumidor não pode circular ao redor do ponto de origem para uma nova posição de um maior nível de bens e permanecer na mesma curva de indiferença como é possível para o caso de mais dimensões se apenas o Axioma Fraco for satisfeito.

O valor de um determinado bem X, de acordo com Silberberg (1990), é a quantidade máxima de algum outro bem Y que o indivíduo está disposto a abrir mão para adquirir uma unidade a mais do bem X. No limite, isto é, na margem, o valor de um bem é dado pela inclinação da curva de indiferença num ponto determinado. Este valor é chamado de taxa marginal de substituição do bem X pelo bem Y, isto é, o valor marginal de X em termos de Y. Para que haja substitutibilidade entre os bens é necessária a suposição de que a curva de indiferença tenha inclinação negativa (isto é, que a taxa marginal de substituição entre dois bens seja negativa), pois se a curva de indiferença tem inclinação positiva, um dos bens seria um “mal” (utilidade marginal negativa<sup>23</sup>) e os consumidores não iriam querer trocar um bem

---

<sup>22</sup> Para o caso de dois bens, sempre há uma solução desde que sejam satisfeitas as condições de homogeneidade e da Lei de Walrás.

<sup>23</sup> A utilidade marginal negativa indica que há um decréscimo de utilidade à medida que consome-se uma unidade adicional do bem. A esse tipo de bem denomina-se “mal”. Os tipos de bens denominados de “mal” não entram na análise da teoria do consumidor, pois uma das suposições é que haja não-saciedade no consumo, isto é, mais quantidade do mesmo bem é melhor do que mesmo. Matematicamente representa-se isso através da hipótese de utilidade marginal positiva de um bem. Diz-se, então que as preferências são não saciáveis, o que equivale dizer que a função de utilidade é crescente. Cabe também ressaltar que apesar de considerarmos positiva a utilidade marginal, ela é decrescente, no sentido de que mais unidades do bem geram uma satisfação menor, mas isso é visto na hipótese de taxa marginal de substituição decrescente.

pelo outro, eles sempre iriam preferir adquirir unidades do “bem”. Assim, a inclinação da curva de indiferença representa os trade-offs que um consumidor está disposto a fazer.

A hipótese de taxa marginal de substituição decrescente das curvas de indiferença indica que, para haver a troca de mais unidades de um bem X em questão, cada vez mais são necessárias mais unidades de um outro bem Y, pois a satisfação de uma unidade a mais do bem X cresce a taxas decrescentes à medida que cada unidade a mais é adquirida. Essa hipótese, de acordo com Silberberg (1990), não é suficiente para a existência de um máximo interior restrito. A condição necessária é que as curvas de indiferença<sup>24</sup> sejam convexas em relação à origem. Matematicamente, segundo o autor, essa hipótese é equivalente à condição de quase-concavidade da função de utilidade. Assim, o fato de a curva de indiferença ser convexa em relação à origem é uma hipótese muito mais forte, num mundo multidimensional<sup>25</sup>, do que simplesmente taxa marginal de substituição decrescente.

Generalizando-se o conceito de valor econômico em termos de *trade-off*, segundo Hanemann (2005), pode-se avaliar que se X possui um valor de 50 unidades de Y, o indivíduo estaria disposto a trocar X por 50 unidades de Y, onde Y representa o numerário em termos do qual o valor é mensurado. Esse *trade-off* não é limitado a bens comercializados no mercado, ele pode ser aplicado a qualquer dois itens que possuem valor para o indivíduo, independente deles terem ou não um preço no mercado. Dessa forma, X e Y podem ser definidos como qualquer coisa que as pessoas derivem satisfação, como apreciar o por do sol, algum aspecto de saúde, preservar alguma espécie.

---

<sup>24</sup> Considerando-se superfícies com n-dimensões. Essa hipóse é análoga à convexidade das curvas de indiferença bidimensionais.

<sup>25</sup> Apenas no caso de dois bens que a convexidade é equivalente à taxa marginal de substituição decrescente. Ver Silberberg (1990).

## 2.3 MARCO INSTITUCIONAL

No contexto do valor econômico da água, segundo Samuelson (1954), a água pode ser classificada tanto como um bem público<sup>26</sup> quanto como um bem privado<sup>27</sup>. Ela é classificada como um bem privado quando utilizada por consumidores (uso doméstico), na agricultura ou na indústria, e classificada como um bem público quando se considera o habitat aquático, quando desfrutada como paisagem ou para recreação. Existe, assim, uma dificuldade de definir bens que não são puramente privados ou públicos. Essa questão é discutida por Buchanan (1965).

Segundo a OECD, a água é um recurso frágil sujeito a demandas competitivas, e que deve, portanto, ser tratada como um recurso que possui valor, de forma que o seu uso deve ser cobrado para estimular a eficiência do mesmo e evitar o uso excessivo. Por outro lado, a água também é um bem social, uma vez que água é uma necessidade básica para todos, logo, a permissão de acesso a ela deve ser uma prioridade, particularmente para os pobres e vulneráveis.

Bens públicos estão relacionados a valores que não sejam de uso. No caso do meio ambiente, o principal valor refere-se à proteção ambiental (WEGGE; HANEMANN; LOOMIS, 1996), e esses valores, segundo Samuelson (1954) podem gerar um benefício maior do que o gerado pelos usos da água, uma vez que a valoração de bens públicos é diferente da de bens privados porque os primeiros podem ser desfrutados simultaneamente por muitos indivíduos, enquanto que os últimos só podem ser desfrutados por uma pessoa num determinado período do tempo.

Uma outra questão relevante a respeito dos bens públicos é que eles tendem a ser sub-ofertados ao serem ofertados coletivamente, pois as pessoas têm um incentivo egoísta de “pegar-carona”<sup>28</sup> em decisões coletivas. Além disso, os usuários não têm incentivos de usá-los de maneira eficiente como o fariam se o bem fosse privado, culminando, muitas vezes, no uso intensivo do mesmo.

---

<sup>26</sup> Caracterizado por serem não-excludentes e não rivais (o consumo do bem por um indivíduo não afeta o consumo de outro indivíduo pelo bem).

<sup>27</sup> Bens transacionados no mercado.

<sup>28</sup> Termo conhecido na economia como comportamento *free-rider*.

Na literatura sobre recursos naturais<sup>29</sup>, existe uma distinção entre recursos de acesso livre e de propriedade comum. Um recurso de livre acesso pode ser usado por qualquer indivíduo sem qualquer mecanismo de controle. Já um recurso de propriedade comum não é utilizado por qualquer indivíduo. Como atualmente, no marco institucional vigente, são necessários a outorga e o licenciamento para utilizar a água, ela não pode ser, legalmente, classificada como um bem de acesso livre.

Uma maneira de solucionar o problema do uso intensivo da água é estabelecer uma tarifa para a água, a partir de um modelo de negociação, por exemplo, de acordo com a quantidade de água utilizada por cada agente. Uma outra solução poderia ser o estabelecimento de Direitos de Propriedade<sup>30</sup> - modelo de mercado - (Anderson, 1983), os quais podem ser individuais, coletivos<sup>31</sup> ou podem pertencer ao Estado<sup>32</sup>.

O modelo de mercado (Direitos de Propriedade) funciona através da transferência de água dentro da bacia hidrográfica, dentre e entre setores. As partes negociam as transferências e preços entre si, sem uma agência externa. Os usuários possuem direitos de uso<sup>33</sup> da água e decidem individualmente sobre a alocação e o uso dos recursos hídricos. No entanto, Young (1996) aponta para possíveis dificuldades para a implantação de mercados de água estão relacionadas à característica da água como um bem público, às dificuldades de medir a quantidade de água utilizada devido às suas características físicas, às externalidades e aos monopólios. Além disso, se os Direitos de Propriedade estão mal definidos<sup>34</sup>, dificilmente se chegará à alocação ótima. Dessa forma, segundo o autor, um mercado para água provavelmente só é viável quando combinado com o governo. Por outro lado, para Coase (1960), a melhor solução seria que as partes envolvidas negociassem um acordo entre si<sup>35</sup>, sem qualquer interferência do Estado. Segundo Lee e Jouravlev (1998), a força motora que está por trás do interesse no uso de mercados é a percepção de que existem ganhos substanciais do comércio a ser obtido pela introdução de mercados de água. Esses ganhos representam o custo de oportunidade da falha ao modificar as instituições existentes relativas

---

<sup>29</sup> A exemplo, ver Cunha, Nunes e Miranda (2006).

<sup>30</sup> Referem-se ao estabelecimento de permissões para o uso de recursos, bens ou serviços, definindo normas de comportamento social.

<sup>31</sup> Sob propriedade comunitária, se o recurso não for usado por alguém, ninguém pode ser excluído de seu uso. Entretanto, uma vez em uso, o recurso se torna propriedade privada do usuário.

<sup>32</sup> Quando o Direito de Propriedade é garantido pela atuação do Estado através de um contrato social escrito, ele equivale a uma lei.

<sup>33</sup> Para possuir o Direito de Uso é necessário comprá-lo. A diferença está no fato de que cada quota é válida, normalmente, por um período maior de tempo (5 ou 10 anos) do que o modelo de negociação (normalmente 1 ano).

<sup>34</sup> A mal definição de Direitos de Propriedade pode estar associada aos custos de transação.

<sup>35</sup> Isto é, trocassem Direitos de Propriedade.

a água para que estas promovam o uso mais economicamente eficiente da oferta de água disponível.

A outra alternativa, segundo Motta (1998), consiste no modelo de negociação, onde os usuários da água negociam a sua cobrança e a sua alocação. Com origem na política francesa de gestão dos recursos hídricos, existem dois tipos de arranjos institucionais: a agência da bacia hidrográfica, responsável pelo planejamento técnico e de longo prazo, fiscalização e aplicação da tarifa, e o comitê da bacia, onde os diversos moradores (agricultores, indústrias, ambientalistas, instituições de ensino e de pesquisa, e representantes da comunidade) discutem e negociam a respeito dos objetivos da organização, das taxas e de investimentos. A concessão de direitos e a cobrança pelo uso da água são efetuadas com base em critérios técnicos e administrativos, tais como a disponibilidade de água na bacia.

No Brasil, os princípios de gestão por bacia da NGRH (Nova Gestão de Recursos Hídricos), segundo Motta (1998), seguem o modelo francês (modelo de negociação). Além da legislação federal, de acordo com a assessoria parlamentar da Agência Nacional de Águas (BRASIL, 2007), 26 Estados<sup>36</sup> também promulgaram suas leis estaduais referentes aos recursos hídricos, a partir de dispositivos estabelecidos na constituição de 1988.

No Rio Grande do Sul, a Lei Estadual 10.350, de 30 de dezembro de 1994, em seu artigo 1º, estabeleceu que a água é um bem dotado de valor econômico:

Art. 1º - A água é um recurso natural de disponibilidade limitada e dotado de valor econômico que, enquanto bem público de domínio do Estado, terá sua gestão definida através de uma Política de Recursos Hídricos, nos termos desta Lei.

A cobrança pelo uso da água foi determinada no Art. 3º, parágrafo IV, estabelecendo que a água dever ser cobrada de acordo com as suas diversas utilizações e com a finalidade de incentivar o uso correto da mesma.

---

<sup>36</sup> São eles: Alagoas, Acre, Amazonas, Amapá, Bahia, Ceará, Distrito Federal, Espírito Santo, Goiás, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Pará, Paraíba, Paraná, Pernambuco, Piauí, Rio de Janeiro, Rio Grande do Norte, Rio Grande do Sul, Rondônia, Santa Catarina, São Paulo, Sergipe e Tocantins.

Art. 3º - A Política Estadual de Recursos Hídricos reger-se-à pelos seguintes princípios :

IV - as diversas utilizações da água serão cobradas, com a finalidade de gerar recursos para financiar a realização das intervenções necessárias à utilização e à proteção dos recursos hídricos, e para incentivar a correta utilização da água; (RIO GRANDE DO SUL, Lei n. 10.350, 1994)

As regras gerais para cobrança de seu uso são determinadas no Art. 33º, estabelecendo que deve ser feita a cobrança tanto devido à derivação direta da água, quanto pelo lançamento de efluentes. No entanto, como mostra Soares Junior, Nogueira e Cordeiro Netto (2004), não existe nada definido a respeito de como essa cobrança deve ser realizada, se pode ser através de uma taxa/preço (modelo de negociação) ou se pode ser através de licenças negociáveis (modelo de mercado).

Art. 33 - O valor da cobrança será estabelecido nos planos de Bacia Hidrográfica, obedecidas as seguintes diretrizes gerais:

I - na cobrança pela derivação da água serão considerados:

- a) o uso a que a derivação se destina;
- b) o volume captado e seu regime de variação;
- c) o consumo efetivo;
- d) a classe de uso preponderante em que estiver enquadrado o

corpo de água onde se localiza a captação.

II - na cobrança pelo lançamento de efluentes de qualquer espécie serão considerados:

- a) a natureza da atividade geradora do efluente;
- b) a carga lançada e seu regime de variação, sendo ponderados na sua caracterização, parâmetros físicos, químicos, biológicos e toxicidade dos efluentes;

c) a classe de uso preponderante em que estiver enquadrado o corpo de água receptor; (RIO GRANDE DO SUL, Lei n. 10.350, 1994).

A alternativa de mercados de água, segundo Simpson (1994 apud SOARES JUNIOR; NOGUEIRA; CORDEIRO NETTO, 2004), só é viável se certas condições forem satisfeitas. A primeira é que deve haver grande escassez de água, uma vez que isso gera uma demanda competitiva pela água. A segunda condição é que é necessária uma legislação compatível com

o modelo de mercado, evitando que questões políticas ou culturais possam interferir, prejudicando a eficiência do modelo. Para tanto, é necessário, de acordo com Lee e Jouravlev (1998), um claro entendimento da estrutura institucional e legal, o estabelecimento de regras claras e regulamentos exclusivos de direitos de propriedade<sup>37</sup> e a existência de mecanismos que permitam a facilidade de transferências e a mínima interferência burocrática no mercado. Além disso, é necessário ter informação pública a respeito da oferta e da demanda de direitos de água e a possibilidade física e legal para comercialização.

A Lei 9.433/97, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, incorpora a outorga pelo direito de uso e a cobrança pelo uso da água, mas, segundo Soares Junior, Nogueira e Soares Netto (2004), a lei é dúbia a respeito de qual instrumento é compatível com a cobrança pelo uso da água. Assim, existe uma dúvida se as licenças negociáveis seriam compatíveis com o direito de uso sobre a água, embora, na opinião dos autores, existam vários indícios contrários à criação de um mercado de água. A terceira condição diz respeito às instituições, de forma que as instituições públicas devem assegurar e fiscalizar os direitos do modelo de mercado, e as instituições privadas devem administrar o sistema. Os autores apontam para uma questão interessante a respeito de como as atuais instituições públicas federais (Agência Nacional de Água -ANA, Secretaria de Recursos Hídricos) estadual e municipal (Secretaria de Meio Ambiente), e Local (Comitê de Bacia) irão interagir num sistema de mercado. Complementarmente a essa questão, ainda não existe uma instituição privada definida que administraria o sistema.

Kemper (1997) analisa dois modelos alternativos de alocação dos recursos hídricos (mercado para a água e sistema de cobrança) no Ceará para a região do Vale do Curu. É analisada a viabilidade institucional para cada alternativa bem como são identificados os incentivos criados por esses arranjos institucionais.

Soares Junior, Nogueira e Cordeiro Netto (2004) realizaram um estudo a respeito da viabilidade da criação de um mercado de quotas comercializáveis de águas na Bacia Hidrográfica do rio Preto no Distrito Federal. Apesar do êxito da aplicação dessa técnica em diversos países, bem como quando aplicadas no controle da poluição, a conclusão é que ainda não é viável o estabelecimento de licenças negociáveis para a água, uma vez que os indícios

---

<sup>37</sup> Se direitos de propriedade estão mal definidos, o mercado não pode garantir a alocação eficiente dos recursos. Dessa forma, é necessário que os direitos e as obrigações dos proprietários de direitos de propriedade sobre a água sejam estabelecidos tanto entre proprietários, quanto com o resto da sociedade, de maneira que os agentes possam formar expectativas corretas a respeito dos seus benefícios.

negativos foram mais aparentes em relação aos positivos<sup>38</sup>. Apesar de ter ocorrido uma aceitação maior de licenças (51,4%) do que a disposição a pagar, a porcentagem de pessoas que aceitam comercializar o título é muito baixa (43,2%), sendo um ponto desfavorável para que o mercado de água funcione de fato. Além disso, a comercialização depende também da burocracia envolvida, fato que no Brasil supostamente irá ser um problema. Existe também uma grande dificuldade na obtenção de dados a respeito de vazão ou volume de licenças, e também uma descrença a respeito da divisão de quotas, indicando fatores contrários à implementação do modelo de mercado.

Um fator importante também, alinhado a um dos pré-requisitos requeridos para a implementação do modelo de mercado, é que atualmente não existe ainda uma escassez significativa na bacia do rio Preto. Esse fato pode ser caracterizado pela ausência de conflitos constantes pela água, verificando-se apenas conflitos isolados. Dessa forma, fatores culturais e fatores ligados à propriedade da terra tornam-se salientes como argumentos contrários a qualquer possibilidade de cobrança pelo uso da água.

Apesar de todos esses fatores contrários a implementação de licenças comercializáveis, os fatores mais importantes que inviabilizam a mesma estão relacionados às instituições<sup>39</sup> e a possível incompatibilidade do modelo de mercado com a Lei 9.433/97. Dessa forma, existe uma grande indicativa de que o melhor modelo para o Brasil atualmente é o modelo de negociação, da mesma forma que alguns autores afirmem ser esse o modelo coerente com a legislação. Assim como em Soares Junior, Nogueira e Cordeiro Netto (2004), ressalta-se aqui a importância e a necessidade de estudos a serem realizados no que diz respeito ao papel das instituições na gestão das águas.

---

<sup>38</sup> Uso predominantemente agrícola na região, utilização coletiva de barragens e o baixo índice de utilização de águas subterrâneas são indicativas de fatores positivos para a viabilidade do modelo de mercado.

<sup>39</sup> Apesar de, na Bacia do Rio Preto, haver uma porcentagem significativa de agricultores que estão associados a algum tipo de instituição de caráter privado, existe a necessidade de estabelecer-se uma relação entre as instituições públicas vigentes e a(s) privada(s).

### 2.3.1 A Institucionalidade na Bacia do Gravataí

Os órgãos que atuam sobre a Bacia do Gravataí são, basicamente, o Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí, o Departamento de Recursos hídricos e a FEPAM.

O Comitê representa a participação da sociedade no sistema. Cabe a ele compatibilizar os interesses dos diferentes usuários e resolver eventuais conflitos em primeira instância. Além disso, ele deve aprovar os valores a serem cobrados pelo uso da água, os quais só serão aplicados pela Agência da região Hidrográfica, órgão ainda inexistente, e após a aprovação de um Plano de Bacia, também inexistente na atualidade. Portanto, a definição do valor da água será realizada diretamente junto do Comitê, uma vez que cabe a ele o primeiro passo para a viabilidade da precificação.

O Departamento de Recursos Hídricos é responsável pela emissão de outorga para os usos que alterem as condições quantitativas das águas. A outorga representa um instrumento através do qual o Poder Público autoriza, concede ou ainda permite ao usuário fazer o uso deste bem público. O Decreto nº 37.033, de 21 de novembro de 1996, regulamentou este instrumento, estabelecendo os critérios para a concessão, "licença de uso" e "autorização", bem como para a dispensa.

A FEPAM é o órgão ambiental do estado que concede o licenciamento ambiental, instrumento que busca compatibilizar o desenvolvimento das atividades econômicas com o uso racional dos recursos hídricos. Assim, caberá à FEPAM a concessão de outorga quando se referir a usos que afetem as condições qualitativas dos recursos hídricos.

Art. 29 - Dependerá da outorga do uso da água qualquer empreendimento ou atividade que altere as condições quantitativas e qualitativas, ou ambas, das águas superficiais ou subterrâneas, observado o Plano Estadual de Recursos Hídricos e os Planos de Bacia Hidrográfica.

Parágrafo 2º - O órgão ambiental do Estado emitirá a outorga quando referida a usos que afetem as condições qualitativas das águas. (RIO GRANDE DO SUL, Decreto n. 37.033, 1996, Art. 29, § 2).

## 2.4 REVISÃO DE LITERATURA

A respeito dos métodos de precificação de água para irrigação, Carramaschi, Netto e Nogueira (2000) compara o Método de Valoração Contingente (MVC) e o Método Dose-Resposta (MDR, função de produção) na Bacia do Rio Rocinha nas proximidades do Distrito Federal.

Becker (1999) examina duas maneiras alternativas pelas quais o governo pode intervir na agricultura em relação à precificação de água em regiões semi-áridas: *Drought Compensation Sheme* (DCS) e suporte para o preço da água. Mostra-se que diferentes mecanismos são preferidos pelo governo e pelos agricultores.

Qweiss, Shdeed e Gab (2000) utilizam três modelos para determinar a demanda por água irrigada: modelo de insumos fixos, modelo de insumos variáveis e o modelo de satisfação. Esses modelos são aplicados em dois casos de estudo (Radwania, na Arábia e Rabea, no Iraque). Também é avaliada a questão da eficiência do uso da água, medida através da quantidade de água requerida<sup>40</sup> para produzir um determinado nível de produção em relação à quantidade de água utilizada.

Ioslovich e Gutman (2001) desenvolveram um modelo para a alocação da água entre usos urbano, rural (agricultura) e consumidores secundários com base em uma função eficiência para cada tipo de consumidor de água. Aplicando-se o método de otimização global, definindo condições de transversalidade, é possível encontrar um preço-sombra para a água.

Uma referência nacional na cobrança de recursos hídricos é o trabalho de Lanna (1999), no entanto o foco é para a cobrança da água pelo lançamento de efluentes. Mesmo assim, é simulada uma tarifa para a cobrança pelo uso da água bruta, embora a justificativa seja de aliviar a carga tarifária que incidirá sobre alguns poluidores<sup>41</sup> e não a escassez de água. A estimativa da cobrança pelo uso da água bruta teve por base os valores de consumo por tipo de usuário em cada sub-região da Bacia dos Sinos apresentados pelo Conselho de Recursos Hídricos do RS/96. Os resultados podem ser visualizados na Tabela 2.1:

---

<sup>40</sup> A quantidade de água requerida é obtida através da equação de demanda calculada para o produto, utilizando-se os valores médios de cada variável independente.

<sup>41</sup> O subsídio seria para poluidores que tenham baixa capacidade de pagamento ou para melhorar a rede de monitoramento da bacia, uma vez que tenha sido constatada que não exista escassez quantitativa de água.

TABELA 2.1 Valor Unitário da Cobrança pelo Uso da Água na Bacia do Rio dos Sinos

Usuário	Valor Unitário (US\$/1000m <sup>3</sup> )
População Urbana	20
População Rural	20
Irrigação	5
Atividade de criação de animais	5
Uso industrial	30
Fonte: Lanna (1999)	

Conforme podemos ver, o valor da tarifa cobrada para a irrigação é o mais baixo dentre todos, juntamente da atividade de criação de animais. Provavelmente, isso está relacionado ao fato dessa atividade utilizar um volume muito maior de água<sup>42</sup>, o que tornaria, provavelmente, inviável o pagamento de uma tarifa mais elevada por parte da maioria dos agricultores, que possuem uma baixa capacidade de pagamento. As estimativas das receitas obtidas com a cobrança do uso da água indicam ser maiores para a população urbana (49,26% - apesar de o consumo ser menor relativamente à agricultura), seguindo-se da indústria (30,95%) e só depois a agricultura (18,73%). Por fim, teríamos as receitas referentes à população rural (0,62%) e à criação de animais (0,44%). Cabe ressaltar que a receita obtida com a cobrança do uso da água deve ser aplicada na bacia onde foi cobrada.

Em relação ao Método de Valoração Contingente, a primeira aplicação significativa foi feita por Davis (1963), que tratou do valor econômico de uma área de recreação em Maine. Outra aplicação foi feita por Ridker (1967) para medir danos da poluição do ar. Em 1969 surgiram na literatura econômica diversos estudos a respeito desse método, embora o seu reconhecimento oficial ocorreu em 1979 quando o *US Water Resources Council* incluiu o MVC junto do método da preferência revelada como um dos métodos de valoração de bens não comercializados no mercado.

A cobrança pela água ainda não é praticada no Rio Grande do Sul. A iniciativa mais avançada encontra-se na bacia do rio Santa Maria, que tem uma proposta de cobrança

<sup>42</sup> De fato, na bacia do Rio dos Sinos o consumo de água pela irrigação é o mais elevado. O valor estimado é de 167.216.107m<sup>3</sup> (LANNA, 1999).

apresentada pela Universidade Federal de Santa Maria, através do grupo de pesquisa denominado GerHi – Grupo de Pesquisa de Gestão de Recursos Hídricos. O modelo desenvolvido pelo grupo<sup>43</sup> parte do princípio de que os valores arrecadados devem ser suficientes para a aplicação do Plano da Bacia Hidrográfica, como preconiza a legislação, mas não trata de verificar a possibilidade dos custos serem absorvidos pelos sistemas produtivos locais. A presente pesquisa parte para outro rumo, verificando a intenção de pagamento por parte dos orizicultores, que representam o maior consumo de água na bacia do rio Gravataí, sinalizando assim para o Comitê de Gerenciamento as possibilidades de ingresso de recursos para a implantação de um futuro plano de bacia.

#### 2.4.1 A Bacia do Rio Paraíba do Sul

Recentemente foi realizado um estudo (SERRICCHIO et al., 2006) de gestão ambiental na Bacia do Rio Paraíba do Sul, onde foi analisada a atuação do CEIVAP (Comitê para Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul), bem como a aplicação da cobrança pelo uso da água. Essa Bacia Hidrográfica possui uma característica diferente da Bacia do Gravataí, a de que o rio principal percorre mais de um Estado. Logo, o sistema de gestão, assim como nos casos em que o rio principal atravessa outros países, é de jurisdição federal, atuando, dessa forma, tanto o poder público federal (ANA), quanto o estadual, e também organismos de sub-bacia.

O CEIVAP foi criado com o objetivo de promover a integração entre a União e os Estados, entre os Estados membros da Bacia (São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro), e entre os Estados e Municípios e os organismos de sub-bacia. Esse órgão também realiza estudos a respeito da análise de investimentos necessários para viabilizar a sustentabilidade da bacia.

Dois pontos importantes que foram discutidos no âmbito do CEIVAP e adotados como condições prévias para a cobrança pelo uso da água foram: i) assegurar que o retorno dos

---

<sup>43</sup> Santa Maria desenvolveu o Modelo STÁgua como instrumento de gestão. A descrição do modelo pode ser obtida acessando o site da Universidade Federal de Santa Maria <http://hidroprojetos.ctlab.ufsm.br/gerhi/site.php?IDSite=7&Canal=Canais&IDCanal=28> (acesso em agosto de 2007).

recursos da cobrança não fique centralizado no Tesouro Nacional ou na própria ANA. Em primeiro de setembro de 2004, foi assinado um contrato de gestão com a ANA, o qual possibilita que os recursos obtidos com a cobrança pelo uso da água sejam recebidos pelo CEIVAP. Esse ponto levantado é de fundamental importância, pois garante que os recursos arrecadados sejam aplicados na Bacia onde foram coletados, facilitando a aceitação da implementação da cobrança pelo uso da água. Conforme Serricchio et al. (2006, p. 55), a assinatura desse contrato só foi viável em função da existência da Lei Federal número 10.188/04 que permite a ANA firmar contrato de gestão com entidades não-governamentais, sem fins lucrativos, autorizadas a exercer funções de agência de água das bacias. ii) a universalização da cobrança pelo uso da água, de forma a garantir a equidade entre os diferentes usuários da bacia. A respeito desse ponto, cabe ressaltar que o presente estudo que está sendo realizado na Bacia do Gravataí contempla apenas a agricultura, em virtude das diferenças metodológicas necessárias para adequar a cobrança pelo uso da água em cada uma das suas modalidades de uso<sup>44</sup>. Dessa forma, quando implementada a cobrança pelo uso da água na Bacia do Gravataí, sugere-se que seja feito um estudo para os demais usos da mesma.

Um valor referencial importante a respeito da cobrança pelo uso da água bruta para a agricultura e aquíicultura, é que, na Bacia do Rio Paraíba do Sul, o valor cobrado não pode exceder 0,5% dos custos de produção. O Preço Público Unitário (PPU) da água para agricultura ficou definido em R\$ 0,0005/m<sup>3</sup>, sendo que, no cálculo final, além de multiplicar o preço pela quantidade de água ( $Q_{cap}$ ) captada, multiplica-se por um coeficiente  $K_0$  definido como o multiplicador do preço unitário para captação. A essa parcela soma-se outra referente a quantidade de água captada que não é devolvida ao rio, isto é, multiplica-se o preço (PPU) pela quantidade de água captada ( $Q_{cap}$ ) e por um coeficiente de consumo da atividade em questão (agricultura) que capte essa relação  $K_1$  dividindo-se o volume consumido e o volume captado. O termo referente à poluição não foi considerado para a agricultura. Assim, pode-se resumir a fórmula de cálculo da seguinte maneira, de acordo com Serricchio et al. (2006):

$$Cobrança = Q_{cap} \times K_0 \times PPU + Q_{cap} \times K_1 \times PPU \quad (2.5)$$

A cobrança pelo uso da água na Bacia do Rio Paraíba do Sul iniciou-se em 2003 arrecadando um total de 5,9 milhões, 6,3 milhões em 2004 e novamente 5,9 milhões em 2005. Desse montante, conforme Serricchio et al. (2006), 7,5% destinam-se à Agência da Bacia.

<sup>44</sup> As demais explicações a esse respeito encontram-se na introdução do presente estudo.

Dentre as prioridades dos investimentos destacam-se projetos de gestão (capacitação técnica, sistemas de informações, educação ambiental, etc) e projetos estruturais (sistemas de esgotos, sistemas de abastecimento de água potável, ações de combate à erosão, entre outros).

Para que a cobrança pelo uso da água seja de fato praticada é necessária a criação da Agência de Água da Bacia. A Bacia do Rio Paraíba do Sul criou essa Agência, o que tornou possível iniciar a cobrança, uma vez que o comitê define a proposta de cobrança, mas quem a coloca em prática é a Agência de Água. No caso da bacia do Gravataí a Agência de Água ainda é inexistente, sendo fundamental a sua criação.

O modelo de cobrança pelo uso da água na Bacia do Rio Paraíba do Sul, segundo Serricchio et al. (2006, p. 90), é um exemplo importante de implementação efetiva da cobrança pelo uso da água bruta no país. Esse modelo foi adotado no Rio de Janeiro em 2004 e tem um papel pioneiro no processo de implantação da cobrança pelo uso da água no que se refere à criação da Agência de Água e a aplicabilidade do valor arrecadado.

#### 2.4.2 A Experiência Internacional de Cobrança pelo Uso da Água

Diferentemente de outros minerais cuja extração só é efetuada mediante o pagamento de *royalties*, na maioria dos países, o preço pago pela água nos seus diversos usos corresponde apenas ao custo envolvido na sua distribuição, não existindo nenhuma tarifa da água propriamente dita que reflita o seu valor econômico. Além disso, nos países em que existe uma tarifa referente à água, como Inglaterra, Alemanha, França e Holanda, elas geralmente não são elaboradas com base no valor econômico da água, mas se referem a taxas administrativas (HANEMANN, 2005). Assim, localidades nas quais a água é barata, geralmente, estão relacionadas a baixos custos de infra-estrutura ou ao seu subsidiamento, e não a sua abundância.

Nos Estados Unidos, o preço cobrado para agricultura é muito mais baixo do que o cobrado no uso residencial. Essa diferença, segundo Hanemann, ocorre em função da água usada para irrigação não ser tratada e não envolver um sistema de distribuição que envolve pressão. Além disso, existe uma tendência de estabelecer o preço para a água com base no custo histórico do sistema, ao invés do custo de reposição futura da água, o qual envolve os

custos marginais de longo prazo (muito maiores do que os de curto prazo). Essa diferença também está relacionada ao fato de a oferta de água ser, na sua maioria, estatal, cujo objetivo não é de obter lucro na venda da água, mas de prover um bem público.

Nos países europeus, a cobrança pelo uso da água, segundo Lanna (1999), têm diferentes objetivos, sendo que os principais deles estão relacionados à viabilização financeira dos sistemas hídricos, ao aumento das receitas, e à racionalização dos usos da água.

Na Alemanha, o sistema de cobrança pela derivação de água bruta varia em cada província. As tarifas mais elevadas estão relacionadas ao uso de água subterrânea. De acordo com Lanna (1999), em Baden-Wuttemberg a cobrança pela água depende do volume utilizado, do tipo de fonte e do destino. O preço da água subterrânea para irrigação segundo Smith (1995 apud LANNA 1999) é de US\$ 6/1000m<sup>3</sup>, enquanto que os demais usos foram mensurados em torno de US\$ 60 /1000m<sup>3</sup>.

Na Inglaterra e no País de Gales, de acordo com Lanna (1999), primeiramente paga-se uma tarifa única referente à outorga para um determinado volume de água e depois paga-se um valor anual<sup>45</sup> que depende do volume de água utilizado. Apesar de distinguir valores por região, estes geralmente são baixos, variando entre US\$ 0,006 e 0,021/1000m<sup>3</sup>, não refletindo o valor real do recurso hídrico.

Na França, a cobrança é feita levando-se em consideração a escassez de água e o quanto retorna ao ambiente. O Conselho de Administração da Agência de Água estabelece o valor cobrado. A cobrança referente ao uso agrícola é feita de acordo com estimativas do volume de água derivado durante o período de estiagens. Os valores das tarifas ficam em torno de US\$ 0,01 e 0,02/1000m<sup>3</sup>.

Os baixos valores referentes à cobrança pelo uso da água nos países europeus, de acordo com Lanna (1999), indicam que não são fortes os incentivos à racionalização do uso desse bem. Em relação aos tipos de água, o valor mais elevado para o uso de águas subterrâneas gera um incentivo ao uso de águas superficiais.

Segundo Lee e Jouravlev (1998), existem algumas regiões de alguns países que estabeleceram o mecanismo de mercados de água ao invés do modelo de negociação, como é o caso do Chile, da Espanha e dos Estados Unidos. A existência de direitos de propriedade sobre a água no Chile aparentemente trouxe uma considerável contribuição para o

---

<sup>45</sup> Esse valor depende da estação do ano (maior valor no verão devido à redução da oferta), de um fator de perdas, e do destino da água.

crescimento no valor da produção agrícola do país desde 1980. Contudo, a influência dos mercados de água não pode ser totalmente separada dos efeitos da estabilidade econômica e de outras reformas econômicas como a liberalização do comércio e a segurança sobre a propriedade da terra. Mesmo assim, a comercialização da água foi bem sucedida nesse país no que diz respeito à redução da necessidade de nova infraestrutura hidráulica e à melhora da eficiência da irrigação. No rio Limarí, no norte do Chile, os ganhos bruto e líquido do comércio são estimados, segundo os autores, entre US\$ 2,47 e US\$ 2,40 por metro cúbico transferido por ano.

Em Huerta do Alicante, na Espanha, de acordo com Lee e Jouravlev (1998), assim como no Chile, o proprietário da água é separado do proprietário da terra. A água é distribuída por rotação a uma taxa fixa. A proporção de água disponível de direito sobre a água para cada proprietário varia em cada rotação dependendo dos direitos de propriedade adquiridos em cada ocasião. Foi feita uma comparação desse sistema de mercado de água com outro encontrado em outras localidades da Espanha, onde o comércio não é permitido, a qual mostrou que o modelo de mercado é mais eficiente em termos de aumento da renda regional. Contudo, as diferenças não são grandes quando a escassez de água é moderada, apenas são significativas quando a escassez de água é grave.

## 2.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS A RESPEITO DO CAPÍTULO 2

A água, pelo fato de ser um recurso ambiental, pode apresentar resistência por parte das pessoas no sentido de pagar pelo seu uso. No entanto, a legislação estabelece a cobrança pelo seu uso como um bem que possui valor econômico<sup>46</sup>. Períodos de escassez de água sinalizam que, embora este ainda não seja um problema persistente na Bacia do Gravataí, deve existir uma gestão da água que evite este problema num futuro que pode ser próximo. Essa gestão deverá ser efetuada, segundo a legislação, com base na cobrança de uma taxa referente ao uso da água e aplicação dos recursos na Bacia onde foi recolhida a mesma, aplicando os recursos de forma a garantir o fornecimento de água para todos os seus usuários. Mas qual seria um valor justo? A irrigação do arroz, por exemplo, é o destino principal de água da Bacia do

---

<sup>46</sup> Atualmente, paga-se apenas pelo serviço de distribuição de água, nada é pago pela água como um bem.

Gravataí. Se for imposta uma tarifa muito elevada, pode ser que a produção seja inviabilizada para muitos produtores devido ao aumento no custo de produção. No próximo capítulo serão analisados dois métodos principais para a obtenção do valor da água na bacia do Gravataí: o Método Tradicional via demanda, e o Método de Valoração Contingente.

### **3 ASPECTOS METODOLÓGICOS TEÓRICOS**

A mensuração do valor econômico da água envolve a valoração de bens não transacionados no mercado, uma vez que ainda não existe a cobrança pelo uso da água no Rio Grande do Sul e em grande parte do Brasil, apenas pelo seu serviço de distribuição. Neste capítulo é feita uma análise de alguns métodos de estimação do valor econômico de recursos ambientais seguindo à ótica da demanda. Busca-se apresentar os métodos de valoração de recursos ambientais (água) tanto os que seguem uma linha tradicional de valoração via demanda, quanto os que utilizam a criação de um mercado hipotético para o recurso ambiental, buscando inferir a disponibilidade de pagamento para obter uma medida de valoração.

#### **3.1 ESTIMAÇÃO DO VALOR ECONÔMICO DE UM RECURSO AMBIENTAL SEGUINDO A ANÁLISE DE ESCOLHA RACIONAL TRADICIONAL**

O valor de um recurso ambiental seguindo o princípio de maximização de utilidade de um agente representativo pode ser obtido a partir de diversas técnicas econométricas. Primeiramente, é necessária a obtenção de uma equação de demanda. Para tanto, serão analisados três modelos, os quais desempenharão o papel de modelo teórico de estimação da equação de demanda tradicional na parte empírica ser realizada no próximo capítulo. Após a análise da demanda, serão, nesse estudo, vistas duas formas para obtenção do valor do recurso (sendo este medido através do preço): i) modelo de equações simultâneas, para o qual é necessário obter-se uma estiva da equação de oferta, e ii) elasticidade-preço da demanda.

### 3.1.1 Modelos de Estimação de Demanda por Água Irrigada

Qweiss, Shdeed e Gabr (2000) desenvolveram três modelos para estimar a demanda por água: Modelo de Insumos Fixos, Modelo de Insumos Variáveis e o Modelo de Satisfação. Os modelos são estimados por OLS<sup>1</sup>, embora os autores recomendem a utilização do SURE quando necessário. Basicamente, a diferença entre esses modelos dá-se pelas variáveis que são escolhidas como explicativas. Para a validação dos modelos são recomendadas três medidas de eficiência, as quais servem de suporte para a escolha do modelo mais adequado: Erro Absoluto Médio (MAE), Raiz do Erro Quadrático Médio (RMSE) e Erro Percentual Absoluto Médio (MAPE)<sup>2</sup>. Cabe ressaltar que normalmente utilizam-se os critérios de Schwartz e de Akaike para a escolha do modelo. Além disso, supõe-se que a função de lucros é quadrática e que os preços são expressos em termos relativos.

#### 3.1.1.1 Modelo de Insumos Fixos

Neste modelo existe uma restrição de que a quantidade de água disponível é fixa em um determinado período e deve ser alocada entre produtos competitivos. Usando a teoria dual, deve-se resolver o seguinte problema de maximização de lucros restrita:

---

<sup>1</sup> Ordinary Least Square ou Método dos Mínimos Quadrados.

<sup>2</sup> Matematicamente, as três medidas de eficiência citadas podem ser expressas da seguinte forma:

$$MAE = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T |Y_t^* - Y_t|$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^T (Y_t^* - Y_t)^2}{T}}$$

$$MAPE = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \left[ \frac{|Y_t^* - Y_t|}{Y_t} \right]$$

onde  $Y_t^*$  é o valor previsto da variável dependente (demanda por água) para a observação t, e  $Y_t$  é o valor observado da variável dependente.

$$\pi(p, r, n_i, w; x) = \max\left(\sum_{i=1}^m \pi_i(p, r, n_i, w; x) : \sum w_i = w\right) \quad (3.1)$$

onde temos que:

$p$  = vetor de preço dos produtos;

$r$  = preço dos insumos;

$n_i$  = quantidade de terra alocada para o produto  $i$ ;

$w_i$  = quantidade de água alocada para o produto  $i$ ;

$x$  = variáveis exógenas no curto prazo (tais como tempo, tecnologia);

$\pi_i(.)$  = função de lucros restrita da atividade  $i$ .

Há uma interdependência entre os produtos, de forma que a quantidade de água usada em um produto depende da quantidade de água usada em outro.

Pelas condições de primeira ordem, temos uma estimativa do preço-sombra da restrição de água ( $L$ ):

$$\delta \pi_i(p, r, n_i, w; x) / \delta w_i = L \quad (3.2)$$

Resolvendo esse sistema de equações é possível obter as funções de alocação (demanda) da água  $W_i^*$ :

$$W_i^* = w_i^*(p, r, n, W; x) \quad (3.3)$$

### 3.1.1.2 Modelo de Insumos Variáveis

Seguindo a abordagem dual, esse método consiste numa aplicação do Lema de Hotelling. Assim, a demanda por água é obtida através da derivada parcial da função de lucros restrita em relação ao preço da água ( $r^w$ ):

$$W_i \delta \pi(p_i, r, r^w, n_i; x) / \delta r^w = w_i(p_i, r, r^w, n_i; x) \quad (3.4)$$

### 3.1.1.3 Modelo de Satisfação

Esse modelo deriva da idéia que as decisões de longo prazo tem um impacto quantitativo no lucro maior em relação às decisões de curto prazo. Parte-se do pressuposto que a quantidade de terra utilizada determina a quantidade de água utilizada, considerando-se todos os preços variáveis e desconsiderando-se à restrição. Tecnologia e tempo explicam qualquer variação adicional no uso da água. Sintetizando:

$$W_i = \sum (a_k + B_i) L_{ki} + e_i \quad (3.5)$$

$a_k$  = uso médio de água por unidade de terra na produção do produto k;

$B_i$  = desvio do produto i do uso médio de água

$L_{ki}$  = quantidade de terra utilizada pelo produtor i na produção do produto k.

$e_i$  = termo aleatório normalmente distribuído.

### 3.1.2 Equações Simultâneas

O modelo de oferta e demanda consiste em um sistema de equações simultâneas nas quais tanto a demanda quanto a oferta dependem do preço:

$$Q^d = \alpha + \alpha_1 P + \alpha_2 D + u, \alpha_1 < 0 \quad (3.6)$$

$$Q^s = \beta + \beta_1 P + \beta_2 S + v, \beta_1 > 0 \quad (3.7)$$

$$Q^d = Q^s = Q \quad (3.8)$$

Assim, de acordo com Maddala (2003), se a curva de oferta (3.7) for positivamente inclinada<sup>3</sup>, uma mudança na função de demanda (3.6) produz uma alteração tanto no preço (P) quanto na quantidade demanda (Q). Caso a oferta seja inelástica ao preço (vertical), mudanças na demanda alteram apenas o preço (P). Por outro lado, caso a oferta seja totalmente elástica ao preço (horizontal), mudanças na demanda alteram apenas a quantidade (Q). Como consequência, quando a curva de oferta for positivamente inclinada ou inelástica, o preço e o termo de erro  $u$  serão correlacionados na equação 9, violando uma das hipóteses básicas do modelo de regressão clássico. Tem-se, nesse caso, o problema de endogeneidade<sup>4</sup> da variável preço, uma vez que a mesma é determinada pelo sistema. Logo, a estimação pelo método de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) gera estimativas viesadas (em amostras pequenas) e inconsistentes dos parâmetros.

Na presença de simultaneidade (isto é, o preço (P) e a quantidade (Q) seriam variáveis conjuntamente dependentes<sup>5</sup>), deve-se procurar alternativas ao método de MQO. Normalmente, nos modelos de oferta e de demanda, têm-se a situação na qual uma mudança no termo aleatório  $u$  na equação 3.6 altera a curva de demanda para cima se o termo  $u$  for positivo ou para baixo se o termo  $u$  for negativo. Conseqüentemente, uma alteração da curva de demanda altera tanto o preço (P) quanto a quantidade (Q). Da mesma forma, se ocorrer uma mudança no termo aleatório  $v$  da equação 3.7, a curva de oferta mudará, afetando tanto o preço (P) quanto à quantidade (Q). Assim, existe uma dependência simultânea entre P e Q, de forma que  $u$  e P na equação 3.6 e  $v$  e P na equação 3.7 não podem ser independentes (GUJARATI, 2000). Dessa forma, o primeiro passo deve ser a condução de um teste de Hausman para verificar se um regressor (endógeno) se correlaciona com o termo de erro. Caso não haja correlação, a estimação pode ser feita por MQO<sup>6</sup>. Caso contrário, as

<sup>3</sup> Considerando-se um gráfico de coordenadas (Q, P).

<sup>4</sup> Segundo Gujarati (2000), quando alguns regressores são endógenos, surge o problema da simultaneidade.

<sup>5</sup> De forma que ambas variáveis seriam endógenas.

<sup>6</sup> Nesse caso, teríamos um Modelo Recursivo, no qual as variáveis exógenas no lado direito de cada equação não se correlacionam com o termo de perturbação. Dessa forma as equações não são contemporaneamente correlacionadas. No entanto, caso a correlação ocorra em períodos de tempo defasados, deve-se aplicar a técnica do SURE (*Seemingly Unrelated Regressions*) para estimar os parâmetros do sistema recursivo.

alternativas sugeridas pela literatura seriam o método de Mínimos Quadrados Indiretos (MQI), quando a equação for exatamente identificadas, e o Método de Mínimos Quadrados em Dois estágios (MQ2E) quando a equação for superidentificada<sup>7</sup>.

A idéia que está por trás dos métodos de MQI e MQ2E é tirar a influência das perturbações estocásticas sobre as variáveis explicativas. Ambos os métodos consistem em estimar as equações estruturais<sup>8</sup> (equações 3.6 a 3.8) do modelo a partir da sua forma reduzida, na qual a variável dependente em cada equação é a única variável endógena e ela é função exclusivamente das variáveis pré-determinadas (exógenas ou endógenas defasadas) e do(s) termo(s) de erro estocástico. Cada equação na forma reduzida<sup>9</sup> é estimada primeiramente por MQO e depois – no segundo estágio - essas estimativas são substituídas nas equações da forma estrutural, de maneira que a mesma possa ser estimada. Na prática, objetiva-se encontrar uma equação para o preço que não dependa da quantidade e vice-versa. No presente caso, o objetivo é apenas de estimar o preço, não necessariamente tendo que obter os parâmetros da forma estrutural. Os estimadores serão, assim, consistentes, convergindo para seus verdadeiros valores à medida que o tamanho da amostra aumente indefinidamente.

Ao encontrar-se uma forma de expressar a variável explicativa endógena em função apenas de variáveis pré-determinadas, tem-se uma combinação linear das variáveis pré-determinadas do modelo. Quando se substituí a variável endógena pela combinação linear para estimar a forma estrutural pode-se estar, na verdade, utilizando-a como instrumento, ou *proxy*, do regressor endógeno. Cada variável da combinação linear será um instrumento quando for correlacionada com a variável endógena e essa variável é observável, mas não for correlacionada com o termo aleatório. Além disso, para ser um instrumento, a variável utilizada não pode estar na equação original. O mesmo caso se aplica à *proxy*, porém, a variável endógena é não observável (por exemplo se a variável fosse habilidade).

Uma vez encontrada uma equação para a curva de oferta, deve ser aplicado, primeiramente, um teste de Hausman para verificar se há simultaneidade. Caso exista, deve-se verificar se as equações são identificadas ou superidentificadas e estimar as equações de oferta e de demanda pelos métodos de MQI ou MQ2E respectivamente. Caso contrário, se não houver simultaneidade, é possível estimar-se as equações por MQO e encontrar o preço.

---

<sup>7</sup> Quando aplicado em equações exatamente identificadas, o resultado é o mesmo obtido por MQI.

<sup>8</sup> Na forma estrutural, a variável dependente tem como uma variável explicativa uma variável endógena.

<sup>9</sup> Na forma reduzida, teríamos uma equação para P e outra equação para Q.

Cabe ressaltar que se a oferta for considerada fixa<sup>10</sup> (totalmente inelástica), de acordo com Maddala (2003), não existe nenhuma indicativa de endogeneidade, uma vez que mudanças na demanda não influenciam o preço.

### 3.1.3 Elasticidade-preço da Demanda

A elasticidade-preço da demanda é definida, segundo Gujarati (2000), como a variação percentual na quantidade demandada em resposta a uma variação ínfima no preço (como, por exemplo, de 1%):

$$E = \frac{\text{variação}\%Q}{\text{variação}\%P} \quad (3.9)$$

Essa equação pode ser escrita da forma seguinte:

$$E = \frac{(\Delta Q/Q).100}{(\Delta P/P).100} \quad (3.10)$$

ou simplesmente

$$E = \frac{\Delta Q}{\Delta P} \cdot \frac{P}{Q} \quad (3.11)$$

---

<sup>10</sup> Considerando, por exemplo, que a mesma é igual ao volume total de água existente na Bacia.

Nota-se que a primeira razão nada mais é do que a derivada da quantidade demandada em relação ao preço ou a inclinação da equação de demanda. Assim, dispondo-se do valor da elasticidade, do valor da inclinação e da quantidade demandada, pode-se obter uma estimativa para o preço.

A elasticidade pode ser obtida a transformando-se a equação de demanda para um modelo Log-linear<sup>11</sup>, aplicando-se o logaritmo em ambos os lados da equação de demanda (3.6):

$$\ln Q^d = \delta + \delta_1 \ln P + \delta_2 \ln D + \varepsilon \quad (3.12)$$

A elasticidade é dada pelo coeficiente  $\delta_1$  de  $\ln P$ . Assim, dado que a elasticidade é dada por  $\delta_1$ , e que a inclinação é obtida diretamente da curva de demanda, podemos obter uma estimativa para o preço se for conhecida a quantidade total demanda, a qual também pode ser obtida através da estimação da curva de demanda e da obtenção de seus parâmetros pelo método de MQI ou MQ2E. É possível também encontrar um valor de preço médio se considerarmos a média da quantidade demandada.

### 3.2 ESTIMAÇÃO DO VALOR ECONÔMICO DE UM RECURSO AMBIENTAL SEGUINDO O MÉTODO DE VALORAÇÃO CONTINGENTE

Outra forma de obter o valor de um recurso ambiental segue o princípio de escolha aleatória, uma vez que incorpora a aleatoriedade no processo de maximização de utilidade. Um dos métodos que envolvem esse aspecto é o Método de Valoração Contingente (MVC), no qual o valor do recurso ambiental é obtido diretamente da Disponibilidade a Pagar (DAP) ou Disposição a Aceitar (DAA). Esse método pode ser obtido a partir de diversas técnicas, no entanto, esse estudo irá focar no método do *Open-ended* e no do Referendo, uma vez que

---

<sup>11</sup> Também conhecido como modelo log-log, ou duplo log.

ambos serão utilizados na parte empírica no próximo capítulo. O método do Referendo estima uma função de probabilidade para a DAP ou DAA através do Sistema de Escolha Probabilístico (PCS), que utiliza modelos econométricos de escolha probabilística.

### 3.2.1 O Surgimento do MVC

De acordo com Hanemann (2005), o primeiro método a surgir de valoração de bens não comercializados no mercado é o Método do Custo de Viagem<sup>12</sup> (MCV) ou Método da Preferência Revelada. Esse método surgiu de um esforço do Serviço de Parques Nacional (NPS) norte-americano para medir o valor econômico associado aos parques nacionais. Na época não haviam taxas cobradas para entrar nos parques, então era necessário encontrar uma outra medida que servisse de referência para a valoração. Foram consultados dez *experts* em economia, dos quais apenas um, Harold Hotelling, respondeu que era possível efetuar tal valoração através de uma estimativa do custo que as pessoas possuem para usar o parque, associado ao custo de transporte. Dessa forma, o preço deveria ser diferente para os indivíduos variando de acordo com o ponto de origem. Assim, seria possível construir uma

---

<sup>12</sup> A formalização do método é apresentada segundo Motta (1998). O método permite estimar uma curva de demanda por  $Q$  (considerando  $Q$  um atributo ambiental) através da demanda por atividades recreacionais, as quais são complementares ao uso de  $Q$ . Geralmente, utiliza-se o custo de viagem, mais precisamente o número de visitas, ao sítio natural onde  $Q$  é ofertado como a variável complementar a  $Q$ . Supõe-se que quanto maior a distância em relação ao sítio natural, menor a probabilidade que o indivíduo visite-o, uma vez que o custo de viagem é maior. Busca-se, normalmente através de questionários, obter dados que expliquem a visita ao sítio natural, não apenas o número de visitas, mas também variáveis sócio-econômicas, as quais são importantes para reduzir o efeito de outros fatores que explicam o custo de viagem. Com isso é possível obter a taxa de visitação de cada zona  $i$  da amostra ( $V_i$ ), a qual é função do custo médio de viagem (CV) e das variáveis sócio-econômicas ( $X_i$ ):

$$V_i = f(CV, X_1, X_2, \dots, X_n)$$

A DAP por visitas é obtida quando derivamos  $f$  em relação ao CV em cada zona ( $f'$ ), indicando quanto irá reduzir o número de visitantes (obtido multiplicando-se a taxa de visitação de cada zona pela população de cada zona) quando o custo de viagem aumenta. Assim, assume-se uma complementariedade entre a visita ao sítio natural e o consumo de  $Q$  (número de visitas), de forma que se o número de visitas for zero, não haverá consumo de  $Q$ .

curva de demanda através de um gráfico entre o preço e o número de visitas que as pessoas realizavam ao parque.

O NPS seguiu a visão da maioria e decidiu que não era possível estabelecer um valor monetário para os parques nacionais, contudo a idéia de Hotelling foi aplicada a um projeto de água no Estado da Califórnia realizado por uma consultoria (*State Water Project*)<sup>13</sup>. Foi conduzida uma pesquisa a visitantes de diversos lagos a respeito de quanto eles tinham que viajar e qual o custo associado a esse trajeto. Utilizando esses dados foi construída uma curva de demanda e, a partir da mesma, foi estimado o excedente do consumidor. Essa foi a primeira aplicação do método da preferência revelada. De acordo com Hanemann (2005), até 1964 surgiram pelo menos mais cinco aplicações desse método em diversas localidades dos Estados Unidos, e, com isso, o método passou a se tornar um procedimento instituído.

O “insight” por trás do método da preferência revelada é que enquanto as pessoas não podem comprar bens que não estão à venda no mercado diretamente, como água limpa, preservação do meio ambiente, às vezes existem bens disponíveis no mercado que servem como *proxy* do bem não disponível no mercado em função de a satisfação do primeiro depender do último. No entanto, pode não existir um bem no mercado que sirva de *proxy* e, mesmo que ele exista, não necessariamente ele irá capturar todas as preferências dos indivíduos pelo bem complementar não disponível no mercado.

Weisbrod (1965) e Krutilla (1967), entretanto, apontam para outros valores que não seriam capturados pela análise convencional da preferência revelada, como o valor de opção – mesmo que a pessoa não visite um parque hoje, ela pode querer visitá-lo no futuro e estaria disposta a pagar para protegê-lo da destruição ou de danos irreversíveis – e o valor de existência (TRICE; WOODS, 1958) – as pessoas pagariam para preservar o parque para gerações futuras. Dessa forma, as motivações das pessoas para valorar o meio ambiente podem ser diferentes das consideradas para valorar bens de mercado, uma vez que a valoração pode ser efetuada também através do uso indireto do bem.

Como consequência, surgiu um método alternativo atualmente conhecido como o Método de Valoração Contingente (MVC) - *Contingent Valuation Method*, o qual será analisado ainda nesse capítulo. A idéia inicial surgiu com Bowen (1943), que utilizou votação para determinar a demanda pública por bens públicos. O método da preferência revelada é utilizado para a valoração indireta do método CV, uma vez que ele não mede as preferências

---

<sup>13</sup> Ver Trace and Wood (1958).

diretamente, mas infere-as a partir do comportamento externo observado. O método sugerido por Ciriacy-Wantrup (1947 *apud* HANEMANN, 2005) consiste em entrevistar pessoas e descobrir o valor monetário que elas atribuem ao bem. Ele observou que muitos dos benefícios gerados pela conservação do solo estão relacionados a bens não comercializados no mercado, tais como diminuição do assoreamento<sup>14</sup> ou redução do dano à paisagem. Ele caracterizou o problema de como obter uma curva de demanda para esses bens e propôs como solução perguntar aos indivíduos quanto eles estão dispostos a pagar por quantidades adicionais sucessivas de um bem coletivo que não se encontra no mercado. Se cada indivíduo de um determinado grupo social for interrogado, todos os valores individuais (e não quantidades) serão agregados. Isso corresponderia a um plano de demanda.

### 3.2.2 Como Mensurar o MVC

O Método de Valoração Contingente consiste na criação de mercados hipotéticos através de pesquisa de campo para estimar valores de DAP ou DAA. A pesquisa de campo é realizada através de questionários, os quais buscam espelhar o mundo real, de forma que as respostas indiquem o verdadeiro valor que o indivíduo estaria disposto a pagar (ou receber) pelo bem em questão caso existisse um mercado real para o mesmo.

A DAP representa, segundo Motta (1998), uma medida hicksiana de excedente do consumidor. Sabe-se que a redução do preço de um bem normal  $x$  gera dois efeitos: o efeito substituição e o efeito renda. O primeiro efeito altera a taxa de substituição entre  $x$  e os demais bens da economia,  $y$ , isto é, ocorre uma mudança nos preços relativos enquanto o poder aquisitivo permanece constante. No segundo efeito, o poder aquisitivo (renda) varia, enquanto os preços relativos permanecem constantes. A curva de demanda hicksiana, ou demanda compensada, mostra, segundo o autor, como se comportam a quantidade e o preço quando a renda é ajustada a cada preço para manter o nível de utilidade constante.

Supondo que o preço do bem  $x$  caia de  $P_{x_0}$  para  $P_{x_1}$ , de forma que a quantidade de equilíbrio passa de  $x_0$  para  $x_1$ . Existem dois movimentos possíveis de serem analisados a

---

<sup>14</sup> Neste caso, refere-se à obstrução dos rios.

partir desse resultado. O primeiro é manter o consumidor no nível de utilidade em que ele se encontrava antes de ocorrer a variação de preços. Para que o consumidor retorne ao seu nível de utilidade original  $I_0$ , é necessário um deslocamento paralelo da reta orçamentária (de  $y_0k_1'$  para  $y_1k_1$ ), de forma que as quantidades consumidas seriam  $x'$  e  $y_1$ . A queda do consumo de  $y$  ( $y_0 - y_1$ ) poderia ser interpretada como um pagamento feito pelo consumidor para permanecer no mesmo nível de utilidade inicial  $I_0$  (DAP). O excedente do consumidor é identificado na curva de demanda através da área  $P_{x_0}P_{x_1}ag$  e denominado de Variação Compensatória (VC), uma vez que ocorre uma alteração na demanda do bem  $x$ , fazendo com que o equilíbrio final esteja sobre o ponto  $g$  (no gráfico 2.2), onde ocorre o encontro do novo nível de preços ( $P_{x_1}$ ) com o novo nível de quantidade ( $x'$ ), gerando uma curva de demanda compensada  $D'$ .

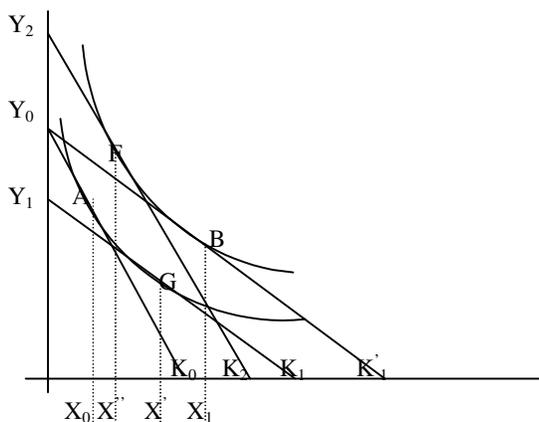
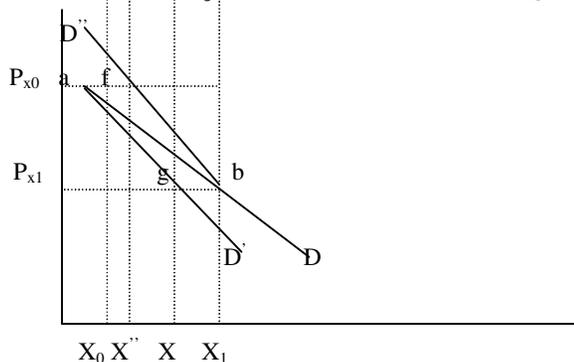


GRÁFICO 3.1 – Variação no Nível de Utilidade Quando Variam Preços



Já o segundo movimento (que corresponde a outra forma de medir esta alteração de renda) seria manter o indivíduo no nível de utilidade  $I_1$  caso a variação de preços não ocorresse através de uma compensação a ser recebida pelo consumidor (DAA). Dessa forma, ocorreria um movimento de B para F, de forma que o consumidor consome  $x''$  e a mudança de preços relativos aumenta o consumo de  $y_0$  para  $y_2$ , identificando a curva de demanda compensada  $D''$  no gráfico 2.2.  $y_2 - y_0$  representa o quanto o consumidor está disposto a aceitar para permanecer em  $I_1$  caso não houvesse a queda no preço de  $P_{x0}$  para  $P_{x1}$ , o que identifica um excedente do consumidor na curva de demanda correspondente no Gráfico 3.2 a área  $P_{x0} P_{x1} bf$ , também chamada de variação equivalente (VE). Assim, ocorreria o movimento bf, no qual o preço permanece em  $P_{x0}$ , identificando uma curva de demanda compensada  $D''$ .

Ainda a respeito do excedente do consumidor, Motta (1998) ressalta que o excedente hicksiano (área  $P_{x0}P_{x1}ag$  quando mensurada a DAP ou área  $P_{x0}P_{x1}fb$  quando mensurada a DAA) nem sempre corresponde ao excedente do consumidor marshaliano ( $P_{x0}P_{x1}ab$ ), de forma que essas diferenças dependem do efeito-renda. Assim, o excedente do consumidor marshaliano e hicksiano só serão iguais quando o efeito renda for nulo.

As diferenças que ocorrem nos tipos do método de Valoração Contingente, segundo Green et al. (1998) podem ser tanto em relação ao formato da resposta requerida – direto ou indireto - quanto à forma de implementação, isto é, quanto à probabilidade subjetiva de que a política seja ou não implementada.

Em relação à primeira diferença, segundo Faria e Nogueira (1998), os métodos diretos são caracterizados por captar diretamente a Disposição Máxima a Pagar (DAP) ou a Disposição Mínima a Aceitar (DAA) pelo bem em questão, diferente dos métodos indiretos, que requerem um tratamento adicional dos dados. Dentre os métodos diretos, o mais comum é o Open-ended, no qual pergunta-se diretamente quanto a pessoa está disposta a pagar por um determinado bem ou serviço ambiental. Existe também o método de *Bidding-game*, cuja idéia principal é criar um conjunto inicial de valores e negociá-los com os indivíduos<sup>15</sup>, buscando obter a verdadeira DAP, e o método dos Cartões de Crédito, o qual, segundo os autores Nogueira e Faria, difere unicamente do método de *Bidding-game* por apresentar cartões com diferentes valores, solicitando ao indivíduo que escolha o cartão que represente a sua DAP.

<sup>15</sup> A negociação inicia-se com um valor médio ou mediano "X" desse conjunto de valores. Se a resposta for positiva, aumenta-se X até obter-se uma resposta negativa, sendo a DAP o último valor X cuja resposta tenha sido positiva. Caso a resposta inicial seja negativa, diminui-se o valor de X até obter-se uma resposta positiva, que será equivalente a DAP.

Esse último método elimina o viés do ponto inicial, uma vez que o indivíduo não é influenciado pelo primeiro valor apresentado. Dentre os métodos indiretos, o mais comum é o Referendo, no qual a pessoa aceita ou rejeita pagar um valor escolhido aleatoriamente dentro de um conjunto de valores pré-determinados. Partindo desse método mais geral, foram criadas alternativas para esse método, dentre as quais tem-se o método Referendo Sequencial<sup>16</sup> (normalmente dobra-se o valor inicial se a pessoa diz sim ou divide-se pela metade se a pessoa diz não) e o Referendo com *follow-up* (após a pergunta se a pessoa estaria disposta a pagar um determinado valor, segue-se uma pergunta do tipo *Open-ended*, isto é, quanto ela está disposta a pagar). Ainda dentre os métodos indiretos, existe o método do *Contingent Ranking*, o qual solicita ao indivíduo colocar em ordem de preferência um conjunto de alternativas<sup>17</sup> a ele apresentado, entre outros<sup>18</sup>.

Em relação à segunda diferença, existem duas formas de implementação. A primeira consiste na forma de implementação decisiva, na qual a probabilidade de que a política seja implementada depende da resposta do indivíduo. A maioria dos estudos que empregam o método de Valoração Contingente não emprega essa forma de implementação. Quando utilizada essa forma, ela passa a ser decisiva a partir do momento em que acredita-se que a probabilidade de implementação é positivamente relacionada a resposta da maioria em relação à política a ser implementada. Dessa forma, para que essa forma tenha sucesso de implementação, o pesquisador deve ter a capacidade de persuadir a pessoa entrevistada de que a probabilidade de a política ser implementada está relacionada ao número de pessoas que irão aceitar a política. A segunda forma consiste na forma de pagamento *decoupled payment*, a qual afirma que se um bem é provido, o seu custo será distribuído entre todos os consumidores por uma fórmula que não depende da resposta do indivíduo. Dessa forma, a resposta pode influenciar apenas a probabilidade de que o bem ou serviço seja provido. Normalmente esse formato é utilizado pelo método do Referendo.

---

<sup>16</sup> De acordo com Motta (1998), essa forma de aplicação do método pode gerar viés de obediência, isto é, a pessoa pode se sentir obrigada a aceitar os valores subsequentes ou o viés do ponto de partida, quando as pessoas são influenciadas pelo primeiro valor apresentado na pesquisa.

<sup>17</sup> Cada alternativa possui diferentes atributos, sendo um deles geralmente o preço. Uma das dificuldades desse método é que ele utiliza um grande volume de informações, podendo tornar o processo de escolha complicado.

<sup>18</sup> Como, por exemplo, o método do *Contingent Activity*, que seria uma variável do método do custo de viagem, estimando a DAP através da estimação de uma curva de demanda por visitas a um determinado local de recreação em função do custo de viagem.

### 3.2.2.1 Open-ended

Este método pergunta diretamente ao entrevistado o quanto ele está disposto a pagar pelo bem. A resposta será um determinado valor  $X$ , gerando uma variável contínua de lances. De acordo com Motta (1998), através da sua média é possível calcular a DAP ou DAA. A análise de regressão é utilizada para verificar quais variáveis influenciam as respostas dos indivíduos, de forma que a DAP pode ser expressa como função da renda ( $Y_i$ ), da educação ( $S_i$ ) e de outras variáveis explicativas ( $X_i$ ), podendo incluir um parâmetro ambiental caso o bem em análise seja um recurso natural  $E_i$ :

$$DAP = f(Y_i, S_i, X_i, E_i) \quad (3.13)$$

Segundo o autor, esta função não está atrelada a uma forma funcional pré-definida, de forma que deve-se escolher o modelo que melhor se ajuste aos dados. Com isso, é possível estimar-se mudanças na DAP dada uma mudança no recurso natural  $E_i$ . Além disso, se multiplicarmos a média da DAP obtida da amostra pela população total, obtemos uma estimativa do valor econômico total do recurso analisado.

Normalmente, as pesquisas que utilizam o método *Open-ended* incluem uma proporção significativa de respostas que são consideradas muito altas para serem confiáveis. Green et al (1998) cita o exemplo de uma disponibilidade de pagar 20% da renda familiar para prevenir derramamentos de óleo. Estas respostas não são compatíveis com uma interpretação de valores econômicos verdadeiros, causando problemas para a análise das respostas. Esse problema é evitado no método do Referendum não utilizando valores que não sejam economicamente satisfatórios.

### 3.2.2.2 Referendo

O método de Valoração Contingente do tipo Referendo, de acordo com Green et al. (1998), consiste em um protocolo de elicitación da DAP. Os assuntos são apresentados na forma de um plebiscito hipotético que especifica um bem ou um serviço a ser ofertado e um pagamento associado ao mesmo, de forma que pede-se às pessoas entrevistadas que votem nesse plebiscito. O valor do pagamento (ou lance) varia experimentalmente dentro de um conjunto de valores pré-selecionados para fornecer um perfil da função de distribuição acumulada da disponibilidade de pagamento.

Esse tipo de questionário pergunta ao entrevistado se ele está disposto a pagar um dos valores pré-determinados “X” pelo bem ou serviço, apresentando respostas binárias as quais normalmente associa-se o número 1 para respostas do tipo “sim” e o número 0 para respostas do tipo “não”. A interpretação dos resultados, de acordo com Faria e Nogueira (1998), parte do princípio que 1 ou sim indica que a DAP máxima do indivíduo é maior ou igual ao valor apresentado na entrevista, e que 0 ou não mostra que o valor da DAP máximo é inferior ao valor que consta no questionário.

Este protocolo tem sido utilizado em diversas aplicações relacionadas aos recursos naturais, e, de acordo com Green et al. (1998), tem tomado o lugar de protocolos mais antigos, como o *Open-ended*. Randall (1974 apud GREEN et al. 1998) propõe argumentos para o uso do método do Referendo como preferencial ao método *Open-ended*, embora ele tenha utilizado o tipo de Referendo Sequencial. Anteriormente, o método do Referendo utilizava esse tipo sequencial de valores. Quando o método foi reintroduzido na literatura, em meados da década de 80, é que se passou a utilizar o design de um único lance (ou valor) variando entre os entrevistados. A reintrodução do método, de acordo com Green et al. (1998), foi feita por Bishop e Heberlein (1979) e por Hanemann (1984). De acordo com esses autores citados e com Motta (1998), o método do Referendo deve ser preferível porque: i) É um método mais simples e menos subjetivo a interpretações errôneas do que o *Open-ended*, reduzindo as oportunidades de comportamento estratégico oportunista, uma vez que é mais difícil que um indivíduo consiga não dizer o verdadeiro valor que está disposto a pagar, embora esse valor possa não ser o valor exato que ele esteja disposto a pagar (a não exatidão vem do fato de que o valor em questão do questionário dificilmente será exatamente o mesmo valor que o indivíduo está disposto a pagar, é mais provável que seja um valor aproximado do mesmo); ii)

Não possui ambigüidade tanto a respeito ao valor do pagamento a ser feito, quanto a respeito do bem ou serviço a ser obtido caso o Referendo seja aprovado; iii) O formato do Referendo aproxima-se do mercado real na medida em que pré-define um preço para o bem em questão. Contudo, em relação ao primeiro item, cabe frisar que embora a probabilidade de existir comportamento estratégico oportunista no método do Referendo seja menor, existe uma grande probabilidade de ocorrência do viés psicométrico (*Anchoring Effect*), isto é, os resultados são bastante sensíveis ao valor abordado pelo método.

Segundo Green et al. (1998), o formato de Referendo é estatisticamente menos eficiente do que o formato de *Open-ended*, requerendo amostras maiores para atingir o mesmo nível de precisão. Mas, por outro lado, o método apresenta algumas vantagens em relação ao *Open-ended*, segundo esse autor: i) evita respostas nulas ou em branco, as quais no método *Open-ended* estão geralmente associadas a protestos relativos ao pagamento; ii) é um mecanismo aceitável de escolha social, embora o voto no Referendo apresente falhas por requerer análise contínua e refinamentos por cientistas sociais; iii) se o método não apresentar viés em relação ao valor inicial em questão, então a resposta sim/não pode ser seguida por uma pergunta no formato *Open-ended*. De acordo com o autor, isso iria fornecer mais informação do que um formato de duplo Referendo, isto é, caso a resposta sim/não fosse seguida por outra pergunta do mesmo tipo apenas alterando o valor.

A pré-definição de valores que mudam sistematicamente ao longo da pesquisa gera, segundo Motta (1998), um indicador discreto de lances, sendo necessário estimar os valores de DAP ou DAA, ou seja, esses valores não são obtidos diretamente da pesquisa. Isso caracteriza uma variável dependente do tipo latente<sup>19</sup>, que pode assumir diferentes resultados (tais resultados serão os valores propostos nas perguntas da pesquisa). A escolha do intervalo de valores deve ser feita de forma que, para o valor máximo, todos os entrevistados rejeitariam pagar e, para o valor mínimo, todos aceitariam pagar. Assim, esses seriam os limites da curva de demanda, tais que os valores a serem utilizados na pesquisa estariam entre o máximo e o mínimo.

É interessante observar que a variável latente DAP tem sua origem em variáveis binárias (que podem assumir o valor de 0 ou 1, rejeitando-se ou aceitando-se o valor proposto no pagamento). Dessa forma, as variáveis latentes podem ser formadas a partir de variáveis binárias através de duas maneiras distintas (Cameron; Trivedi, 2005). A primeira forma seria

---

<sup>19</sup> Exemplos podem ser dados através de formas de ir para o trabalho (carro, ônibus ou a pé), tipos de seguro saúde (com taxa por serviço, sem taxa, nenhum), período de trabalho (tempo integral, meio-turno, desempregado). Ver Cameron E Trivedi (2205).

através da formação de um índice de propensões não-observadas de que o evento de interesse ocorra. Na segunda forma, a variável latente é a diferença de utilidade que existe caso o evento de interesse ocorra, partindo da premissa que o resultado do processo de escolha binário é uma escolha individual.

A formalização do método do Referendo nesta pesquisa segue de acordo com Motta (1998) e é feita de acordo com a segunda forma citada no parágrafo anterior. A aleatoriedade é tratada de forma diferente no método de Valoração Contingente, de maneira que existem fatores não-observáveis e estocásticos que podem representar, por exemplo, variações nas estruturas de preferências. A hipótese do método do Referendo consiste no fato de os indivíduos conhecerem sua função de utilidade, mas existirem termos não-observáveis que são desconhecidos pelo entrevistador. Supondo que  $S$  seja o pagamento (ou compensação) proposto por uma determinada melhoria (ou perda) ambiental. Se a mesma for aceita, pode-se medir a variação de utilidade através da comparação da utilidade com o pagamento de  $S$  e da utilidade sem o mesmo:

$$\Delta U = u(y - S, z_1) - u(y, z_0) + \eta > 0 \quad (3.14)$$

onde  $z_1$  e  $z_0$  representam, respectivamente, a qualidade ambiental final e inicial,  $y$  a renda do indivíduo e  $\eta$  uma variável aleatória com valor esperado zero.

Normalizando os valores de  $S$  em um, é possível obter-se a curva de demanda agregada ( $D$ ) para a variação ambiental  $S$  através da seguinte diferença:

$$D(S) = 1 - F(S) \quad (3.15)$$

onde  $F(S)$  é a função de distribuição da probabilidade de que a DAP seja menor do que o valor proposto  $S$ , ou seja  $D(S)$  representa a função de distribuição da probabilidade de que a DAP seja maior do que  $S$ , indicando a função que representa a aceitação da proposta. A função  $F(S)$ , geralmente, é definida logicamente,

$$F(S) = \frac{1}{(1 + e^{\Delta U})} \quad (3.16)$$

de maneira que essa função é o exercício econométrico do método Referendo, diferentemente do método aberto, onde não é necessário utilizar técnicas econométricas para estimar a DAP, apenas utilizam-se as mesmas para analisar a relação do valor obtido da DAP com as variáveis sócio-econômicas. É possível observar que  $F(-\infty)=1$  e  $F(\infty)=0$  e que quando a variação de utilidade ( $\Delta U$ ) for zero, o valor de  $F(S)$  será de 0,5, indicando que a probabilidade de que a proposta do valor  $S$  seja aceita será de 50%. Além disso, quando  $\Delta U$  for uma aproximação linear, os valores médio e mediano da DAP são equivalentes, de forma que quando a aproximação não é linear, deve-se optar por qual medida utilizar. Integrando-se  $D(S)$  entre os valores mínimo e máximo obtidos na pesquisa, obtém-se a medida de excedente do consumidor.

A técnica econométrica do método do referendo é dada através de Modelos Econométricos de Escolha Probabilística (Modelos Multinomiais), uma vez que os dados devem ser multinomialmente distribuídos. Esses modelos têm origem no Sistema de Probabilidade de Escolha (PCS) e a estimação dos mesmos, normalmente, é feita por Máximo-Verossimilhança, embora, para alguns casos mais complicados possa ser utilizado o método dos momentos.

#### 3.2.2.2.1 O Princípio Econômico Teórico dos Modelos de Escolha Probabilística

De acordo com McFadden (2001), antes dos anos 60, os economistas mais expressivos utilizavam a teoria do consumidor como uma ferramenta lógica, atendo-se mais para o conceito de organizações de mercado e de política econômica. A teoria do agente representativo era geralmente utilizada na aplicação dos dados, os quais centravam-se no mercado ou em contas nacionais. Com o tempo, houve um crescimento da disponibilidade de dados obtidos a respeito do comportamento individual do consumidor através de questionários (pesquisas) e também de técnicas capazes de analisar esses dados<sup>20</sup>, de forma que a linguagem estatística impôs restrições à análise do comportamento do consumidor.

---

<sup>20</sup> Nos anos 60 passou-se a utilizar a técnica microeconométrica de comportamento de escolha discreta.

A Teoria Econômica Clássica postula que os consumidores possuem um comportamento racional e que, portanto, buscam maximizar as suas preferências (representadas por uma função de utilidade  $U(x)$  por um vetor de consumo ( $x$ ), sujeitas a uma restrição orçamentária). Desse processo pode-se observar uma função de demanda  $d(x) = d(ap) + \varepsilon$ , onde  $a$  representa a renda,  $p$  o preço e  $\varepsilon$  os termos aleatórios. Ocorre que, distúrbios observados nessa função de demanda ( $\varepsilon$ ) eram interpretados como erros de medida ou como erros do consumidor no processo de otimização, de forma que apenas eram impostas restrições sobre a demanda representativa  $d(ap)$ . A maior disponibilidade de dados microeconômicos a partir de 1960, segundo McFadden (2001), levou os econométricos a considerar mais cuidadosamente a especificação do comportamento do agente individual.

De acordo com Griliches (1957 apud McFADDEN, 2001), elementos aleatórios que aparecem nas funções-objetivo ou nas restrições dos agentes produzem distúrbios no comportamento observado. Dessa forma, passou-se a explorar o processo de escolha probabilística da maximização da utilidade que contém elementos aleatórios, assumindo a hipótese de maximização de preferências aleatórias (Hypothesis of Random Preference Maximization<sup>21</sup>). Esses elementos podem ser interpretados como heterogêneos, de maneira que o agente representativo não é mais indicado como o melhor representante da realidade tal como é na Teoria Clássica do Consumidor, cedendo o lugar para a análise do comportamento individual.

A heterogeneidade reside em características não-observáveis tais como preferências e os mecanismos que os consumidores utilizam para a sua percepção. McFadden assume que as características não-observadas variam continuamente com as observadas. Por exemplo, os gostos e a percepção dos indivíduos mudam suavemente com a idade, desde que não haja grandes mudanças nas características observadas. Tecnicamente, pode-se traduzir essa idéia na hipótese que, segundo o autor, a distribuição condicional das características não-observadas depende continuamente das características observadas. Ou seja, a distribuição condicional depende do histórico do indivíduo em relação às suas escolhas, através da experiência de como as preferências são expressadas. Com isso, pode-se inferir que o termo aleatório representa as características não-observáveis dos consumidores.

---

<sup>21</sup> Essa hipótese, de acordo com McFadden e Manski (1981) postula que a distribuição da demanda em uma população é o resultado da maximização da preferência individual, sendo as preferências influenciadas pelas variáveis não-observadas. Assim, a única equação de demanda, que representava todos os indivíduos é substituída por uma distribuição de demandas observadas.

A escolha discreta é definida, segundo McFadden (2001), como conjuntos que contém números finitos de alternativas mutuamente exclusivas e exaustivas que são caracterizadas por seus atributos observáveis, mas considera-se que existem outros aspectos do comportamento do consumidor que ocorreram no passado e influenciam o comportamento presente. Uma forma de aplicação dos modelos de escolha discreta é através da Disponibilidade de Pagamento, sendo possível estima-la inclusive por Modelos de Escolha Probabilística. Outras formas de representar as preferências em termos monetários, de acordo com Green et al. (1998) seriam o excedente do consumidor e a variação compensada.

### 3.2.2.2 Sistemas de Probabilidade de Escolha (PCS) e Modelos de Escolha Probabilística

A teoria da escolha probabilística utiliza modelos econométricos de decisões econômicas que gerem probabilidades de escolha  $P_C(i)$  cada alternativa  $i$  de um conjunto finito  $C$ . Um sistema de escolha probabilística é formalmente definido, seguindo McFadden e Manski (1981), por um vetor  $(I, Z, \xi, \vartheta, S, P)$ , tal que  $I$  é um conjunto que indexa as alternativas de escolha e é imposto pelo analista,  $Z$  é o universo de vetores que contém os atributos das alternativas,  $\xi: I \rightarrow Z$  é uma função que faz o mapeamento dos atributos de cada alternativa,  $\vartheta$  é um conjunto finito e não vazio de escolhas de  $I$ ,  $S$  representa os vetores que contém as características dos indivíduos, e  $P: I \times \vartheta \times S \rightarrow [0,1]$  é a probabilidade de escolha.

A probabilidade de escolha  $P(i/V, s)$  especifica a probabilidade de escolher  $i \in I$ , dado que a escolha deve ser feita do conjunto de escolhas  $V \in \vartheta$  e que o tomador de decisão tenha características  $s \in S$ . Utiliza-se a notação

$$P(C/B, s) = \sum_{i \in C} P(i/B, s) \quad (3.17)$$

e assume-se que as probabilidades de escolha satisfazem duas condições: i) são não-negativas e a soma de todas deve dar um<sup>22</sup>; ii) dependem apenas dos atributos das alternativas ( $Z$ ) e

---

<sup>22</sup>  $P(V/V, s) = 1$

das características dos indivíduos ( $S$ )<sup>23</sup>. Dessa forma, os autores concluem que um Sistema de Probabilidade de Escolha (PCS) é análogo à especificação econométrica convencional de um sistema de demanda, sendo a distribuição da demanda especificada através combinação da forma funcional da estrutura da demanda com a distribuição dos erros, isto é, é como se para cada probabilidade de escolha tivéssemos uma equação de demanda, formando a sua distribuição.

Existem atualmente três grandes famílias de forma funcional para PCS na literatura: Modelos Probit, que têm por base o trabalho de Thurstone (1927), Modelos Logit, seguindo Luce (1959) e Modelos de Eliminação, baseados no trabalho de Tversky (1972). A figura 3.1 mostra a composição e a evolução desses modelos.

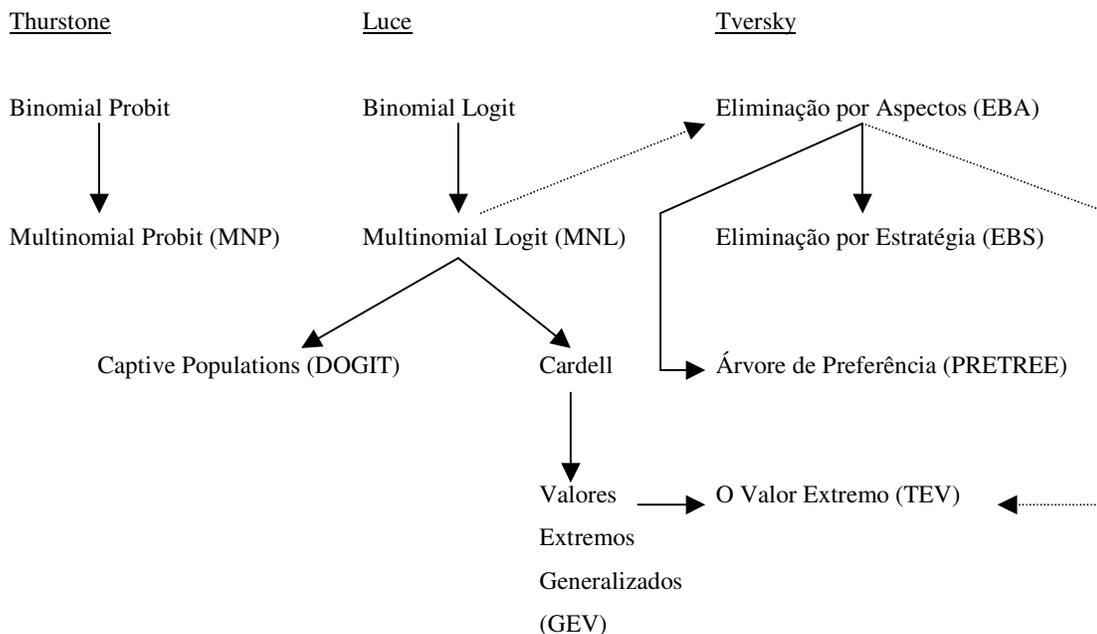


FIGURA 3.1 – Formas Funcionais para Sistemas de Probabilidade de Escolha

Fonte: McFadden; Manski (1981, cap. 5, p. 219).

De acordo com McFadden (2001), Thurstone (1927) introduziu a *Lei de Julgamento Comparativo* na qual cada alternativa  $i$  com um nível de estímulo  $V_i$  é percebido como um

<sup>23</sup> Se duas escolhas distintas são geradas pelos mesmos atributos, então essas duas escolhas terão a mesma probabilidade de serem escolhidas. Se  $V = \{i_1, \dots, i_n\}$  e  $V' = \{i'_1, \dots, i'_n\}$  têm  $z_k = \xi(i_k) = \xi(i'_k)$  para  $k = 1, \dots, n$ , então  $P(i_k / V, s) = P(i'_k / V', s)$ .

erro normal  $V_i + \sigma\varepsilon$ . A probabilidade de escolha quando duas escolhas são comparadas é dada por

$$P_{\{1,2\}}(1) = \Phi\left(\frac{V_1 - V_2}{\sigma}\right) \quad (3.18)$$

Quando o estímulo é interpretado como nível de satisfação ou utilidade, essa probabilidade de escolha representada pela equação X pode ser interpretada como Modelo Probit Binomial.

Marschak (1960), segundo McFadden (2001), introduziu o trabalho de Thurstone na economia. Marschak explorou as implicações teóricas para a probabilidade de escolha da maximização de utilidade que contém elementos aleatórios (Hipótese de Maximização de Utilidade Aleatória - RUM).

O Modelo mais utilizado para calcular a DAP é o Logit, seguindo derivações do modelo MNL<sup>24</sup>. Esse modelo é definido formalmente da seguinte forma por McFadden e Manski (1981):

$$P(i / z_v, \vartheta) = \frac{e^{\vartheta' z_i}}{\sum_{j \in V} e^{\vartheta' z_j}} \quad (3.19)$$

onde  $\vartheta' z_j$  é uma função linear dos atributos da alternativa  $k$ , com coeficientes que refletem os gostos dos tomadores de decisão. McFadden (2001) denomina essa forma também como Modelo Logit Condicional, uma vez que, no caso de escolha binomial, essa forma é reduzida ao modelo logístico, e, no caso multinomial, ela pode ser interpretada como uma condição de distribuição de demanda dado conjunto de alternativas  $I$ , embora o autor reconheça que essa forma é mais conhecida como Modelo Logit Multinomial (MNL).

Esse modelo tem origem no Axioma da Independência para Alternativas Irrelevantes (IIA)<sup>25</sup>, o qual permite, segundo McFadden (2001), que as probabilidades de escolha multinomial sejam inferidas a partir de experimentos de escolha binomial. Esse axioma

<sup>24</sup> Aplicações do modelo MNL podem ser encontradas em McFadden (2001).

<sup>25</sup> Marschak provou que, para um universo finito de objetos, IIA implica na hipótese RUM. A demonstração pode ser vista em Luce; Suppes (1965) e McFadden (1973).

postula que a taxa de probabilidade de escolha para as alternativas  $i$  e  $j$  é a mesma para cada conjunto de escolha  $I$  que inclua tanto  $i$  quanto :

$$\frac{P_I(i)}{P_I(j)} = \frac{P_{\{i,j\}}(i)}{P_{\{i,j\}}(j)} \quad (3.20)$$

Em termos gerais, no modelo de eliminação<sup>26</sup> de Tverky, segundo McFadden e Manski (1981), as alternativas são eliminadas de um conjunto de escolhas até permanecer uma única alternativa. Formalmente, um modelo de eliminação é definido através da probabilidade de transição  $Q: \vartheta \times \vartheta \times S \times T \rightarrow [0,1]$  com  $T = \{1,2,\dots\}$  e  $Q(A/V, s, t)$  interpretado como a probabilidade de que o tomador de decisão irá alcançar o próximo passo (conjunto  $A$ ) eliminando algumas alternativas, partindo de um conjunto de alternativas  $V$  no passo  $t$ . As probabilidades de escolha devem ser iguais à soma das probabilidades de transição<sup>27</sup>. Quando as probabilidades de transição forem estacionárias (independentes de  $t$ ), a probabilidade de escolha é dada pela expressão:

$$P(i/V, s) = \sum_{A \in \varphi_V^*} Q(A/V, s) P(i/A, s) \quad (3.21)$$

onde  $\varphi_V^* = \{A \in \vartheta / A \subseteq V, \emptyset \neq A\}$ .

### 3.2.2.2.1 Considerações a Respeito das Variáveis Binárias

As variáveis binárias possuem dois resultados possíveis: ou aceita-se pagar um determinado valor ou rejeita-se, ou a pessoa está empregada ou não, ou a pessoa possui um plano de saúde ou não. Dessa forma os dados seguem a distribuição Bernoulli – mais

<sup>26</sup> A formalização dos modelos de eliminação específicos encontram-se em Mcfadden e Manski (1981).

<sup>27</sup> Estas probabilidades de transição devem satisfazer  $Q(A/V, s, t) \geq 0$ ,  $Q(\emptyset / V, s, t) = 0$  onde  $\emptyset$  representa o conjunto vazio,  $Q(V/V, s, t) < 1$  e  $\sum_{A \in \vartheta} Q(A/V, s, t) = 1$ . Ver McFadden e Manski (1981).

freqüentemente - ou Binomial (CAMERON; TRIVEDI, 2005). Assim como existem modelos para variáveis latentes, as variáveis binárias também podem ser modeladas. A modelagem é mais simples<sup>28</sup> e feita pelo método de Máximo-Verossimilhança. Pode-se, dessa forma, modelar cada valor proposto de DAP seguindo Modelos de Resultados Binários.

Existem dois modelos padrões de resultados binários, o logit e o probit, que especificam diferentes formas funcionais para a probabilidade  $p$  como função dos regressores<sup>29</sup>. Cabe observar que a modelagem por Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) ignora o fato de a variável dependente ser discreta, e não força as probabilidades de assumirem valores entre zero e um. Por isso, não se recomenda o método de MQO para variáveis discretas.

Seja  $p_i = \Pr[y_i = 1/x] = F(x_i'\beta)$  a probabilidade condicional, de forma que o modelo de regressão é formado parametrizando a probabilidade  $p$  a depender de um vetor de regressores  $x$  e de um vetor de parâmetros  $\beta$  de dimensão  $K \times 1$ . Para garantir que a probabilidade  $p$  esteja entre os valores de zero e um, a função  $F$  é especificada como uma função de distribuição acumulada (fda)<sup>30</sup>. O Modelo Logit ocorre quando a função  $F$  é a fda da distribuição logística, onde a probabilidade de sucesso ( $p = \Pr[y = 1/x]$ ) é dada por

$$\Lambda(x'\beta) = \frac{e^{x'\beta}}{1 + e^{x'\beta}} \quad (3.22)$$

Já o Modelo Probit ocorre quando  $F$  é a fda da distribuição normal padrão, sendo  $p = \Pr[y = 1/x]$  dada por:

$$\Phi(x'\beta) = \int_{-\infty}^{x'\beta} \phi(z) dz \quad (3.23)$$

---

<sup>28</sup> Basta saber a probabilidade de um dos resultados  $p$ , então a probabilidade de ocorrer o outro resultado será  $(1 - p)$ . A probabilidade  $p$  varia entre os indivíduos em função dos regressores.

<sup>29</sup> Percebe-se que a modelagem dos modelos de variáveis binárias ocorre de forma similar às variáveis latentes. Na verdade, o correto seria dizer que a modelagem das variáveis latentes segue os padrões das suas variáveis de origem (variáveis binárias).

<sup>30</sup> Em teoria da probabilidade, a função de distribuição acumulada (fda) descreve a distribuição da probabilidade de uma variável aleatória. Note que  $F$  é uma função de distribuição acumulada (fda), então ela está sendo utilizada para modelar o parâmetro  $p$ , e não denota a fda de  $y$ .

Ainda existe um modelo menos utilizado, o Modelo Log-log Complementar que surge quando  $F$  é a fda da distribuição do valor extremo, sendo a probabilidade de sucesso dada por:

$$C(x|\beta) = 1 - \exp(-\exp(x|\beta)) \quad (3.24)$$

### 3.2.3 Vieses do MVC

Os resultados da aplicação do MVC devem ser analisados tanto em relação à validade quanto à confiabilidade. A validade indaga se o resultado obtido pelo MVC corresponde ao verdadeiro valor do bem que está em análise, isto é, se as preferências são de fato reveladas. Isso normalmente é expresso através dos coeficientes linear (a) e angular (b) de um Modelo Linear Geral onde a variável dependente ( $y$ ) é o valor observado da variável e a variável explicativa ( $x$ ) é o verdadeiro valor da variável:

$$y = ax + b + \varepsilon \quad (3.25)$$

Por outro lado, o termo aleatório  $\varepsilon$  está relacionado com a confiabilidade das estimativas, de forma que, quando a variância está associada ao erro aleatório a confiabilidade é maior, e a mesma será menor quando a variância estiver associada ao erro sistemático. Assim, para analisar os fatores que afetam a confiabilidade, deve-se olhar para a variância, a qual depende também, além da natureza do erro aleatório, da forma como foram elaborados os questionários, do próprio processo de amostragem, do grau de realismo dos cenários e da limitação em captar valores ambientais que os indivíduos não entendem ou desconhecem<sup>31</sup>. Esses fatores podem gerar vieses nos dados, invalidando os resultados.

Segundo Green et al. (1998), existem dois tipos principais de vieses associados ao MVC:

---

<sup>31</sup> Por exemplo, no caso da cobrança pelo uso da água, existem muitas pessoas que não enxergam a água como um bem natural cujo uso gera um valor para o indivíduo. Isto ocorre porque a água é vista, muitas vezes, como um bem público, de forma que muitos indivíduos não percebem que o uso privado do bem exclui outras pessoas do seu uso e que se o uso da água não for tarifado, não haverá incentivos para a utilização eficiente da mesma, podendo ocorrer um consumo ilimitado e a escassez deste bem essencial para a vida.

i) Viés Estratégico: está relacionado com a percepção do indivíduo acerca do pagamento do bem ou serviço a ser provido, de forma que se o indivíduo percebe que existem pessoas que pagariam pelo bem um valor suficiente para garantir a provisão do mesmo, ele, provavelmente, anunciaria uma DAP menor do que o valor real, exemplificando o clássico problema do *free-rider*. Da mesma forma, esse tipo de viés também pode ocorrer se o indivíduo perceber que, de fato, pagará o valor por ele respondido na pesquisa, respondendo um valor inferior ao que ele realmente está disposto a pagar caso ele desconfie que outras pessoas podem agir como *free-riders*, caso haja dificuldade de excluir outras pessoas do uso do bem. Outra forma ainda existente de viés estratégico, de acordo com Motta (1998), pode ocorrer quando o indivíduo acredita que a sua resposta terá influências sobre a provisão do bem, respondendo um valor maior do que o real caso não existam custos associados a sua resposta.

ii) Viés do Ponto Inicial (ou ancoramento): se o contexto de uma determinada pergunta alterar as percepções psicológicas do entrevistado, denominado na literatura de *Anchoring Effect*. Seria, por exemplo, um estímulo numérico que altera as respostas dos indivíduos, muito comum nos métodos que envolvem a determinação de um valor por parte do pesquisador e o entrevistado deve apenas aceitar ou recusar o mesmo, de forma que quanto menor (maior) o valor proposto, menor (maior) tende a ser a média da DAP caso haja esse tipo de viés. Nos casos onde existe uma seqüência de lances, pode ocorrer da pessoa acreditar que o primeiro valor proposto é o correto, tendendo, de acordo com Motta (1998), a rejeitar todos os valores subsequentes.

Usualmente, o viés estratégico é o foco das análises, talvez por envolver um problema econômico clássico (*free-rider*). No entanto, de acordo com Motta (1998), esse tipo de viés não tem sido considerado significativo nos estudos publicados. O segundo tipo de viés acima apresentado era tratado, inicialmente, como um problema que ocorria acidentalmente. No entanto, ele pode ocorrer de acordo com a percepção do indivíduo acerca do valor que está sendo proposto, não do valor em si, mas do fato de o entrevistador estar falando esse determinado valor, fazendo com que o entrevistado entenda-o como valor correto. De acordo com Green (1998), o método do Referendo é bastante suscetível ao *Anchoring Effect*, uma vez que o mesmo parte de um valor referencial inicial. Motta (1998) propõe como alternativa o método dos cartões de pagamento, pois permite ao indivíduo escolher um valor dentre um conjunto de valores pré-determinados. Contudo, a escolha fica atrelada a esses valores, fazendo com que o indivíduo acredite que os valores pré-estabelecidos devem conter o valor correto.

Motta (1998) analisa também outros tipos de vieses: Viés Hipotético, relacionado com o mercado hipotético, no qual não é preciso sofrer conseqüências para os erros; Problema da Parte-Todo, que envolve religiões, crenças, de forma que o indivíduo tem dificuldades de interpretar a possível provisão de um bem ou serviço ambiental como algo específico, entendendo-a como algo mais abrangente; Viés do Entrevistador e do Entrevistado, que pode depender tanto da maneira como o entrevistador descreve o bem (poder de persuasão ou moralidade<sup>32</sup>) ou da própria fisionomia do entrevistador, podendo influenciar indiretamente o entrevistado; Viés do Instrumento de Pagamento, podendo ocorrer caso a média da DAP varie conforme o veículo de pagamento<sup>33</sup>.

Para verificar a validade dos resultados, de acordo com Motta (1998, p. 51)

Não existe uma regra predeterminada para a verificação se, num particular questionário MVC, as perguntas certas foram formuladas da maneira apropriada e, se a medida da DAP expressa realmente o quanto o entrevistado pagaria pelo bem ambiental, caso existisse um mercado para ele.

O autor sugere como formas de avaliar a validade o teste da Validade Teórica, que analisa se o sinal e a significância estatística das variáveis explicativas da função de regressão da DAP ou DAA correspondem às expectativas teóricas; o teste da Validade do Construto, que compara o MVC com outros métodos, normalmente de preferência revelada, embora esse teste seja questionável tanto no sentido de o MVC ocorrer ex-ante a pagamento do valor a ser definido, enquanto os demais métodos realizam suas estimativas com dados já existentes (ex-post), quanto no sentido de apenas o MVC não se limitar apenas a capturar valores de uso, sendo o único método a captar o valor de existência; o teste da Validade do Critério, que envolve a simulação de um mercado real (igual ao hipotético) que utiliza pagamentos reais em dinheiro, comparando-se os resultados deste teste com o MVC.

Dadas essas dificuldades e, ao mesmo tempo, a importância da aplicação da pesquisa para o método, é essencial especificar claramente o bem ou serviço ambiental de que se busca obter uma medida de valoração. Da mesma maneira, é importante salientar quem utiliza o

---

<sup>32</sup> Caso o entrevistador descrever o bem como algo moralmente ou socialmente correto, o entrevistado pode se sentir inibido em não querer pagar pelo bem em questão.

<sup>33</sup> Existem diferentes maneiras nas quais o pagamento pelo bem pode ser efetuado e isto pode influenciar a decisão do indivíduo. Por exemplo, ao invés de pagar uma taxa, pode existir a possibilidade de aumentar o imposto de renda, sendo cada opção melhor para um determinado indivíduo.

bem, quem deverá pagar pelo mesmo<sup>34</sup>, e onde os recursos arrecadados serão aplicados para facilitar o entendimento por parte dos participantes, buscando obter-se resultados coerentes com a realidade. Percebe-se, assim, que a aplicação do método não é trivial e envolve custos elevados de pesquisa, embora a obtenção de dados primários dê originalidade ao método.

### 3.2.4 Análise do MVC Através da Teoria dos Jogos

Analisando-se o MVC sob a ótica da teoria dos jogos de Green - et al (1998), um jogador economicamente racional irá escolher a resposta que maximiza o *pay-off* esperado. Esse comportamento leva em consideração a distribuição dos possíveis custos de ofertar o bem.

Palfrey and Rosenthal (1990 apud GREEN et al. (1998)) consideram uma análise de custo-benefício para avaliar o comportamento do jogador, de forma que o mesmo será determinado pelo mapeamento dos custos, pelas respostas relativas ao pagamento em questão, pelo benefício líquido resultante, e pela probabilidade de que a resposta seja decisiva para a provisão do bem. Se ficar claro para o jogador que a votação é puramente hipotética, de maneira que a probabilidade de que a sua resposta seja decisiva e de que a sua resposta não esteja associada ao nível de pagamento caso o bem seja ofertado seja zero, então o jogo não possui incentivos econômicos tanto para um comportamento politicamente correto quanto para um comportamento oportunista. Nesse caso, fatores exógenos tais como a conveniência, respostas padronizadas (como pontos focais, isto é, que são números inteiros, como se fossem múltiplos de um determinado valor mas não necessariamente crescem na mesma escala. A idéia é que as respostas não são distribuídas ao longo do tempo, mas pertencentes a um conjunto de categorias padronizadas.) ou motivações que influenciam atitudes estabelecidas em sondagens de opinião pública. Contudo, sob outras formas de votação, o modelo de incentivos econômicos não responde a esses efeitos.

Uma outra situação, também abordada pelos autores citados no parágrafo anterior, consiste na suposição de que o jogador esteja ciente de que ele pertence a um grupo de número finito de entrevistados, no qual cada indivíduo possui uma probabilidade positiva de ser decisivo, isto é, a probabilidade de implementação é proporcional à pluralidade da

---

<sup>34</sup> Note que quem utiliza o bem, provavelmente, é a pessoa que está sendo entrevistada. Logo, deve-se fazer um esforço para que ela reconheça que, neste caso, é ela quem deve pagar pelo uso do mesmo.

pesquisa em favor do bem. Assim, a forma como o questionário é formulado pode encorajar ou desencorajar essa situação. E isso se aplica a diferentes situações tal como a forma de como ocorrerá o pagamento, se os custos dependem da resposta do indivíduo, ou se os custos são fixos, de maneira que o mesmo pode ter um custo marginal positivo ou zero, respectivamente.

Dadas essas diversas situações, existe uma dúvida a respeito da resposta aos incentivos econômicos do experimento do método de Valoração Contingente, se a mesma pode ou não ser considerada racional. Green et al. (1998) sugerem inicialmente fazer uma analogia com a experiência de mercado, mas dado que o *pay-off* frequentemente não depende do tempo nem da experiência do consumidor essa alternativa parece ser muito fraca para induzir o comportamento racional do consumidor. A racionalidade tem um papel importante no processo de decisão pois, por exemplo, se o indivíduo acredita que alguns, mas não todos os valores propostos pelo método do Referendo influenciam na implementação da política, então existem incentivos para o comportamento oportunista, uma vez que cada indivíduo, na margem, acredita que a probabilidade da sua resposta ser decisiva é negligenciável ou zero.

A seguir, será definida a função *pay-off* conforme Green et al. (1998). Suponha que o indivíduo entrevistado acredite que a probabilidade de implementação seja proporcional à pluralidade de respostas favoráveis a implementação do bem em questão dado um determinado custo  $c$ . Seja  $r$  a denotação para a resposta do indivíduo, a qual sob o formato *Open-ended* é a disponibilidade para pagar e no formato de Referendo é o maior valor que a pessoa dirá sim como resposta. Para ilustrar melhor  $r$ , pode-se comparar dois jogos, num deles (jogo 1) existe uma única pergunta no formato *Open-ended*, e no outro (jogo 2) essa pergunta *Open-ended* é precedida por uma pergunta do tipo Referendum. Se os dois jogos forem equivalentes em relação a política a ser decidida e em relação à forma de pagamento, a resposta será a mesma em ambos os jogos. Suponha que a relação entre a resposta e a implementação do pagamento seja dada pela função  $h(c, r)$ . Assim, sob o formato de *decoupled payment*, no qual o custo de prover o bem ou serviço não depende da resposta do indivíduo, pode-se considerar que o custo já é pré-determinado de forma que  $h(c, r) = c$ .

Para a função de *pay-off*, suponha que a pluralidade seja dada por  $\frac{N[1 - F(c)] + I(r \geq c)}{N + 1}$ , onde  $N$  é o número de pessoas que responderam ao questionário.  $F(\cdot)$  é uma função de distribuição acumulada que indica as crenças do indivíduo em relação ao que os outros indivíduos irão responder na pesquisa, e a função  $I(\cdot)$  é um indicador que tem por valor 1 se o argumento ( $r \geq c$ ) é verdadeiro e zero quando o argumento é falso. Assim, se o

indivíduo acreditar que a probabilidade de implementação é uma fração positiva  $\lambda$  da pluralidade, então o indivíduo irá escolher uma resposta que maximize o valor esperado da diferença entre a Disponibilidade de Pagamento ( $w$ ) e o pagamento ( $h(c, r)$ ), multiplicado pela probabilidade de implementação, de maneira que a função *pay-off* pode ser representada da seguinte maneira:

$$\begin{aligned} \text{Pay-off} &= E(w - h(c, r)) \cdot \lambda \frac{N[1 - F(c)] + 1(r \geq c)}{N + 1} \\ &= K + \frac{\lambda}{N + 1} \int_0^r (w - h(c, r)) G'(c) dc \end{aligned} \quad (3.26)$$

onde  $K$  é uma constante independente de  $r$ , e  $G$  é uma função de distribuição acumulada da crença do indivíduo em relação ao custo  $c$ , isto é,  $G$  depende da estrutura da pesquisa.

Considerando-se o formato de *decoupled payment*,  $h(c, r) = c$ , o *pay-off* é maximizado quando  $r = w$ , desde que  $G$  seja positiva na vizinhança de  $w$ . Assumindo a forma de pagamento *decoupled payment*, que o custo pode ser maior ou menor do que a disponibilidade para pagar, e que a probabilidade de implementação depende da pluralidade favorável à pesquisa, essas crenças são consistentes tanto com o formato de Referendum ou de *Open-ended*. Este é um equilíbrio de Nash tradicional trivial no qual a ação de um indivíduo é independente da ação dos outros.

Dadas todas as suposições citadas no parágrafo anterior, no caso de  $w < c$  então o consumidor irá escolher  $r = 0$ , mesmo que  $w > 0$ . Alternativamente, se  $w > c$ , então a disponibilidade de pagamento  $w$  tende a ser superestimada, no sentido de quando maior o valor da resposta dada no *Open-ended* ou quanto maior o valor ao qual a pessoa diz “sim” no Referendum, maior a chance de ser implementada a política. Por outro lado, considerando a situação na qual a pessoa entrevistada acredita que o valor do pagamento depende da sua resposta, de maneira que  $\frac{\partial h}{\partial r} > 0$ , existe um incentivo para o comportamento oportunista (*free-rider*), incentivando que a  $w$  fique subestimado.

A interpretação do método de Valoração Contingente pela ótica da Teoria dos Jogos exposta por Green et al. (1998) conclui que, se a pesquisa for considerada puramente hipotética, de maneira que os indivíduos acreditam que a probabilidade da sua resposta ser decisiva é zero, então os incentivos econômicos são neutros e não podem guiar a escolha

quanto ao formato da pesquisa. Por outro lado, se um indivíduo economicamente racional acreditar que ele tem uma probabilidade positiva de ser decisivo, então é possível estruturar questionários tanto no formato *Open-ended* quanto no formato Referendo que as respostas serão verdadeiras. Contudo, mesmo assumindo essa hipótese, podem ocorrer outras formas de viés, como os citados no subitem 3.2.2.1.3, mais freqüente no formato do Referendum.

### 3.3 CONSIDERAÇÕES A RESPEITO DO CAPÍTULO 3

Foram vistas duas formas teóricas de estimação de um valor referencial para a água: uma baseada no princípio de agentes racionais que maximizam a sua utilidade, e outra que insere um componente aleatório nesse processo de maximização. A primeira forma utiliza uma metodologia econométrica tradicional para a estimar a demanda e o valor referencial para a água pode ser encontrado por diferentes metodologias, dentre as quais destacaram-se, neste capítulo, o modelo de equações simultâneas e a elasticidade. A segunda forma permite analisar as variáveis sócio-econômicas que exercem influência sobre a DAP utilizando-se o princípio teórico do Sistema de Escolhas Probabilísticas. Em relação à mensuração da DAP, destacam-se o método do Referendo e o do *Open-ended*. No próximo capítulo será realizada uma simulação da aplicação dessas formas de estimação do valor da água na bacia do rio Gravataí referente à safra do ano de 2005/2006.

## 4 ESTIMAÇÃO DO VALOR DA ÁGUA NA BACIA DO GRAVATAÍ

Este capítulo apresenta, inicialmente, uma descrição sócio-econômica dos agricultores da Bacia do Rio Gravataí, os quais estão representados pelos produtores de arroz localizados nos municípios de Santo Antônio da Patrulha e de Viamão. A estimação do valor econômico da água para irrigação será feita utilizando-se tanto a demanda, chegando-se ao valor através da elasticidade, quanto o Método de Valoração Contingente, aplicando-se o Método da Disposição a Pagar para mensurar o valor da água.

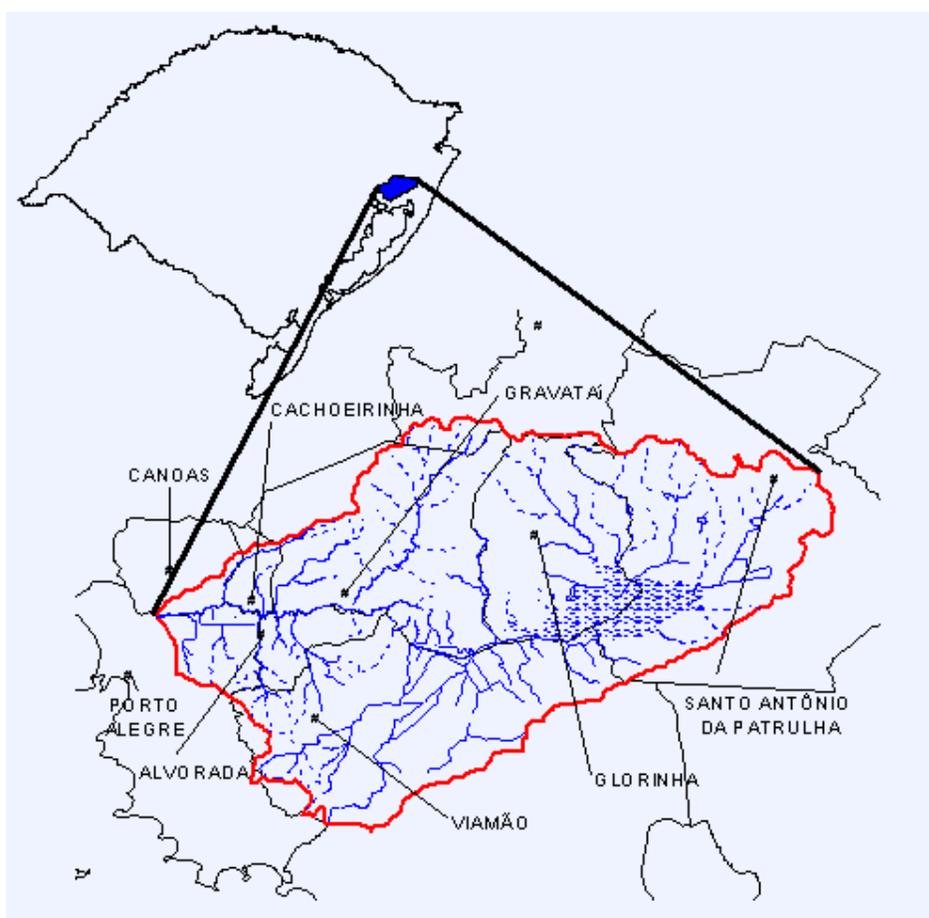
### 4.1 CARACTERIZAÇÃO GERAL DOS AGRICULTORES E DAS SUAS CONDIÇÕES SÓCIO-ECONÔMICAS

A base de dados foi obtida através de uma pesquisa de campo realizada nos municípios de Viamão e de Santo Antônio da Patrulha, no Rio Grande do Sul, no período de novembro de 2006 a Junho de 2007. A localização dos entrevistados foi um fator que causou dificuldades de acesso e de contato com os mesmos. Foram entrevistados 27 produtores de arroz, sendo 13 de Viamão e 14 de Santo Antônio. Esse número representa um terço dos produtores desses dois municípios e um quarto dos produtores da Bacia do Gravataí. O Mapa 4.1 mostra as localizações onde foi realizada a pesquisa.

O questionário foi construído conforme o estudo das Nações Unidas de Qweiss, Shdeed e Gabr (2000), adaptando-se as perguntas para a realidade da Bacia do Gravataí. O modelo do questionário encontra-se no apêndice A. Foram acrescentadas perguntas para obter-se uma estimação da DAP por água, seguindo os métodos do *Open-ended* e do Referendo, os quais serão tratados na seção 4.3.

A idade média dos agricultores é de 44,2 anos, sendo a média dos anos de experiência com agricultura de 29,85 anos e a média dos anos de experiência com irrigação de 20,55 anos.

O longo período com que os agricultores trabalham com irrigação coincide com a legislação ambiental (1986) e é superior à legislação de recursos hídricos (1994) e à mudança na constituição (1988). A discrepância entre os anos de experiência com agricultura e com irrigação, provavelmente, deve-se ao fato de muitos assentados virem de áreas onde não se plantava arroz. Dos 13 entrevistados de Viamão, 7 possuem 8 ou menos anos de experiência com irrigação, número que coincide com os anos de existência do assentamento<sup>1</sup>.



MAPA 4.1 – Bacia do Rio Gravataí

Fonte: elaboração do autor.

<sup>1</sup> O assentamento existe desde dezembro de 1998. Na primeira safra (1998/1999) não foi plantado arroz, pois já era dezembro. Uma vez que as entrevistas foram realizadas em 2006/2007, tem-se 8 anos de experiência com irrigação considerando o último ano como experiência.

Dentre os motivos apresentados pelos agricultores para cultivar o arroz, 59,3% dos entrevistados responderam que o cultivo desse produto deve-se pelas condições da terra, indicando, inclusive, que este é o único produto que se pode produzir na Bacia do Gravataí, não restando muitas alternativas. Assim, 38% dos entrevistados cultivam também algum outro produto, secundariamente e 57% dos entrevistados destinam uma área para pastagem. Ainda em relação aos motivos de produção, 37% atribuem outro motivo para a prática do arroz, dentre os quais se destaca a transmissão do conhecimento para as gerações seguintes, ou seja, o indivíduo que já nasce dentro de uma cultura de prática do arroz acaba inserindo-se na mesma desde cedo e muitas vezes não possui outra alternativa profissional ou educacional. Outros motivos que justificam o cultivo do arroz, seriam a diversificação e o convívio com a natureza. Os restantes 3,7% consideram o mercado como motivo de produção. Assim, apenas uma pequena parte dos produtores explora o produto porque o acha atrativo financeiramente.

Encontrou-se alguma diferença entre o nível de escolaridade dos pais do entrevistado e dos próprios entrevistados. Enquanto 76% dos pais dos entrevistados possuem ensino fundamental incompleto e 4,7% possuem ensino fundamental completo, 38% dos entrevistados possuem ensino fundamental incompleto e 33% possuem ensino fundamental completo. Em relação ao ensino médio, 9,5% dos pais dos entrevistados possuem ensino médio completo e 4,7% possuem ensino médio incompleto, ao passo que, para os entrevistados de nível médio, esses percentuais são invertidos para as categorias completo e incompleto. Apenas 4,7% dos pais dos entrevistados possuem pós-graduação (e conseqüentemente esse é o percentual que possui nível superior), enquanto 9,5% dos entrevistados possuem nível superior e 4,7% dos entrevistados possuem mestrado.

Tabela 4.1 - Escolaridade

<b>Escolaridade</b>	<b>Pais (%)</b>	<b>Entrevistados (%)</b>
Ensino Fundamental Incompleto	76,2	38,11
Ensino Fundamental Completo	4,76	33,33
Ensino Médio Incompleto	4,76	9,52
Ensino Médio Completo	9,52	4,76
Ensino Superior	0	9,52
Pós-Graduação	4,76	0
Mestrado	0	4,76
Total	100	100

Fonte: elaboração do autor.

A renda média dos entrevistados de, aproximadamente, 3 salários mínimos. Do total dos rendimentos, 87,5% provêm, em média, da agricultura, sendo o restante vindo de outras fontes.

Plantam arroz de acordo com o calendário estabelecido pelas instituições de pesquisa, como o IRGA, 70% dos entrevistados. Um dos motivos apresentados para não seguir as datas propostas na plantação de 2005/2006 é que, por motivo das chuvas, houve uma enchente, atrasando a plantação.

Em relação ao tipo de arroz plantado, 18,5% plantam arroz orgânico, sendo todos produtores de Viamão. O preço médio do arroz orgânico ficou em 11,83% superior à média do preço de venda do saco do arroz comum<sup>2</sup>. Além disso, em relação aos insumos usados na produção, a média do custo dos insumos usados na plantação de arroz comum é 35% superior ao do arroz orgânico. No entanto, a produtividade (medida em sacos/hectare) para os agricultores que produzem apenas arroz comum é de 113,55 sacos, ou seja em torno de 10% superior a produtividade geral<sup>3</sup>, que não distingue o tipo de arroz produzido, e para quem produz apenas arroz orgânico é de 51,76 sacos, em torno de 50% inferior à produtividade geral.

Em relação ao crédito, 66,7% dependem de crédito para produzir, sendo que desses, apenas 7,4% possuem dificuldades de acesso ao mesmo. O financiamento pode ser por bancos, por cooperativas ou pessoal<sup>4</sup>.

A disponibilidade de água para toda a produção mostrou-se satisfatória para 76,2% dos entrevistados. Os demais obtêm água através de parcerias, de açudes (ou barragens) ou diretamente do Rio Gravataí. Estudos realizados pelo Instituto de Pesquisas Hidráulicas da UFRGS apontam que a bacia do Rio Gravataí tem condições de suportar uma área de 12.000 hectares/ano de arroz irrigado, sendo que as áreas irrigadas a partir da água retirada dos cursos d'água, como o próprio rio Gravataí, estariam limitadas a 2.600 hectares, restando aproximadamente 9.400 hectares que precisam utilizar água de barragens/açudes. Áreas acima de 12.000 hectares ficam sem garantia de fornecimento e podem gerar conflitos pelo uso da água, já que um irrigante novo poderia captar água antes de um irrigante já estabelecido.

---

<sup>2</sup> O preço médio da saca do arroz orgânico ficou em 22,8 reais, enquanto que o preço da saca do arroz comum foi de 20,387.

<sup>3</sup> A produtividade geral referente a safra de 2005/2006 é de 102,75 sacos/hectare.

<sup>4</sup> Alguns produtores recebem insumos em troca de uma parte da produção. No fundo, essa troca envolve não apenas insumos, mas o trabalho que o agricultor realiza.

Outro estudo realizado junto ao Projeto de Assentamento de Viamão considerou que o volume de água médio utilizado na bacia deve ser de 14.000 m<sup>3</sup>/hectare em cada safra.

A assistência técnica é um fator que poucos produtores declararam depender, pois apenas 28,54% indicaram que a produção depende de assistência técnica. Este fato revela que os produtores entendem que já são eficientes na condução da lavoura. Já em relação ao controle de irrigação, 57,14% dos entrevistados controlam pessoalmente a irrigação, ao passo que 42,86% contratam um aguador. Nenhum entrevistado utiliza o controle junto de parceiros ou meeiros. A maioria dos entrevistados (47,62%) considera o controle de irrigação bom, mas que poderia melhorar, 38,09% considera razoável, sendo interessante melhorá-lo, 4,7% acha deficiente, que precisa melhorar. Os restantes 9,54% acreditam que o controle de irrigação é muito bom, e que não precisa melhorar. Percebe-se que, em geral, o controle da irrigação é satisfatório, mas existe pouca preocupação em melhorá-lo de fato.

Dentre as máquinas próprias, existe um número maior de produtores que possuem tratores (76,2%), se comparado com os que possuem colheitadeiras (57,14%), indicando que o processo produtivo envolve custos elevados. Uma colheitadeira tem a utilização restrita a uma operação, o que gera uma relação de área/equipamento mais elevada em relação ao trator, fazendo com que pequenos e médios plantadores tenham dificuldades em adquirir este equipamento. Além disso, o custo da colheitadeira (tanto o custo da máquina em si quanto o custo de manutenção) é muito elevado, sendo mais vantajoso para pequenos produtores arrendar a máquina.

Um terço dos produtores possui bomba(s) para coleta de água. No entanto, 90% dos produtores coletam água inclusive através de barragens (ou açude). Dessa forma, a barragem é o modo predominante de coleta de água, sendo que a maioria dos indivíduos que possuem bomba(s) para coletar água, usa barragens também.

Foi realizada uma avaliação a respeito da opção de mercados de água, concedendo outorgas por períodos de tempos mais amplos, podendo haver comercialização de parte outorgada entre os irrigantes. A formação de um mercado é considerada desejável para 42,85% dos entrevistados, sendo o fato de existir um interlocutor mais próximo o motivo principal de o mercado ser desejável. O segundo motivo mais destacado foi o planejamento de longo prazo, embora existem pessoas que consideraram o prazo proposto de dez anos como longo demais, sugerindo que o mesmo pudesse ser de cinco anos. As opções indiferente e negativa apresentaram igual percentagem de escolha, 28,575%. O motivo principal da

indiferença foi a discordância em pagar pela água, e o motivo principal de a formação de mercados ser negativa é que irá encarecer a água.

#### 4.2 ESTIMAÇÃO DO VALOR ECONÔMICO DO USO DA ÁGUA PELO MÉTODO DA DEMANDA TRADICIONAL (VIA ELASTICIDADE)

Conforme foi visto no capítulo 2, atualmente paga-se uma tarifa referente ao serviço de distribuição da água (seja para a indústria, para o uso residencial e para a agricultura). Contudo, nada é cobrado pelo uso da água na produção agrícola. Uma das formas de determinar o valor de uso da água para irrigação do arroz na Bacia do Rio Gravataí será através da elasticidade, a qual pode ser obtida pela análise econométrica de demanda. Dessa forma, a análise da demanda por água representa um meio fundamental para a obtenção da elasticidade através de técnicas econométricas. Portanto, primeiramente, será estimada uma equação de demanda por água, e, após, a elasticidade. O valor médio de uso da água é obtido manipulando-se a equação da elasticidade, conforme foi visto na metodologia apresentada no capítulo 3.

O valor de uso (preço) será representado pela variável DAP, uma vez que, se fosse utilizado como valor de uso o valor que é pago atualmente, o preço estimado seria um uso incorreto de informações, pois mediria o valor da água como um insumo de produção e não o valor que estão dispostos a pagar pelo uso da água. Além do mais, o valor da água como insumo de produção foi obtido na pesquisa, já é um valor existente, determinado.

Portanto, primeiramente, será estimada uma equação de demanda por água, e, após, a elasticidade. O valor médio de uso da água é obtido manipulando-se a equação da elasticidade, conforme foi visto na metodologia apresentada no capítulo 3.

#### 4.2.1 Estimação da Demanda por Água na Bacia do Gravataí

Uma vez que os dados foram obtidos seguindo o modelo do estudo de Qweiss, Shdeed e Gabr (2000), buscou-se, inicialmente, replicar os modelos de demanda estimados no estudo de referência, o qual não foi realizado somente para o arroz, mas para diversas culturas. O arroz é um produto cujo cultivo depende de algumas variáveis que foram identificadas no presente estudo. Constatou-se, porém, que algumas variáveis simplesmente não têm impacto sobre o resultado<sup>5</sup>. Além disso, o questionário aplicado para a Bacia do Gravataí foi adaptado para a cultura da região a partir do questionário aplicado pelo estudo adotado de referência. Dessa forma, uma vez que o cenário de aplicação dos questionários muda completamente da região do Oriente Médio para a bacia do Gravataí, é normal o fato de algumas variáveis utilizadas como referências não apresentarem significância quando aplicadas especificamente na bacia do Gravataí, sendo necessário redefinir os modelos de referência. No entanto, é interessante observar que a base de dados utilizada para ambos os trabalhos, o atual e o de referência, serem praticamente idênticas.

Foram estimados diversos modelos para a demanda por água, dentre os quais comentam-se, a seguir, alguns exemplos, observando-se primeiramente a significância das variáveis, a qual pode ser visualizada pelos números entre parênteses abaixo de cada variável. Como a equação de demanda será transformada num modelo log-log, para obter-se o valor da elasticidade-preço da demanda, tomou-se cuidado, na pré-seleção dos modelos, para obter-se uma significância neste modelo, uma vez que o último depende do primeiro. O apêndice B descreve as variáveis utilizadas<sup>6</sup>.

---

<sup>5</sup> Como é o caso da variável sexo (masculino/feminino) – talvez esta variável não tenha significância pelo fato de todos os entrevistados terem sido do sexo masculino. Buscou-se contatar-se uma produtora do sexo feminino, mas a mesma não estava disposta a participar da entrevista. Outras variáveis que não apresentaram significância para os modelos de demanda foram: tamanho da propriedade, faixa de renda, área plantada, condições de clima (no estudo de referência, realizado no Oriente Médio, as condições de clima são determinantes para diversas práticas agrícolas. No caso do arroz irrigado, as condições climáticas têm uma importância relativa,. Para esta variável esperava-se uma influência sobre a demanda por água, no entanto, por haver uma pré-definição do período de plantio o clima pode ser uma variável exógena).

<sup>6</sup> As variáveis que começam com um “D” na frente são variáveis *dummies*, que assumem valores de 0 ou 1.

#### 4.2.1.1 MODELO DE DEMANDA 1

O modelo 1 de demanda apresenta sinais esperados para os coeficientes. Uma vez que a variável DAP está representando o papel da variável preço, espera-se que a mesma tenha um sinal negativo. A variável idade, por outro lado, apresenta um sinal positivo, indicando que isso provavelmente pode ser atribuído ao fato de pessoas mais velhas estarem acostumadas com técnicas mais convencionais, as quais, supostamente, requerem mais água. Em relação a variável custo\_hc, não existe ainda uma relação previsível da mesma com o volume de água utilizado, uma vez que o volume de água tem a ver com o método de plantio (pré-germinado, direto ou convencional) e com a preocupação ecológica do agricultor ou com a falta de água ou com a quantidade de água armazenada ser suficiente ou não no açude.

O preço de venda do saco de arroz mostrou ter uma relação positiva com a quantidade demanda de água. Uma possível explicação é que quanto maior o preço de venda do saco, maior é o incentivo para os agricultores produzirem, logo a demanda por água aumenta. A variável *dummy* D27\_usamaq\_plantio poderia ser tratada mais como uma variável de ajuste no modelo, uma vez que aproximadamente 85% dos entrevistados usam máquina para o plantio. A variável *dummy* de localização indica que a quantidade de água demanda por hectare é superior no município de Viamão. Esta última relação só poderá de fato ser verificada quando forem implantados os medidores de vazão, objetivo maior do estudo do IPH na Bacia do Gravataí. Em relação à significância das variáveis, as variáveis DAP, idade e custo\_hc mostraram-se ter uma baixa significância. A margem de erro do modelo é de 12%, um valor um pouco elevado. No entanto, existem outros fatores que devem ser analisados na escolha do melhor modelo.

$$\text{Vol\_agua\_hc} = -254,1038\text{DAP} + 48,4283\text{idade} + 2,2488\text{custo\_hc} + 370,4494\text{preco\_arroz} + 2590,244\text{D27\_usamaq\_plantio} + 2493,998\text{D7\_localizacao}$$

(0,1190)	(0,0802)	(0,1078)	(0,0000)	(0,0015)	(0,0003)
----------	----------	----------	----------	----------	----------

#### 4.2.1.2 MODELO DE DEMANDA 2

O modelo 2 difere do 1 ao retirar-se a variável idade e inserir-se a variável *dummy* d16\_condições\_terra. Provavelmente, o que pode inferir-se dessa variável é que ela tenha um

papel de ajuste no modelo, que ela é uma variável importante quando combinada com outras, tanto é que ela diminui a margem de erro das variáveis. Na verdade, o fato das condições da terra serem um dos principais motivos que determinam a produção do arroz, é possível esperar-se que a demanda por água para o cultivo desse produto dependa, de alguma forma, dessa variável explicativa. Contudo, apesar de as demais variáveis terem melhorado a sua significância, esta variável inserida no modelo não mostra ser significativa, pois o p-valor é de 0,3291.

$$\text{Vol\_agua\_hc} = -388,619\text{DAP} + 3,214\text{custo\_hc} + 453,768\text{preco\_arroz} + 3143,049\text{D27\_usamaq\_plantio} + 2719,765\text{D7\_localizacao} - 632,519\text{D16condicoes\_terra}$$

(0,0336)    (0,0316)            (0,0000)            (0,0001)            (0,0005)            (0,3291)

#### 4.2.1.3 MODELO DE DEMANDA 3

No modelo 3 percebe-se que as variáveis são muito significativas estatisticamente, apresentando um número diferente de zero apenas na terceira casa decimal. No entanto, o sinal da variável DAP aparece positivo neste modelo, diferente do esperado. Uma provável explicação é que haja multicolinearidade<sup>7</sup> neste modelo. A variável anos\_exp\_agric provavelmente tem uma interpretação parecida com a variável idade, de forma que, quanto mais tempo o agricultor está no cultivo do arroz, mais água é utilizada na produção de arroz. Inclusive percebe-se, pela escolaridade, que a grande maioria dos agricultores possui ensino fundamental completo ou incompleto (juntas as duas categorias correspondem a cerca de 70% dos entrevistados), não indicando que exista atualização nos conhecimentos dos mesmos para que técnicas mais avançadas e que, por consequência, requeiram uma menor quantidade de água, sejam utilizadas.

Assim como não existe ainda uma relação previsível entre a quantidade de água demandada e o custo dos insumos, o mesmo raciocínio pode ser aplicado para a quantidade de insumos utilizada. A variável D11\_calendário indica que os agricultores que plantam de acordo com o calendário estabelecido pelo IRGA demandam mais água, no entanto, esta variável provavelmente exerce apenas um papel de variável de ajuste, que melhora o modelo quando inserida conjuntamente com as outras variáveis. Outra explicação para esta relação

<sup>7</sup> Ocorre quando uma variável explicativa é correlacionada com uma variável explicativa (regressão simples) ou representa uma combinação linear de variáveis explicativas (regressão múltipla).

positiva da variável D11\_calendário e a quantidade demanda de água poderia ser que o cultivo de arroz de fato demanda água e que o melhor rendimento do produto seja de acordo com o calendário estabelecido pelo IRGA, indicando que o calendário é determinado por fatores exógenos, possuindo uma relação indireta com a demanda de água.

$$\text{Vol\_agua\_hc} = -622,7968\text{DAP} + 184,0188\text{anos\_exp\_agric} + 7,9278\text{qt\_hc} + 2427,31\text{D16\_condicoes\_terra} + 2737,868\text{D11\_calendario}$$

(0,0050)                      (0,0000)                      (0,0011)                      (0,0077)                      (0,0011)

#### 4.2.1.4 MODELO DE DEMANDA 4

No modelo 4, a variável DAP também apresenta sinal diferente do esperado. As demais variáveis seguem a interpretação dos modelos anteriores comentados. A variável nova neste modelo (D45\_coletaagua\_barragem) é a que se refere ao método de coleta de água, se é feito por barragem ou por bombeamento. O sinal positivo da variável indica que a coleta por meio de barragem requer uma demanda maior de água por hectare, considerando-se um nível de significância de 5%. O modelo apresenta um bom nível de significância, podendo assumir uma margem de erro de 5%.

$$\text{Vol\_agua\_hc} = 596,70\text{DAP} + 133,68\text{anos\_exp\_agric} + 6,96\text{qt\_hc} + 1931,24\text{D16\_condicoes\_terra} + 3210,67\text{D45\_coletaagua\_barragem} + 1906,33\text{D11\_calendario}$$

(0,0041)                      (0,0028)                      (0,0023)                      (0,0251)                      (0,0466)                      (0,0455)

#### 4.2.1.5 MODELO DE DEMANDA 5

A variável DAP, assim como nos modelos 3 e 4, também apresenta sinal diferente do esperado, sendo provável, como já indicado anteriormente, a presença de multicolinearidade. A variável que aparece pela primeira vez é o nível de produtividade (produção\_hc), o qual mostrou ter uma influência positiva sobre a demanda por água. Então, é provável que a demanda por água seja um dos fatores que influencia na produtividade média do sistema de plantio, uma vez que a água é um dos insumos necessários para a produção do arroz. No entanto seria interessante verificar uma relação de causalidade entre estas variáveis, pois o modelo apenas indica uma relação positiva, mas não de causalidade. Para tanto seria

necessária a estimação de um modelo VAR (Vetor Auto-regressivo), que permita identificar relações de causalidade, mas tal estimação fugiria dos objetivos do presente estudo.

As demais variáveis possuem o mesmo sinal apresentado dos modelos anteriores. Em relação ao nível de significância, o mesmo difere para cada variável, mas o modelo em si não apresenta um nível de erro elevado. A variável *d16\_condicoes\_terra* é a que apresenta o nível de significância mais baixo, assumindo uma margem de erro de aproximadamente 7%. Com isso, a margem de erro necessária do modelo é de aproximadamente 7%. As variáveis *producao\_hc* e *d11\_calendário* apresentam nível de significância de aproximadamente 1%, *DAP* 4% e *preco\_arroz* e *anos\_exp\_agric* abaixo de 1%.

$$\begin{array}{cccccc}
 \text{Vol\_agua\_hc} = 363,62\text{DAP} + 27,04\text{producao\_hc} + 241,62\text{preco\_arroz} + 107,95\text{anos\_exp\_agric} + 1847,82\text{D11\_calendario} + 1364,35\text{D16\_condicoes\_terra} \\
 (0,0384) \quad (0,0101) \quad (0,0052) \quad (0,0022) \quad (0,0179) \quad (0,0673)
 \end{array}$$

Outros fatores que devem ser analisados para a escolha do modelo são as estimativas do  $R^2$ , os critérios de Akaike e de Schwartz, e os testes de hipóteses. As tabelas 4.2 e 4.3 mostram estes fatores. Os modelos 1 e 2, apesar da necessidade de individualmente os coeficientes de algumas variáveis precisarem de um nível de significância mais elevado para serem estatisticamente válidas (teste individual de coeficientes), conjuntamente os coeficientes não são iguais a zero. Os valores do coeficiente de determinação ( $R^2$ ), para os dois modelos (1 e 2), são aceitáveis. E os critérios de Akaike e de Schwartz apresentam os menores valores comparando-se com os demais valores, indicando a preferência por estes. Já os modelos 3 e 4 apresentam um  $R^2$  negativo, indicando que o modelo, ao invés de explicar a variável dependente, está indo na direção oposta. Provavelmente, isto indica erros de especificação nos modelos 3 e 4. Como as estatísticas individuais de cada variável são boas, mas o resultado geral desses dois modelos é ruim, isso pode estar indicando que exista colinearidade (duas variáveis apresentando a mesma informação). Além disso, os valores dos critérios de Akaike e de Schwartz são mais elevados, comprovando que os modelos 3 e 4 não são ideais se comparados com os outros modelos analisados. As estatísticas individuais mostraram ser um falso sinal de que os modelos 3 e 4 eram bons. O modelo 5 apresentou características intermediárias em relação aos modelos 1 e 2 e aos modelos 3 e 4. O  $R^2$  não é razoável como o valor encontrado para os modelos 1 e 2, nem tão baixo quanto o valor encontrado para os modelos 3 e 4. O valor dos critérios de Akaike e de Schwartz são também

intermediários, e as variáveis individualmente são significativas considerando uma margem de erro de 7%.

Tabela 4.2 – Dados dos Modelos de Demanda

Modelo	R <sup>2</sup>	Akaike	Schwartz
1	0,5213	17,4324	17,7227
2	0,4667	17,5405	17,8308
3	-0,363	18,402	18,644
4	-0,1127	18,276	18,5663
5	0,2803	17,8402	18,1306

Fonte: elaborada pelo autor a partir do *output* do Eviews.

O teste Wald indica que, para todos os modelos, os coeficientes são conjuntamente diferentes de zero. Nenhum modelo apresentou autocorrelação, o que era de se esperar, uma vez que se trabalhou com dados de corte. Apesar de o valor do teste de heterocedasticidade ter se apresentado baixo para o modelo 4, o mesmo não rejeita a hipótese nula de homocedasticidade, uma vez que o valor de 0,0786 ainda é maior do que o nível de significância adotado pelo modelo (5%). Todos os modelos apresentaram ser estáveis<sup>8</sup>, uma vez que o valor da estatística F calculado não excede o valor crítico. Apesar de a suspeita de existência de multicolinearidade ocorrer quando o valor do R<sup>2</sup> é muito elevado e, ao mesmo tempo, as estatísticas individuais dos coeficientes não são significativas, fato que não ocorre nestes modelos, uma outra suspeita ocorre quando o sinal e/ou a magnitude dos coeficientes estimados não são consistentes com a teoria econômica. Esse último motivo ocorre nos modelos 3, 4 e 5 relativamente a variável de interesse DAP. Uma vez que a equação de demanda é apenas uma das etapas do objetivo final a ser definido – o valor de uso da água – existem outras etapas que precisam ser analisadas para a escolha do modelo.

<sup>8</sup> O teste RESET adiciona variáveis criadas a partir da variável *y*. A hipótese nula do teste indica que os coeficientes das variáveis adicionadas são conjuntamente iguais a zero. Quando o valor calculado é menor do que o valor crítico, não rejeita-se a hipótese nula, indicando estabilidade.

Tabela 4.3 – Testes dos Modelos de Demanda

Modelo	Teste Wald (prob.)	Autocorrelação	Heterocedasticidade (prob)	RESET (estabilidade)		Suspeita de Multicolinearidade
				F Calculado	Valor Crítico	
1	0,0000	Não	0,3799	12,913	30,8742	Não
2	0,0000	Não	0,4262	3,6998	13,0659	Não
3	0,0000	Não	0,3095	5,005	15,7714	Sim
4	0,0000	Não	0,0786	2,8826	10,6924	Sim
5	0,0000	Não	0,1657	7,1342	21,1877	Sim

Fonte: elaborada pelo autor a partir do *output* do Eviews.

Os detalhes dos testes apresentados na tabela 4.3 para cada modelo podem ser verificados nos anexos B (teste Wald), C (autocorrelação), D (heterocedasticidade) e E (teste RESET).

#### 4.2.2 Estimação da Elasticidade-Preço da Demanda por Água

Os valores da elasticidade-preço da demanda para cada modelo foram obtidos através da estimação do modelo de demanda na forma log-log, correspondendo ao coeficiente da variável  $\log(dap)$ , conforme foi visto na metodologia no capítulo anterior. Os valores e os respectivos níveis de significância estão apresentados na tabela 4.4.

Tabela 4.4 - Elasticidade

Modelo	Elasticidade	Valor-p
1	0,0466	0,4673
2	0,0497	0,5737
3	0,2370	0,1448
4	0,2651	0,1050
5	0,2015	0,0063

Fonte: elaborada pelo autor.

Em relação ao valor da elasticidade-preço da demanda, a pergunta número 28 do questionário que busca inferir o que determina a quantidade de água que o agricultor aplica a cada produto pode ser uma referência de base para este valor. Apenas 4,76% dos entrevistados atribuem ao custo da água o fator determinante da quantidade de água utilizada

na produção, indicando que este deve ser a referência para o valor da sensibilidade da demanda por água em relação ao custo da mesma. Dos entrevistados, 14,28% consideram que a área plantada determina a quantidade de água, 57,14% acreditam que as recomendações técnicas determinam a quantidade de água utilizada, 28,57% atribuem às necessidades de produção como determinantes e 0% considera o preço do arroz como determinante da quantidade de água a se utilizada na sua produção. Dessa forma, a maior parte dos entrevistados não altera o manejo da irrigação com a variação do preço do produto, mostrando um comportamento praticamente inelástico deste consumo.

O sinal de todos os coeficientes difere do esperado (negativo). As elasticidades mais próximas do valor esperado<sup>9</sup> seriam as do modelo 1 ou 2. Contudo, o valor-p indica que a elasticidade apresenta uma significância melhor para os modelos que apresentam resultados diferentes do esperado.

#### 4.2.3 Estimação do Preço (Valor de Uso da Água)

As estimativas para o valor de uso da água seguem a metodologia de elasticidade proposta no capítulo anterior. Uma vez obtidos os valores da elasticidade ( $E$ ), da derivada da quantidade em relação ao preço de uso da água  $\left(\frac{\Delta Q}{\Delta P}\right)$  e do valor médio da variável de quantidade de água ( $Q$ ), é possível obter-se um valor médio (preço) aproximado para o uso da água ( $P$ ), como mostra a fórmula da elasticidade:

$$E = \frac{\Delta Q}{\Delta P} \cdot \frac{P}{Q} \quad \Longrightarrow \quad P = \frac{E \cdot Q}{\left(\frac{\Delta Q}{\Delta P}\right)}$$

A tabela 4.5 mostra as estimativas para o valor de uso da água em cada modelo. Uma referência para este valor é a média da variável DAP, que será analisada na seção seguinte.

<sup>9</sup> De acordo com a resposta número 28 do questionário, este valor seria em torno de 4,76%.

Tabela 4.5 – Valor de Uso da Água em Sacos de Arroz por Hectare Irrigado

Modelo	Valor de Uso da Água*
1	2,5277
2	1,7625
3	5,2400
4	6,1177
5	7,6300

Fonte: elaborada pelo autor.

\* O valor médio do saco de arroz informado na pesquisa foi de R\$ 20,00 por saco.

O valor da água para irrigação depende, utilizando-se esse método, da equação de demanda por água. Os dados das tabelas 4.2 e 4.3 indicam que os melhores modelos seriam os modelos 1 e 2, dado que os mesmos possuem os menores valores para os critérios de Akaike e de Schwartz, e, ao mesmo tempo, o maior valor para o  $R^2$ . Além disso, os testes para cada modelo apresentados não mostram suspeita para multicolinearidade nos modelos 1 e 2. Apesar destes modelos ainda não terem se mostrado plenamente satisfatórios em função do sinal do coeficiente da variável que identifica a elasticidade e também da significância individual de algumas variáveis assumirem uma certa margem de erro, os modelos 1 e 2 seriam os que melhor caracterizam a realidade. Se compararmos os valores das tabelas 4.2 e 4.3, poderemos perceber que os dados indicam que o modelo 1 tende a ser levemente superior ao modelo 2. Dessa forma, o valor da água para irrigação deve ser em torno de 1,76 a 2,52 sacos/hectare, com uma proeminência para o segundo valor, uma vez que o mesmo se refere ao modelo 1.

#### 4.3 ESTIMAÇÃO DO VALOR ECONÔMICO DO USO DA ÁGUA PELO MÉTODO DA DISPOSIÇÃO A PAGAR

Um método alternativo para estimar o valor de uso da água, conforme foi visto no capítulo 3, é o da DAP. Foram utilizados, neste trabalho, os métodos de estimação: *Open-ended* e Referendo.

#### 4.3.1 Método *Open-ended*

Com a aplicação do método do *Open-ended* perguntou-se diretamente qual o valor máximo que a pessoa está disposta a pagar pelo uso da água, da seguinte maneira (pergunta 29 do questionário):

Sabendo que você atualmente paga apenas pelo serviço de distribuição de água, e que já existe uma lei estadual (LE 10.350/94) e uma lei federal (LF 9433/97) que permitem o estabelecimento da cobrança pelo uso da água, se você tiver certeza que essa lei será implementada, qual o valor máximo que você está disposto a pagar por utilizar a água na agricultura?

De acordo com Motta (1998), o resultado da DAP pelo método do *Open-ended* é dado diretamente da pesquisa. A média das respostas indica uma DAP média a pagar de 1,62 sacos de arroz por hectare. Esse resultado indica um valor viável de cobrança, já que o valor proposto no método do Referendo é bem elevado.

A probabilidade de que a resposta da DAP seja maior ou igual ao valor proposto pelo método do referendo (7 sacos/hectare) é muito baixa, indicando que o valor proposto no método do Referendo é muito elevado:  $P(\text{open-ended} \geq \text{referendo yes}) = 0,04$ . Este valor foi selecionado a partir da proposta de Lanna (1999), que estimou um valor de R\$ 0,01/m<sup>3</sup>, o que significa R\$ 140,00/hectare, para um consumo estabelecido pelo IPH de 14.000 m<sup>3</sup>/hectare; considerando-se um valor de R\$ 20,00 para cada saco de arroz, obteve-se este referencial para a questão. De fato, apenas uma pessoa das 26 que responderam a parte referente a DAP se dispõe a pagar 7 sacos por hectare, sendo este o valor mais alto informado na pesquisa.

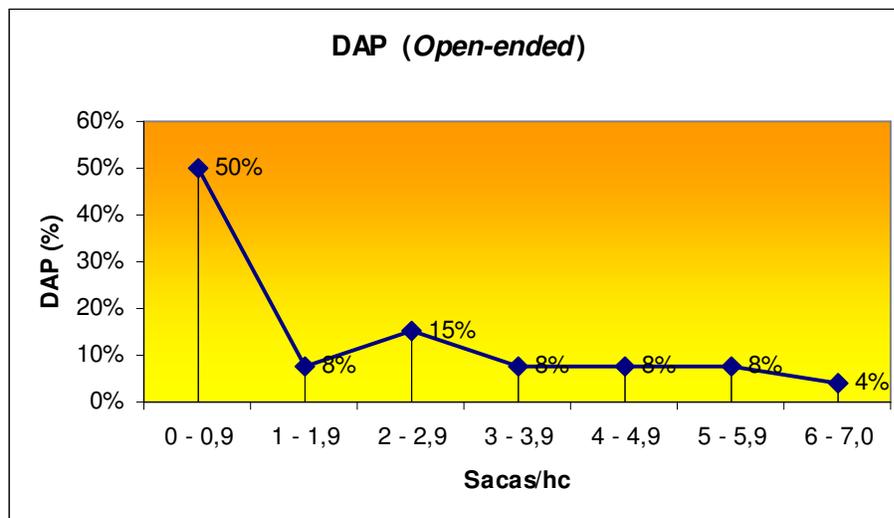


GRÁFICO 4.1 – DAP (*Open-ended*)

Fonte: elaborado pelo autor.

O gráfico 4.1 mostra a relação entre a distribuição dos valores apresentados de DAP pelo método *Open-ended* (eixo x) e a porcentagem de pessoas dispostas a pagar os respectivos valores (eixo y). 50% das pessoas não estariam dispostas a pagar nada ou pagariam um valor muito baixo pela água<sup>10</sup>. Valores entre 2 e 2,9 sacos tem uma porcentagem maior (15%) em relação a outros valores intermediários como de 1 a 1,9, 2 a 2,9, 3 a 3,9, e 4 a 4,9, os quais possuem uma porcentagem de 8%. Apenas 4% pagariam de 6 a 7<sup>11</sup> sacos/hc. Esse gráfico possui a direção esperada no sentido de apresentar uma tendência decrescente, com exceção de um leve pico no intervalo de 2 a 2,9 sacos. Sendo assim, esse último intervalo pode ser uma indicação de um valor plausível de pagamento pelo uso da água.

#### 4.3.1.1 Hipótese a Respeito da DAP

Para analisar as correlações de algumas variáveis foram formuladas algumas hipóteses: i) de que quanto maior a escolaridade, melhor o entendimento dos indivíduos, logo, maior deve ser a DAP; ii) quanto maior a idade, maior a resistência a pagar, logo, a DAP deve

<sup>10</sup> Dentre os valores de 0 a 0,9 sacos/hc, apenas uma pessoa respondeu um valor diferente de zero, o qual equivale a 0,05 sacos/hc.

<sup>11</sup> Cabe ressaltar que os 4% que pertencem a faixa de 6 a 7 sacos/hc disseram que pagariam o valor máximo dessa faixa de pagamento.

diminuir com a idade; iii) quanto mais tempo de lavoura, menor o entendimento do porque pagar pela água, então a DAP deve diminuir com os anos de experiência com agricultura/irrigação.

Estas hipóteses podem ser comprovadas tanto pela análise de regressão quanto pela análise de correlação. Em relação à análise de regressão, o sinal dos coeficientes das variáveis explicativas das equações de regressão indica o sentido de relação entre a variável explicativa ( $X$ ) e a explicada ( $Y$ ). Todas as equações estimadas possuem como variável dependente a DAP. A tabela 4.6 mostra os valores dos coeficientes estimados para cada regressão, bem como o p-valor correspondente. O output dessas regressões pode ser visto no Anexo F.

TABELA 4.6 - Coeficientes e significâncias das equações para a variável dependente DAP

	Variável Explicativa	Coeficiente	P-valor
Equação 1	Escolaridade	0,5256	0,0013
Equação 2	Idade	-0,0802	0,0225
Equação 3	Anos Experiência Agricultura	-0,0885	0,0198
Equação 4	Anos Experiência Irrigação	-0,0759	0,0068

Fonte: elaboração do autor.

Para a equação estimada para a escolaridade<sup>12</sup>, o coeficiente é positivo, indicando uma relação positiva entre a DAP e a escolaridade, ao passo que para as equações estimadas para os anos de experiência com agricultura/irrigação e para a idade, os coeficientes são negativos, indicando uma relação negativa entre as mesmas e a DAP.

TABELA 4.7 – Coeficientes de Correlação

Variáveis	Coeficiente de Correlação Linear
DAP e Escolaridade	0,4493
DAP e Idade	-0,4455
DAP e Anos Experiência Agricultura	-0,4541

Fonte: elaboração do autor.

<sup>12</sup> A variável escolaridade teve que ser tratada separadamente das demais, uma vez que houve uma falha na coleta de dados referente a esta variável, e restaram apenas 19 observações para a mesma.

Da mesma forma, a análise de correlação indica o mesmo resultado apresentado pelas equações de regressão, conforme pode-se verificar através dos sinais dos coeficientes de correlação linear<sup>13</sup> na tabela 4.7. Assim, o coeficiente de correlação linear é positivo para a correlação entre a escolaridade e a DAP, e negativo para as correlações entre a idade e a DAP e entre os anos de experiência com agricultura e a DAP.

#### 4.3.2 Método do Referendo

Conforme foi visto no capítulo 3, o método do Referendo pergunta se a pessoa está disposta a pagar um valor pré-determinado pelo uso da água. O valor proposto foi de um centavo por metro cúbico<sup>14</sup> (o que equivale a aproximadamente sete sacos/hectare). Pode-se perceber que o início da pergunta é igual ao método *Open-ended*, uma vez que inicialmente é feita apenas uma caracterização da situação, o que muda é a pergunta em si:

Sabendo que você atualmente paga apenas pelo serviço de distribuição de água, e que já existe uma lei estadual (LE 10.350/94) e uma lei federal (9433/97) que permitem o estabelecimento da cobrança pelo uso da água, se você tiver certeza que essa lei será implementada, você estaria disposto a pagar um centavo de reais por metro cúbico por utilizar a água na agricultura?

De 26 respostas<sup>15</sup>, 6 foram positivas, e as demais não pagariam um centavo por metro cúbico pelo uso da água. Essas respostas geram uma probabilidade de 23% de chances de aceitabilidade. Esse número pode ser considerado bastante razoável, uma vez que existe

---

<sup>13</sup> O coeficiente de correlação linear, de acordo com Gujarati (2000), é uma medida do grau de associação linear ou dependência linear entre duas variáveis, não implicando em qualquer relação de causa e efeito.

<sup>14</sup> Esse valor possui referência em outros estudos realizados. Pode-se citar o estudo do Rio Jaguaribe que fixa esse valor para o setor agrário no projeto-piloto Águas do Vale (ver Hartmann). Além disso, o valor de referência apresentado por Lanna (1999) na Tabela 2.1 para cobrança pelo uso da água de US\$ 5/1000m<sup>3</sup> também é equivalente ao valor em reais por m<sup>3</sup> proposto (0,01 centavo/m<sup>3</sup>) se considerarmos uma taxa de câmbio de R\$ 2/US\$ 1.

<sup>15</sup> Para esse método, foram obtidas 26 respostas, uma vez que o último entrevistado não quis responder a pergunta na hora e, quando conversamos novamente com ele, ele conversou com outros agricultores, os quais juntos decidiram dar uma resposta. Optamos por não considerar a resposta conjunta para esse método, uma vez que a mesma não se enquadra nos moldes, mas será dedicada uma seção para a mesma.

bastante resistência ao pagamento por parte dos agricultores. Das 6 respostas positivas, 4 são da localidade de Viamão, ou seja 66,66%, indicando que a maior resistência ao pagamento está em Santo Antônio da Patrulha, onde a maior parte das lavouras é abastecida por açudes.

Uma vez que só foi possível aplicar um valor para o método do Referendo, dado o limitado número de observações, tem-se uma variável dependente binária, que assume os valores de 0 para as respostas negativas e 1 para respostas positivas. Dessa forma, foi estimado um Modelo de Variável Dependente Binária (*Binary Dependent Variable Model*) para a DAP de um centavo por metro cúbico por hectare, pelo método de máximo-verossimilhança, utilizando-se o programa Eviews. O modelo dá a probabilidade de que o valor proposto (no caso do presente estudo de 1 centavo/m<sup>3</sup>) seja aceito.

Primeiramente, foram testadas as mesmas variáveis que mostraram ter uma influência significativa sobre a equação de demanda estimada na seção 4.2.1, dentre as quais um número considerável mostrou ter influência também sobre a DAP: quantidade de insumos por hectare, anos de experiência com agricultura, preço de venda da saca de arroz, produção por hectare, localização, método de coleta de água. Já as variáveis custo dos insumos por hectare, idade, *dummy* referente à utilização de máquinas para o plantio, *dummy* referente ao motivo de produção ser as condições da terra, *dummy* referente ao calendário de plantação (se a plantação segue o calendário estabelecido por instituições), mostraram influenciar apenas<sup>16</sup> a demanda, e as variáveis área plantada de arroz, custo total dos insumos, faixa de renda, e *dummy* de disponibilidade de água para a safra de 2004/2005, mostraram ter influência somente sobre a DAP.

Foram estimadas algumas equações para o Modelo de Variável Dependente Binária seguindo o método Logit. A interpretação dos coeficientes é complexa, pois os coeficientes estimados a partir de um modelo binário não podem ser interpretados como o efeito marginal sobre a variável dependente. A direção do efeito depende apenas do sinal do coeficiente, de forma que coeficientes positivos irão aumentar a probabilidade de que a hipótese proposta pelo método seja aceita, e coeficientes negativos irão diminuir a mesma. A magnitude do efeito (efeito marginal) de cada variável  $x_j$  sobre a probabilidade  $p = \Pr[y = 1/x]$ , no modelo Logit, é dada da seguinte forma<sup>17</sup>:

---

<sup>16</sup> Pelo menos dentro do modelo no qual as mesmas foram inseridas.

<sup>17</sup> A interpretação dos coeficientes segue a descrição de Cameron e Trivedi (2005).

$$\frac{\partial p}{\partial x_j} = \Lambda(x' \beta) [1 - \Lambda(x' \beta)] \beta_j$$

onde  $\Lambda(x' \beta)$  é a probabilidade  $p$  do modelo Logit. A seguir seguem alguns modelos pré-selecionados.

#### 4.3.3.2.1 MODELO DE VARIÁVEL DEPENDENTE BINÁRIA 1

Os sinais dos coeficientes da equação indicam que quanto mais elevada a faixa de renda, maior tende a ser a aceitação a pagar 1 centavo por metro cúbico pelo uso da água. Já a produção indicou o contrário, que quanto menor a produtividade maior seria a probabilidade de pagar o valor proposto. Provavelmente, a menor produtividade ocorre para pessoas que possuem um conhecimento menos técnico de plantio, e/ou também possuem condições financeiras desfavoráveis. Uma vez que a água é um elemento fundamental para a plantação de arroz, pessoas que possuem baixa produtividade podem querer garantir a coleta de água para evitar perda de produtividade por falta de água. Outra possibilidade é de que os produtores de arroz orgânico, que apresentaram menores produtividades, estejam mais inclinados a pagar para a implantação de ações benéficas para a preservação da Bacia do Gravataí. A variável *dummy* de disponibilidade de água indica que, quando falta água, a disponibilidade a pagar 1 centavo diminui. Uma suposta explicação é que a falta de água desestimula a produção, e os produtores podem passar a pensar em não produzir mais arroz. A quantidade de insumos mostrou ter uma relação negativa com a disponibilidade de pagamento, podendo-se pensar que quanto mais insumos de produção são aplicados, maior será o custo total com insumos, diminuindo a margem de produção. Por fim, a variável de localização indica que os moradores de Viamão apresentam uma probabilidade maior de aceitar o pagamento, fato este que está de acordo com os dados da pesquisa, uma vez que 66% das pessoas que aceitaram pagar 1 centavo por metro cúbico são de Viamão. Em relação às estatísticas, as variáveis individualmente não apresentam um nível de significância muito baixo, principalmente a variável de localização.



#### 4.3.3.2.4 MODELO DE VARIÁVEL DEPENDENTE BINÁRIA 4

O modelo 4 apresenta variáveis diferentes das apresentadas nos modelos anteriores, com exceção da faixa de renda que apresentou o mesmo sinal dos outros modelos que a incluíram. Os anos de experiência com agricultura indicam que, assim como nas hipóteses provadas anteriormente na seção 4.3.1.1, quanto mais tempo a pessoa já trabalha com arroz, mais resistente ao pagamento ela se torna. O custo total dos insumos mostrou-se relacionar negativamente com a DAP, indicando que quanto mais a pessoa já paga pelos outros insumos de produção, menos ela está disposta a pagar pela água. O método de coleta de água indica que quem coleta água através de barragem tem uma maior disposição a pagar pelo uso da água do que quem coleta água através de bombas, contudo, na prática, isto não se corroborou pelos dados. Os donos de barragens foram enfáticos em sugerir a não cobrança e até o contrário, receber por armazenar a água<sup>18</sup>. A área plantada de arroz mostrou ser positivamente relacionada com a DAP. Provavelmente, pode-se associar uma área maior de plantio com redução de custos por hectare através de ganhos de escala. O preço de venda do saco de arroz também mostrou-se positivamente relacionado com a DAP, podendo existir, de algum modo, um incentivo para o pagamento de um valor referente ao uso da água. Em relação às estatísticas individuais, as variáveis método de coleta de água, anos de experiência com agricultura e preço do arroz não foram muito significativas, exigindo um nível de significância de aproximadamente 15%.

$$D59\_DAP\_1centavo = -0,47anos\_exp\_agric - 0,00custo\_total\_insumos + 2,94faixa\_renda + 9,33D45 + 0,18area\_plantada\_arroz - 0,32preco\_arroz$$

(0,1220)	(0,0566)	(0,0692)	(0,1466)	(0,0750)	(0,1197)
----------	----------	----------	----------	----------	----------

#### 4.3.3.2.5 MODELO DE VARIÁVEL DEPENDENTE BINÁRIA 5

No modelo 5, a variável nova que apareceu é a *dummy* de condição em relação a propriedade da terra, isto é, se o agricultor é proprietário da terra ou se ele arrenda-a. O

<sup>18</sup> Um dos entrevistados indicou um estudo que comprova que o seu açude melhora a qualidade da água do rio (FRAGA, 2004).



Esses valores indicam que a probabilidade de o valor proposto ser aceito é muito baixa, e cada conjunto de variáveis indica a relação das mesmas com a DAP. Dessa forma, existe um resultado importante no que diz respeito ao valor de uso da água, o qual indica que o valor de 1 centavo por metro cúbico é um valor muito elevado para ser cobrado na Bacia do Gravataí<sup>19</sup>. Optou-se pela especificação dos modelos sem a constante, uma vez que a mesma não foi significativa em todos em todos os modelos. Contudo, ao estimar-se o modelo binário incluindo a constante, é possível obter-se o resultado do teste LR, que testa a hipótese de todos os coeficientes, exceto a constante, serem iguais a zero<sup>20</sup> e do McFadden R<sup>2</sup>, que corresponde ao R<sup>2</sup> original. O resultado do teste LR é visto através da Probability (LR stat), que indica o p-valor do teste. Para todos os 5 modelos de variável Dependente Binária, rejeita-se a hipótese nula de que todos os coeficientes são iguais a zero. O resultado deste teste, bem como o McFadden R<sup>2</sup> encontram-se no Anexo H. Ainda foi aplicado um teste de autocorrelação (ver Anexo I), o qual mostrou que não há autocorrelação nos resíduos dados os valores elevados encontrados no Prob.

#### 4.3.3 Método do Referendo com *Follow Up*

Após a aplicação do método do Referendo, aplicou-se, novamente, o método do *Open-ended*, apenas inserindo-se novamente a pergunta “qual o valor máximo que você estaria disposto a pagar?” na pergunta 27 do questionário (ver Apêndice A). Como foi visto na seção anterior que o valor de 7 sacos por hectare é bastante elevado para cobrança pelo uso da água, o método do Referendo acabou influenciando o resultado do *Open-ended* no *follow up*, elevando sua média. A média da DAP passou a ser de 2,56 sacos/hectare, 58% maior do que a média da DAP obtida anteriormente. Assim, existe o viés do ponto inicial, conforme visto no capítulo anterior, de forma que o valor proposto exerce influência sobre a resposta do indivíduo.

---

<sup>19</sup> O *output* dos modelos binários originais pode ser visto no Anexo G.

<sup>20</sup> Este teste caracteriza um teste de significância geral do modelo.

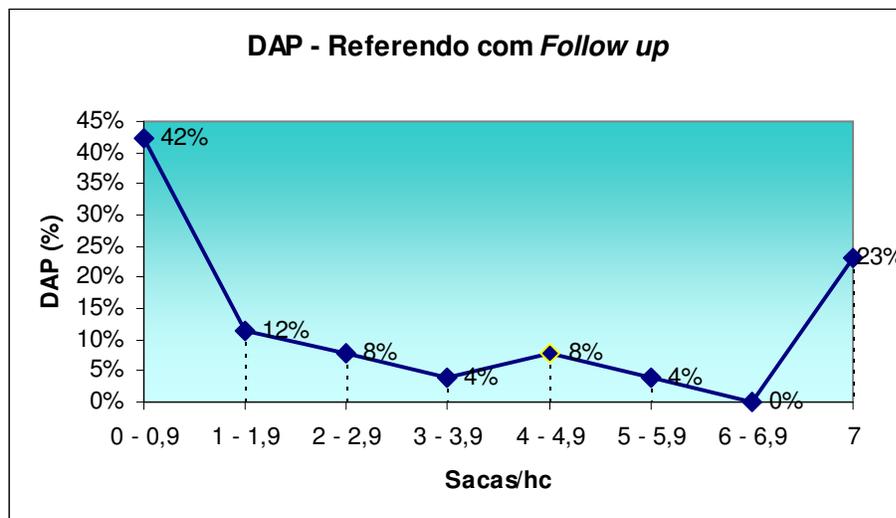


Gráfico 4.2 – DAP – Referendo com *Follow up*  
 Fonte: elaborado pelo autor.

O Gráfico 4.2 mostra a relação entre a distribuição dos valores apresentados de DAP pelo método Referendo *com Follow up* (eixo x) e a percentagem de pessoas dispostas a pagar os respectivos valores (eixo y). Os 23% que aceitam pagar o valor proposto pelo método do Referendo são exatamente os mesmos 23% que responderam que o valor máximo que pagariam era 7 sacos por hectare na pergunta do tipo *Open-ended* que foi feita após a pergunta do Referendo. É possível perceber que menos pessoas pagariam de 0 a 0,9 sacos (o percentual de 50% cai para 42%, ou seja, cai 16%) e mais pessoas pagariam de 6 a 7 sacos (de 4% o percentual aumenta para 23%, ou seja, aumenta 575%). É como se, inicialmente (no método *Open-ended*), fosse obtida uma curva num formato parecido com um “L”, mas, ao invés da base ser reta, ela inclinasse para baixo, e depois, no método do Referendo *com Follow up*, a curva se tornasse mais parecida com um “U”, com um desnível entre as duas pontas de cima, sendo que o lado direito possuísse uma altura mais baixa.

#### 4.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS A RESPEITO DO CAPÍTULO 4

A caracterização dos agricultores indica que a maioria planta arroz comum (em torno de 80%), e que o mesmo mostrou ser em torno de 10% mais produtivo do que o arroz orgânico, apesar de os custos dos insumos do arroz comum serem também mais elevados. As condições da terra mostraram ser os principais determinantes do cultivo do arroz, dessa forma, não se planta arroz com fins de se obter lucro, mas porque o solo na Bacia do Gravataí é propício para o arroz. Em relação à escolaridade, percebe-se que existe um avanço na escolaridade do ensino fundamental incompleto para completo quando se compara a escolaridade dos pais dos agricultores com a escolaridade dos próprios agricultores. A faixa etária média é de 44,2 anos, sendo a média dos anos de experiência com agricultura de 29,85 anos e com irrigação de 20,55 anos. A comparação da idade média dos agricultores com os anos de experiência dos mesmos com agricultura indica que os produtores iniciam muito jovens o seu trabalho na agricultura, culminando com o término do ensino fundamental, uma vez que a diferença de idade média e anos de experiência com agricultura é de quase 15 anos.

O crédito mostrou-se necessário para praticamente dois terços dos produtores (66,7%), e o acesso ao mesmo mostrou ser bastante simples, já que apenas 7,4% têm dificuldade de acessá-lo. A necessidade de crédito para a produção indica que a renda média (3 salários mínimos) não é suficiente para sustentar as famílias e para cultivar de arroz. A coleta de água é feita principalmente através de barragens (90%), sendo que um terço dos agricultores possui bombas para coletar água.

O valor da água para irrigação foi obtido por duas técnicas. A primeira utiliza a análise de demanda convencional, a partir da qual é possível estimar-se a elasticidade-preço da demanda por técnicas econométricas. Manipulando-se a equação da elasticidade, é possível obter-se um preço médio que represente o valor de uso da água para irrigação. A escolha de um valor envolveu diversos critérios, uma vez que para chegar-se ao preço final passou-se por três etapas: demanda, elasticidade e preço. Para os modelos de demanda, os critérios de Akaike e de Schwartz, bem como o  $R^2$ , indicam que os modelos 1 e 2 devem ser escolhidos, embora as estatísticas individuais dos coeficientes assumam uma margem de erro maior. Além disso, os modelos 3, 4 e 5 de demanda apresentam suspeita de multicolinearidade, uma vez que o sinal de alguns coeficientes difere do esperado. A elasticidade esperada, conforme a aplicação do questionário, pode ser dada através da % de pessoas que consideram o custo da

água como determinante para a escolha da quantidade de água utilizada na produção, ou seja, em torno de 4,76%. Os modelos de demanda 1 e 2 são os que geram valores mais próximos do esperado (4,66 e 4,97%, respectivamente), porém a significância individual gera uma margem de erro bastante elevada. Dessa forma, as etapas anteriores indicam que o valor de uso da água gerado a partir dessas ferramentas (demanda, elasticidade) e da quantidade média demandada por água deve ser o valor obtido pelos modelos 1 ou 2, o que corresponde, respectivamente, a 2,52 e 1,76 sacos/hectare.

A segunda técnica utilizada foi a da Disposição a Pagar (DAP), do Método de Valoração Contingente. Foram aplicados os métodos do *Open-ended*, que pergunta diretamente o valor que a pessoa está disposta a pagar pelo uso da água, e do Referendo, que pergunta se a pessoa aceita pagar um determinado valor para o uso da água (1 centavo por metro cúbico ou o equivalente a aproximadamente 7 sacos/hectare). Optou-se também por utilizar o método do Referendo com *Follow Up*, o qual consiste em aplicar o método do Referendo e, após, o método do *Open-ended*. O resultado da aplicação do método *Open-ended* gerou um valor de uso da água médio de 1,62 sacos/hectare. O resultado pelo método do Referendo gerou uma probabilidade de aceitação de 23%. Em relação ao método do Referendo, foram estimados alguns Modelos Binários, que dão a probabilidade de o valor proposto (1 centavo por metro cúbico) ser o valor correto. A variável dependente é uma variável dummy que assume os valores 0 para quem não está disposto a pagar e 1 para quem está disposto a pagar o valor proposto, e as variáveis dependentes são as variáveis sócio-econômicas geradas pela pesquisa. Todos os modelos estimados geraram uma probabilidade muito baixa de aceitação do valor proposto, considerando-se as características sócio-econômicas, indicando um importante resultado: que o valor de 1 centavo por metro cúbico é muito elevado para ser cobrado na Bacia do Gravataí. Já o resultado do *Open-ended* com *follow up* apresenta um valor maior, de 2,56 sacos/hectare, provavelmente resultante da influência do valor inicial (7 sacos/hectare).

## 5 CONCLUSÃO

O valor econômico da água pode ser revelado pela sua escassez quantitativa, pelo seu valor de uso e pelo marco institucional. A distribuição desigual de recursos entre países e regiões pode ser considerada como um dos motivos principais de escassez natural de recursos hídricos. Além disso, a crescente demanda e a oferta limitada desse recurso geram uma situação na qual é preciso pensar em maneiras para evitar a escassez de água no mundo. Apesar de o Brasil possuir uma posição privilegiada, possuindo cerca de 14% da oferta de água doce mundial, existe uma distribuição desigual desse recurso inclusive dentro do país, gerando situações de escassez, o que evidenciam a necessidade de gestão eficiente dos recursos hídricos. Além dessas evidências, a gestão de recursos hídricos é fundamental para garantir a oferta do recurso para gerações futuras.

O papel da agricultura na demanda por água é destacado, uma vez que este setor corresponde a cerca de 70% do consumo final de água (considerando-se os países da América Latina e do Caribe). Existe, contudo, uma resistência ao pagamento pelo uso desse recurso, a qual está associada, provavelmente, à maneira como as pessoas enxergam a água – como um bem público ou como um bem privado - e também à dificuldade de compreensão que atualmente paga-se apenas pelo serviço de distribuição de água, nada é pago ainda referente ao seu uso. A dificuldade de ver a água tanto como um bem público quanto um bem privado, dependendo da sua utilidade, gera controvérsias e questionamentos a respeito do pagamento de um valor pelo seu uso. Se a água fosse utilizada apenas para recreação ou para paisagem, não haveria necessidade de uma preocupação maior a respeito do seu valor. Contudo, ao ser utilizada para consumo privado, agrícola ou industrial, ela passa a ser um bem privado, uma vez que inibe a utilização do bem para outros usos. Além disso, ao estabelecer um valor para a água, impede-se que o seu consumo seja excessivo e estimula a sua eficiência no uso da água.

O presente estudo analisou apenas o valor da água para irrigação na Bacia do rio Gravataí, uma vez que a análise da indústria e do uso residencial da água requerem uma modelagem diferente, além de outras pesquisas para obtenção dos dados. Cabe ressaltar que a agricultura pode representar o maior consumidor de água, contudo, não se pode esquecer dos

demais atores da Bacia (indústrias e residências) e o fato de que se a mesma tarifa for imposta para os diferentes atores, a agricultura pode ser inviabilizada, uma vez que a mesma depende de um grande volume de água para a produção.

Existem dois modelos para a gestão dos recursos hídricos. Um deles é o modelo de negociação, que estabelece uma tarifa a ser cobrada pelo uso da água e é utilizado em diversos países como Alemanha, França, Holanda e Inglaterra. O outro é o modelo de mercado, que estabelece direitos de propriedade que seriam negociados entre os atores da Bacia Hidrográfica sem a intervenção de uma agência que intermedie as transações. A legislação atual no Brasil ainda é indefinida em relação ao modo de como a cobrança deve ser efetuada, contudo alguns autores, como Motta (1998), consideram que o Brasil segue o modelo francês de negociação. De fato, os arranjos institucionais existentes (comitês e agências de bacia) indicam que este seja o modelo a ser adotado, mas a legislação não é clara a esse respeito. Contudo, apesar de legislação ainda ser dúbia, os pré-requisitos necessários para a viabilidade de um mercado de água no Brasil indicam que esse sistema ainda não é viável, uma vez que a escassez de água não é considerada grave, e que a legislação ainda não estabelece todos os mecanismos necessários para a sua existência, principalmente no que diz respeito a definição dos direitos de propriedade. Estudos realizados a respeito da viabilização do modelo de mercado indicam que o mesmo ainda não é viável no Brasil, uma vez que a comercialização de títulos indica ter uma baixa aceitação e que seria preciso um maior volume de informações a respeito da vazão ou volume de licenças, entre outros motivos. Ressalta-se, dessa forma, a importância de estudos a respeito do papel das instituições na gestão das águas.

Apesar de o presente estudo considerar o modelo de negociação, buscou-se uma opinião dos agricultores a respeito do modelo de mercado. Constatou-se que em torno de 43% dos entrevistados são favoráveis a esta opção, acreditando que seria uma opção preferível pelo fato de se ter um interlocutor mais próximo e por permitir o planejamento de longo prazo. Contudo sugerem que o prazo não seja muito longo, podendo ser algo como 5 anos. Dentre os agricultores que consideram negativa a opção de mercado (28,5%), um dos argumentos é que não há como prever a quantidade necessária de água para o ano seguinte em função do clima e que a opção de mercado iria encarecer a água. Os indivíduos indiferentes (28,5%) discordam do pagamento pelo uso da água. Cabe ressaltar que foi percebido um enorme desconhecimento por parte dos agricultores em relação às leis federais e estaduais que prevêm a cobrança pelo uso da água. Dessa forma, a educação dos agricultores parece ser um mecanismo essencial antes que qualquer forma de modelo (de negociação ou de mercado) seja

posto em prática. Esses dados evidenciam que a opção de mercado não deve ser descartada, mas os alicerces para a sua viabilização precisam existir.

O desconhecimento da legislação por grande parte dos entrevistados também indica um desconhecimento do destino do valor a ser arrecadado, caso venha a ser implementado o modelo de negociação. Para muitos entrevistados, o fato deles saberem o destino da arrecadação, que é para garantir a oferta de água na bacia onde foi arrecadado, fez muita diferença sobre valor da DAP, demonstrando um maior aceite da cobrança de uma tarifa. No entanto, ressalta-se que a legislação deve garantir que os recursos arrecadados sejam aplicados na Bacia onde foram cobrados.

A valoração de bens é dada através do valor de uso, uma vez que o preço do bem não necessariamente reflete o seu valor. Dessa forma, bens não transacionados (ou ainda não transacionados) no mercado diretamente, como é o caso da água, de parques naturais, capital natural, capital social e capital humano, podem ser mensurados. A utilidade pode ser interpretada como uma medida econômica da satisfação, de maneira que expressa o valor máximo que o indivíduo está disposto a pagar pelo bem para não se privar da aquisição do mesmo. A formulação moderna do conceito econômico de valor amplia a análise introduzindo mais um bem, e considera que a utilidade de cada mercadoria em termos de outra mercadoria pode ser representada através de curvas de indiferença (linhas de contorno da superfície de utilidade). Assim, a análise foi simplificada, uma vez que, com a introdução das curvas de indiferença, não é mais necessário o conhecimento da função de utilidade para determinar as quantidades demandadas de cada bem. Contudo, havia o problema de que as curvas de indiferença não eram diretamente observadas. A solução foi dada a partir de um teorema (Integrabilidade) que especifica a função de utilidade a partir de um conjunto de equações de demanda que satisfaçam determinados requerimentos formais. Dessa forma, a equação de demanda é um ponto chave na determinação do valor econômico de um bem.

O estudo referencial de Qweiss, Shdeed e Gabr (2000) mostrou-se não aplicável diretamente para a Bacia do Rio Gravataí. Isso, provavelmente, se deve ao fato de haver muitas peculiaridades locais que impedem que modelos econométricos sejam replicados para localidades diferentes. Os fatores sócio-econômicos são determinantes não apenas para a demanda por água de irrigação, como também para a DAP pelo uso da água. Apesar de não ser replicável, o estudo tornou possível a construção de uma base de dados antes inexistente a respeito dos agricultores de dois pontos referenciais da Bacia do Gravataí: os municípios de Viamão e de Santo Antônio da Patrulha; uma vez que o mesmo fornece todos os alicerces

para a construção do mesmo. E com esta base de dados foi possível fazer uma adaptação dos modelos econométricos para estimação da demanda por água irrigada na Bacia do Gravataí. Uma vez que o objetivo final do presente trabalho foi a obtenção de um valor referencial para o uso da água, foi necessário ir além do estudo de referência e buscar formas para chegar-se a este valor.

Dentre as metodologias econométricas tradicionais apresentadas, analisou-se a de equações simultâneas e a de elasticidade. Uma vez que a primeira metodologia requer uma equação de oferta, e que houve problemas na estimação da mesma, usou-se apenas a metodologia de elasticidade entre as tradicionais. Contudo, sentiu-se necessidade de confrontar a mesma com outra metodologia que pudesse ser aplicada utilizando-se a mesma base de dados. Encontrou-se uma metodologia alternativa, possível de ser aplicada com a base de dados existente e que, ao mesmo tempo, apresentou um princípio teórico diferente: o da maximização de utilidade aleatória. Dessa forma, o agente representativo, típico das análises tradicionais racionais, cede lugar, num segundo momento, para a individualidade, uma vez que a aleatoriedade é incorporada. Esse modelo alternativo corresponde ao Modelo de Variável Dependente Binária, o qual deriva de Modelos de Escolha Probabilística.

Os modelos de demanda por água apresentados no capítulo 3 possuem características distintas. Enquanto os modelos 1 e 2 apresentam um nível de significância individual necessário para as variáveis mais elevado se comparado com os valores das estatísticas dos coeficientes dos modelos 3 e 4, estes últimos modelos apresentam uma forte tendência para a presença de uma violação das hipóteses do modelo de regressão linear clássico, a presença de multicolinearidade, uma vez que o sinal da variável de interesse DAP não ocorre de acordo com o esperado. Uma questão parecida ocorre com a elasticidade-preço da demanda. Enquanto os modelos 1 e 2 apresentam valores compatíveis com a resposta da pesquisa, a significância da variável que mensura a elasticidade é muito baixa. Dessa forma, não há uma identificação da elasticidade, apenas uma referência para o seu valor a partir da resposta da questão número 28 questionário (4,76%). Já em relação ao modelo de demanda 5, pode-se dizer que o mesmo se comportou como um modelo intermediário, seja em relação às estatísticas individuais, seja em relação aos valores esperados, quando comparado com os demais modelos de demanda estimados.

Os problemas apresentados pelos modelos econométricos podem ocorrer por diversos motivos. Uma provável explicação poderia ser as peculiaridades locais, dado que existem variáveis que simplesmente não mudam o resultado. Outra questão pode ser referente ao

número de observações. A amostra abrangeu uma parcela importante dos produtores de arroz, distribuídos entre pequenos, médios e grandes, com as mais diversas condições sócio-culturais e de produção. Inicialmente, foram estimados modelos com menos observações (em torno de 20) e o resultado mostrou não divergir muito dos encontrados na amostra final, o que indica que um maior número de observações não alterará substancialmente o resultado encontrado para o valor da água. O número de observações foi também limitado pelas dificuldades de agendamento das entrevistas e disposição por parte dos entrevistados em responder a um questionário longo, coerente com o número de variáveis necessárias para testar os modelos propostos. A estratégia para realização das entrevistas contou com visitas pessoais, participação em eventos nos quais os agricultores estariam presentes e contatos telefônicos, a partir de lista de produtores fornecida pelo escritório regional do Instituto Riograndense do Arroz – IRGA.

Um outro fator que deve ainda ser analisado na escolha do modelo que melhor representa a demanda, neste estudo, é o valor final que se encontra para a variável que representa o valor de uso da água. Em Viamão paga-se, atualmente, em torno de 5 sacos/hc pela água, ao passo que em Santo Antônio da Patrulha paga-se de 10 a 20 sacos/hc para o dono do açude. Este valor atualmente pago pode ser considerado como um custo de produção, de forma que, se somarmos este custo aos demais custos (semente, adubo, herbicida, inseticida, gastos com máquinas, salários e arrendamento da terra) chega-se a um custo de produção próximo ao que o IRGA declara, algo como US\$ 1000/hc. Descontando o valor recebido deste valor teremos a margem de produção e, sobre esta margem, pode-se avaliar o valor da disposição a pagar. A margem de produção do arroz para uma situação média e em anos normais na bacia pode ser considerada, a partir das entrevistas realizadas, em torno de 10% para quem paga pela água. Para uma produtividade de 120 sacos por hectare, a margem seria de 12 sacos; a partir deste valor, observa-se que valores a serem cobrados pela água em torno de 2 sacos/ha, conforme indicado pelos modelos seriam factíveis. Além disso, a técnica aplicada pelo método do referendo indica que o valor de 7 sacos/hc tem uma probabilidade muito baixa de ser aceito, dadas as variáveis sócio-econômicas consideradas.

Considerando-se todos estes fatores, e ainda os critérios de Akaike e de Schwartz, que são mais baixos para o modelo 1 e que, normalmente, são decisivos na escolha do modelo, opta-se, no presente estudo, pelo modelo de demanda 1, chegando-se a um valor de uso da água de em torno de 2,52 sacos/ha. Interessante é o fato desse valor praticamente coincidir com o valor médio da DAP pelo método do Follow-up (2,56 sacos/ha). Esse valor deve servir

como um referencial a ser analisado pelo Comitê de Gerenciamento da Bacia do rio Gravataí, órgão competente para fixar o valor a ser cobrado. Dessa forma, a aplicação de técnicas diferentes demonstrou ser interessante, pois permitiu uma convergência de valores finais, o que não se obteria caso tivesse sido aplicado apenas um ou outro método.

Em vista dos diferentes métodos de captação de água (direto do rio, ou por barragem/açude), alguns agricultores possuem um custo de investimento, por exemplo, com instalação e manutenção das barragens. Dessa forma, sugere-se que cada caso seja analisado pelo comitê e que as tarifas sejam diferenciadas. Inclusive deve ser analisado o estudo que comprova que o açude melhora a qualidade da água do rio (FRAGA, 2004). Uma outra possibilidade poderia ser de o valor de uso da água ser retirado do valor já pago pelo serviço de distribuição, desonerando o agricultor por repassar o custo ao arrendador da água. Contudo, essa última possibilidade pode ter o efeito de repasse dos preços atualmente pagos pelos consumidores. De qualquer maneira, pode ser sugerida uma discussão sobre os valores atualmente pagos pelo serviço de distribuição da água, uma vez que pode estar supervalorizado. No entanto, por ser este um contrato particular entre as partes, essa discussão pode ter uma pequena ou nenhuma influência sobre estes valores.

As hipóteses de que quanto mais educação, maior a DAP, e de que quanto mais velhos e quanto maior a experiência com a agricultura, menor a DAP, são indicativos de que a educação dos agricultores parece ser um bom caminho para a aceitação do pagamento de um valor pelo uso da água, não apenas na agricultura, mas também na indústria e nas residências. Esse parece ser o custo para a sociedade, que, só vai obter o retorno desse investimento no futuro, uma vez que os retornos da educação não são imediatos.

## REFERÊNCIAS

ANDERSON, T. L. **Water Rights: Scarce Resource Allocation, Bureaucracy, and the Environmental**. Cambridge: Ballinger Publishing, 1983.

BECKER, Gary S. **Human Capital: A Theoretical and Empirical Analysis with Special Reference to Education**, Terceira Edição. Chicago: University of Chicago Press, 1993.

BECKER, N. A Comparative Analysis of Water Price Support Versus Drought Compensation Scheme. **Agricultural Economics** n. 21, issue 1, p. 81-92, 1999.

BISHOP, R.; HEBERLEIN, T. Measuring Values of Extra Market Goods: are Indirect Measures Biased? **American Journal of Agricultural Economics**., v. 61, n. 5, 1979.

BOWEN, H.R. The Interpretation of Voting in the Allocation of Economic Resources. **Quarterly Journal of Economics**, v. 58, n. 4, nov. 1943.

BOWLEY, M. **Studies in the History of Economic Theory Before 1870**. Londres: Macmillan, 1973.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Agência Nacional de Águas. Legislação Estadual. Brasília, 2007. Disponível em: <http://www.ana.gov.br/institucional/ASPAR/LegislacaoEstadosDF.asp>. Acesso em: 3 jun. 2007.

BUCHANAN, James M. An Economic Theory of Clubs. **Econômica**, v. 32, n. 125, p. 1-14, 1965.

CAMERON, A. Colin; TRIVEDI, P. K. **Microeconometrics Methods and Applications**. New York: Cambridge University Press, 2005.

CARRAMASCHI, E. C.; NETO, O. M. C.; NOGUEIRA, J. M. O Preço da Água para Irrigação: um estudo comparativo de dois métodos de valoração econômica – contingente e dose-resposta. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 17, n. 3, p. 59-81, set./dez. 2000.

CIRIACY-WANTRUP, S. V. Capital Returns from Soil-Conservation Practices. **Journal of Farm Economics**, v. 29, n. 4, p. 1181-1196, 1947.

COASE, Ronald. **The Problem of Social Cost**. The Journal of Law and Economics, v. 3, p. 01-44, out. 1960.

CUNHA, L. H.; NUNES, A. M. B.; MIRANDA, R. S. **Colapso e Reconstrução dos Regimes de Propriedade e o Manejo dos Recursos Naturais em Áreas de Assentamento**. 2006. Disponível em: [http://www.nead.gov.br/tmp/encontro/cdrom/gt/2/Luis\\_Henrique\\_Cunha.pdf](http://www.nead.gov.br/tmp/encontro/cdrom/gt/2/Luis_Henrique_Cunha.pdf). Acesso em: ago. 2007.

DAVIS, R. K. Recreation Planning as an Economic Problem. **Natural Resources Journal**, v. 3 n. 2, p. 239-249, 1963.

DOPPLER, W.; SALMAN, A. Z.; AL-KARABLIEH, E. K.; WOLFF, H. The Impact of Water Price Strategies on the Allocation of Irrigation Water: The Case of Jordan Valley. **Agricultural Water Management** v. 55, n. 3, p. 171-182, 2002.

DUPUIT, J. On the Measurement of the Utility of Public Works. **International Economic Papers**. Londres: n. 2, p. 83-110, 1844.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. Aquastat, 2007. Disponível em: [http://www.fao.org/nr/water/aquastat/water\\_use/index5.stm](http://www.fao.org/nr/water/aquastat/water_use/index5.stm). Acesso em: 3 jun. 2007.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. Water at a Glance, 2007. Disponível em: <http://www.fao.org/nr/water/art/2007/glance/europe.html>. Acesso em: 3 jun. 2007.

FARIA, R. C.; NOGUEIRA, J. M. **Método de Valoração Contingente: Aspectos Teóricos e Testes Empíricos**. Brasília, 1998. (Mimeografado).

FRAGA, J. M. L. Avaliação da qualidade das águas dos Arroios Ramos e Pitangueiras e açude Pereira em períodos de estiagem. Porto Alegre: Instituto de Pesquisas Hidráulicas da UFRGS, 2004.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. Por que há conflitos e disputas pela água? 2006. Disponível em [www.sosribeira.org.br/projetos/ribeira/agua/conflito.htm](http://www.sosribeira.org.br/projetos/ribeira/agua/conflito.htm). Acesso em: fev. 2008.

GREEN et al. Referendum Contingent Valuation, Anchoring, and Willingness to Pay for Public Goods. **Resource and Energy Economics**, v. 20, n. 2, p. 85-116, 1998.

GRILICHES, Z. Specification Bias in Estimates of Production Functions. **Journal of Farm Economics**, v. 39, n. 1, p. 8-20, 1957.

GUJARATI, Damodar N. **Econometria Básica**. 3. Ed. São Paulo: Makron Books, 2000.

HANEMANN, M. Welfare Evaluations in Contingent Experiments with Discrete Responses. **American Journal of Agricultural Economics**, vol. 66, n. 3, p. 332-341, 1984.

HANEMANN, W. M. **The Value of Water**. Berkeley: University of Califórnia, 2005.

HARTMANN, Philipp. **A Cobrança pelo Uso da Água - Análise Comparativa de Importantes Aspectos dos Modelos Propostos e Implementados no Brasil**. 2005. Resumo. Tese de Doutorado, Colônia, 2005. Disponível em <http://www.falling-elks.de/RESUMO%20tese%20philipp.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2007.

HICKS, J. R. **Value and Capital**. Oxford: Oxford University Press, 1939.

HURWICZ, L.; UZAWA, H. **On the Integrability of Demand Functions**. In: CHIPMAN, J. S.; HURWICZ, L.; RICHTER, M. K.; SONNENSCHN, H. F. **Preferences, Utility and Demand**. New York: Harcourt Brace Janovich, p. 114-148, 1971.

IOSLOVICH, I.; GUTMAN, P. A Model for the Global Optimization of Water Prices and Usage for the case of Spatially Distributed Sources and Consumers. **Mathematics and Computers in Simulation**, v. 56, p. 347-356, 2001.

KEMPER, Karin E. **O Custo da Água Gratuita: Alocação e Uso dos Recursos Hídricos no Vale do Curu, Ceará, Nordeste Brasileiro.** Linköping: Linköping University, 1997.

KRUTILA, J. V. Conservation Reconsidered. **American Economic Review**, v. 57, p. 787-796, 1967.

LANNA, Eduardo. Instrumentos de Gestão das Águas: Cobrança. In: Instituto de Pesquisas Hidráulicas da UFRGS. **Gestão das Águas.** [Porto Alegre], 1999. Disponível em: <http://www.iph.ufrgs.br/posgrad/disciplinas/hip78/6.pdf>. Acesso em: 22 maio 2006.

LEE, T. R.; JOURAVLEV, A. S. **Prices, Property and Markets in Water Allocation.** Santiago: Nações Unidas, Economic Commission for Latin America and the Caribbean, 1998. (Série Medio Ambiente y Desarrollo, n. 6).

LUCE, R. D. **Individual Choice Behavior: A Theoretical Analysis.** New York: Wiley, 1959.

LUCE, R. D.; SUPPES, P. Preferences, Utility and Subjective Probability. **Handbook of Mathematical Psychology.** New York: Wiley, v. 3, p. 249-410, 1965.

MANKIW, N. Gregory. **Principles of Economics.** 2nd. ed. USA: Harcourt College. 2001.

McFADDEN, Daniel. Conditional Logit Analysis of Qualitative Choice Behavior. **Frontiers in Econometrics.** New York: Academic Press, 1973.

McFADDEN, Daniel. Economic Choices. **The American Economic Review**, vol. 91, n. 3, p. 351-378, jun. 2001.

McFADDEN, Daniel; MANSKI, C. **Structural Analysis of Discrete Data With Econometric Applications.** Cambridge, MA: MIT Press, 1981.

MADDALA, G. S. **Introdução à Econometria.** 3. ed. São Paulo: LTC, 2003.

MALER, K. G. A Method of Estimating Social Benefits from Pollution Control. **Swedish Journal of Economics.** Oxford: v. 73, p. 121-133, 1971.

MALER, K. G. **Environmental Economics: a Theoretical Enquiry**. Baltimore: Johns Hopkins University Press for Resources for the Future, 1974.

MARSHALL, A. **Princípios de Economia: Tratado Introdutório**. 3. ed. São Paulo: Nova Cultural, 1988. V. 2.

MAS-COLLEL, A.; WHINSTON, M. D.; GREEN, J. R. **Microeconomic Theory**. Oxford: Oxford University Press, 1995.

MOTTA, Ronaldo Seroa da. **Utilização de Critérios Econômicos para a Valorização da água no Brasil**. Rio de Janeiro: IPEA, abr. 1998. (Texto para discussão, n. 556).

MOTTA, Ronaldo Seroa da. **Manual para Valoração Econômica de Recursos Ambientais**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. 1998.

OLSON, Mancur. **The logic of collective action**. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1965.

PALFREY, T.; ROSENTHAL, H. **Testing Game Theoretic-Models of Free-Riding: New Evidence on Probability Bias and Learning**. California: California Institute of Technology, 1990. (Working Paper, n. 1261).

PEIXOTO FILHO, A. C.; BONDAROVSKY, S. H.. Água, Bem Econômico e de Domínio Público. **R. CEJ**, Brasília, n. 12, p. 13-16, set./dez. 2000.

POSTEL, S.; VICKERS, A. **Boosting Water Productivity**. In: WORLDWATCH INSTITUTE. **State of the World 2004**. New York: W. W. Norton, 2004.

QWEISS, T.; SHDEED, K. e GABR, M. **Economic Assessment of On-Farm Water Use Efficiency in Agriculture: Methodology and Two case Studies**. Nova York: Nações Unidas, 2000.

HYDROSPHERE RESOURCES CONSULTANT. **Incentive Pricing Best Management Practice for Agricultural Irrigation Districts**. [S. I.], jun. 1998.

RIDKER, R. G. **Economic Costs of Air Pollution**. New York: Praeger, 1967.

RIJO, Manuel. Gestão das Redes de Rega Reguladas por Montante: Análise de um Caso Concreto. **Recursos Hídricos**, Lisboa, v. 13, n. 1, p. 15-22, 1992.

RIO GRANDE DO SUL. Conselho de Recursos Hídricos. **Simulação de uma Proposta de Gerenciamento de Recursos Hídricos na Bacia do Rio dos Sinos**. Porto Alegre, 1996. Relatório final de consultoria prestada pela MAGNA Engenharia Ltda. e pelo Instituto de Pesquisas Hidráulicas da UFRGS.

RIO GRANDE DO SUL. Lei n. 10.350, de 30 de dezembro de 1994. Institui o Sistema Estadual de Recursos Hídricos, regulamentando o artigo 171 da Constituição do Estado do Rio Grande do Sul. Disponível em: <http://www.ana.gov.br/institucional/ASPAR/LegislacaoEstadosDF/RIOGRANDEDOSUL.doc>. Acesso em: 3 jun. 2007.

RIO GRANDE DO SUL. Decreto n. 37.033, de 21 de novembro de 1996. Regulamenta a outorga do direito de uso da água no Estado do Rio Grande do Sul, prevista nos artigos 29, 30 e 31 da Lei n. 10.350, de 30 de dezembro de 1994. Disponível em: [http://www.sema.rs.gov.br/sema/html/dec\\_37033.htm](http://www.sema.rs.gov.br/sema/html/dec_37033.htm). Acesso em: 3 jun. 2007.

SAMUELSON, P. A. The Pure Theory of Public Expenditure. **Review of Economics and Statistics**, v. 36, n. 4, p. 387-389, nov. 1954.

SERRICCHIO, Cláudio et al. **O CEIVAP e a Gestão Integrada dos Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul: Um Relato da Prática**. Rio de Janeiro, mar. 2006. Prêmio Caixa Melhores Práticas em Gestão Local.

SILBERBERG, Eugene. **The Structure of Economics: A Mathematical Analysis**. 2nd. ed. New York: McGRAW-HILL, 1990.

SIMPSON, L. D. Are “Water Markets” a Viable Option? **Finance and Development**, v. 31, n. 2, p. 30-32, jun. 1994.

SOARES JUNIOR, P. R.; NOGUEIRA, J. M.; CORDEIRO NETTO, O. M.. **Mercados de Água para Irrigação: Um Caso de Estudo no Distrito Federal do Brasil**. In: Seminário Latino-Americano de Políticas Públicas em Recursos Hídricos, 2004, Brasília. Anais do Seminário Latino-Americano de Políticas Públicas em Recursos Hídricos. Disponível no site <http://www.unb.br/face/eco/jmn/trabalhos/2004.htm> Acesso em: 9 maio 2007.

THURSTONE, L. A Law of Comparative Judgment. **Psychological Review**, v. 34, p. 273-286, 1927.

TVERSKY, A. **Elimination-by-aspects: A Theory of Choice.** *Psychological Review*, v. 79, n. 4, p. 281-299, 1972.

TIETEMBERG, Tom. **Environmental and Natural Resource Economics.** London: Scott, Foresman and Company, 2003.

TIROLE, J.; LAFFONT, J. **A Theory of Incentives in Procurement and Regulation.** Cambridge: The MIT Press, 1999.

TRICE, A. H.; WOODS, S. E. Measurement of Recreation Benefits. **Land Economics**, v. 34, n. 3, p. 195-207, ago. 1958.

UEDA, E. M.; HOFFMANN, R. Estimando o Retorno da Educação no Brasil. **Revista de Economia Aplicada.** São Paulo, v. 6, n. 2, p. 209-238, 2002.

UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION.  
**World Water Day. 2000.** Disponível em:  
<http://www.unesco.org/science/waterday2000/Variability.htm> Acesso em: jun. 2007.

VARIAN, Hal R. **Microeconomic Analysis.** 3rd ed. New York: W. W. Norton, 1992.

WEGGE, T. C.; HANEMANN, W. M.; LOOMIS, J. Comparing Benefits and Costs of Water Resource Allocation Policies for California's Mono basin. HALL, D. C. **Advances in the Economics of Environmental Resources.** Greenwich, CT: JAI Press, vol.1, p. 11-30, 1996.

WEISBROD, B. A. Collective Consumption Services of Individual-Consumption Goods. **Quarterly Journal of Economics**, v. 78, n. 3, p. 471-477, 1965.

WILLIG, R. D. Consumer's Surplus Without Apology. **American Economic Review**, v. 66, n. 4, p. 580-597, 1976.

WORLD BANK. **Issues in Village Water Supply.** Washington, D. C., 1975.

YOUNG, A. R. **Measuring Economics Benefits for Water Investments and Policies.** Washington: World Bank, 1996. (World Bank Technical Paper, 338).

## APÊNDICE A – Questionário

### 1. Controles

Nome do agricultor: \_\_\_\_\_

Sexo ( ) M ( ) F

Idade: \_\_\_\_\_

Condição: ( ) proprietário ( ) arrendatário ( ) meeiro ( ) parceiro ( ) provisório

Tamanho da propriedade: \_\_\_\_\_

Tamanho da família (número de pessoas que moram na propriedade): \_\_\_\_\_

Nível de escolaridade dos pais:

Nível de escolaridade dos filhos:

-Pai: \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_

-Mãe: \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_

Anos de experiência com agricultura: \_\_\_\_\_

Anos de experiência com irrigação: \_\_\_\_\_

Município: \_\_\_\_\_

Localização do Agricultor: ( ) Início da Bacia ( ) Final da Bacia

1.1) Fontes de renda monetária (%):

a) Renda proveniente da agricultura (%)

- Outra(s): \_\_\_\_\_

1.2) Fontes de renda não-monetária (%):

a) \_\_\_\_\_

b) \_\_\_\_\_

Faixa de renda:

1	Até ½ salário	175
2	Mais de ½ salário até 1 salário	175-350
3	Mais de 1 até 2 salários	350-700
4	Mais de 2 até 3 salários	700-1050
5	Mais de 3 até 5 salários	1050-1750
6	Mais de 5 até 10 salários	1750-3500
7	Mais de 10 até 20 salários	3500-7000
8	Mais de 20 salários	>7000
9	Sem declaração	
0	Prejuízo	
	Não-aplicável	

Fonte de dados para o salário mínimo vigente em setembro de 2006: DIESE  
<http://www.dieese.org.br/rel/rac/salminout06.xml>

### 2. Características da Propriedade, da Produção e da Mão-de-Obra

1) Área plantada na Safra de 2005/2006

i) Arroz: \_\_\_\_\_

ii) Outro produto(especificar): \_\_\_\_\_

iii) área com pastagem: \_\_\_\_\_

2) Dessa área plantada, qual a % que é irrigada?

i) arroz: \_\_\_\_\_

ii) outro produto (especificar): \_\_\_\_\_

- 3) Produção (quantidade anual referente à Safra de 2005/2006)
- arroz
  - outro produto – especificar
  - rebanho bovino (nº cabeças)
- 4) Qual a finalidade da produção de arroz?  
 semente  consumo
- 5) Tipo de solo:  
 Arenoso  
 Não-arenoso  
 Turfoso  
 Outro: \_\_\_\_\_
- 6) A plantação ocorre de acordo com o calendário?  
 Sim  Não
- 7) Qual é a época de plantio?  
 i) Para a sementeira: \_\_\_\_\_  
 ii) Para a colheita: \_\_\_\_\_
- 8) Em relação aos insumos utilizados na produção do arroz na Safra 2005/2006, preencha o quadro abaixo:

Insumo	Nome	Quantidade por ha	Época de aplicação	Custo
Semente				
Adubo base				
Adubo Orgânico				
Uréia				
Herbicida				
Fungicida				
Inseticida				
Outros				

- 9) Em relação à mão-de-obra,
- própria  não-própria  
 \*\*\* Se própria só perguntar itens b e d/\*\*\*Se não-própria perguntar itens b e c.
  - Qual o número de trabalhadores? \_\_\_\_\_
  - Qual o salário de cada trabalhador?  
 \_\_\_\_\_
  - Quantas horas/dia trabalha cada trabalhador? \_\_\_\_\_
- 10) Qual o preço pelo qual você vende o arroz? Arroz Comum \_\_\_\_\_  
 Arroz Orgânico \_\_\_\_\_

---

### 3. Características Relativas às Decisões de Produção

- 11) Por que você cultiva esse produto?
- Condições de mercado
  - Políticas de agricultura
  - Ambas
  - Nenhuma
- 12) Em relação às decisões de produção,
- As condições de clima afetam a sua decisão quanto ao planejamento da produção? Ou seja, a época de preparo do solo depende da quantidade de chuvas e da temperatura?  
( ) Sim ( ) Não
  - O número de horas de máquina e a necessidade de mão de obra influenciam no seu planejamento da produção? ( ) Sim ( ) Não
  - A sua decisão de produção depende da disponibilidade de crédito? ( ) Sim ( ) Não  
Em caso afirmativo, você tem acesso ao crédito? \_\_\_\_\_
  - Na sua propriedade, existe disponibilidade de água para toda a produção?  
( ) Sim ( ) Não  
Em caso negativo, de que forma você a obtém? \_\_\_\_\_
  - A sua decisão de produção depende do valor do produto? ( ) Sim ( ) Não
  - A sua decisão de produção depende de assistência técnica? ( ) Sim ( ) Não
  - Que outros fatores são considerados?  
\_\_\_\_\_

#### 4. Maquinário e Tecnologia

- 13) Quais são as operações que você executa com máquinas
- preparo do solo (1)
  - adubação de base (2)
  - semeadura/plantio (3)
  - tratos-culturais - aplicação de defensivos e adubação nitrogenada (4)
  - colheita (5)
- 14) Você tem maquinário próprio para alguma destas operações? \_\_\_\_\_
- 15) Quais? \_\_\_\_\_
- 16) Você arrenda máquinas para alguns destes serviços? \_\_\_\_\_
- 17) Quais? \_\_\_\_\_
- 18) Quanto você estima o seu
- Gasto com serviços mecanizados - em reais por ano - para os trabalhos com máquinas próprias:  
\_\_\_\_\_
  - Valor do arrendamento para os serviços terceirizados:  
\_\_\_\_\_
- 19) Em relação às máquinas (para irrigar),

- a. De quantas bombas você dispõe?
- b. De que tipo?
  - i. Centrífugas
  - ii. Axiais
  - iii. Mistas
- c. Como é o acionamento das bombas
  - i. Motor elétrico, acoplamento direto
  - ii. Motor elétrico, com polias e correias
  - iii. Motor a diesel, com acoplamento direto
  - iv. Motor a diesel, com polias e correias
  - v. Acoplada ao trator
  - vi. Outra forma
- d. Quantas horas/dia cada bomba é utilizada? (Iremos calcular o total por Safra)
- e. Qual o custo de cada bomba por Safra ( leve em consideração a última safra)?

20) Em relação à tecnologia de irrigação,

- a. Há quantos anos você possui essas bombas (média)?
- b. Qual a marca?
- c. Quem controla a irrigação da sua lavoura?
  - ( ) próprio entrevistado
  - ( ) agudor contratado
  - ( ) parceiros ou meeios
- d. Essa pessoa recebe assistência técnica para o controle da irrigação?
  - ( ) sim ( ) não
- e. Você considera que o controle da irrigação na sua lavoura é:
  - ( ) muito bom, não precisa melhorar
  - ( ) bom, mas poderia melhorar
  - ( ) razoável, seria interessante melhorar
  - ( ) deficiente, necessita melhorar
- e. Se for necessário melhorar o controle da irrigação, você considera que:
  - ( ) a assistência técnica existente é suficiente e eficiente
  - ( ) a assistência técnica existente não é suficiente
  - ( ) é necessário implantar um serviço de assistência técnica

---

## 5. Perguntas Relativas à Água

- 21) Você controla a quantidade de chuva na sua região? ( ) Sim ( ) Não  
De que forma? \_\_\_\_\_  
(buscando informações junto de escritórios técnicos ou de outros agricultores)
- 22) Você controla a quantidade de chuva na sua propriedade? ( ) Sim ( ) Não  
Se sim, você utiliza essa informação para a gestão da irrigação? ( ) Sim ( ) Não
- 23) Qual o tipo de água utilizada?
- a. Superficial
  - b. Subterrânea
- 24) Método de coleta de água
- a. ( ) Barragem
    - i. Qual o custo das instalações (reparação e manutenção)?
  - b. ( ) Bombeamento

- i. Quantas horas são bombeadas por dia?
- ii. Qual o preço do DIESEL (se motor mecânico) ou energia elétrica (se motor elétrico)?
- iii. A que pressão a água é bombeada?

25) Em relação ao uso da água,

- a. Como a água é paga: em sacos de arroz ou em dinheiro? \_\_\_\_\_
- b. Para quem? \_\_\_\_\_
- c. Quando? \_\_\_\_\_
- d. Quando é feito o contrato de fornecimento? É realizado um contrato por ano ou qual a frequência? \_\_\_\_\_
- e. Você sabe o volume de água que utilizou na última safra? \_\_\_\_\_
- f. Qual o valor que foi pago pela água?

26) Em relação à disponibilidade de água, nas duas últimas safras, houve uma seca considerável no estado. Como você caracterizaria a disponibilidade de água no quadro abaixo?

Safra	2004/2005					2005/2006				
	out	Nov	dez	Jan	fev	out	nov	dez	jan	Fev
Quantidade										
Qualidade										

27) Por que você irriga?

- a. Políticas destinadas ao crédito e subsídio agrícola
- b. Quantidade de chuva não é suficiente
- c. Tipo de produção
- d. Produtividade
- e. Outro

28) O que determina a quantidade de água que você aplica a cada produto?

- a. Preço do produto
- b. Custo da água
- c. Área plantada
- d. Recomendações

## 6. Grupo de Controle

29) Sabendo que você atualmente paga apenas pelo serviço de distribuição de água, e que já existe uma lei estadual (LE 10.350/94) e uma lei federal (9433/97) que permitem o estabelecimento da cobrança pelo uso da água, se você tiver certeza que esta lei será implementada, qual o valor máximo que você estaria disposto a pagar por utilizar a água (em metros cúbicos) na agricultura? \_\_\_\_\_

## 7. Grupo de Tratamento

30) Sabendo que você atualmente paga apenas pelo serviço de distribuição de água, e que já existe uma lei estadual (LE 10.350/94) e uma lei federal (9433/97) que permitem o estabelecimento da cobrança pelo uso da água, se você tiver certeza que esta lei será implementada, você estaria disposto a pagar \_\_\_\_\_ de reais por metro cúbico por utilizar a água na agricultura?

- a. Sim
- b. Não

Qual o valor máximo que você estaria disposto a pagar?  
\_\_\_\_\_ (por metro cúbico).

---

### 8. Questão Relativa a Mercados de Água

A legislação atual prevê o pagamento da taxa da água para uma Agência, que será formada pelo Governo do Estado para gerenciar os recursos e realizar investimentos na própria bacia. Nesse modelo, a cada ano os irrigantes apresentarão seu pedido de outorga, que será analisado e liberado se houver disponibilidade de água para atendê-la. Uma outra possibilidade é a concessão de outorgas por tempos mais amplos, como 10 anos, sendo que, neste caso, poderia haver a comercialização de parte da água outorgada entre os irrigantes, com pagamento de um valor negociado entre as partes. Na sua avaliação, a formação deste mercado é:

- ( ) desejável, pois aumenta a eficiência.
  - ( ) desejável, pois permitirá o planejamento a mais longo prazo.
  - ( ) desejável, pois terei um interlocutor mais próximo.
  - ( ) indiferente, pois discordo da necessidade de pagar pela água.
  - ( ) indiferente, pois o Comitê deverá fiscalizar as outorgas e a aplicação dos recursos.
  - ( ) negativa, pois irá encarecer a água.
  - ( ) negativa, pois favorecerá os irrigantes que têm mais estrutura.
  - ( ) negativa, pois terá um lucro embutido no valor.
-

### APÊNDICE B – Descrição das Variáveis

**Anos\_exp\_agric** = anos de experiência com a agricultura.

**Anos\_exp\_irrig** = anos de experiência com irrigação.

**Area\_plantada\_arroz** = área plantada de arroz medida em hectares.

**Custo\_hc** = representa o valor do custo dos insumos (semente, adubo base e/ou orgânico, uréia, herbicida, fungicida, inseticida) por hectare.

**Custo\_total\_insumos** = representa o valor total dos insumos (semente, adubo base e/ou orgânico, uréia, herbicida, fungicida, inseticida).

**DAP** = variável que representa o valor indicado pelos agricultores que estariam dispostos a pagar pelo uso da água medida em sacos por hectare.

**Faixa\_renda** = indica as faixas de renda que foram apresentadas na primeira parte do questionário.

Idade = representa a idade dos agricultores.

**Preço\_arroz** = preço de venda do saco em R\$. Considerou-se o preço do arroz tanto para quem produz arroz tradicional quanto arroz orgânico. Para os produtores que produzem ambas qualidades, considerou-se a média do preço de venda das mesmas.

**Produção\_hc** = quantidade produzida por hectare medida em sacos.

**Qt\_hc** = representa a quantidade de insumos (semente, adubo base e/ou orgânico, uréia, herbicida, fungicida, inseticida) aplicada por hectare.

**Vol\_agua\_hc** = quantidade de água utilizada por hectare medida em metros cúbicos. A maioria dos agricultores não sabe exatamente o volume de água utilizado. A implantação de medidores de vazão, conforme foi mencionado na introdução do estudo, é um dos objetivos do IPH. Existem, contudo, valores estimados em estudos realizados pelo Instituto de Pesquisas Hidráulicas da UFRGS<sup>1</sup>, os quais foram utilizados para os casos em que o agricultor não sabia informar.

**D2A\_condição\_arrend** = variável *dummy* que assume o valor zero caso o agricultor seja proprietário da terra, e o valor 1 caso ele arrende a mesma para poder plantar.

**D7\_localização** = variável *dummy* que assume o valor 0 para o município de Santo Antônio da Patrulha e 1 para o município de Viamão.

---

<sup>1</sup> Os quais foram citados na parte de descrição das variáveis obtidas a partir das entrevistas (seção 3.1).

**D11\_calendário** = variável *dummy* que assume o valor 0 para quem não planta de acordo com o calendário estabelecido pelo IRGA e 1 para quem planta de acordo com o calendário estabelecido pelo IRGA.

**D16\_condições\_terra** = variável *dummy* que assume o valor 0 para o motivo de produção ser as condições de mercado e 1 para o motivo de produção ser as condições da terra.

**D27\_usamaq\_plantio** = variável *dummy* que assume o valor 0 para quem não usa máquina no plantio e 1 para quem utiliza.

**D45\_coletaagua\_barragem** = variável *dummy* que assume o valor 0 se a coleta de água é feita a partir de bombeamento e 1 se a coleta de água é feita através de alguma barragem.

**D49\_disponibagua\_04\_05** = variável *dummy* que assume o valor 0 caso não tenha ocorrido falta de água na safra de 2004/2005, e o valor 1 caso tenha ocorrido falta de água nesse período.

**D59\_DAP\_1centavo** = variável binária que assume o valor 0 se a pessoa não está disposta a pagar o valor proposto (um centavo por m<sup>3</sup>, o que significa cerca de 14.000 centavos ou R\$ 140 sacos por hectares, o que foi convertido para 7 sacos/hectare, considerando um preço médio de R\$ 20,00 por saco) e o valor 1 se a pessoa aceita pagar o valor proposto para o uso da água.

### ANEXO A - Uso de Água Irrigada por País no Ano de 2000

	<i>Total de recursos hídricos renováveis (km<sup>3</sup>)</i>	<i>Quantidade de água requerida para irrigação (km<sup>3</sup>)</i>	<i>Taxa de requerimento de água em porcentagem</i>	<i>Quantidade de água utilizada na agricultura (km<sup>3</sup>)</i>	<i>Quantidade de água utilizada como porcentagem de recursos hídricos renováveis</i>
Afganistán	65	8.78	38%	22.84	35%
Algeria	14.32	1.45	37%	3.94	27%
Angola	184	0.04	20%	0.21	0%
Argentina	814	3.43	16%	21.52	3%
Bangladesh	1,210,644	19.09	25%	76.35	6%
Benin	24.8	0.06	30%	0.19	1%
Bolivia	622,531	0.26	23%	1.16	0%
Botswana	14.4	0.02	30%	0.06	0%
Brazil	8233	6.21	17%	36.63	0%
Burkina Faso	12.5	0.21	30%	0.69	5%
Burundi	3.6	0.06	30%	0.19	5%
Cambodia	476.11	1.20	30%	4.00	1%
Cameroon	285.5	0.22	30%	0.73	0%
Chad	43	0.07	35%	0.19	0%
Chile	922	1.59	20%	7.97	1%
China	2,829,569	153.90	36%	426.85	15%
Colombia	2132	1.23	25%	4.92	0%
Congo, Republic of	832	0.00	30%	0.00	0%
Congo, Dem Republic of	1283	0.03	30%	0.11	0%
Costa Rica	112.4	0.36	25%	1.43	1%
Côte d'Ivoire	81	0.17	28%	0.60	1%
Cuba	38.12	1.41	25%	5.64	15%
Dominican Republic	20,995	0.56	25%	2.24	11%
Ecuador	432	2.67	19%	13.96	3%
Egypt	58.3	28.43	53%	53.85	92%
El Salvador	25.23	0.19	25%	0.76	3%
Eritrea	6.3	0.09	32%	0.29	5%
Ethiopia	110	0.56	22%	2.47	2%
Gabon	164	0.02	30%	0.05	0%
Gambia	8	0.01	30%	0.02	0%
Ghana	53.2	0.06	26%	0.25	0%
Guatemala	111.27	0.40	25%	1.61	1%
Guinea	226	0.41	30%	1.36	1%

continuação

	<i>Total de recursos hídricos renováveis (km<sup>3</sup>)</i>	<i>Quantidade de água requerida para irrigação (km<sup>3</sup>)</i>	<i>Taxa de requerimento de água em porcentagem</i>	<i>Quantidade de água utilizada na agricultura (km<sup>3</sup>)</i>	<i>Quantidade de água utilizada como porcentagem de recursos hídricos renováveis</i>
Guyana	241	0.45	28%	1.60	1%
Haití	14,025	0.18	20%	0.93	7%
Honduras	95,929	0.17	25%	0.69	1%
India	1896.66	303.24	54%	558.39	29%
Indonesia	2838	21.49	28%	75.60	3%
Iran, Islamic Rep of	137.51	21.06	32%	66.23	48%
Iraq	75.42	11.20	28%	39.38	52%
Jamaica	9,404	0.01	25%	0.02	0%
Jordan	0.88	0.29	39%	0.76	86%
Kenya	30.2	0.30	30%	1.01	3%
Korea, Dem People's Rep	77,135	1.49	30%	4.96	6%
Korea, Republic of	69.7	2.67	30%	8.92	13%
Laos	333.55	0.81	30%	2.70	1%
Lebanon	4,407	0.37	40%	0.92	21%
Libyan Arab Jamahiriya	0.6	2.56	60%	4.27	712%
Madagascar	337	3.58	25%	14.31	4%
Malawi	17.28	0.20	25%	0.81	5%
Malaysia	580	1.68	30%	5.60	1%
Mali	100	2.06	30%	6.87	7%
Mauritânia	11.4	0.44	29%	1.50	13%
México	457,222	18.53	31%	60.34	13%
Morocco	29	4.28	37%	11.48	40%
Mozambique	216.11	0.22	39%	0.55	0%
Myanmar	1,045,601	9.79	30%	32.64	3%
Namíbia	17.94	0.07	40%	0.17	1%
Nepal	210.2	2.45	25%	9.82	5%
Nicarágua	196.69	0.30	27%	1.08	1%
Niger	33.65	0.62	30%	2.08	6%
Nigéria	286.2	1.65	30%	5.51	2%
Pakistan	222.67	72.14	44%	162.65	73%
Panamá	147.98	0.05	20%	0.23	0%
Paraguay	336	0.08	23%	0.35	0%
Peru	1913	5.07	31%	16.42	1%
Philippines	479	6.33	30%	21.10	4%
Rwanda	5.2	0.01	30%	0.03	1%
Saudi Arábia	2.4	6.68	43%	15.42	643%
Senegal	39.4	0.43	30%	1.43	4%

continuação

	<i>Total de recursos hídricos renováveis (km<sup>3</sup>)</i>	<i>Quantidade de água requerida para irrigação (km<sup>3</sup>)</i>	<i>Taxa de requerimento de água em porcentagem</i>	<i>Quantidade de água utilizada na agricultura (km<sup>3</sup>)</i>	<i>Quantidade de água utilizada como porcentagem de recursos hídricos renováveis</i>
Sierra Leone	160	0.12	33%	0.35	0%
Somalia	13.5	0.98	30%	3.28	24%
South Africa	50	2.34	21%	11.12	22%
Sri Lanka	50	2.92	24%	12.00	24%
Sudan	64.5	14.43	40%	36.07	56%
Suriname	122	0.18	30%	0.62	1%
Swaziland	4.51	0.12	16%	0.76	17%
Syrian Arab Republic	26.26	8.52	45%	18.93	72%
Tanzania, United Rep of	91	0.56	30%	1.85	2%
Thailand	409,944	24.83	30%	82.75	20%
Togo	14.7	0.02	30%	0.08	1%
Tunisia	4.56	1.21	54%	2.23	49%
Turkey	229.3	11.27	40%	27.86	12%
Uganda	66	0.03	30%	0.12	0%
Uruguay	139	0.66	22%	3.03	2%
Venezuela, Boliv Rep of	1233.17	1.24	31%	3.97	0%
Viet Nam	891.21	15.18	31%	48.62	5%
Yemen	4.1	2.53	40%	6.32	154%
Zâmbia	105.2	0.26	19%	1.32	1%
Zimbabwe	20	0.67	30%	2.24	11%

Fonte: FAO, Aquastat, 2007.

**ANEXO B - Teste Wald para os Modelos de Demanda**

	Valor da estatística F	Valor-p da estatística F	Valor da estatística Chi-quadrado	Valor-p da estatística Chi-quadrado
Modelo de Demanda 1	463,7184	0,0000	2782,311	0,0000
Modelo de Demanda 2	415,86	0,0000	2495,191	0,0000
Modelo de Demanda 3	202,4477	0,0000	1012,239	0,0000
Modelo de Demanda 4	197,5615	0,0000	1185,369	0,0000
Modelo de Demanda 5	307,2807	0,0000	1843,684	0,0000

Fonte: elaborado pelo autor a partir do *output* do Eviews.

### ANEXO C – Teste de Autocorrelação para os Modelos de Demanda

#### Teste de Autocorrelação para o Modelo de Demanda 1

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 -0.094	-0.094	0.2556	0.613
		2 -0.080	-0.090	0.4510	0.798
		3 -0.019	-0.036	0.4622	0.927
		4 -0.083	-0.098	0.6906	0.952
		5 -0.062	-0.089	0.8260	0.975
		6 -0.026	-0.062	0.8507	0.991
		7 0.119	0.092	1.3956	0.986
		8 -0.058	-0.058	1.5302	0.992
		9 -0.014	-0.024	1.5386	0.997

#### Teste de Autocorrelação para o Modelo de Demanda 2

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 -0.088	-0.088	0.2232	0.637
		2 -0.122	-0.131	0.6741	0.714
		3 -0.120	-0.147	1.1292	0.770
		4 -0.139	-0.193	1.7701	0.778
		5 -0.045	-0.135	1.8413	0.871
		6 -0.135	-0.256	2.5020	0.868
		7 0.035	-0.135	2.5485	0.923
		8 -0.031	-0.224	2.5886	0.957
		9 0.138	-0.052	3.4077	0.946

#### Teste de Autocorrelação para o Modelo de Demanda 3

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 0.029	0.029	0.0250	0.874
		2 -0.190	-0.191	1.1178	0.572
		3 -0.315	-0.315	4.2612	0.235
		4 -0.010	-0.050	4.2646	0.371
		5 -0.173	-0.336	5.2971	0.381
		6 0.056	-0.103	5.4109	0.492
		7 0.212	0.091	7.1282	0.416
		8 0.230	0.096	9.2769	0.319
		9 -0.270	-0.254	12.400	0.192

Teste de Autocorrelação para o Modelo de Demanda 4

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 -0.138	-0.138	0.5513	0.458
		2 -0.022	-0.042	0.5660	0.754
		3 -0.261	-0.275	2.7191	0.437
		4 -0.031	-0.123	2.7519	0.600
		5 -0.088	-0.158	3.0183	0.697
		6 -0.191	-0.368	4.3498	0.629
		7 0.112	-0.104	4.8270	0.681
		8 0.053	-0.122	4.9425	0.764
		9 0.037	-0.234	5.0007	0.834

Teste de Autocorrelação para o Modelo de Demanda 5

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 -0.049	-0.049	0.0690	0.793
		2 -0.143	-0.145	0.6856	0.710
		3 -0.072	-0.089	0.8479	0.838
		4 -0.006	-0.038	0.8491	0.932
		5 0.192	0.171	2.1262	0.831
		6 -0.054	-0.045	2.2341	0.897
		7 -0.017	0.028	2.2445	0.945
		8 -0.125	-0.121	2.8729	0.942
		9 0.067	0.060	3.0655	0.962

### ANEXO D - Teste de Heterocedasticidade para os Modelos de Demanda

	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5
R-squared	0,438	0,378	0,378	0,555	0,534
Adjusted R-squared	0,063	0,028	0,086	0,305	0,223
S.E. of regression	2940137	3171834	4269833	3925183	2244261
Sum squared resid	1,30E+14	1,61E+14	3,10E+14	2,47E+14	7,56E+13
Log likelihood	-416,984	-419,796	-428,313	-425,336	-409,962
Durbin-Watson stat	2,073	2,602	1,844	1,810	2,690
Mean dependent var	1373592	1530393	3911674	3193404	2065388
S.D. dependent var	3038097	3217888	4466898	4708885	2547244
Akaike info criterion	32,921	33,061	33,639	33,487	32,381
Schwarz criterion	33,454	33,545	34,074	33,971	32,914
F-statistic	1,169	1,081	1,295	2,219	1,720
Prob(F-statistic)	0,379	0,426	0,309	0,078	0,165

Fonte: elaborado pelo autor a partir do *output* gerado pelo Eviews.

### ANEXO E – Teste de Estabilidade para os Modelos de Demanda

	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5
R-squared	0,854	0,677	0,256	0,262	0,681
Adjusted R-squared	0,785	0,525	-0,032	-0,084	0,531
S.E. of regression	800,451	1189,981	1755,138	1799,235	1182,517
Sum squared resid	10892297	24072913	55449147	55033179	23771896
Log likelihood	-205,183	-215,492	-226,339	-226,242	-215,3290
Mean dependent var	13769,23	13769,23	13769,23	13769,23	13769,23
S.D. dependent var	1727,604	1727,604	1727,604	1727,604	1727,604
Akaike info criterion	16,475	17,268	18,026	-10314	17,256
Schwarz criterion	16,911	17,704	18,413	18,531	17,691
Durbin-Watson stat	1,917	2,207	1,783	1,525	2,128

Fonte: elaborado pelo autor a partir do *output* do Eviews.

**ANEXO F – Output das Regressões Referentes às Hipóteses**

Variável Explicativa*	Escolaridade	Idade	Anos Exp Agric	Anos Exp Irrig
R-squared	0,198	0,198	0,206	0,267
Adjusted R-squared	0,198	0,165	0,173	0,237
S.E. of regression	1,890	1,8680	1,859	1,785
Sum squared resid	64,329	83,752	82,941	76,58
Log likelihood	-38,545	-52,099	-51,972	-50,923
Mean dependent var	1,371	1,617	1,617	1,617
S.D. dependent var	2,111	2,044	2,044	2,044
Akaike info criterion	4,162	4,161	4,151	4,071
Schwarz criterion	4,212	4,258	4,248	4,167
Durbin-Watson stat	2,108	1,495	1,553	1,43
F-statistic		5,943	6,236	8,779
Prob (F-statistic)		0,022	0,019	0,006

Fonte: elaborado pelo autor a partir do *output* do Eviews.

\* Referente às equações nas quais a variável dependente é a DAP.

**ANEXO G – *Output* dos Modelos de Variável Dependente Binária Originais**

	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5
Mean dependent var	0,230	0,231	0,230	0,230	0,230
S.E. of regression	0,302	0,358	0,374	0,320	0,366
Sum squared resid	1,921	2,825	3,222	2,053	3,095
Log likelihood	-6,956	-9,187	-9,647	-6,130	-9,002
Avg. log likelihood	-0,267	-0,353	-0,371	-0,235	-0,236
S.D. dependent var	0,429	0,429	0,429	0,429	0,429
Akaike info criterion	0,919	1,014	0,972	0,933	0,923
Schwarz criterion	1,161	1,207	1,118	1,223	1,068
Hannan-Quinn criter.	0,989	1,070	1,014	1,016	0,965

Fonte: elaborado pelo autor a partir do *output* do Eviews.

### ANEXO H – Testes e McFadden $R^2$ dos Modelos de Variável Dependente Binária

	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5
Mean dependent var	0,230	0,23	0,230	0,230	0,230
S.E. of regression	0,306	0,359	0,383	0,327	0,371
Sum squared resid	1,875	2,713	3,233	2,033	3,031
Log likelihood	-6,914	-8,726	-9,576	-6,108	-8,776
Restr. log likelihood	-14,045	-14,045	-14,045	-14,045	-14,045
LR statistic (5 df)	14,261	10,637	8,937	15,873	10,536
Probability(LR stat)	0,014	0,03	0,03	0,014	0,0145
S.D. dependent var	0,429	0,429	0,429	0,429	0,429
Akaike info criterion	0,993	1,055	1,044	1,008	0,982
Schwarz criterion	1,283	1,297	1,237	1,347	1,176
Hannan-Quinn criter.	1,077	1,125	1,100	1,105	1,038
Avg. log likelihood	-0,265	-0,335	-0,368	-0,234	-0,337
McFadden R-squared	0,507	0,378	0,318	0,565	0,375

Fonte: elaborado pelo autor a partir do *output* do Eviews.

### ANEXO I – Teste de Autocorrelação dos Modelos de Variável Dependente Binária

Teste de Autocorrelação do Modelo de variável Dependente Binária 1

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 -0.052	-0.052	0.0786	0.779
		2 -0.061	-0.064	0.1914	0.909
		3 -0.051	-0.058	0.2745	0.965
		4 -0.056	-0.067	0.3783	0.984
		5 -0.001	-0.016	0.3784	0.996
		6 -0.005	-0.017	0.3792	0.999
		7 -0.022	-0.031	0.3970	1.000
		8 -0.020	-0.030	0.4129	1.000
		9 -0.008	-0.017	0.4155	1.000

Teste de Autocorrelação do Modelo de variável Dependente Binária 2

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 -0.004	-0.004	0.0004	0.983
		2 -0.081	-0.081	0.2013	0.904
		3 -0.079	-0.080	0.3970	0.941
		4 0.015	0.007	0.4043	0.982
		5 0.021	0.008	0.4196	0.995
		6 0.014	0.010	0.4266	0.999
		7 -0.024	-0.020	0.4495	1.000
		8 -0.009	-0.006	0.4528	1.000
		9 -0.008	-0.010	0.4556	1.000

Teste de Autocorrelação do Modelo de variável Dependente Binária 3

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 0.100	0.100	0.2916	0.589
		2 -0.021	-0.031	0.3044	0.859
		3 0.073	0.079	0.4721	0.925
		4 -0.130	-0.149	1.0343	0.905
		5 -0.084	-0.050	1.2778	0.937
		6 -0.090	-0.095	1.5740	0.954
		7 -0.100	-0.065	1.9534	0.962
		8 -0.085	-0.088	2.2470	0.972
		9 0.090	0.102	2.5905	0.978

Teste de Autocorrelação do Modelo de variável Dependente Binária 4

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	-0.063	-0.063	0.1145	0.735
		2	0.203	0.200	1.3682	0.505
		3	-0.068	-0.047	1.5127	0.679
		4	-0.071	-0.123	1.6807	0.794
		5	-0.077	-0.067	1.8870	0.865
		6	-0.061	-0.033	2.0226	0.918
		7	-0.072	-0.061	2.2188	0.947
		8	-0.078	-0.087	2.4622	0.963
		9	-0.065	-0.071	2.6421	0.977

Teste de Autocorrelação do Modelo de variável Dependente Binária 5

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.343	0.343	3.4347	0.064
		2	0.222	0.118	4.9360	0.085
		3	0.205	0.111	6.2657	0.099
		4	-0.146	-0.306	6.9753	0.137
		5	-0.055	0.039	7.0810	0.215
		6	-0.066	-0.019	7.2381	0.299
		7	-0.076	0.054	7.4598	0.383
		8	-0.079	-0.131	7.7121	0.462
		9	-0.085	-0.025	8.0250	0.532