



**VALOR ECONÔMICO DA ÁGUA NO ESTADO DO CEARÁ: UMA
APLICAÇÃO DA TEORIA DE CARACTERÍSTICAS DE BENS**

ISMAEL MATOS DA SILVA

C 730114

Dissertação apresentada ao Departamento de
Economia Agrícola, Universidade Federal do
Ceará, para obtenção do título de Mestre em
Economia Rural.



**FORTALEZA,
Estado do Ceará, Brasil
Fevereiro, 2002**

**VALOR ECONÔMICO DA ÁGUA NO ESTADO DO CEARÁ: UMA
APLICAÇÃO DA TEORIA DE CARACTERÍSTICAS DE BENS**

ISMAEL MATOS DA SILVA
Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. LUIZ ARTUR CLEMENTE DA SILVA

Dissertação apresentada ao Departamento de
Economia Agrícola. Universidade federal do
Ceará, para obtenção do título de Mestre em
Economia Rural.

**FORTALEZA,
Estado do Ceará, Brasil
Fevereiro, 2002**





**Ao meu Deus, meu auxílio e fortaleza,
Ao Senhor que me sustenta a vida:**

Dedico.



AGRADECIMENTOS

Ao meu pai e minha mãe, meus irmãos e irmãs, e demais familiares, pelo apoio e incentivos durante toda a minha vida.

Ao orientador Prof. *Luiz Artur C. da Silva*, do departamento de Economia Agrícola/DEA da Universidade Federal do Ceará-UFC, por sua orientação, dedicação e compromisso ao assumir esta pesquisa, e pelas muitas vezes que me prestou ajuda concernente à econometria e aos programas econométricos SAS e EVIEWS.

Ao Prof. Dr. *Pichai Chumvichitra*, do CAEN, pela coorientação nesta pesquisa, e pela dedicação e paciência no ensino da econometria, o meu muito obrigado.

Ao Prof. e Pesquisador *José de Souza Neto*, da Embrapa/CNPAT, por sua valiosa colaboração na coorientação desta pesquisa e pelo seu empenho na busca de materiais bibliográficos e constantes incentivos.

Agradecimento especial ao Prof. Dr. *Antônio Cordeiro de Santana*, do departamento de Economia Rural, da Faculdade de Ciências Agrárias do Pará-FCAP. Pessoa a quem eu tenho profundo respeito e admiração por seu trabalho, sua dedicação e seu compromisso em ensinar com qualidade e atualidade. Muito obrigado.

De igual modo, ao Prof. Dr. *Manoel Malheiros Tourinho*, da Faculdade de Ciências Agrárias do Pará-FCAP, com quem tive o privilégio de trabalhar e aprender preciosas lições de vida.

Às bibliotecárias Margareth e Rita, do DEA/UFC; e Mônica, do CAEN, pela presteza e auxílio nos materiais de pesquisa, necessários para o bom andamento deste trabalho.

Aos colegas de curso Marco Antônio (Mineiro), Valéria Monteiro, Yelena Claudia, Nicolau Bussons, Wladimir Machado Teixeira, Madalena Schindwein, Genivalda Cordeiro, J. Júnior e todos os demais, pelo convívio e amizade ao longo de pouco mais de 2 anos de nossas vidas.

Aos companheiros do curso de agronomia: Isaac Newton, Marcos Antônio Souza e Orlando Sérgio Arnour, que juntos construímos um sonho: a Projetos Agropecuários e Consultoria Rural-Proascon.

Aos queridos e muito estimados membros da CEIA, em Belém, PA.

E, por fim, a todos aqueles que de qualquer forma fizeram parte desta dissertação: Muito obrigado.

SUMÁRIO



	Página
LISTA DE TABELA	viii
RESUMO.....	Ix
SUMMARY.....	Xi
1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 O problema e sua importância.....	1
1.2 Hipóteses.....	5
1.3 Objetivo.....	6
2. A ÁGUA E SUA IMPORTÂNCIA.....	7
3. A POLÍTICA TARIFÁRIA DA CAGECE.....	15
4. REFERENCIAL TEÓRICO.....	22
4.1 A abordagem tradicional.....	22
4.2 O modelo de Kelvin Lancaster.....	23
4.3 O modelo de Características de Bens.....	25
4.4 O modelo de Preço Hedônico.....	29
4.5 Outros métodos de valoração.....	30
4.5.1 O método de Custo de Viagem.....	31
4.5.2 O método de Valoração Contingente.....	32
5 METODOLOGIA.....	35
5.1 Área de estudo	35
5.2 Dados básicos da pesquisa.....	36
5.2.1 Fonte de dados.....	36
5.2.2 Tratamento dos dados.....	40
5.3 O modelo teórico.....	41

5.4 O modelo empírico.....	44
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	46
6.1 Sertão.....	46
6.2 Litoral.....	61
6.3 Serra.....	70
7 CONCLUSÕES.....	78
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	81
9 APÊNDICES.....	85

**LISTAS E TABELAS**

1	Padrões de potabilidade da água, segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas-ABNT	7
2	Padrões de potabilidade da água, segundo a Organização Mundial de Saúde-OMS	9
3	Doenças relacionadas às deficiências no abastecimento de água	10
4	Valores das tarifas de água da Cagece para consumo, segundo as categorias e faixas de consumo, dezembro de 2000	13
5	Variação do valor econômico da água no sertão cearense, em função da qualidade de sal	38
6	Hierarquização da ordem de prioridade para programas de abastecimento de água, segundo a faixa de concentração de sal das comunidades do sertão cearense (0 a 500 mg/l)	41
7	Hierarquização da ordem de prioridade para programas de abastecimento de água, segundo a faixa de concentração de sal das comunidades do sertão cearense (501 a 1.000 mg/l)	44
8	Hierarquização da ordem de prioridade para programas de abastecimento de água, segundo a faixa de concentração de sal das comunidades do sertão cearense (1.001 a 3.000 mg/l)	45
9	Hierarquização da ordem de prioridade para programas de abastecimento de água, segundo a faixa de concentração de sal das comunidades do sertão cearense (> 3.001 mg/l)	46
10	Variação do valor econômico da água no litoral cearense, em função da quantidade de sal	49
11	Hierarquização da ordem de prioridade para programas de abastecimento de água, segundo a faixa de concentração de sal das comunidades do litoral cearense (0 a 500 mg/l)	52
12	Hierarquização da ordem de prioridade para programas de abastecimento de água, segundo a faixa de concentração de sal das comunidades do litoral cearense (501 a 1.000 mg/l)	53
13	Hierarquização da ordem de prioridade para programas de abastecimento de água, segundo a faixa de concentração de sal das comunidades do litoral cearense (1.001 a 3.000 mg/l)	54
14	Variação do valor econômico da água em municípios serranos cearense, em função da quantidade de sal	56
15	Hierarquização da ordem de prioridade para programas de abastecimento de água, segundo a faixa de concentração de sal das comunidades da região serrana (0 a 500 mg/l)	59
16	Hierarquização da ordem de prioridade para programas de abastecimento de água, segundo a faixa de concentração de sal das comunidades da região serrana (501 a 5.000 mg/l)	61

RESUMO

**VALOR ECONÔMICO DA ÁGUA NO ESTADO DO CEARÁ: UMA
APLICAÇÃO DA TEORIA DE CARACTERÍSTICAS DE BENS****Autor: ISMAEL MATOS DA SILVA****Orientador: Prof. Dr. LUIZ ARTUR CLEMENTE DA SILVA****RESUMO**

A presente pesquisa tem por objetivo, determinar o valor econômico da água subterrânea proveniente de poços situados em pequenas comunidades rurais do Estado do Ceará levando-se em conta, a característica salinidade. A água como um recurso natural possui um valor econômico reconhecido pela Lei 9433 da Política Nacional de Recursos Hídricos, aprovada em janeiro de 1997. As unidades de análise foram os poços localizados em algumas comunidades do sertão, do litoral, e da região serrana do Ceará. No sertão foram utilizados 143 poços de 137 comunidades; no litoral 47 poços situados em 36 comunidades; e na região serrana 57 poços de 46 comunidades. Os dados utilizados na pesquisa originaram-se do *Programa de Recenseamento de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea do Estado do Ceará*, elaborado pela CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. O modelo de análise empregado foi o de *Característica de Bens* ou CGCM – *Consumer Goods Characteristics Models*, cuja hipótese básica é que os consumidores demandam bens por causa da utilidade que eles proporcionam e por sua vez esta depende das características que os bens possuem. As equações estruturais estabelecidas para refletir o valor econômico da água foram estimadas por meio do método de mínimos quadrados em dois estágios (MQ2E). Os resultados obtidos mostraram que no

sertão, o valor da água varia entre R\$ 0,08/m³ e R\$ 3,35/m³; no litoral, este valor compreende-se entre R\$ 0,14/m³ e R\$ 1,76/m³ e na região serrana oscila entre R\$ 0,05/m³ e R\$ 2,20/m³. Verificou-se que ainda que as condições de salinidade destas águas foram mais desfavoráveis no sertão, posteriormente no litoral e por último na região serrana do Ceará. Concluiu-se que a salinidade afeta de forma inversamente proporcional o valor econômico da água. Os valores obtidos poderão servir como tarifa mínima a ser cobrada, uma vez que a população das comunidades pesquisadas, pagam os respectivos preços por uma água de má qualidade, poderão portanto, estar dispostas a pagar no mínimo o mesmo valor por uma água de melhor qualidade.

**SUMMARY****THE ECONOMIC VALUE OF WATER IN THE STATE OF CEARÁ:
NA APPLICATION OF CONSUMER GOODS CHARACTERISTICS
THEORY****Author: ISMAEL MATOS DA SILVA****Advisor: Prof. Dr. LUIZ ARTUR CLEMENTE DA SILVA****SUMMARY**

This study aimed to determine the economic value of underground water originating from wells in small rural communities in the state of Ceará, considering the characteristics of salinity. Water, as natural resource, processes economic value recognized by Law 9433 of National Hydric Resources, passed in January 1997. The analysis units used in this study were the wells located in sample communities in the countryside, coastal and mountainous regions of Ceará. 143 wells from 133 communities were used in the countryside, 47 wells in 36 communities along the coast, and 57 wells in 46 communities in the mountains. The data upon which the study was based originates from a re-census of underground water supply sources in the state of Ceará, prepared by the CPRM (Mineral Resources Research Company). The analytical model used was CGCM (Consumer Goods Characteristics Models), whose basic hypothesis is that consumers demand goods based on the utility they provide, which in turn depends on the characteristics the goods possess. The structural equations established to reflect the economic value of water were estimated by the method of minimal squares in two stages (2SLS). The results obtained showed that in the countryside, the economic value of water varies between R\$ 0.08/m³ and R\$ 3.35/m³,

while on the coast this value is between R\$ 0.14/m³ and R\$ 1.76/m³, and in the mountains it oscillates between R\$ 0.05/m³ and R\$ 2.20/m³. The study also verified that the salinity inversely effects the economic value of water. The values obtained may be used as the minimum fee charged, as the populations of the communities studied now pay the respective prices for quality water. They may, therefore, be willing to pay at least the same value for higher quality water.

1 INTRODUÇÃO

1.1 O Problema e sua Importância

Ar e água são duas substâncias essenciais à vida humana, aos organismos animais e vegetais. A água exerce funções importantes no cumprimento das necessidades biológicas do homem, do ambiente domiciliar, das atividades produtivas, econômicas e recreativas da sociedade.

O desenvolvimento econômico e social de uma nação, estado ou comunidade local está condicionado, dentre outros fatores, a um serviço eficiente de distribuição de água de boa qualidade. Portanto, suprimento inadequado de água, tanto quantitativo quanto qualitativo, pode comprometer em muito a produtividade da população economicamente ativa, gerar subdesenvolvimento mental e físico nas crianças, e envelhecimento precoce nos adultos (BIASOLI, 2000).

Segundo Vieira et al. (2000), desde a década de 60 discute-se, em nível mundial, a necessidade de se melhor gerenciar os recursos hídricos. Inúmeras conferências, congressos e simpósios, ocorridos ao longo destes anos, resultaram na definição de princípios e critérios sobre a gestão de recursos hídricos. Dentre estes, destacam-se:

1. A água é um recurso natural limitado, essencial à vida e ao desenvolvimento;
2. Os usos múltiplos da água devem ser considerados no processo de planejamento;
3. A bacia hidrográfica é a unidade básica de gestão hídrica; e
4. A água é um bem de valor econômico, passível de cobrança pelo seu uso.

O primeiro critério foi estabelecido na Carta Européia da Água, em 1968, na França, e reconsiderado na Declaração de Dublin, em 1992, na Irlanda, pelas Nações Unidas. O segundo, consta das recomendações da Conferência da Água de Mar del Plata, realizada pelas Nações Unidas, em 1977. O terceiro critério foi pronunciado, tanto na Carta Européia da Água quanto na conferência de Caracas, em 1976. O último estabeleceu-se durante a Conferência sobre meio Ambiente e desenvolvimento – Eco 92, em 1992, no Rio de Janeiro.

No Brasil, a Lei 9.433, da Política Nacional de Recursos Hídricos, aprovada em janeiro de 1997, abre uma nova fase de gestão de recursos hídricos. Os princípios básicos da Lei Nacional compreendem: a *gestão por bacia*, que reconhece que o uso da água é múltiplo, excludente e gera externalidade, o que faz com que a bacia represente o mercado de água; a *unicidade de outorga*, que,

por sua vez, permite uma melhor definição e garantia de direitos de uso da água; o *plano de gestão*, que introduz os elementos de disponibilidade e demanda de recurso no tempo; e o *instrumento de cobrança*, que determina diretamente um preço para a água (Motta, 1998).

A nova lei, portanto, encontra-se estritamente vinculada à visão econômica do recurso água. A mesma reconhece, explicitamente, que a água possui valor econômico e que o instrumento de cobrança almeja o seu uso racional, muito embora não defina a forma de determinação deste valor.

No Nordeste brasileiro e, sobretudo, no Estado do Ceará, desenvolvem-se pesquisas com o objetivo de se determinar o valor econômico da água para seus diferentes usos, como também a disposição a pagar por parte dos consumidores. Dentre estas pesquisas, Campos et al. (1998) determinaram o custo da distribuição de água por meio de carros-pipa, como forma alternativa de suprimento de água para comunidades rurais em épocas críticas de escassez.

A quantidade e a qualidade da água no nordeste brasileiro e, sobretudo no Estado do Ceará, tem sido objeto de pesquisas recentes, com o propósito de se apontar possíveis soluções para o grave problema da seca enfrentado por diversas comunidades do Estado. Dentre estas pesquisas destacam-se CAMPOS et al. (1998); FERNANDEZ e MENEZES (2000); PINHEIRO (1998) e (2000).

Há que se considerar entretanto, que em sua maior parte, estas pesquisas tem procurado determinar a demanda e a disposição a pagar por água (DAP), tanto para consumo doméstico, quanto para a irrigação, focalizando o recurso como um fator escasso e que requer medidas urgentes e aplicáveis para que desta forma, seu uso possa se dar de maneira eficiente. Contudo, nenhum dos enfoques aqui considerados leva em conta a salinidade como uma característica decisiva na diferenciação do valor da água para as diferentes classes sociais, municípios e localidades do Estado.

Neste sentido, a presente pesquisa se propõem a preencher esta lacuna e conduzir uma discussão no sentido de responder qual o valor econômico da água sob diferentes níveis de teor de sal e ainda, determinar quais as variáveis e atributos além do sal, caso existam, que concorrem para a formação de seu valor. A pesquisa aborda uma situação *ex-post*, ou seja, determina o valor da água em seu estado natural, tal qual a mesma se encontra nas comunidades. A grande intenção deste trabalho é subsidiar decisões do governo, no sentido de orientar programas e ações sobre o uso eficiente do recurso água, que, porém considere os aspectos intrínsecos e relevantes, dentre eles o sal, de cada localidade no ato da elaboração dos mesmos.

1.2 Hipóteses

Algumas pressuposições básicas se fazem necessárias para que o modelo teórico proposto se torne factível:

1. Nas comunidades onde a quantidade de sal é elevada, o valor da água tende a ser menor
2. Nas localidades, onde o teor de sal é elevado, as pessoas, em geral, estão dispostas a se deslocar por grandes distâncias, para obterem água de melhor qualidade;
3. Tempo e renda são fatores que limitam a dimensão espacial percorrida à procura de água que apresente baixo teor de sal;

1.3 Objetivos

1.3.1 Objeto Geral

Determinar o valor econômico da água no Estado do Ceará levando-se em conta a característica salinidade.

1.3.2 Objetivos Específicos

- 1.) Determinar e analisar o valor da água de consumo doméstico, sob diferentes concentrações de sais nas regiões das serras, sertão e litoral.
- 2.) Estabelecer um “*rank*” dos municípios e comunidades mais afetados pela salinidade das águas para uso doméstico; e,
- 3.) Apresentar a abordagem de característica de bens como uma proposta metodológica que pode ser útil para valorar recursos naturais.



2. A ÁGUA E SUA IMPORTÂNCIA

Ar e água são duas substâncias essenciais à vida humana, aos organismos dos animais e vegetais. A água exerce funções importantes no cumprimento das necessidades biológicas do homem, do ambiente domiciliar, das atividades produtivas, econômicas e recreativas da sociedade.

O desenvolvimento econômico-social de uma Nação, Estado ou Comunidade local está condicionado, dentre outros fatores, a um serviço eficiente de distribuição de água de boa qualidade. Portanto, suprimentos inadequados de água, quantitativos ou qualitativos, podem comprometer em muito a produtividade da população economicamente ativa, gerar subdesenvolvimento mental e físico nas crianças, e envelhecimento precoce nos adultos (Biasoli, 2000).

Segundo a organização Mundial de Saúde-OMS, grande parte da população dos países em desenvolvimento não conta com “acesso razoável” ao sistema de abastecimento de “água potável” e a meios adequados de disposição de lixo (dejetos), e, por “acesso razoável” à água, a OMS considera, além das instalações domiciliares, uma fonte ou torneira pública localizada, no máximo, a 200 m da residência. Nas áreas rurais, esta definição é menos precisa, pois afirma apenas que as pessoas não devem despende uma parte desproporcional do dia, tentando suprir as necessidades de água da família. O abastecimento de água adequado implica na oferta de água não contaminada (Saundres & Warford, 1983).

Com a finalidade de melhor definir água de boa qualidade, como também avaliar as condições de poluição e as alterações da qualidade da água, buscou-se elaborar um conjunto de parâmetros significativo para cada situação. Assim, os padrões de potabilidade indicam ou fixam limites gerais aceitáveis para as impurezas das águas destinadas ao abastecimento público, ou seja, condições mínimas de qualidade física, química e bacteriológica. As Tabelas 1 e 2 ilustram os padrões de potabilidade da Associação Brasileira de Normas Técnicas-ABNT e da OMS, respectivamente.

Segundo Biasoli (2000), águas que apresentam cor devem ser suspeitas de contaminação, pois a água de boa qualidade é incolor. Água de cor avermelhada contém quantidades de ferro sob formas que, em geral, não são assimiladas pelo organismo, sendo por isso indesejáveis do ponto de vista da saúde.

Água de cor esverdeada, na maioria das vezes, está contaminada por grande quantidade de algas verde-azuladas, que, em geral, não são patogênicas, contudo, ao completarem seu ciclo de vida, depositam-se no fundo dos reservatórios proporcionando ambiente favorável para o desenvolvimento de micróbios.

A presença de odores e sabores na água indica contaminação. Odor de “peixe” resulta da contaminação por algas do tipo *Vanvox*, *Blenodium*, *Uroglenox* ou *Uroglena*. Água com gosto de terra implica em contaminação por diatomáceas do gênero *synedra*. Gosto de mofo na água significa contaminação por cianofitas do gênero *Anabaena* ou *Aphamizemenon*.¹

¹ Para maiores detalhes consultar Biasoli, 2000.

Tabela 1. Padrões de potabilidade da água, segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas-ABNT.

Características	Limites máximos
Físicas	
Cor	10 a 20 unidades
Turbidez	1 a 5 unidades
Odor	Ausência de odor objetável – número limiar de odor, no máximo 3.
Sabor	Ausência de sabor objetável
Químicas	
Grupo I	
Sólidos totais	500 mg/l a 1.000 mg/l
Cloretos (Cl)	250 mg/l
Cobre	1 mg/l
Dureza em (CaCO ₃)	100 mg/l a 200 mg/l
Fenóis	0,001 mg/l
Ferro total (Fe)	0,3 mg/l
Manganês (Mg)	0,1 mg/l
Nitrato (NO ₃)	45 mg/l
Sulfato (SO ₄)	250 mg/l
Zinco (Zn)	5 mg/l a 15 mg/l
Grupo II	
Arsênico (As)	0,05 mg/l a 0,1 mg/l
Chumbo (Pb)	0,05 mg/l a 0,1 mg/l
Cianeto (CN)	0,01 mg/l a 0,2 mg/l
(Cromo hexavalente Cr ₆)	0,05 mg/l
Fluoreto (F)	1 mg/l a 1,5 mg/l
Selênio (Se)	0,01 mg/l

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas-ABNT.

Substâncias solúveis na água são, em geral, responsáveis pelas características de cor, sabor, odor, alcalinidade, dureza, acidez, etc., e se constituem em impurezas químicas, em que as mais freqüentes são:

- Sais de cálcio e magnésio: são responsáveis pela alcalinidade, dureza e corrosividade;
- Sais de sódio: têm influência alcalina, laxativa e atuam sobre os dentes, e também deixam gosto na água. Quando presente na água, encontram-se na forma de cloreto de sódio. Taxas elevadas de cloreto de sódio tornam a água salgada e inconveniente às pessoas hipertensas, que precisam fazer dietas com baixo teor de sal. As águas com sais de ferro apresentam corrosividade bacteriana (ferrobactérias), além de sabor e cor;
- Sais de manganês: são responsáveis pela presença de cor, sabor e corrosividade;
- Nitratos: podem causar doenças em crianças (cianose).

A presença de cálcio na água, em geral, ocorre sob forma não utilizável pelo organismo. Além disso, águas ricas em cálcio são “duras” e, portanto, constituem-se em água de má qualidade para uso doméstico ou industrial.

Sistemas adequados de abastecimento de água implicam em progresso no nível do bem-estar social. Dentre os vários benefícios à população, um dos mais importantes consiste em oferecer melhores condições de saúde.

Tabela 2. Padrões de potabilidade da água, segundo a Organização Mundial de Saúde-OMS.

Características	Limites máximos
Físicas	
Cor	5 a 50 unidades
Turbidez	5 a 25 unidades
Odor	Inobjetivo
Sabor	Inobjetivo
Químicas	
Sólidos totais	500 mg/l a 1.500 mg/l
Cloretos (Cl)	200 mg/l a 600 mg/l
Cobre (Cu)	1,0 mg/l a 1,5 mg/l
Cálcio (Ca)	75 mg/l a 200 mg/l
Ferro total (Fe)	0,3 mg/l a 1,0 mg/l
Manganês (Mn)	0,1mg/l a 0,5 mg/l
Magnésio (Mg)	50mg/l a 150 mg/l
Sulfato (SO ₄)	200mg/l a 400mg/l
Zinco (Zn)	5 mg/l a 15 mg/l
PH	7,0 – 8,5 6,5 <pH< 9,2
Magnésio + sulfato de sódio	500mg/l a 1000mg/l
Substâncias fenólicas (em fenol)	0,001mg/l a 0,002 mg/l
Extrato clorofórmio de carvão ativado	
(Poluentes orgânicos)	0,2 mg/l a 0,5 mg/l
Alquil – Benzeno – Sulfonato (ABS)	0,5 mg/l a 1,0 mg/l

Fonte: Organização Mundial de Saúde-OMS.

Os mais diversos grupos de doenças podem ser afetados ou pela qualidade da água, ou pela sua disponibilidade, ou pelos efeitos indiretos da água estagnada, ou, ainda, pelos efeitos interativos destes fatores, ou seja, a água pode ser fonte de ocorrência de várias doenças e fator de controle de outras. Na Tabela 3, verificam-se as principais doenças infecciosas relacionadas à água.

Tabela 3. Doenças relacionadas às deficiências no abastecimento de água.

Grupo	Doenças	Via de saída do corpo humano	Via de entrada no corpo humano
Doenças transmitidas pela água	Cólera	Fezes	Oral
	Febre tifóide	Fezes, urina	Oral
	Leptospirose	Urina, fezes	Percutâneo, oral
	Giardiase	Fezes	Oral
	Amebíase	Fezes	Oral
	Hepatite infecciosa	Fezes	Oral
Doenças controladas pela limpeza com água	Escabiose	Cutâneo	Cutâneo
	Sepsia dérmica	Cutâneo	Cutâneo
	Bouba	Cutâneo	Cutâneo
	Lepra	Nariz	
	Piolhos e tifo	Picada de inseto	Picada de inseto
	Tracoma	Cutâneo	Cutâneo
	Conjuntivite	Cutâneo	Cutâneo
	Disenteria bacilar	Fezes	Oral
	Salmonelose	Fezes	Oral
	Diarréias/entrovírus	Fezes	Oral
	Febre paratifóide	Fezes	Oral
	Ascaridíase	Fezes	Oral
	Tricurose	Fezes	Oral
	Enterobiose	Fezes	Oral
Ancilostomose	Fezes	Oral e percutâneo	
Doenças associadas à água	Esquistossomose urinária e retal	Urina e fezes respectivamente	Percutâneo Percutâneo
	Dracunculose	Cutâneo	Oral
Doenças, cujos vetores se relacionam com a água	Febre amarela	Picada de inseto	Mosquito
	Dengue	Picada de inseto	Mosquito
	Encefalite/arbovírus	Picada de inseto	Mosquito
	Filariose bancroft	Picada de inseto	Mosquito
	Malária	Picada de inseto	Mosquito
	Ancorcercose	Picada de inseto	Mosca simulium
	Doenças do sono	Picada de inseto	Mosquito Tse - Tsé

Fonte: Saunders & Warford, 1983 (Banco Mundial).

Saunders & Warford (1983) consideram que nas áreas rurais da América do Sul, da Ásia, ou da África a fonte potencial de uma variedade de doenças seria provavelmente eliminada melhorando-se e protegendo-se as fontes, cavando-se um poço protegido e instalando-se uma bomba manual, ou uma pequena infra-estrutura de bombeamento, um sistema de distribuição com várias torneiras públicas e algumas conexões domiciliares.

No caso de doenças transmitidas, a água atua apenas como meio de transporte passivo para o agente infeccioso e, também, estão relacionadas às precárias condições de disposição de dejetos.

A falta de água para a higiene pessoal cria condições favoráveis para a disseminação de doenças. As infecções intestinais, por exemplo, dependem, além da disponibilidade de água, da falta de condições adequadas para disposição de dejetos.

Grande parte dos agentes transmissores depende da água para completar seu ciclo de vida, portanto, o destino das águas utilizadas nos domicílios e nas indústrias é importante para o controle de doenças relacionadas à água. O encanamento nas residências manteria as famílias afastadas das áreas de ocorrência de insetos e outros agentes transmissores, assim como dispensaria o uso de potes para armazenar água, eliminando o local de reprodução dos agentes no interior das residências.²

De acordo com o Ministério da Saúde, 70% dos leitos dos hospitais são ocupados por pessoas que contraíram moléstias transmitidas pela água. Estes dados estão de acordo com a Organização Mundial de Saúde, os quais mostram que para cada dólar aplicado em saneamento economizam-se cinco dólares nos 10 anos seguintes, em postos de saúde, em atendimento médico e em Hospitais.

Segundo Biasoli (2000), *“É muito mais sensato gastar com a higiene, do que gastar com tratamento de saúde. É muito mais econômico se gastar com medidas para se obter uma boa água, cuidados com o poço, exames periódicos, etc., do que com medicamentos, em tratamentos de infecções que muitas vezes não se curam totalmente e, mesmo quando se curam, deixam órgãos lesados para todo o sempre, reduzindo a capacidade vital do organismo, reduzindo sua disposição para a vida, reduzindo seu período de vida”*.

Há que se considerar, entretanto, que a saúde da população sofre influência de outros fatores além da água, tais como ambientais, sociais e culturais, ou seja, a oferta de água de boa qualidade pode se constituir em uma condição necessária, porém não suficiente para a saúde do homem. Muitas vezes fatores climáticos, medidas básicas de higiene e, principalmente, programas de educação sanitária considerados conjuntamente podem resultar em melhorias significativas para a saúde da população local (Saunders & Warford, 1983).

² Consultar Saunders & Warford, 1983.

3 A POLÍTICA TARIFÁRIA DA CAGECE

A Cagece é responsável por 60% do abastecimento de água do Estado do Ceará por meio de fontes subterrâneas (Ceará/SRH, 1992). Por conta disso, a determinação do valor econômico da água, em seu estado natural, proveniente de poços existentes no Estado pode ser útil na elaboração de políticas tarifárias futuras, partindo-se do pressuposto que, mediante a atribuição de um valor econômico sobre este recurso, pode-se alocá-lo de forma mais eficiente.

Segundo Fontenele & Júnior (2000), a Cagece é uma das companhias estaduais de saneamento do Brasil, cujas tarifas e custos de serviços estão entre os menores do país. Entretanto, a empresa não tem conseguido operar os sistemas de água e esgoto de forma eficiente e ainda promover a ampliação da oferta, de modo a atender as demandas atuais e futuras.

Assim, a estrutura tarifária da Cagece precisa ser aperfeiçoada, de forma a permitir uma distribuição mais justa dos subsídios cruzados entre usuários, assim como elevar o grau de cobertura do custo dos serviços para geração de excedentes tarifários em níveis compatíveis às necessidades de investimentos.

A Cagece aplica sua política tarifária considerando duas bases de discriminação de preço. A primeira aloca os consumidores em categorias, destacando-se as categorias Residencial Social e Residencial Normal, em que estão enquadrados os consumidores de baixa renda, cujas necessidades de consumo não excede $10 \text{ m}^3/\text{mês}$ e que seria isenta de uma possível alíquota de Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços-ICMS. As demais categorias são: Comercial I, com consumo mínimo de $10 \text{ m}^3/\text{mês}$; Comercial II, com consumo mínimo de $15 \text{ m}^3/\text{mês}$; industrial, com água tratada e consumo mínimo de $10 \text{ m}^3/\text{mês}$; e a categoria pública, com consumo mínimo de $15 \text{ m}^3/\text{mês}$. A segunda base de discriminação de preço é a faixa de consumo. A Tabela 4 ilustra os valores vigentes da tarifa para o uso da água no Estado do Ceará, a partir de dezembro de 2000.

A prestação de custos da empresa pode ser determinada segundo duas óticas distintas: a ótica do Custo Marginal e a ótica do Custo Histórico. O custo dos serviços utilizados na determinação das tarifas corresponde ao custo dos novos sistemas a serem construídos para o atendimento da demanda futura. Importa informar aos usuários o custo dos sistemas futuros, para que eles possam ajustar suas decisões de consumo com base no incremento de custos que eles irão provocar. A utilização dessa ótica se torna particularmente importante em cidades ou regiões, onde a demanda se encontra em grande expansão.



Tabela 4. Valores das tarifas de água da Cagece para consumo, segundo as categorias e faixas de consumo, dezembro de 2000.

Categoria	Faixa de consumo (m³)	Tarifa (RS/m³)
Residencial social (consumo único)	0 a 10	0,25
Residencial normal (consumo mínimo 10 m³)	0 a 10	0,40
	11a 20	0,75
	21a 30	1,25
	31a 56	1,75
	57 a 70	2,40
	> 70	2,40
Comercial I (consumo mínimo 10 m³)	0 a 10	0,75
	11a 13	1,00
Comercial II (consumo mínimo 15 m³)	0 a 15	1,20
	16 a 56	1,75
	57 a 70	2,60
	> 70	2,60
Industrial (consumo mínimo 10 m³)	0 a 15	1,20
	16 a 56	1,75
	57 a 70	2,60
	> 70	2,60
Pública (consumo mínimo 15 m³)	0 a 15	1,20
	16 a 56	1,75
	57 a 70	2,60
	>70	2,60

Fonte: Cagece, 2000 (consumo mínimo 10 m³).

O custo marginal de um sistema de água ou esgoto em longo prazo, em geral, é estimado pelo custo médio do metro cúbico (m³), a ser fornecido pelo novo sistema ao longo de sua vida útil. A decomposição deste custo marginal distribui-se de três maneiras:

1. *Custos de capacidade*: representam os investimentos programados e os custos fixos de exploração. Nestes custos, está a ampliação da capacidade instalada proporcionada pelo projeto e são expressos em custo anual por unidade de capacidade incremental (R\$/l/s);

2. *Custos de volume*: são as parcelas dos custos de exploração que variam com o volume produzido de água e compreendem os custos com produtos químicos e consumo de energia elétrica; e

3. *Custos de clientela*: referem-se aos custos relativos às estruturas administrativas e comerciais da empresa em todos os seus itens. Estes custos variam com o crescimento do número de ligações.

O estudo mostrou que a média dos custos marginais estimados para os projetos de água é de R\$ 0,87/m³.

Sob o ponto de vista do custo histórico, apuram-se os custos dos serviços de água e esgoto no Brasil, que consiste na determinação do custo dos serviços correspondentes aos sistemas de água e esgoto construídos no passado e que, atualmente, estão em operação. Sua composição ocorre da seguinte forma:

1. *Despesas de exploração*: são as despesas operacionais da empresa, e referem-se às despesas com pessoal, produtos químicos, materiais, energia elétrica, serviços de terceiros, despesas gerais e fiscais;

2. *Depreciações*: custos com os desgastes e obsolescência dos sistemas operacionais e empresariais existentes; e

3. *Remuneração do investimento em operação*: são as rentabilidades dos investimentos realizados, inclusive com capital circulante.

Os autores verificaram que no ano de 2000 havia defasagem da tarifa média geral de água e esgoto, em relação aos custos dos serviços, da ordem de 35,8%. Diante disso, constatou-se a necessidade de um aumento de 55,8% na tarifa média geral de água e esgoto.

Mediante os novos valores tarifários propostos, a Cagece objetivou corrigir alguns problemas da estrutura atual, dentre eles destacam-se:

1. Tarifas muito próximas para as segunda e terceira faixas da categoria residencial normal (R\$ 0,68 e R\$ 0,76), o que torna inoperante a progressividade para consumos entre 10 e 30 m³/mês, em que se encontram cerca de 50% dos usuários;

2. A tarifa é muito elevada para categoria Comercial I, a qual estão localizados os pequenos negócios de subsistência, que contêm um elevado componente social, cuja participação nas receitas é de apenas 1,5%; e

3. Para os consumidores da categoria Comercial II, Industrial e Público, verifica-se a aplicação de tarifas muito altas para pequenos consumos e tarifas muito baixas para grandes consumos, resultando em uma progressividade consideravelmente suave para os usuários, em que a componente social é muito reduzida.

Com o objetivo de atenuar a defasagem “receita-custo”, os pesquisadores propuseram um aumento na tarifa, da ordem de 14,8%, o qual, uma vez implementado, elevaria o valor da tarifa para R\$ 0,72, e esta ainda seria 26,3% menor do que os custos dos serviços³. Assim, o governo do Estado subsidiaria esta diferença com recursos oriundos de toda a sociedade.

Além do subsídio tributário, haveria ainda o subsídio cruzado decorrente da progressividade das tarifas, o qual seria patrocinado pelos usuários que pagam tarifas superiores aos custos dos serviços e geram um excedente financeiro, viabilizando o atendimento aos mais pobres.

Ajustando-se a estrutura, ameniza-se a distorção existente na concessão de subsídios aos usuários residenciais. Assim, reduz-se o subsídio total aos usuários de 35,8% para 26,3% do custo do serviço. Na categoria Residencial Normal, em que estão inseridos 89,4% dos usuários, a redução é de 46,9% para 38,2%.

Os aspectos fundamentais propostos na política tarifária para 2001 compreendem:

1. Elevar as tarifas para níveis mais próximos do custo econômico dos serviços. Na atualidade, a tarifa média geral praticada corresponde a 67% dos custos;

2. Realizar uma reestruturação tarifária profunda baseada em estudos de custos e de mercados regionais, de modo a promover uma adequada distribuição dos subsídios entre regiões e usuários, facilitando a elevação do patamar tarifário para níveis próximos dos custos dos serviços;

3. Garantir, de forma permanente, o equilíbrio financeiro da Cagece, através da geração tarifária de excedente financeiro suficiente para atender às necessidades de investimentos e contrapartidas de financiamentos.

Objetivando atingir os desafios de investimentos e compromissos contratuais assumidos, a empresa adotou a geração de um excedente tarifário correspondente a 30% do investimento programado como meta, da ordem de 155 milhões.

³ A preços de dezembro de 2000.

O estudo tarifário da Cagece também avaliou o impacto da cobrança do ICMS, considerando uma alíquota de 17,5% incidindo sobre o valor total da conta (já incluindo o ICMS). A alíquota, incidindo sobre o valor total da conta, implica em aumento contínuo com o nível de consumo, convergindo para um máximo de 21,2%. Sendo concedida, porém, isenção para consumidores, cuja faixa de consumo é de até 10m³/mês. Assim, para um consumo de 50m³/mês, o valor da conta de água aumentaria 79,8%, e 50,1% seria devido ao ajuste na estrutura tarifária e 19,8% devido à cobrança do ICMS.

O estudo tarifário 2000/2001 desenvolvido por Fontenele & Júnior (2000) deixa claro a necessidade de ajustar as receitas da companhia de água frente aos custos dos serviços. Note-se, entretanto, que este ajustamento limita-se exclusivamente ao aumento do valor da tarifa, o que implica em recair sobre os consumidores o custo do equilíbrio financeiro. Em nenhum momento considera-se no estudo outra forma de ajustar o descompasso entre as receitas e os custos, como, por exemplo, a terceirização de alguns serviços, a privatização de setores ou até mesmo rever o quadro de pessoal.

Outro ponto importante passível de uma análise crítica é o fato da empresa instituir um valor tarifário baseado, em geral, nos custos dos serviços empregados na captação, no tratamento e distribuição da água. Porém, o valor do recurso não é levado em conta na formação do valor da tarifa, ou seja, a água é vista como um recurso natural, abundante e livre a todos os indivíduos. Entretanto, parece razoável diante do cenário atual de escassez de água, sobretudo no Estado do Ceará, ser necessário rever esta hipótese de recurso livre e abundante a todos. Sem dúvida, deve-se garantir sua distribuição a todos os indivíduos, porém de forma regulada, garantindo sua existência para as futuras gerações.

Para Aguero (1996), aceitando-se como válido o pressuposto de que a água é um recurso escasso, porém útil para o consumo e à produção, abre-se caminho para se estabelecer um valor e preço da água como um recurso natural.

Dinar (1997) considera que a atribuição de um preço para a água é a forma chave para melhorar a sua alocação e encorajar a sua conservação. Assim, o preço da água pode afetar a eficiência de seu uso nos níveis individual e social. Entretanto, se os preços não refletem o valor do recurso e são direcionados para encontrar outros objetivos, o sinal será enviado de maneira correta aos usuários.

De acordo com Azevedo (1997), a concessão formal do direito de uso da água tem sido limitada às hidroelétricas e aos projetos de irrigação pública. A tradição de reconhecer a água como um bem público, livre a todos, mais do que um bem econômico, tem comprometido o desenvolvimento de um sistema de direito gerenciável do uso da água. Assim, a prática corrente é cobrar dos usuários pelos custos de operação e manutenção de projetos do recurso água, mas não para investimentos ou custo do recurso.

Neste sentido, novamente se ressalta a importância do presente estudo, o qual pretende determinar um valor para a água, tal qual se encontra em seu estado natural para que por meio destes resultados, políticas tarifárias futuras levem em conta não somente os custos dos serviços relacionados, mas também insira em seu conjunto o respectivo valor de uso da água.



4 REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 A Abordagem Tradicional

A abordagem cardinal é a aproximação clássica mais antiga da Teoria do Comportamento do Consumidor. Seu enfoque teve início na segunda metade do século XIX com os trabalhos pioneiros de Gossen (1854), Menger (1871), Jevons (1871) e Walras (1874), constituindo uma nova escola do pensamento econômico (Magalhães, 1981).

Segundo Varian (1999), os economistas clássicos concebiam a utilidade como a medida de satisfação de um indivíduo. Assim, maximizar a utilidade implicaria em tornar-se mais feliz. Contudo, estes economistas não explicavam como medir a quantidade de utilidade, e também não sabiam responder como um copo a mais de suco de laranja, por exemplo, proporcionaria quatro vezes mais utilidade que uma fatia de queijo?

Por conta da falta de respostas a tantas indagações sobre o comportamento do consumidor, os clássicos decidiram reformular a teoria, considerando um novo enfoque: o conceito de utilidade representaria agora apenas uma forma de descrever as preferências do consumidor, ou seja, o conceito de utilidade ficaria fortemente vinculado às preferências do consumidor. Afinal de contas, o que é útil ou preferível para um indivíduo pode não o ser para outro. O valor atribuído a um mesmo bem pode diferir, dependendo do local e das circunstâncias. O consumidor pode avaliar de distintas formas. Assim, o valor arbitrário da água, por exemplo, para os consumidores das regiões do Ceará investigadas nesta pesquisa, poderá ser muito mais elevado do que para os consumidores que vivem às margens do Rio Amazonas. Embora se trate do mesmo bem, o seu valor irá diferir em função das peculiaridades locais. Portanto o que interessa saber agora é se o consumidor, uma vez diante de duas cestas de bens, a qual delas atribuirá maior preferência; a ordem das cestas é o que importa.

Os economistas tradicionais associavam, em geral, a satisfação ou utilidade de um consumidor qualquer ao uso, à posse ou consumo de cesta de bens, serviços ou amenidades. Este fato se constituiu em uma grande lacuna não preenchida pela teoria da procura abordada pelos clássicos. A incapacidade de prever a demanda por produtos novos e diferenciados, por exemplo, baseava-se, principalmente, em suas especificações de preferências em termos de produtos, desprezando-se as propriedades intrínsecas dos mesmos. A ênfase da teoria, portanto, dava-se sobre o consumo do bem em si, desconsiderando suas características.

4.2 O Modelo de Kelvin Lancaster

Lancaster (1966), propôs nova abordagem para a teoria do consumidor, na qual os bens, como tal, não são objetos imediatos da preferência ou utilidade, ou bem-estar, mas têm associados a eles características, e estas são diretamente relevantes ao consumidor. Neste contexto, a demanda dos consumidores por bens surge do fato que estes são requeridos por causa das características que possuem e será que esta é uma demanda derivada?

A teoria inicia analogia à *teoria da produção*, na qual, bens são insumos em um processo, em que as características são os produtos. A junção das características torna-se o âmago de toda a abordagem.

Lancaster (1966a) rompe com a abordagem tradicional que considera que os bens são objetos diretos da utilidade, ao invés disso, propõe que a utilidade é derivada das propriedades ou características intrínsecas do bem. Supõe ainda, que o consumo é uma atividade na qual bens separadamente ou combinados, são insumos e o produto é uma coleção de características.

A teoria Lancasteriana considera que talvez o aspecto mais importante do comportamento do consumidor para uma economia complexa, refere-se às reações dos consumidores a novas “commodities” e a variações na qualidade. A teoria tradicional, segundo Lancaster (1966a), nada tem a dizer sobre isso, e, no caso de novas “commodities”, a teoria é praticamente impotente e a técnica de supor a existência de uma função utilidade para todos os bens possíveis, incluindo aqueles ainda não inventados e considerando os preços de bens não existentes, não tem valor preditivo.

A riqueza da nova abordagem consiste no fato de que um mesmo bem possuirá mais que um atributo, de modo que a simples atividade de consumo caracterizar-se-á pelo produto conjunto. Além disso, a mesma característica (cor, sabor, odor, etc.) pode ser incluída entre o produto conjunto de muitas atividades de consumo, de modo que bens que não são, aparentemente, relacionados em certas características, o sejam em outras.

Cada suposição representa rompimento com a tradição e a essência da nova abordagem pode ser sumarizada, como segue:

1. O bem, por si, não dá utilidade ao consumidor, pois possui características, e destas originam-se a utilidade;
2. Em geral, um bem possuirá mais que uma característica, e muitas características serão compartilhadas por mais de um bem; e

3. Bens em combinação podem possuir características diferentes daquelas pertencentes nos bens separadamente.

Se a relação entre bens e características fosse intrínseca, ou seja, se houvesse mútua interação entre ambos, então não haveria diferença operacional entre o enfoque tradicional da Teoria do Consumidor e o apresentado no modelo de Lancaster. Porém, podem existir várias combinações de bens que produzem um mesmo conjunto de característica, e isso implica em uma importante diferença entre as duas teorias.

4.3 O Modelo de Característica de Bens

Em 1929, Frederick Naugh observou que havia uma tendência distinta para os preços de mercado de muitas “commodities” variarem com certas características físicas, as quais o consumidor identificaria como Qualidade, e que a relação destas características com preços poderia, em muitos casos, ser acuradamente determinada pela análise estatística. Uma aceita esta generalização como verdadeira. Ela abre um “caminho na teoria preços”, o qual tem sido praticamente intocável (Ladd e Suvannunt, 1976).

Com base neste “caminho na teoria dos preços”, Ladd e Suvannunt (op. Cit.), desenvolveram o Modelo de Característica de Bens de Consumo CGCM (Consumes Goods Characteristics Model), do qual originam-se duas hipóteses que são básicas na abordagem de características de bens:

⇒ Para cada produto consumido, o preço pago pelo consumidor é igual a soma dos valores monetários marginais das características dos produtos; sendo que, o valor monetário marginal de cada característica é igual a quantidade da característica obtida de uma unidade marginal do produto consumido multiplicada pelo preço implícito marginal da característica; e

⇒ As funções de demanda do consumidor para bens são afetadas pelas características dos bens.

A abordagem de características de bens é sugerida para estudos de heterogeneidade de produtos, pois o produto é visto como uma coleção de características. A heterogeneidade do produto surge de várias formas: dois produtos podem possuir diferentes quantidades da mesma característica,

ou um produto pode conter uma característica que os outros produtos não possuem. O CGCM é, portanto, útil para investigar questões envolvendo heterogeneidade tais como: diferenciação de qualidade de produto, de padrão de qualidade e de categorias.

Apesar de pouco conhecido, a aplicação do CGCM nos EUA e Europa já acontece há algumas décadas. Rosen (1974), em sua primorosa obra "Hedonic prices and implicit markets: product differentiation in pure competition", já considerava o enfoque da característica do bem como fator diferenciador de preços. Rosen (1974) tratou os bens como pacotes de características e afirmou que, economicamente, as relações entre preços e características observados tornam-se evidentes, uma vez que diferenças entre bens são reconhecidas como igualitárias das diferenças para pacotes alternativos incluídos. Os bens são valorados por sua relação utilidade-características, e que os preços dos bens variam com a quantidade específica daquelas características associadas ao próprio bem.

Ladd & Martim (1976) sugerem tomar a abordagem de características do produto para os estudos com produtos heterogêneos, visto que este enfoque considera o produto como coleção de características. Ladd & Martim (1976) elaboraram um modelo neoclássico de características de insumo e aplicaram em uma variedade de trigo nos EUA. O modelo proposto supõe que uma combinação sucessiva de inundação e seca reduza drasticamente a colheita de trigo. Verificou-se também que o preço de uma variedade de trigo, antes do deslocamento da oferta, seja exatamente igual ao valor monetário total da característica do trigo para cada firma que comprá-lo, e mostra ainda que a mesma igualdade prevalece para o preço, após o deslocamento na oferta do trigo.

Nélson (1978) aplicou o modelo proposto por Rosen (1974), utilizando dados *cross-section* de valores de propriedades residenciais em Washington, D.C., para determinar um conjunto de preços marginais implícitos para a qualidade do ar. As características consideradas pelo autor foram dimensões físicas, tais como: área construída, área do lote, número de compartimentos, central de ar condicionado, e amenidades, como boas escolas, acessibilidade e qualidade do ar. Os resultados empíricos mostraram que as variáveis representando preferências foram todas altamente correlacionadas umas com as outras, ou com a renda, e ainda que os coeficientes de elasticidade da demanda por qualidade do ar estão compreendidos entre 1,2 a 1,4, e que os coeficientes estimados sobre renda média das famílias é unitário.

Ethridge & Davis (1982) propuseram uma abordagem para estimação de preços hedônicos de produtos semiprocessados a partir de fibra de algodão, cujo objetivo específico era determinar o impacto relativo dos vários atributos qualitativos do produto processado sobre o preço pago ao produtor, isto é, determinar o valor do comprimento da fibra, ou da cor, etc., e saber como essas características contribuem na determinação do valor de uma cesta de algodão, na qual estas

características estão envolvidas. Os resultados ilustraram que o preço ao produtor foi sensível a variações no comprimento da fibra e no conteúdo de sujeira nas fibras.

Epple (1987) observa que, na investigação de modelos hedônicos sobre características de produtos, é interessante determinar como o preço de uma unidade de *commodity* varia com o conjunto de atributos que ela possui. Afirmar ainda que, se características importantes não são medidas e se encontram correlacionadas às características mensuradas, os coeficientes destas características serão viesados. O autor concluiu que os preços marginais são mais implícitos do que explícitos e que, por conta disso, os modelos hedônicos para características de produtos erguem problemas de identificação e estimação além daqueles normalmente confrontados em modelos simultâneos, devendo-se ter muito cuidado na especificação e estimação destes modelos, se inferências válidas são obtidas para tais modelos.

Jones (1988), reconsiderando o modelo de Lancaster, à luz de modelos de diferenciação de *commodities*, mostra que o modelo de características pode ser visto como surgindo de restrições especiais sobre as preferências permitidas dentro de modelos mais gerais de diferenciação de *commodities*, e que, mesmo em circunstâncias bastante razoáveis, a decomposição de preços pode falhar em assegurar o equilíbrio. Jones (1988) contesta fortemente a restrição de linearidade do modelo como afirmado por Lancaster, e considera que, tanto modelos lineares quanto não lineares de preços, são casos “robustos”, e que não há necessidade dos preços serem linearmente decompostos.

Bowman & Ethridge (1992) desenvolveram estudos em que diferenciam o preço do algodão, em função da característica da fibra, com separação de elementos de oferta e demanda. De acordo com os resultados, a demanda por algodão sofre influência negativa do nível de sujeira de sorte que, se o nível de sujeira aumentasse em uma unidade, o preço do algodão decresceria de 0,231 cents/lb nas regiões mais ao leste. Nas regiões do meio-sul e sudeste, a queda nos preços seria de 0,311 e 0,335 cents/lb, respectivamente. Observou-se ainda que o comprimento da fibra também afetava a demanda do produto. A demanda por firmeza da fibra foi perfeitamente inelástica em todos os mercados.

Do lado da oferta, o nível de sujeira do algodão era afetado pela pluviosidade do ano anterior e do ano corrente. No verão, as altas temperaturas afetaram o nível de sujeira nas três regiões, com maior efeito no sudeste. De igual modo, verificou-se que a característica cor foi mais afetada pela pluviosidade do que pelas altas temperaturas.

Os resultados obtidos permitiram entender o mercado com maior profundidade e prever o valor dos atributos do algodão nos Estados Unidos. Os autores concluíram que o valor das características do algodão varia no tempo e de região para região, como características de oferta e demanda variada.

North & Griffin (1993) utilizaram o método de valoração hedônica aplicado sobre propriedades, com o objetivo de determinar como o valor do aluguel, em uma grande área rural das Filipinas, refletiriam sobre a disposição do pagamento, por parte das famílias, dos seguintes tipos de água: água encanada no interior da residência, poço profundo, uma torneira no jardim e outra fonte comum, e também a distância aceitável da fonte comum.

De acordo com os resultados obtidos, o valor que as famílias atribuem para terem água encanada é altamente relativo a outras características de suas casas. Famílias com renda alta e média também atribuem valor para terem poço profundo ou uma torneira no jardim, embora, em um nível bem menor do que a água encanada no interior da residência. Os autores verificaram que famílias de renda alta têm alguma utilidade, quando possuem fonte comum de água, como um rio, um lago, ou torneira pública, próximo de suas casas. Como consequência, políticas públicas para água, que enfatizem melhoria na qualidade e proximidade de fontes, seriam inadequadas para a região do estudo.

4.4 Modelo de Preço Hedônico

A abordagem hedônica para valoração de recursos ambientais foi proposta pela primeira vez por Andrew Court, em 1939. Os artigos de Court centraram-se na questão do custo da mão-de-obra para a indústria automobilística (Goodman, 1998). Ziv Griliches popularizou o método de preços implícitos nos anos 60. Uma de suas principais obras foi: *The hedonic prices indexes for automobiles: an econometrics analysis of quality change*, na qual Griliches procurou estabelecer um índice de preços e qualidade para automóveis nos Estados Unidos (Griliches, 1968).

O método baseia-se na identificação de atributos ou características de um bem composto privado, cujos atributos são complementares a bens ou serviços ambientais. Uma vez identificada uma relação de complementaridade, pode-se mensurar o preço implícito do atributo ambiental (Romero, 1994; Freeman, 1992; Randall, 1987).

A abordagem permite avaliar o preço implícito de um atributo ambiental na formação de um preço observável de um bem composto. Assim, se P é o preço de uma propriedade qualquer, pode-se expressá-lo da seguinte forma:

$$P_i = f(a_1, a_2, a_3, \dots, Ae_i); \text{ em que:}$$

a_i = atributos da propriedade i ;

Ae_i = e é o nível do bem ou serviço ambiental (E) associado à propriedade i .

De acordo com Motta (1998a), o método de avaliação hedônica requer algumas precauções para que seu emprego possa produzir estimativas confiáveis. Dentre outras, cita-se a necessidade de se proceder a um acurado levantamento de dados, envolvendo, além dos indicadores ambientais, informações sobre os diversos atributos ambientais que exercem influência sobre o preço da propriedade, como também características intrínsecas da propriedade, facilidades de serviços, qualidade do local e informações socioeconômicas das propriedades sobre uma amostra representativa das propriedades da região.

A Segunda dificuldade apontada por Motta (1998a) diz respeito àquelas de caráter econométrico, concernentes a problemas de multicolinearidade de atributos e à identificação da forma funcional.

Apesar das restrições assinaladas, o método de avaliação hedônica pode ser uma forma bastante útil de medir a disposição pelo pagamento dos valores de uso ambiental e tem sido utilizado em pesquisas realizadas em alguns países da Europa (Garrod & Willis, 1992), Estados Unidos (Murdoch & Thayer, 1999); dentre outros, e também no Brasil (Macedo, 1998).

4.5 Outros Métodos Indiretos de Valoração Ambiental

Além do Método de Preço hedônico, outros dois métodos indiretos utilizados na valoração de ativos ambientais são: Método de Custo de Viagem (*Travel Cost Method-TCM*) e Método de Valoração Contingente (*Contingent Valuation Method-CVM*). Para uma descrição mais detalhada sobre os métodos, consultar Freeman III (1992), Romero (1994) e Motta (1998^{*}).

4.5.1 O Método de Custo de Viagem-TCM.

O método utiliza os custos incorridos pelos indivíduos quando viajam a locais de recreação, como substituto do preço do bem ou serviço que é explorado pela referida atividade. Através deste método, estima-se que os benefícios gerados por uma determinada atividade ambiental, baseando-se nos custos de utilização das amenidades exploradas pela atividade (Filho & Shirota, 1997).

O uso do TCM apresenta alguns problemas que podem ser decorrentes de erros nas pressuposições do método ou de uma especificação indevida no modelo. Segundo Motta (1998a), as principais são:

1. Dado a suposição de complementaridade, o método não contempla custos de opção e de existência. Somente custos de uso diretos e indiretos, associados ao bem ambiental, são captados pelo TCM;

2. O método estima o excedente do consumidor, associado à atividade recreacional praticada pelos indivíduos, em um dado tempo; e

3. A qualidade das estimativas do custo é extremamente sensível ao rigor da mensuração das informações que permitem a obtenção dos custos. Assim, informações sobre o tempo de viagem e suas relações com o meio de transporte e distância podem ser muito divergentes de situação para situação. Da mesma sorte, a valoração do tempo não trivial. Este conjunto de detalhes, quando não considerado, pode gerar viés nas estimativas do valor do bem ambiental.

Apesar dos problemas erguidos na literatura, o método apresenta suas vantagens na valoração de recursos ambientais. Dentre elas destacam-se:

1. Estimativa de valores e amenidades ambientais com base em dados *cross-section*; e

2. Permite formular modelos de comportamento que podem ser testados, bem como de um conjunto de hipóteses, com relação aos parâmetros dos respectivos modelos que também podem ser testados.

4.5.2 O Método de Valoração Contingente-CVM

A idéia central do CVM consiste em valorar os benefícios derivados de melhoria ambiental, em função da disposição pelo pagamento dos beneficiários diretos desta melhoria. Da mesma forma, os custos derivados de um dano ambiental serão valorados por meio da quantidade monetária que as pessoas, que sofrem estes prejuízos, aceitarão como medida de compensação.

Como para a maioria dos recursos ambientais não existe um mercado, o método CVM utiliza-se de questionários, em que se pergunta aos indivíduos, que recebem melhoria ou sofrem dano ambiental, o quanto eles estariam dispostos a pagar ou a aceitar pela melhoria ou dano, respectivamente.

Dentre os vieses estimativos do método, dois são os de maior destaque na literatura:

1. Viés Estratégico: consiste na pré-disposição do usuário, beneficiário da melhoria, subestimar os valores de sua verdadeira disposição a pagar. Da mesma sorte, em caso de dano, os indivíduos que sofrem a agressão podem sobreestimar o verdadeiro valor de seus prejuízos, na expectativa de receberem indenizações maiores.

2. Viés do Entrevistador: este viés diz respeito à forma como o entrevistador se comporta no ato da aplicação dos questionários. Se este apresentar o recurso ambiental como algo positivo, relevante para comunidade etc., ou, por outro lado, como algo extremamente negativo, pode induzir os entrevistados à formação de um ponto de vista que pode não representar o verdadeiro desejo dos beneficiários diretos de uma melhoria ambiental de um certo recurso. Portanto, a atitude do entrevistador deve ser de absoluta neutralidade, ou seja, deve-se evitar que prevaleçam suas motivações e convicções pessoais com relação ao problema investigado.

Em todo caso, o CVM tem sido largamente empregado na valoração de ativos ambientais sem mercado, proporcionando estimativas razoáveis, além de permitir, com relativa facilidade, valores monetários de ativos ambientais difíceis de serem valorados.

A coletânea de trabalhos revisados proporciona uma visão ampla das vantagens da aplicação do modelo CGCM sobre os modelos mais tradicionais. O modelo de característica de bens permite visualizar os produtos de dentro para fora, ou seja, a partir das características que os constituem. As características dos bens são os objetos centrais da análise. O modelo possibilita identificar como um conjunto de características contribui na formação do valor de uma cesta de bens.

A maior parte das pesquisas já desenvolvidas e que empregaram o CGCM fizeram uso de funções hedônicas para determinar os coeficientes das variáveis utilizadas nas análises e, conforme considerado, no item 5.4, estas funções exigem alguns cuidados e apresentam limitações adicionais, que uma vez não observadas podem gerar estimativas viesadas do valor do bem em questão.

Hendler (1975) faz alguns comentários críticos sobre a nova abordagem lancasteriana. Para Hendler, o modelo lancasteriano assume a hipótese de consumo linear de tecnologia, ou seja, dobrando-se a quantidade de bens, dobra-se por sua vez a quantidade de característica; e Lancaster sugere que as utilidades marginais de todas as características são não negativas, ou seja, de acordo com a nova abordagem proposta, preços implícitos negativos para as características não podem existir.

No primeiro caso, a teoria de características de bens leva vantagem sobre a teoria de Lancaster, pois no CGCM o consumo de cada característica pode ser expresso como uma função de quantidade de produtos e dos coeficientes de consumo. No segundo caso, o CGCM não sustenta a hipótese de não negatividade, pois a característica do produto pode influenciar o valor final do bem, tanto positivo quanto negativamente.

5. METODOLOGIA

5.1. Área de Estudo

A área de estudo desta pesquisa compreende o sertão, o litoral e a região serrana do Estado do Ceará, localizado na Região Nordeste do Brasil, com uma superfície de 148.000 Km². O Estado encontra-se, em sua totalidade, inserido no *Polígono das Secas*, que se caracteriza por apresentar regime pluviométrico extremamente irregular com precipitação média de chuvas anual em torno de 775 mm. Por essas razões, a água se constitui em um bem econômico de elevada importância para o desenvolvimento deste Estado.

As unidades de análise são os poços existentes em algumas comunidades do sertão, do litoral e da região serrana do Estado do Ceará. No sertão, são investigados 143 poços, em 137 comunidades, para os quais o teor médio de sal é de aproximadamente 1400 mg/l e a profundidade média dos poços é de 64 m.

No sertão, ocorrem predominantemente os climas semi-árido e árido, com pluviometria anual média de 500 mm a 800 mm, concentradas em fevereiro, março e abril, com exceção da região do Cariri, onde a média anual é de 1.200 mm. A temperatura média anual gira em torno de 26 °C a 27 °C. No Cariri, entretanto, devido à altitude, cai para 24 °C a 26 °C.

No litoral do Estado, as análises se concentram em 47 poços situados em 36 comunidades. O teor médio de sal nas águas subterrâneas desta região é próximo de 600 mg/l, e os poços apresentam profundidade média de aproximadamente 50 m. Devido à presença do oceano atlântico, a precipitação média anual varia entre 800 mm a 1400 mm, e devido à posição que apresenta, em relação aos ventos predominantes, o litoral leste, Aracati, por exemplo, apresenta maior índice pluviométrico que a parte oeste. A temperatura média anual do litoral oscila em torno dos 26 °C.

Nas áreas de serras do Estado, são investigados 57 poços localizados em 46 comunidades, cujo teor médio de sal é de aproximadamente 300 mg/l, e que apresentam profundidade média de aproximadamente 60 m.

Nesta região, a precipitação pluviométrica média anual varia entre 1.000 mm e 1.500 mm, com maior concentração nos meses de fevereiro, março e abril. A temperatura média anual fica em torno de 24 °C. Na serra de Baturité, a temperatura média chega a 20 °C em sua região mais elevada. No carrasco da Ibiapaba, a média anual é próxima dos 27 °C, semelhante à observada no sertão.

5.2 Dados Básicos da Pesquisa

5.2.1. Fonte dos Dados

Os dados básicos utilizados na pesquisa originam-se do Programa de Recenseamento de Fontes de Abastecimento por água subterrânea no Estado do Ceará, elaborado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais-CPRM. As informações dispostas em Cd-Rom contém dados sobre os 13.296 poços, dos quais 11.889 são tubulares, os demais dividem-se em poços tipo amazonas e fontes naturais.

As informações pertinentes a custos de deslocamento da população e custos de construção, manutenção e operacionalização dos poços foram obtidas a partir de pesquisas desenvolvidas por Pinheiro (2000) e Barbosa (2000), respectivamente.

Há que se considerar, entretanto, que os custos de transporte de coleta de água são extrapolados no Município de Tauá, que é um caso específico do sertão do Estado. Portanto, este fato pode gerar algum viés nas estimativas do valor econômico da água. Contudo, como até o presente não há pesquisas similares desenvolvidas para as demais localidades do Ceará, optou-se por utilizar os resultados do Município de Tauá como uma *proxy* para os demais municípios e comunidades objetos desta pesquisa.

As informações referentes aos custos unitários de construção de poços, custos de bombas injetoras e custos operacionais foram obtidos a partir de Barbosa (2000) e abrangem o estudo das características geográficas locais, transporte de máquinas e equipamentos, perfuração e construção de poços. A seguir, são descritos os custos relevantes na presente pesquisa:

1. Custo do estudo geofísico: incluído na locação dos poços, cujo valor médio cobrado, tanto para as áreas localizadas no sedimento quanto no cristalino, é de R\$ 60,00;
2. Custos de transporte e instalação da perfuratriz: varia conforme a distância da localidade em estudo, em relação a capital, Fortaleza, e seu valor médio oscila em torno de R\$ 1,20/km;
3. Custo de perfuração: o valor da perfuração no cristalino é de R\$ 42,26/m, e no sedimento o valor é de R\$ 97,50/m;
4. Custo de revestimento: para o cristalino, é de R\$ 29,50/m, e para o sedimento, de R\$ 40,50/m. No cálculo dos custos de revestimento realizado por Barbosa (2000), admitiu-se o revestimento médio dos poços, como um terço da medida da profundidade;

5. Valor médio do filtro geomecânico industrial ou branco: o valor deste no cristalino é de R\$ 35,00/m, e no sedimento, de R\$ 57,00/m;
6. Revestimento por metro linear: tanto para sedimento quanto para cristalino, o valor é de R\$ 5,00/m. Seu valor, portanto, irá variar conforme a profundidade dos poços;
7. Custo de transporte e instalação do compressor: seu valor é calculado em função da distância compreendida entre o local de perfuração do poço e a capital, e oscila em torno de R\$ 1,20/km;
8. Custo de desenvolvimento do poço: em média, é de R\$ 19,00/h trabalhada. Em geral, no cristalino, trabalha-se 12h para que o poço seja entregue em boas condições; e no sedimento, trabalha-se 24 h;
9. Custo do teste de bombeamento: tanto para o cristalino quanto para o sedimento, é, em média, de R\$ 21,00/h trabalhada; e
10. Custo da tampa do poço: o valor é de R\$ 10,00, tanto para cristalino quanto para sedimento.

O custo final do poço é dado pela somatória dos custos de cada componente utilizado na construção. Após determinar o valor final do custo do poço, procedeu-se a depreciação (linear) dos mesmos, considerando-se o período de vida útil do poço de 30 anos e taxa de juros de 8% a.a.

Além dos itens descritos, os quais compõem os custos de construção dos poços, somam-se ao valor final, após a depreciação, os custos de operação que correspondem aos custos de energia elétrica e os custos de manutenção, também, determinados por Barbosa (2000). A soma destes com os custos de deslocamento com transporte de água originam a variável Va , que representa o valor econômico da água, conforme descrito no modelo empírico⁴.

5.2.2. Tratamento dos Dados

A partir das informações dos mais de 11.000 poços tubulares e amazonas, agregaram-se, em princípio, todos os dados de uso doméstico e, posteriormente, fez-se nova agregação, levando-se em conta o caráter de institucionalidade, públicas e privadas. Neste aspecto, constatou-se ser vantajoso operacionalizar o modelo, utilizando-se ambos com o objetivo de obter maior número de observações. Para isso, fez-se necessário impor que os poços incluídos na análise deveriam atender, no mínimo, a dez famílias, dado que, somente neste aspecto, *a priori*, há diferença entre o poço público e o privado.

5.3 O Modelo Teórico

Os consumidores demandam produtos por causa da utilidade, ou satisfação, que estes oferecem e, por sua vez, a utilidade proveniente do consumo destes bens é função direta das características intrínsecas do próprio bem. Por isso, quanto maior for a quantidade de características do bem ou produto, maior será a satisfação dos indivíduos em consumi-los (Ladd & Suvannunt, 1976).

O consumo total de cada característica pode ser expresso como função de quantidades de produtos consumidos e dos coeficientes de consumo:

$$(1) \quad x_{0j} = f_j(q_1, q_2, \dots, q_n, x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{nj}), \text{ para } j=1, 2, \dots, m$$

$$x_{0m+i} = f_{m+i}(q_i, x_{im+i}), \text{ para } i = 1, 2, \dots, n; \text{ em que:}$$

x_{0j} – Quantidade total da j -ésima característica do produto fornecida ao consumidor pelo consumo de todos os produtos;

x_{ij} - Quantidade da j -ésima característica fornecida por uma unidade do produto i ;

q_i – Representa a quantidade do i -ésimo produto consumido;

n – Número de produtos;

m – Número de características;

x_{0m+i} – Quantidade total de característica única fornecida por todos os produtos; e

x_{im+i} - Quantidade de característica única fornecida por unidade de produto i .

A função utilidade do consumidor é expressa por:

$$(2) \quad U = U(q_1, q_2, \dots, x_{0m}, x_{0m+i}, \dots, x_{0m+n})$$

Como a quantidade total de característica (x_{0j}) é função da quantidade de produto q_i e da quantidade de característica de cada produto (x_{ij}), tem-se que:

$$(3) \quad U = U(q_1, q_2, \dots, q_n, x_{11}, x_{12}, \dots, x_{1m}, x_{21}, \dots, x_{2m}, \dots, x_{nm}, \dots, x_{nm+n})$$

Admite-se que o consumidor maximiza sua utilidade (equação 2), sujeito à restrição de renda:

$$(4) \quad \sum_i p_i * q_i = I; \text{ em que:}$$

p_i é o preço pago fixado pelo i -ésimo produto (q_i) e I é a renda monetária fixa do consumidor.

⁴ Ver página 46.

Resolvendo a maximização de U pelo método de Lagrange, tem-se:

$$(5) \quad L = U(x_{01}, x_{02}, \dots, x_{0m+n}) - \lambda (\sum_i p_i \cdot q_i - I)$$

Fazendo-se:

$$(6) \quad \partial L / \partial q_i = \sum (\partial U / \partial x_{0j}) (\partial x_{0j} / \partial q_i) + (\partial U / \partial x_{0m+i}) - \lambda p_i = 0, \text{ em que:}$$

$\lambda = \partial U / \partial I$ é a utilidade marginal da renda.

Substituindo $\partial U / \partial I$ em (6) e se resolvendo em relação a p_i :

$$(7) \quad p_i = \sum_j (\partial x_{0j} / \partial q_i) + [(\partial U / \partial x_{0j}) / (\partial U / \partial x_{0m+i})] + (\partial x_{0m+i} / \partial q_i) [(\partial U / \partial x_{0m+i}) / (\partial U / \partial I)]$$

De acordo com a equação (4), a renda monetária é igual ao gasto do consumidor, logo $(\partial U / \partial x_{0j}) / (\partial U / \partial I)$ pode ser interpretado como a taxa marginal de substituição entre gasto e a j -ésima característica do produto, ou dito de outra forma, como o preço marginal implícito pago pela j -ésima característica do produto.

Desenvolvendo-se $(\partial U / \partial x_{0j}) / (\partial U / \partial I)$, obtém-se $\partial U / \partial x_{0j}$, que é igual a $\partial E / \partial x_{0j}$, em que E é o gasto com todos os produtos, e assume-se que uma unidade de cada produto fornece uma unidade de sua característica única; logo $\partial x_{0m+i} / \partial q_i = 1$. Assim, a equação (7) pode ser escrita como:

$$(8) \quad p_i = \sum_j (\partial x_{0j} / \partial q_i) + [(\partial U / \partial x_{0j}) / (\partial U / \partial E)] + \partial E / \partial x_{0m+i}$$

de acordo com a equação (8), para cada produto consumido, o preço pago pelo consumidor é igual a soma dos valores monetários marginais das características do produto. O valor monetário de cada característica é igual à quantidade de característica obtida de uma unidade marginal do produto consumido, multiplicado pelo preço implícito marginal de cada característica.

Particularizando a equação (8) para um produto específico i , obtém-se:

$$(9) \quad \Gamma_i = \sum_{j=1}^m X_{ij} P_{ij} + u; \text{ em que:}$$

Γ_i - Preço de mercado de diferentes quantidades do produto i ;

X_{ij} - Quantidade de característica j do produto i ;

P_{ij} - Preço hedônico estimado da característica j do produto i

u - termo de erro aleatório.

E o preço implícito da característica j do produto i é constante, independentemente da quantidade de produto i .

5.4. O Modelo Empírico

A partir da equação (9), estruturou-se um sistema de equações para se determinar o valor da água, em função da característica quantidade de sal. A estruturação de um sistema de equações se fez necessário, dado que a variável X_{ij} do modelo geral de (9), é função de outras variáveis que não estão diretamente relacionadas à estimativa do valor da água, mas influenciam a variável que representa a quantidade de característica da água.

Assim, estruturou-se um sistema de equações recursivo, em que as variáveis endógenas são determinadas seqüencialmente. Assume-se que as perturbações aleatórias apresentam-se não correlacionadas entre as equações do sistema; conseqüentemente não há uma interdependência entre as mesmas.

As equações estruturadas logaritimizadas para refletir o valor econômico da água são:

$$(10) \quad \ln Q_s = \alpha_0 + \alpha_1 \ln QAUD + \alpha_2 \ln AQUIF + u_t$$

$$(11) \quad \ln Va = \beta_0 + \beta_1 \ln Q_s + \beta_2 \ln DIST + \beta_3 \ln PROFP + e_t, \text{ em que:}$$

Q_s = Quantidade de sal, kg/fam/dia;

Va = Valor da água em R\$/m³. Este valor corresponde à soma dos custos de construção, depreciação dos equipamentos e construções, custos de operação (energia elétrica), custos de manutenção e custos de deslocamento;

$QAUD$ = Quantidade utilizada (consumida) de água para fins domésticos, em m³/fam, calculado a partir da vazão dos poços e do período de tempo de bombeamento dos mesmos.

$AQUIF$ = Tipo de aquífero, em que $AQUIF = 1$ para sedimento e $AQUIF = 0$ para outros;

$DIST$ = Distância percorrida para coletar água, em km; e

$PROFP$ = Profundidade do poço, em metros.

Em decorrência da recursividade do sistema de equações proposto, a equação (10) é independente de (11), e poderia ser estimada por mínimos quadrados ordinários (MQO). O procedimento consistiria em se obter estimativas de $\ln Q_s$, ou seja, $\ln \hat{Q}_s$ e, posteriormente, substituir o valor estimado desta variável endógena, na segunda equação, como variável pré-determinada, para

assim se obter as estimativas do valor da água ($\ln \hat{V}_a$). Em vista disso, será utilizado o método de mínimos quadrados em dois estágios⁴ (MQ2E). Contudo, deve-se ressaltar que não há vantagem estatística do MQ2E sobre o MQO em sistemas recursivo (Koutsoyiannis, 1981), exceto a praticidade que decorre dos atuais *softwares* econométricos.

⁴ Para maiores detalhes sobre MQ2E, consultar o apêndice 7.



6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Valor Econômico da Água para o Sertão

Estimando-se as equações (10) e (11), em dois estágios para a determinação do valor da água, obteve-se os seguintes resultados:

$$(13) \quad \ln Q_s = 0,198 + 0,947 \ln Q_{AUD} - 1,452 A_{QUIF}$$

$$(2,148) \quad (-7,405) \quad (18,318)$$

$$(0,033) \quad (1,12 \text{ e-}11) \quad (5,35 \text{ e-}39)$$

$$(14) \quad \ln Va = 0,509 - 0,436 \ln Q_s + 0,088 \ln DIST - 0,455 \ln PROFP$$

$$(0,547) \quad (-7,779) \quad (1,742) \quad (-2,0,35)$$

$$(0,585) \quad (1,49 \text{ e-}12) \quad (0,084) \quad (0,044)$$

O valor do coeficiente estimado para a variável $\ln Q_{AUD}$ apresenta uma relação direta entre quantidade de sal e a quantidade de água de uso doméstico das famílias. Porém, nota-se que existe uma relação de quase paridade entre $\ln Q_{AUD}$ e a quantidade de sal presente na mesma, conforme indica o coeficiente de $\ln Q_{AUD}$, 0,947, ou seja, se o consumo (Q_{AUD}) de água das famílias aumentar em 1% a quantidade de sal “consumida” também sofrerá aumento de 0,947%. Os valores entre parênteses representam os valores do teste t e o nível de significância dos mesmos.

A variável *dummy* A_{QUIF} assume valor 1 para aquífero de sedimento e zero para os demais (cristalino, aluvionar, etc.). Assim, ainda na equação (13), fazendo-se $A_{QUIF} = 1$, nota-se que $\ln Q_s$ será subtraído de 1,452, que corresponde ao coeficiente desta variável *dummy*, e no caso em que $A_{QUIF}=0$, a equação contará apenas com os valores de intercepto e do $\ln Q_{AUD}$ que são ambos positivos. Portanto, $\ln Q_s$ para $A_{QUIF}=0$ será maior que no caso de $A_{QUIF}=1$, o que satisfaz as expectativas teóricas, uma vez que em aquíferos de sedimento a quantidade de sal tende a ser, em geral, menor (Filho & Manoel Filho, 1997).

O teste de White para heteroscedasticidade foi significativo a 5% para os valores estimados na equação (14). Com isso, decorre que os erros padrões estimados são viesados e inconsistentes. Assim,

estes foram corrigidos usando-se variâncias e erros-padrão consistentes em heteroscedasticidade, segundo White.⁵

Através da equação (14), observa-se uma relação direta entre Va (valor econômico da água e $DIST$ (distância à fonte); de modo que, para um aumento de 1% na distância, há um aumento correspondente em Va , de 0,088, ou seja, pode se interpretar que os consumidores preferem pagar R\$ 0,088 a mais pelo metro cúbico de água que percorrerem 1% a mais de km. Resultado semelhante foi encontrado por Pinheiro (2000). A importância da variável $DIST$ para a análise reside no fato de a mesma refletir o custo de oportunidade do tempo e, conseqüentemente, da renda, visto que as horas empregadas na coleta e no transporte da água poderiam ser utilizadas na produção de bens e serviços, proporcionando uma renda adicional para as famílias.

A análise do comportamento da variável $PROFP$, na equação (14), cujo coeficiente apresenta sinal negativo, o que a princípio parece um contra-senso, pois o mais óbvio é esperar uma relação positiva entre profundidade dos poços e o valor econômico da água, isso porque o custo de se captar água em aquíferos mais profundos deve ser maior.

Contudo, em estudos desenvolvidos no Rio Grande do Norte e na Paraíba (Feitosa & Manoel Filho, 1997), não existe correlação ($R=0,285$) entre profundidade abaixo do nível estático e profundidade do poço em rochas cristalinas.

Ainda, segundo os autores, nos aquíferos sedimentares, há espaços vazios entre as rochas os quais são ocupados por fluidos, o que pode, com o passar dos anos, tornar possível a extração de água com elevada produção. Por isso, as vazões dos poços localizados em rochas sedimentares são, em geral, maiores que os perfurados no cristalino.

Desta forma, torna-se compreensível a presença do sinal negativo em $PROFP$, visto que, em muitos casos faz-se necessário, pela própria característica do embasamento sedimentar, perfurar maiores profundidades. Porém, a elevada quantidade de água que pode ser obtida redonda em uma compensação nos custos de captação, o que pode reduzir o valor do produto final; ou seja, da água.

A variável de maior importância no contexto do estudo ($\ln Q_s$), a qual expressa o valor implícito da característica da água, ou seja, o valor do sal, apresenta um valor estimado de $-0,436$. Note-se que o sinal da variável na equação (14) é coerente com a teoria de característica de bens, a qual admite valores negativos de preço (Ladd & Suvannunt, 1976; Ladd & Martin, 1976). Este resultado negativo indica, tão somente, o quanto a variável quantidade de sal deprecia o valor da água.

⁵ Sobre heteroscedasticidade e medidas de correção consultar White, 1980; Greene, 1997.

Há de se considerar ainda um importante detalhe: a Taxa Marginal de Substituição-TMS, entre a distância da fonte (deslocamento) e a quantidade de sal (características), é de 4,94. Como as ações dos consumidores são consideradas suas preferências reveladas, essa taxa evidencia que as famílias preferem andar longas distâncias, à procura de água de melhor qualidade, a beber água com valores extremos de sal, isto é, o “efeito salinidade” suplanta o “efeito deslocamento”, em aproximadamente quatro vezes.

Ressalte-se que o coeficiente de determinação para o segundo estágio foi 26,85%, o que pode ser devido à ausência de variáveis que poderiam ser importantes para explicar o valor econômico da água, tal como a variável população, que não foi utilizada no modelo estimado pelo fato de não haver informações estatísticas disponíveis para as comunidades pesquisadas. Contudo, resultados semelhantes com relação ao coeficiente de determinação, foram obtidos por Morgan, 1973; Cassel & Mendelsohn, 1984; Jordan, et al. 1985; Unnevehr & Bard, 1993; Smith & Huang, 1995.

De acordo com a Tabela 5, a variação no valor da água, quando se faz variar a concentração de sal, mantendo-se as demais variáveis constantes. Observa-se com muita exatidão a hipótese central sustentada por esta pesquisa de que, em localidades onde a concentração de sais na água é mais elevada, o valor da mesma tende a ser menor.

Tabela 5. Variação do valor econômico da água sertão cearense, em função da quantidade de sal.

Municípios	Comunidades	Quantidade de Sal ¹ (mg/l)	Valor da Água (RS/m ³)
Cariré	Ararius (A)	1953	0,18
Parambu	Dist. Novo Assis	850	0,26
Santana do Acaraú	Pistola	625	0,30
Brejo Santo	Vila Feliz	421	0,35
Barreira	Areré II	260	0,38
Frecheirinha	Pvdo. Camp. Cima	220	0,47
Cariré	Ararius (B)	216	0,47
Milagres	Vila Padre Cícero	197	0,47
Boa Viagem	Madeira Cortada	166	0,52
Parambu	Sítio Açude	149	0,56
Milagres	Café da linha	96	0,62
Cariré	Cacimbas	86	0,73
Graça	Sede Graça	71	0,77
Tauá	Castelo	59	0,78
Santana do Cariri	Latão de Baixo	52	0,88

¹ Os dados da coluna 3 foram ordenados em função dos valores modais de DIST e PROFP.

O valor da água em Santana do Cariri, Comunidade Latão Baixo, é R\$ 0,88, quase cinco vezes o valor observado em Cariré, Comunidade Ararius, de R\$ 0,18. Mantendo-se constante as outras variáveis que influenciam o valor da água, verifica-se que a mudança no mesmo é decorrente de uma variação inversamente proporcional na quantidade de sal entre as duas comunidades, respectivamente, da ordem de 36 vezes.

A diferença no valor da água pode ocorrer em um mesmo município e em uma mesma comunidade; como no caso do Município de Cariré, Comunidade Ararius, em que o preço variou de R\$ 0,18/m³ em Ararius (A), para R\$ 0,47/m³ em Ararius (B), quando a quantidade de sal mudou de 1.953 mg/l para 216 mg/l, respectivamente. Isso implica em uma diferença de valor da ordem de 161,68%. Neste município, ocorre ainda diferença no valor da água entre as Comunidades Cacimbas e Ararius. A diferença entre Cacimbas e Ararius (A) é de R\$ 0,26/m³, ou seja, 54,43%. Entre Cacimbas e Ararius (B) esta diferença é ainda maior, R\$ 0,55/m³, o que representa 304,42%.

Analogamente, no Município de Parambu, Comunidade de Sitio Açude, onde a concentração de sal na água é de 149mg/l, seu valor corresponde a R\$ 0,56/m³, enquanto, em Distrito Novo Assis, a concentração é aproximadamente 500% superior (850 mg/l) e, por conseqüência, o valor da água é R\$ 0,26/m³, ou seja, 53,86% menor.

Todos estes resultados simplesmente ratificam as hipóteses básicas do modelo CGCM, de que a demanda por bens do consumidor é afetada pelas características dos mesmos. Logo, assumindo-se que a água, na conjuntura atual, é também um bem econômico, suas características intrínsecas determinam o seu valor para o consumidor e, conseqüentemente, sua demanda.

Portanto, todos estes resultados podem ser úteis para subsidiar políticas tarifárias em novos projetos de abastecimentos de água nestes municípios e comunidades, como também para a ampliação de outros já existentes. Os valores ora estimados podem servir de parâmetros para as companhias de água, no caso da implantação de um sistema de abastecimento com água encanada, fixarem suas tarifas, visto que os consumidores 'pagam' por um recurso de baixa qualidade ou, então, deslocam-se por grandes distâncias, para se obter água menos salgada. Conseqüentemente, pode-se inferir que estes estarão dispostos a pagar, no mínimo, os mesmos preços por água tratada, de melhor qualidade, como, em geral, ocorre com aquela ofertada pelas companhias de abastecimento. Assim, os valores obtidos podem ser vistos, a grosso modo, como "preços mínimos" a serem cobrados pelo uso da água. A Fig. 1, proporciona visualização clara do comportamento do valor da água, na medida em que a quantidade de sal decresce.

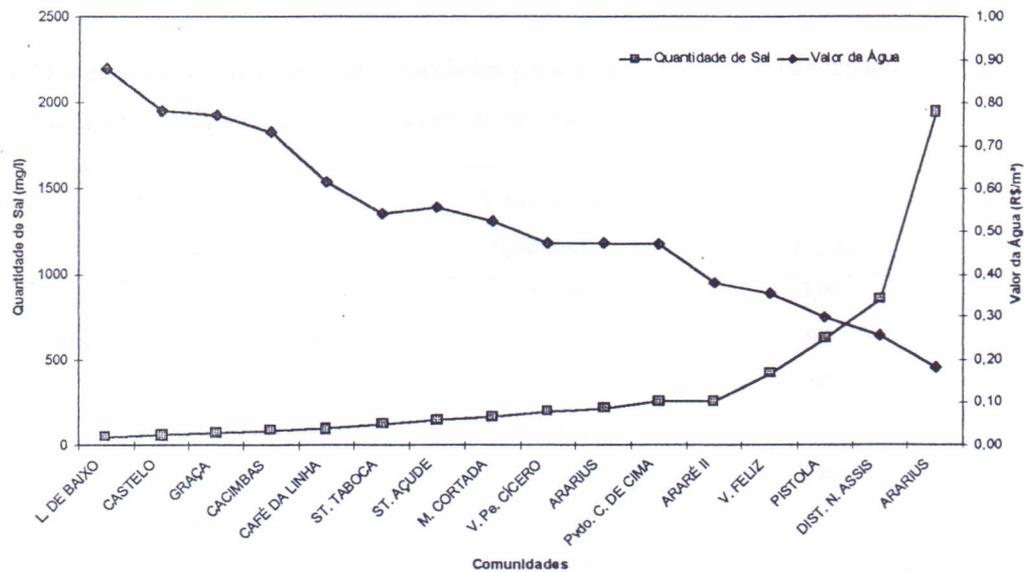


Fig. 1. Relação entre salinidade e valor da água em comunidades do sertão cearense.

Os valores apresentados na Tabela 5 foram obtidos mantendo-se constantes as outras variáveis que compõem a equação (14). Este artifício foi adotado com o objetivo de se verificar a variação no valor da água, exclusivamente, em função da concentração de sal, e para isso utilizou-se as modas de profundidade (60 metros) e distância (0,5 quilômetro).

As análises dos dados permitem ainda, com moderação, a obtenção de um *rank* de prioridades que pode ser útil na orientação da alocação dos recursos em políticas de abastecimento de água. Entretanto, ressalte-se que estabelecer critérios de prioridade não é tarefa simples. Por isso, existem outros métodos na literatura especializada que poderiam ser empregados para se estabelecer o *rank* das comunidades, entre os quais o método de análise fatorial.

Nas Tabelas 6 a 9, apresenta-se uma proposta de possível ordem de prioridade para abastecimento de água das comunidades, levando-se em conta a concentração de sal na água de uso doméstico das famílias, obedecendo-se a seguinte classificação:

1. Nível de sal ótimo (A): 0 a 500 mg/l (aceito pela OMS e ABNT);
2. Nível baixo de sal (B): 501 a 1.000 mg/l (tolerável pela OMS e ABNT);
3. Nível médio a alto de sal(C): 1.001 a 3.000 mg/l (acima do nível recomendado pela ABNT);
4. Nível alto (D): > 3.001 mg/l (acima do nível recomendado pela OMS e ABNT).

A hierarquia proposta para os municípios e comunidades do sertão, enquadrados no nível A, seguem os resultados demonstrados na Tabela 6.

Tabela 6. Hierarquização da ordem de prioridades para programas de abastecimento de água, segundo a faixa de concentração de sal das comunidades do sertão cearense (0 a 500 mg/l).

Municípios	Comunidades	Valor da água (R\$/m ³)	Quantidade de sal (mg/l)	Distância (km)
Crateús	Queimadas	0,659	320	18,000
L. da Mangabeira	Sítio Livramento	1,006	92	15,000
Crateús	AABB	1,039	50	12,000
Caridade	Plácido Pinto (sede)	0,912	116	12,000
Caridade	Caridade	0,644	246	12,000
Itatira	Lagoa do Mato	1,300	35	6,000
Barreira	Araré-I	0,475	294	6,000
Barreira	João Dandão	0,488	359	6,000
S. do Acaraú	Baixa da Carnaúbas	0,445	373	6,000
Madalena	Vaca Serrada	0,429	433	5,000
Pires Ferreira	Passa sede	0,786	88	4,000
Granja	Timonha (Pitumbu)	3,346	3	3,000
Graça	P. Extrema Santa Luzia	2,400	4	3,000
Barreira	Bom Sucesso	0,752	108	3,000
Crateús	Barra dos Dutras	0,637	152	3,000
Frecheirinha	Sede Oiticica	0,464	300	3,000
Iço	Pedrinhas	0,937	70	2,000
Porteiras	Abreus	0,652	77	2,000
Tauá	Poço da Onça	0,758	118	2,000
Reriutaba	Sede Reriutaba	0,457	310	2,000
Tauá	Vila dos Inhamus	0,431	430	2,000
Apuiarés	R. Frederico Pontes	0,482	481	2,000
Catunda	Paraíso	0,889	53	1,000
Graça	Fda. Barro Vermelho	0,863	63	1,000
Paramoti	Bom Retiro	0,699	72	1,000
Capistrano	Riacho do Padre	0,689	105	1,000
Barreira	Lagoa Grande II	0,616	136	1,000
Graça	Barro Vermelho	0,623	154	1,000

Continuação...

Tabela 6. Continuação

Municípios	Comunidades	Valor da água (R\$/m ³)	Quantidade de sal (mg/l)	Distância (km)
Reriutaba	Sede Reriutaba	0,448	248	1,000
Ararendá	Sede Santo Antônio	0,396	472	1,000
Milagres	Podimirim	0,700	97	0,800
Milagres	Sítio Taboca	0,541	122	0,600
Stna. Do Cariri	Latão de Baixo	0,878	52	0,500
Tauá	Castelo	0,780	59	0,500
Graça	Sede Graça	0,771	71	0,500
Cariré	Cacimbas	0,732	86	0,500
Parambu	Sítio Açude	0,557	149	0,500
Abaiara	Café da Linha	0,459	161	0,500
Boa Viagem	Madeira Cortada	0,524	166	0,500
Milagres	Vila Padre Cícero	0,472	197	0,500
Cariré	Ararius	0,474	216	0,500
Frecheirinha	P. Campeste de Cima	0,469	220	0,500
Brejo Santo	Vila Feliz	0,354	421	0,500
Milagres	Café da Linha	0,616	96	0,400
Brejo Santo	Lagoa do Mato	0,694	53	0,300
Cedro	Lajedo	0,690	57	0,300
Barreira	Córrego	0,630	101	0,300
Aurora	St. Terra Vermelha	0,680	130	0,300
Cariré	M. Melo/Alto Feliz	0,473	195	0,300
P. Ferreira	Sede Pires Ferreira	0,447	259	0,300
Barreira	Araré II	0,380	260	0,300
Penaforte	Juá	0,330	311	0,300
Granja	Sambaíba I	1,721	12	0,250
Milagres	Barreiro	0,845	35	0,200
Milagres	Limoeiro	0,657	80	0,200
Frecheirinha	Fda. Campeste de Baixo	0,464	155	0,200
Coreaú	F. Cangora	0,313	340	0,200
Barreira	Lagoa Grande	0,317	491	0,200
Milagres	Olho D'água	0,364	203	0,150
Ipueiras	Balseiro	1,162	20	0,100
Hidrolândia	Conceição/sede	0,461	166	0,100
Russas	Boqueirão do Cesário	0,370	204	0,100
Graça	Povoado Campestre	0,354	241	0,100

Continuação...

Tabela 6. Continuação

Municípios	Comunidades	Valor da água (R\$/m ³)	Quantidade de sal (mg/l)	Distância (km)
Hidrolândia	Riacho do Mato	0,385	250	0,100
Abaíara	Cupim	0,315	259	0,100
Boa Viagem	Ipú	0,475	126	0,060
Barro	Bairro Jardim (sede)	0,492	129	0,060
Barreira	Carnaúba	0,504	103	0,050
Madalena	Muquém/Faz. M. Nova	0,287	426	0,050
Quixeré	Vila Nova	0,527	489	0,020
Ipueiras	Vamos ver	0,439	105	0,010
Quixeré	Queimada	0,523	458	0,010

Fonte: resultado da pesquisa.

Em Crateús, comunidades de Queimadas, AABB e Barra dos Durtas, supondo-se haver quantidade limitada de recursos para investimentos em sistemas de abastecimento de água, poderia ser dada prioridade à comunidade de Queimadas, onde os moradores se deslocam cerca de 18 km até a fonte. Em seguida, AABB, com 12 km de distância, e posteriormente, Barra dos Durtas com 3 km.

Analogamente, no Município de Granja, Comunidade Timonha (Pitumbu), os moradores se deslocam cerca de 3 km para se abastecerem com água enquanto, na comunidade de Samambaia I, o percurso até à fonte é de apenas 250 m, ou seja, se houvesse recursos para investimentos, estes deveriam ser alocados em Timonha.

A segunda classe de hierarquização abrange as comunidades, cujas águas apresentam salinização entre 501 a 1.000 mg/l (Tabela 7). Para este grupo, o critério de prioridade para alocar recursos em serviços de abastecimento de água, também leva em conta a distância à fonte, visto que a quantidade de sal ainda é aceitável.

Tabela 7. Hierarquização da ordem de prioridade para programas de abastecimento de água, segundo a faixa de concentração de sal das comunidades do sertão cearense (501 a 1.000 mg/l).

Municípios	Comunidades	Valor da água (R\$)	Quantidade de sal (mg/l)	Distância (km)
Tauá	Nova Aldeota/Tauá	0,354	871	18,000
Cariré	Estaca Zero	0,363	756	12,000
G. Sampaio	Cachoeira	0,368	530	4,000
Ocara	Vila Nova	0,379	518	3,000
Barreira	Olho D'água	0,442	619	3,000
Ocara	Novo Horizonte	0,351	745	3,000
Crateús	Salgado	0,298	900	3,000
Tauá	T. Os Santos Marruas	0,316	655	2,000
Ibicutinga	Açude dos Pinheiros	0,270	706	1,500
Boa viagem	Santa Terezinha	0,304	689	1,000
Frecheirinha	Fazenda Sanharão	0,269	772	1,000
Coreaú	Malhada Vermelha	0,270	968	1,000
Satana do Acaraú	Pistola	0,298	625	0,500
Parambu	Dist. Novo Assis	0,257	850	0,500
Penaforte	Baixio do Couro	0,235	673	0,400
Madalena	S. Gdo. I – C. Nova	0,277	664	0,300
Irauçuba	Boa Vista Caxitoré	0,254	668	0,300
Barro	Barreiro Branco	0,236	760	0,300
G. Sampaio	Poço da Pedra	0,238	864	0,200
Cariré	Muquém Velho	0,230	941	0,200
Barreira	Cajuciro	0,262	637	0,150
Ipaumirim	Vila São José (sede)	0,227	624	0,100
Várzea Alegre	Quexada	0,267	888	0,100
Nova Russas	Vila Peixe	0,219	916	0,100
Barro	Distrito de Brejinho	0,214	962	0,100

Fonte: resultados da pesquisa.

Assim, na Comunidade de Nova Aldeota, em Tauá, os residentes se deslocam cerca de 18 km para obterem água e satisfazerem suas necessidades básicas, enquanto os que residem em Todos os Santos Marruás se deslocam 2 km. Assim, mantendo-se a hipótese anterior de recurso limitado, no Município de Tauá, o atendimento à Comunidade de Nova Aldeota deveria ser priorizado.

Outra importante observação que se apreende da comparação estabelecida é que a disposição pelo pagamento da água, por parte dos residentes de Nova Aldeota, deve ser maior do que aqueles da outra comunidade, isto porque as atitudes dos consumidores revelam suas preferências. Assim, ao se

deslocarem por grandes distâncias, evidenciam um esforço muito maior e um custo mais elevado do que os demais, na obtenção da água.

Com relação ao nível C de classificação 1.001 a 3.000 mg/l (Tabela 8), Vila da Cohab, em Tauá, apresenta o valor mais crítico e discrepante, em relação à variável distância, 18 km. Assim, o atendimento a esta comunidade deve ser priorizado, em relação às demais.

Tabela 8. Hierarquização da ordem de prioridade para programas de abastecimento de água, segundo a faixa de concentração de sal das comunidades (1.001 a 3.000 mg/l).

Municípios	Comunidades	Valor da água (R\$/m ³)	Quantidade de sal (mg/l)	Distância (km)
Independência	Fda. Santo Antônio	0,170	2.980	2,000
Parambu	Tamboril	0,178	2.813	0,300
Russas	Pitombeira	0,305	2.758	0,160
Aracoiaba	Caninhas	0,172	2.536	1,000
Frecheirinha	Fazenda Penanduba	0,150	2.504	0,200
Itatira	Lagoa do Mato	0,203	2.490	6,000
Brejo santo	Baixio do Boi	0,075	2.354	0,050
Ararendá	Fazenda Santana	0,138	2.227	0,500
Milagres	Varjota	0,124	2.153	0,400
Cariré	Ararius	0,181	1.953	0,500
Penaforte	Massapezinho	0,160	1.911	0,500
Itapagé	Pipuca/Carão	0,152	1.826	0,050
Milagres	Canto do Mel	0,123	1.693	0,250
Barro	Fazenda Cumbe	0,151	1.692	0,100
Acarape	Tamanduá	0,216	1.609	1,000
Jaguaribe	Santa Fé	0,193	1.568	0,200
Cariré	Belém	0,194	1.505	0,300
General Sampaio	Poço da Pedra	0,186	1.441	0,150
Independência	Monte Sinai	0,225	1.362	1,000
Aracoiaba	Bulandeira	0,192	1.356	0,200
Barreira	Barreira (sede)	0,196	1.349	0,200
Tauá	Vila da Cohab(Tauá)	0,293	1.341	18,000
Crateús	Besouro	0,586	1.269	2,500
Boa Viagem	Recreio	0,169	1.260	0,100
Itapagé	Ação	0,241	1.246	3,000
Paramoti	Ramalhete	0,259	1.198	1,000

Continuação....

Tabela 8. Continuação.

Municípios	Comunidades	Valor da água (RS/m ³)	Quantidade de sal (mg/l)	Distância (km)
Sta. do Acaraú	Chora	0,270	1.158	6,000
Barreira	Miarim III	0,250	1.157	1,000
Ocara	Novo Horizonte	0,271	1.118	3,000
Itatira	Lagoa do Mato	0,260	1.050	6,000
Aracoiaba	Umari do Córrego	0,269	1.042	2,000

Fonte: resultados da pesquisa.

Nota-se que as comunidades inseridas neste nível de salinidade encontram-se fora dos padrões aceitáveis de potabilidade propostos pela OMS e ABNT e, portanto, a quantidade de sal da água também deve ser levada em conta no critério de classificação. Assim, por exemplo, no Município de Milagres, Comunidade de Varjota e Canto do Mel, verifica-se que, na primeira, percorre-se 400 m para buscar água com 2.153 mg/l de concentração de sal, e na segunda, caminha-se 250 m e a quantidade de sal é de 1.693 mg/l. Portanto, recursos para investimentos em serviços de distribuição de água no Município de Milagres, deveriam ser alocados na Comunidade de Varjota.

Os municípios e comunidades do sertão cearense que constam na Tabela 9 são os que apresentam água com concentração de sal superior a 3.000 mg/l. De início, nota-se que em Ocara, a Comunidade de Lajedo ocupa o primeiro lugar no *rank*, tanto pelo teor elevado de sal quanto pela distância percorrida.

Tabela 9. Hierarquização da ordem de prioridade para programas de abastecimento de água, segundo a faixa de concentração de sal das comunidades do sertão cearense (> 3.001 mg/l).

Municípios	Comunidades	Valor da água (RS/m ³)	Quantidade de sal *(mg/l)	Distância (km)
Ocara	Lajedo	0,092	17.194	6,000
Tejuçuoca	Riacho das Pedras	0,089	14.274	3,000
Morada nova	Castelo	0,093	12.968	0,500
Tejuçuoca	Vertente	0,095	11.450	2,000
Tejuçuoca	Alegria	0,077	11.232	0,300
G. Sampaio	Pedra D'água	0,107	9.126	2,500
Tejuçuoca	Caldeirão	0,117	5.855	2,000
G. Sampaio	Cajazeiras	0,111	5.460	0,300
Tauá	Fda. A.. Carrapateiros	0,121	4.788	0,200

Continuação...

Tabela 9. Continuação

Municípios	Comunidades	Valor da água (R\$/m ³)	Quantidade de sal *(mg/l)	Distância (km)
Tejuçuoca	Ribeiro	0,139	4.775	2,000
Barreira	Miarim III	0,164	4.740	4,000
Madalena	Castro/Ouro Preto	0,109	4.528	0,050
Cariré	Tabequary	0,148	4.028	0,800
Penaforte	Lagoa Preta	0,139	3.840	3,000
Morrinhos	Espinho dos Lopes	0,167	3.128	2,000

Fonte: resultados da pesquisa

Concentrando-se a análise no Município de Tejuçuoca, observa-se que a ordem de prioridade das comunidades a serem atendidas por programas de abastecimento de água, utilizando-se somente o critério de salinidade seria: Riacho das Pedras, Vertente, Alegria, Caldeirão e Ribeiro.

Entretanto, levando-se em conta a distância percorrida como critério, a ordem seria: Riacho das Pedras, Ribeiro, Caldeirão, Vertente e Alegria. Confrontando-se os dois resultados, verifica-se facilmente que Riacho das Pedras é, dentre todos os demais, o que deve ser priorizado em caso de investimentos em serviços de abastecimento de água, pois apresenta maior teor de sal e maior distância para obtenção de água.

Todavia, este exemplo evidencia uma limitação do método que, por não permitir uma análise profunda, requer a fixação de algumas variáveis, enquanto se varia as demais.

6.2 Valor Econômico da Água para o Litoral

Os resultados estimados, a partir das equações 10 e 11, foram:

$$(15) \quad \ln Q_s = -0,227 + 1,101 \ln QAUD - 0,178 AQUIF$$

$$(-1,258) \quad (11,464) \quad (-0,737)$$

$$(0,215) \quad (8,38 \text{ e-}15) \quad (0,465)$$

$$(16) \quad \ln Va = -0,201 - 0,449 \ln Q_s + 0,017 \ln DIST - 0,328 \ln PROFP$$

$$(-0,132) \quad (-4,028) \quad (0,118) \quad (-0,872)$$

$$(0,896) \quad (0,0002) \quad (0,907) \quad (0,387)$$

Na equação (15), em que a estimativa do parâmetro da variável $\ln QAUD$ foi 1,101, o que reflete o nível de salinidade das águas dos poços que abastecem as comunidades litorâneas. A exemplo do que ocorreu no sertão, nota-se que as águas do litoral apresentam quantidade de sal elevada, porém com menor amplitude de variação.

A estimativa do parâmetro da variável *dummy* AQUIF não apresentou significância estatística, segundo o "teste t" a 5% de probabilidade de erro, o que pode indicar que a salinidade das águas dos poços do litoral não depende, pelo menos em sua maior parte, do tipo de sedimento. De fato, é mais razoável admitir que a salinização destas águas está mais relacionada à ação dos ventos (maresia), que carregam pequenas partículas de sal e depositam-nas sobre a superfície do solo e, posteriormente, por meio da ação das chuvas, há a infiltração destas partículas no subsolo o que proporciona a salinização das águas.

Além disso, a evaporação é outro fator que também pode contribuir para a salinização da água no litoral, uma vez que a textura dos solos é muito arenosa e, sob incidência de raios solares, é inevitável ocorrer perdas de água dos lençóis mais superficiais, elevando-se assim a concentração de sal das águas remanescentes.

Esses efeitos conjuntos presentes nesta região podem ajudar a explicar a menor variabilidade de sal na água dos poços do litoral.

A exemplo do ocorrido na equação 14 para o sertão, a estimativa da equação (15) apresentou problema de heteroscedasticidade, mas que foi corrigida pelo método de White (1980).

A variável ($\ln Q_s$), quantidade de sal, influencia negativamente no valor da água. Elevando-se a quantidade de sal em 1%, o valor da água no litoral diminui de 0,45%. Outra forma de interpretar o resultado de $\ln Q_s$, é que este valor reflete o preço implícito da característica, -0,449, o qual, como se pode observar, é muito próximo daquele estimado para o sertão.

Os resultados obtidos para as variáveis *DIST* e *PROFP* não apresentaram significância estatística a 5%, segundo o teste t. No primeiro caso, isso pode ser decorrente da maior homogeneidade dos dados, pois grande quantidade de observações se concentram muito próximo da moda observada para o conjunto de dados da regressão. No segundo, isso acontece em função das observações pertinentes se encontrarem, em sua maior parte na presença de embasamento cristalino e nestes, a maioria dos itens que entram na composição dos custos de obtenção da água são mais baixos e uniformes.

Na Tabela 10, mostra-se o valor da água quando se faz variar a concentração de sal. Novamente, verifica-se, a exemplo do que ocorreu para o sertão, que na medida em que a quantidade de sal na água de uso doméstico das comunidades diminui, o seu valor aumenta.

Tabela 10. Variação do valor econômico da água no litoral cearense, em função da quantidade de sal.

Municípios	Comunidades	Valor da água R\$/m ³	Quantidade de sal mg/l
Eusébio	Jabuti	1,27	18
Eusébio	Jabuti	1,04	28
Pacajus	Vila da mata	0,64	68
Eusébio	Jabuti	0,67	74
Itaitinga	Carapió	0,62	83
Acaraú	Bairro bailarina	0,54	149
Pacajus	M. Municipal	0,48	159
Aquiraz	Camara	0,44	188
Fortim	Capim açú	0,45	226
Aracati	Lagoa do cedro	0,33	337
Aracati	Majorlândia	0,42	480
Itaitinga	Carapió	0,23	799
Itaitinga	Itaitinga (sede)	0,21	1004
Itaitinga	Gerebau	0,21	1139
Pacajus	Pascoal	0,14	3556

Fonte: resultados da pesquisa

O valor da água em Eusébio, Comunidade Jabuti, apresenta três valores distintos: R\$ 1,27, R\$ 1,04 e R\$ 0,67 /m³, o que evidencia que também no litoral, a exemplo do que foi visto para o sertão, o valor da água pode variar em uma mesma comunidade.

Nota-se ainda que o valor mais elevado para a água no Município de Eusébio, R\$ 1,27/m³, é aproximadamente 907% superior que no Município de Pacajus, Comunidade Pascoal, R\$ 0,14/m³. A diferença porcentual na quantidade de sal entre as duas comunidades é da ordem de 19.655%, ou seja, a quantidade de sal em Pascoal é aproximadamente 197 vezes maior que na Comunidade de Jabuti. Na Fig. 2, verifica-se o comportamento das variáveis Valor da água (Va) quantidade de sal (QS).

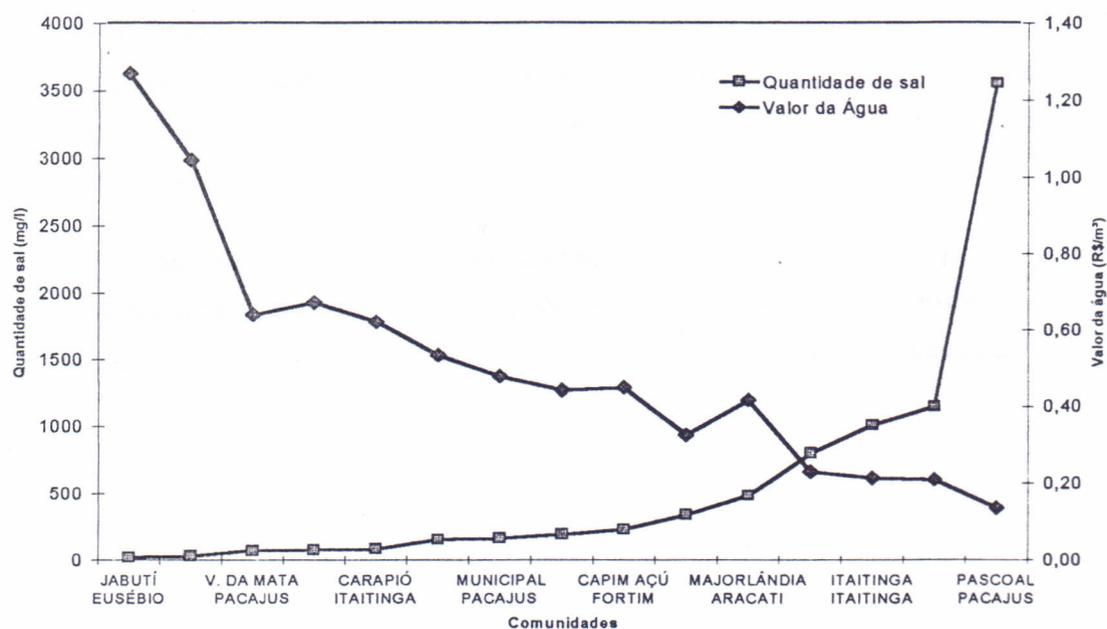


Fig. 2. relação entre valor da água e salinidade em comunidades do litoral do Estado do Ceará.

No Município de Itaitinga, Comunidade Carapió, o valor da água assume valores distintos; R\$ 0,62/m³ e R\$ 0,23/m³, em função de haver poços localizados em áreas diferentes dentro da própria comunidade, com diferentes concentrações de sais.

Semelhante ao que foi desenvolvido para o sertão, verifica-se na Tabela 11 uma proposta de *rank* para prioridades de investimentos em serviços de abastecimento de água, para algumas comunidades do litoral cearense, cuja quantidade de sal encontra-se entre 0 a 500 mg/l, portanto, dentro dos padrões da OMS e ABNT. Nestes casos a variável decisiva a ser considerada é a distância (*DIST*) percorrida para se obter água.

Nestes termos, a Comunidade Salsa, em Itaipoca, assume o primeiro lugar no *rank*, em que seus moradores andam cerca de 3 km para obter água, seguida de Buriti dos Esmerios, em Pacajus; Moita Redonda, em Cascavel; Caracanga, em Itaitinga; e Barra do Macaco, em Itaipoca.

Tabela 11. Hierarquização da ordem de prioridade para programas de abastecimento de água, segundo a faixa de concentração de sal das comunidades do litoral cearense (0 a 500mg/l).

Municípios	Comunidades	Valor da água (RS/m ³)	Quantidade de sal*(mg/l)	Distância (km)
Itaipoca	Salsa	1,55	15	3,000
Pacajus	B. Esmerios	1,11	25	1,500
Cascavel	M. Redonda	1,00	43	1,000
Itaitinga	Caracanga	0,54	112	1,000
Itaipoca	B. do Macaco	0,39	212	1,000
Eusébio	Jabuti	0,86	44	0,700
Aracati	Majorlândia	0,71	164	0,700
Eusébio	Jabuti	0,31	425	0,600
Eusébio	Jabuti	1,04	28	0,500
Aracati	L. do Cedro	0,33	337	0,500
Eusébio	Jabuti	1,27	18	0,400
Pacajus	Vila da mata	0,64	68	0,400
Eusébio	Jabuti	0,67	74	0,400
Pacajus	M. Municipal	0,48	159	0,400
Fortim	Capim-Açu	0,45	226	0,400
Itaitinga	Carapió	0,62	83	0,300
Acaraú	Bailarina	0,54	149	0,300
Aquiraz	Câmara	0,44	188	0,300
Aracati	Majorlândia	0,42	480	0,300
Eusébio	Jabuti	0,42	210	0,250
Pacajus	Coaçu	1,07	24	0,200
Cascavel	Sede	0,43	268	0,200
Horizonte	Dourado	1,76	8	0,100
Cruz	B. dos Poços	0,49	142	0,100
Acaraú	Pescadores	0,47	154	0,100

Fonte: resultados da pesquisa.

O segundo *rank* envolve as comunidades, cuja água de uso doméstico apresenta concentração de sal entre 501 a 1.000 mg/l. Pelo mesmo motivo anterior, a distância é a variável que será levada em conta no critério de prioridade. Assim, supondo haver recursos para serem investidos em sistemas de abastecimento de água no Município de Itaitinga, o *rank* para as comunidades seguiria a seguinte ordem: Caracanga e Riachão (B) assumiriam a primeira posição em prioridade de investimento pois os

seus moradores se deslocam cerca de 1 km até a fonte de água; posteriormente Carapió com distância até a fonte de 300 m e, por último, Riachão (A), com 150 m de distância até a fonte de água, Tabela 12.

Tabela 12 Hierarquização da ordem de prioridade para programas de abastecimento de água, segundo a faixa de consumo de sal das comunidades do litoral cearense (501 a 1.000mg/l).

Municípios	Comunidades	Valor da água (RS/m ³)	Quantidade de sal *(mg/l)	Distância (km)
Itapipoca	L. da Cruz	0,23	800	3,500
Itaitinga	Caracanga	0,28	528	1,000
Itaitinga	Riachão (B)	0,26	660	1,000
Fortim	Barra	0,27	870	1,000
Aracati	B. dos Vianas	0,39	539	0,700
Itaitinga	Carapió	0,23	799	0,300
Fortim	T. Velho	0,23	986	0,200
Itaitinga	Riachão (A)	0,25	654	0,150

Fonte: resultados da pesquisa.

No conjunto de comunidades em que a concentração de sal na água encontra-se no nível C, de classificação estabelecida (1.001 a 3.000 mg/l), verifica-se que o critério utilizado para o *rank* já não é tão simples, pois a questão da salinidade da água deve ser considerada. Portanto, conforme a Tabela 13, nota-se que a concentração de sal na água da Comunidade de Aranaú, em Acaraú, é 2.470 mg/l, e os moradores se deslocam cerca de 200 metros para obtê-la. Entretanto, em Choro, Passagem de Franco, Município de Cascavel, os moradores, além de utilizarem água com quantidade de sal de 1.430 mg/l, precisam se deslocar 6 km.

Tabela 13. Hierarquização da ordem de prioridade para programas de abastecimento de água, segundo a faixa de consumo de sal das comunidades do litoral cearense (1.001 a 3.000mg/l).

Municípios	Comunidades	Valor da água (R\$/m ³)	Teor de sal (mg/l)	Distância (km)
Acaraú	Aranaú	0,16	2.470	0,200
Cascavel	Sítio Serrote	0,16	1.885	3,000
Cruz	Cajueirinho II	0,16	1.800	0,100
Cascavel	Pitombeiras	0,16	1.729	1,000
Cascavel	C. P. de Franco	0,19	1.430	6,000
Itaitinga	Riachão	0,18	1.387	0,150
Aracati	C. dos Gondins	0,23	1.319	0,200
Itaitinga	Carapió	0,21	1.272	0,350
Itaiçaba	Logradouro	0,33	1.258	1,500
Itaitinga	Gerebaú	0,21	1.139	0,350
Cruz	L. Salgada. II	0,19	1.058	0,030
Itaitinga	Itaitinga (sede)	0,20	1.015	0,400
Itaitinga	Itaitinga (sede)	0,21	1.004	0,400

Fonte: resultados da Pesquisa.

Para evidenciar ainda mais as dificuldades para tomada de decisão, envolvendo mais de um critério, soma-se, à análise anterior, o caso da Comunidade de Sítio Serrote, em Cascavel, onde a quantidade de sal na água é de 1.800 mg/l, e as pessoas precisam se deslocar 3 km para se abastecerem de água. Portanto, recomenda-se nestes casos a aplicação de métodos multicritérios para melhor subsidiar as decisões. Contudo, por se tratar de um estudo exploratório e pioneiro com esta abordagem, os critérios aqui sugeridos podem ser de alguma utilidade, sobretudo, no que se refere à definição de tarifas mínimas para a oferta de água de boa qualidade, pois os valores discutidos nesta pesquisa consideram valores extremos de salinidade e de distância percorrida para obtenção de água, o que poderia comprometer, em muito, o bem-estar das famílias das comunidades rurais do Estado do Ceará.

6.3 Valor Econômico da Água para a Região Serrana

As estimativas das equações (10) e (11) para as áreas serranas do Ceará resultaram nas equações:

$$(17) \quad \ln Q_s = -0,501 + 0,960 \ln QAUD - 0,942 AQUIF$$

$$(-2,278) \quad (10,334) \quad (-3,907)$$

$$(0,027) \quad (2,11 \text{ e-}14) \quad (0,0003)$$

$$(18) \quad \ln Va = -0,322 - 0,552 \ln Q_s + 0,073 \ln DIST - 0,546 \ln PROFP$$

$$(0,144) \quad (-5,009) \quad (0,521) \quad (-1,021)$$

$$(0,886) \quad (6,44 \text{ e-}06) \quad (0,605) \quad (0,312)$$

Da equação (17), verificam-se valores significativos para as variáveis $\ln QAUD$ e $AQUIF$. No caso da primeira, isso indica que quanto maior o volume de água consumido no uso doméstico, maior o nível de exposição das famílias à salinidade, dependendo da concentração de sal na água. No segundo caso, as áreas de serra abrangem, tanto o complexo cristalino quanto sedimentar. As rochas cristalinas apresentam pouca porosidade, o que faz as águas provenientes da superfície se acumularem em meio a pequenas fraturas das rochas, por meio de infiltração. Assim, com o passar do tempo, a água acumulada passa a absorver o sal das rochas, tornando-se desta maneira salina e, muitas vezes, inadequada para o consumo humano.

Entretanto, as rochas sedimentares apresentam porosidade e permeabilidade, as quais permitem a deposição de fluidos em espaços vazios existentes em seu interior, possibilitando também o contato da rocha com a água, o que a torna salinizada (Feitosa & Manoel Filho, 1997).

As variáveis $DIST$ e $PROFP$ da equação (18) não apresentaram significância estatística, segundo o teste t, a 5% de probabilidade de erro. A variável $DIST$, de fato, não apresentou grande variação no conjunto de dados observados, talvez pelo fato da topografia característica da região serrana desestimular longas caminhadas.

No caso da variável $\ln PROFP$, a não significância pode ser devida à compensação dos aspectos litológicos e estruturais, associados às zonas produtoras de água localizadas em rochas cristalinas, e o fato de que em rochas sedimentares as vazões dos poços profundos são bem mais elevadas (Feitosa & Manoel Filho, 1997).

A variável $\ln Q_s$ foi significativa a 1% de probabilidade de erro, segundo o teste t. Desta forma, o preço implícito da característica estimado para a região serrana é de R\$ -0,5517; portanto, superior aos valores encontrados para sertão e litoral. Este fato teoricamente não deveria ocorrer, pois, conforme Ladd & Suvannunt (1976), a quantidade de característica não varia por unidade de produto, e, conseqüentemente, seu preço implícito. Contudo, a diferença observada no valor da característica pode ser atribuída a diferenças nos tipos de sais entre as regiões estudadas, ou seja, os sais encontrados nas rochas das regiões sertanejas e litorâneas podem ser um pouco semelhantes, enquanto os sais encontrados na região serrana podem apresentar outros tipos de sais, o que proporciona a diferença de preço entre as regiões.

Na Tabela 14, verifica-se, a exemplo do que já foi visto para sertão e litoral, a variação no valor da água, em função da variação na quantidade de sal, cuja relação inversa é evidente. Assim, em São Benedito, bairro Vila de Fátima, o valor da água assume a maior magnitude R\$ 2,06, em decorrência de uma quantidade de sal de 7 mg/l. Porém, neste mesmo município, Comunidade Sítio Carnaubal dos Medeiros, o valor da água se reduz para R\$ 0,71, pois a quantidade de sal é 571% superior.

Tabela 14. Variação do valor econômico da água em municípios serranos cearense, em função da quantidade de sal.

Municípios	Comunidades	Quantidade de sal (mg/l)	Valor da água (R\$/m ³)
São Benedito	Sede (bairro vila de fátima)	7	2,06
Croata	Betânia (sede)	9	1,87
Viçosa do Ceará	Distrito Passagem da Onça	34	0,91
Croata	Sítio Irapuá	37	0,81
Croata	Sítio Vereda	41	0,73
Croata	St. Carn. dos Medeiros	47	0,71
São Benedito	St. Repartição	47	0,68
Croata	Sede/Barra Soltero	52	0,61
Croata	Betânia (sede)	76	0,57
Croata	Fazenda Vazante	100	0,46
Croata	Fazenda Baixio	106	0,45
Croata	Sítio Andrade	121	0,42
Croata	Sítio Uruçu II	122	0,40
Ipu	Barrinha de Baixo	156	0,35
Monsenhor Tabosa	Bargado	222	0,37
Croata	Povoado São Francisco	227	0,29

Continuação...

Tabela 14. Continuação.

Municípios	Comunidades	Quantidade de sal (mg/l)	Valor da água (R\$/m ³)
Croata	Fazenda Melancia	302	0,25
Croata	Faz Volta do Rio	306	0,25
São Benedito	Sítio Faveira	419	0,21
Viçosa do Ceará	Juá dos Vieira	425	0,23
Croata	Sítio Uruçu II	475	0,19
Croata	Fazenda Canindezinho	509	0,19
Ipu	Várzea da Curicaca	524	0,19
Ubajara	Ipuzinho	774	0,16
Croata	Lagoa da Cruz II	1.319	0,11
Alcântaras	Sítio Bonfim	3.478	0,05
Monsenhor Tabosa	Sítio Morrinhos	4.210	0,06

Fonte: resultados da pesquisa.

Na sede de Betânia, no Município de Croatá, o valor da água difere em duas localidades, R\$ 1,87 e R\$ 0,57, e a variação na quantidade de sal entre elas é de 986%, porém, em termos absolutos, a quantidade de sal observada nestas duas comunidades de Betânia encontram-se no intervalo aceitável de potabilidade estabelecido pela OMS. Portanto, tomando-se estes valores para definir políticas tarifárias, pode-se optar pelo menor valor ou fazer uso do valor médio dos preços entre as localidades.

A diferença no valor da água entre São Benedito e Monsenhor Tabosa é de aproximadamente 3.300%, para uma variação na quantidade de sal de 600 vezes maior, em relação a São Benedito. Na Fig. 3, verifica-se o comportamento desta relação entre as variáveis analisadas.

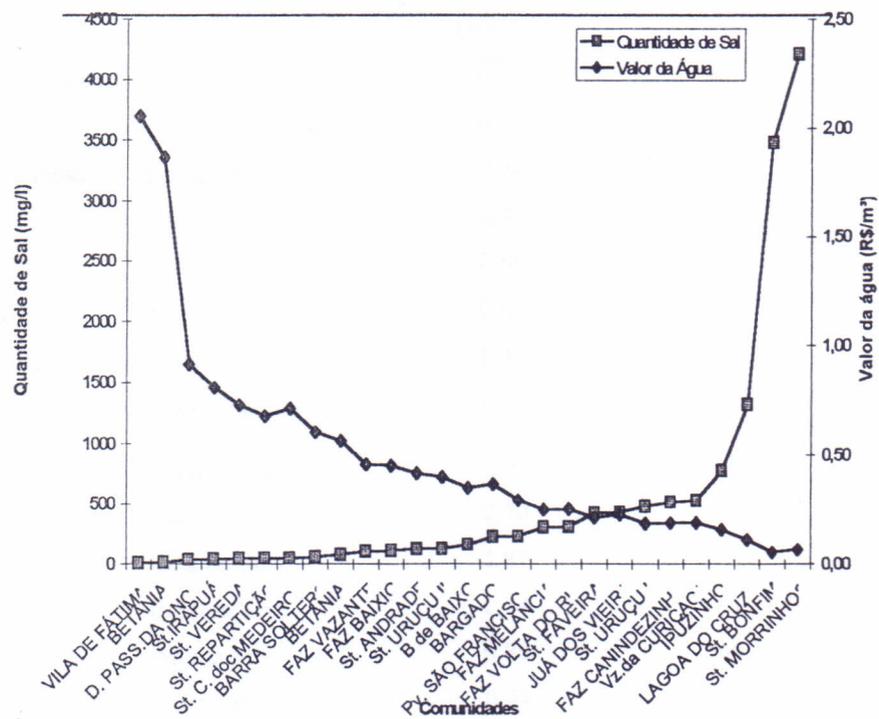


Fig. 3. relação entre quantidade de sal e valor da água na região serrana do Ceará.

Na região serrana do Estado do Ceará, observa-se que a maior parte das comunidades analisadas apresenta quantidade de sal dentro dos padrões sugeridos pela OMS, portanto, nestes casos, os critérios de hierarquização levam em conta a distância percorrida para se obter água. Assim, com base na Tabela 15, e supondo-se haver disponibilidade de recursos para investimentos em serviços de abastecimento de água na prefeitura de Monsenhor Tabosa, Comunidade de Bargado, onde a distância até a fonte é de 3 km e, em seguida, Barreiros com 1 Km, ambas em Monsenhor Tabosa, deveriam ser priorizadas, nesta ordem.

Tabela 15. Hierarquização da ordem de prioridade para programas de abastecimento de água, segundo a faixa de concentração de sal das comunidades da região serrana cearense (0 a 500 mg/l).

Municípios	Comunidades	Valor da água (RS/m ³)	Quantidade de sal (mg/l)	Distância (km)
Monsenhor Tabosa	Bargado	0,37	222	3,000
Mulungu	Couro/St. Guanabara	0,48	106	1,000
Monsenhor Tabosa	Barreiros	0,24	458	1,000
V. do Ceará	Dist pass da Onça	0,91	34	0,500
Ipu	São José	0,66	41	0,500
Guar. do Norte	Morrinhos Novos	0,69	43	0,500
Guar. do Norte	Morrinhos Novos	0,45	94	0,500
V. do Ceará	Juá dos Vieira	0,23	425	0,500
Croata	Betânia/Sede	1,99	7	0,350
Croata	Betânia/Sede	2,20	9	0,350
Croata	Betânia/Sede	1,87	9	0,350
Croata	Betânia/Sede	0,74	41	0,350
Ubajara	Araticum	0,89	66	0,300
Ubajara	Araticum	0,54	165	0,300
São Benedito	Sede/Barreiras	0,69	44	0,250
Tianguá	Tucuns	1,62	17	0,200
São Benedito	St c. de Pouso	0,81	32	0,200
Croata	Sítio Irapuá	0,81	37	0,200
São Benedito	St. C. Medeiros	0,71	47	0,200
São Benedito	Pau D'arco I	0,78	51	0,200
São Benedito	Sede/Barreiros	0,51	52	0,200
Croatá	Baixa Grande	0,48	72	0,200
São Benedito	Sítio Salgado	0,52	72	0,200
São Benedito	Sítio Ingazeira II	0,51	102	0,200
Croatá	Faz Baixio	0,45	106	0,200
São Benedito	Sítio faveira	0,36	125	0,200
São Benedito	Sítio Lagoinha	0,47	155	0,200
Croatá	Fazenda Volta do Rio	0,25	306	0,200
São Benedito	St. Santa Tereza II	0,27	320	0,200
São Benedito	Sítio Faveira	0,21	419	0,200
São Benedito	Sede	2,06	7	0,150
São Benedito	Sítio Carnáuba I	0,63	62	0,150
Croatá	Fazenda Vazante	0,46	100	0,150

Continuação...

Tabela 15. Continuação.

Municípios	Comunidades	Valor da água (R\$/m ³)	Quantidade de sal (mg/l)	Distância (km)
Croatá	Pv. São Francisco	0,29	227	0,150
Croatá	Fazenda Melancia	0,25	302	0,150
Croatá	Sítio Andrade	0,80	33	0,100
Croatá	Sítio Vereda	0,73	41	0,100
Croatá	St. Repartição	0,68	47	0,100
V. do Ceará	Distrito Manhoso	0,84	68	0,100
Croatá	Sítio Uruçu II	0,40	122	0,100
Ipu	Barrinha de Baixo	0,35	156	0,100
Croatá	Sítio Repartição	0,31	212	0,100
V. do Ceará	Juá dos Vieira	0,26	222	0,100
Croatá	St. Uruçu I	0,19	475	0,100
Croatá	Barra Soltero	0,61	52	0,050
Croatá	Sede/Barra Soltero	0,44	78	0,050

Fonte: Resultados da pesquisa.

Entretanto, considerando-se uma faixa de salinidade mais abrangente, conforme se observa na Tabela 16, e mantendo-se a hipótese de haver recursos para investimentos em Monsenhor Tabosa, a decisão de alocação destes ficaria entre Barreiros, cuja distância até a fonte é de 1 Km, porém a quantidade de sal da água é de 953 mg/l e Sítio Morrinhos, em que a distância até a fonte é de 400 m, mas a concentração de sal é da ordem de 4.210 mg/l.

Tabela 16. Hierarquização da ordem de prioridade para programas de abastecimento de água, segundo a faixa de consumo de sal das comunidades da região serrana cearense (501 a 5.000 mg/l).

Municípios	Comunidades	Valor da água (R\$/m ³)	Quantidade de sal (mg/l)	Distância (km)
Monsenhor Tabosa	Sítio Morrinhos	0,06	4210	0,400
Alcântaras	Sítio Bonfim	0,05	3478	0,008
Croata	Lagoa do Cruz II	0,11	1319	0,150
Monsenhor Tabosa	Barreiros	0,14	953	1,000
Ipu	Boa vista	0,13	816	0,100
Ubajara	Ipuzinho	0,16	774	0,300
Ipu	Vz. da Curicaca	0,19	524	0,200
Croata	Faz. Canindezinho	0,19	509	0,150

Fonte: resultados da pesquisa.

Através dos resultados analisados, é possível estabelecer uma comparação entre as três áreas observadas: sertão, litoral e serra. Verifica-se que no sertão ocorreram os maiores valores para distância percorrida até a fonte, 18 km, e salinidade de aproximadamente 17.000 mg/l (17 kg/m³). Em decorrência, o valor da água oscila entre R\$ 0,08/m³ a R\$ 3,35/m³.

Na região litorânea, estes valores foram bem mais modestos. A variação da quantidade de sal está compreendida entre 8 mg/l a 3.500 mg/l, aproximadamente. A menor distância percorrida até a fonte de água é de 30 m, e a maior de, aproximadamente, 6 km. O valor da água no litoral é de amplitude bem menor que no sertão e está compreendido entre R\$ 0,14/m³ a R\$ 1,76/m³. Na Serra, a menor distância percorrida para se obter água é de 8 m, e a maior é de aproximadamente 3 km. O valor máximo de sal observado nas águas dos poços localizados nas serras cearenses foi próximo de 4.000 mg/l, superior ao valor máximo observado para o litoral, porém inferior ao observado no sertão.

Torna-se evidente que as condições de salinidade das águas dos poços são mais desfavoráveis no sertão do Estado, onde as distâncias percorridas são maiores, cujos valores médios observados foram 1.400 mg/l (1,424 kg/m³) e 2 km, respectivamente.

7. CONCLUSÕES

As análises e inferências desenvolvidas ao longo desta pesquisa permitem gerar algumas conclusões:

1. A primeira e mais evidente ao longo de todo desenvolvimento da teoria é que o valor econômico da água sofre influência em proporção inversa da característica de salinidade, ou seja, quanto maior a quantidade de sal menor deverá ser o valor da água de uso doméstico proveniente de poços, mantendo-se as outras variáveis constantes;

2. No sertão, o valor da água está compreendido entre R\$ 0,08 m³ a R\$ 3,25 /m³, em decorrência disso os valores máximos e mínimos observados para a quantidade de sal na água são de 17.194 mg/l e 3 mg/l, respectivamente. Verificou-se ainda que nesta região as pessoas se deslocam por grandes distâncias, até 18 km, para satisfazerem suas necessidades básicas de água. Esse comportamento pode ser devido, pelo menos, há dois fatores: escassez de água, mesmo havendo sua disponibilidade em local próximo, e a concentração de sal é tão elevada que é preferível se deslocar até 18 km para obtê-la. Por isso, sugere-se que qualquer programa institucional sobre abastecimento e/ou dessalinização de água priorize o sertão cearense;

3. Para o litoral, estas variações alcançam menores proporções que no sertão, porém, isso não indica que a situação é menos grave. Os valores máximos e mínimos observados para concentração de sal na água são 3.556 mg/l e 8 mg/l, respectivamente. Por conseguinte, o valor da água está compreendido entre R\$ 0,14/m³ a R\$ 1,76/m³. A distância máxima percorrida pela população do litoral para obter a água é de, aproximadamente, 6 km e a mínima de 30 m;

4. Nas serras do Estado do Ceará, os valores observados para as variáveis analisadas na pesquisa alcançam menores proporções, exceto no valor da água. Assim, a menor distância percorrida é de 8 m, e a maior, de 3 km. O valor mínimo da água é de R\$ 0,05/m³ e o máximo de R\$ 2,20/m³, isso porque os intervalos da concentração de sal estão compreendidos entre 7 mg/l a 4.210 mg/l.

5. A quantidade de sal pode variar dentro de uma mesma comunidade, mesmo município e mesma localidade, isto é, políticas de tarifas de água estruturadas para estas regiões não devem ser geograficamente uniformes, o que concorda com as recomendações do Banco Mundial, conforme (Saundres & Warford, 1983). Portanto, o atributo salinidade da água pode ser considerado um elemento diferenciador de preço; e

6. Os resultados podem ser úteis para subsidiar políticas tarifárias, não apenas em nível regional, mas principalmente nas "células" menores: municípios e comunidades, uma vez

que os valores obtidos para a água salinizada podem servir como “tarifa mínima” a ser cobrada, pois, se os consumidores destas regiões pagam os respectivos preços por uma água que não é de boa qualidade, provavelmente estarão dispostos a pagar no mínimo estes mesmos valores por uma água de melhor qualidade, encanada e tratada.

Por se tratar de um estudo exploratório, em que há limitações de dados e informações sistemáticas, o que inibe análises e inferências mais elaboradas e com maior especificidade, sugere-se que os resultados obtidos sejam vistos como indicadores do valor econômico da água em um contexto *ex-post*. Espera-se que, apesar das limitações, os resultados possam servir de base confiável na formulação de políticas hídricas para o Estado.

Ressalte-se, que por conta da limitação de informações sistemáticas, já referida, os resultados podem apresentar viés estimativo, uma vez que não foi possível conhecer o “fluxo migratório” das famílias em busca de água, ou seja, uma mesma família pode coletar água em poços de outras localidades. Outro viés estimativo também pode ocorrer da extrapolação dos custos de deslocamento das famílias para coletar água, estimados para Tauá, e que foram utilizados para as demais comunidades. E ainda, o fato de a presente pesquisa levar em conta, como critério de potabilidade, somente o aspecto da salinidade. Outras características, positivas ou negativas, da água não são consideradas por limitações de informações.

A população das comunidades pesquisadas é outra variável que poderia ser utilizada para refletir o valor econômico da água. Nas comunidades em que a população é maior e mais desenvolvida, espera-se haver maior demanda por água de qualidade e, conseqüentemente, nestas comunidades, o valor da água deveria ser maior. Contudo, a falta de informações estatísticas sistemáticas sobre esta variável, por comunidade, inviabilizou a obtenção de estimativas com maior poder de explicação sobre o valor econômico da água para estas comunidades.

Considerando-se as limitações erguidas, sugere-se a realização de novas pesquisas, utilizando-se informações mais detalhadas sobre as áreas de estudo e que complementem os dados do “Programa de Recenseamento de Fontes de Abastecimento de Água do Ceará”- CPRM, e que possibilitem a obtenção de resultados com menos generalizações que os fornecidos na presente discussão.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUERO, P. H. *Avaliação econômica dos recursos naturais*. São Paulo: USP/ESALQ. 1996. 224p. Tese de Doutorado.
- AZEVEDO, L. G. T. Water pricing experiences: an international perspective.: Brazil. In: DINAR, A.; SUBRAMANIAN A. *Water pricing experiences: an international perspective*. World Bank : Technical Paper N° 386. October 1997. 164p
- BARBOSA, C. P. *Avaliação dos custos de água subterrânea e de reuso de efluentes no Estado do Ceará*. UFC: Fortaleza, 2000. 102p. (Dissertação de Mestrado)
- BIASOLI, W. M. *Água e saúde*. Fortaleza: s. n. 2.000. 224p.;il.
- BOWMAN, K. R.; ETHRIDGE, D. E. Characteristic Supplies and Demands in a Hedonic Framework: U. S. Market for Cotton Fiber attributes. *American Journal of Agricultural Economics*. 1992 (november) 991 – 1002.
- CAMPOS, J. N. B. *O custo do fornecimento da distribuição de água através de carro-pipa: um estudo de caso*. Fortaleza: UFC. 1998. 11p.
- CEARÁ/SRH. *Plano Estadual dos Recursos Hídricos*. Fortaleza: Secretaria de Recursos Hídricos–SRH. 1992. 4v. pg. 1003 – 1015.
- CPRM. *Atlas dos recursos hídricos subterrâneos do Ceará*. Julho/2000. (CD–ROM).
- DINAR, A.; SUBRAMANIAN, A. *Water pricing experiences: an international perspective*. World Bank : Technical Paper N° 386. October/1997. 164p.
- EPPLE, D. Hedonic Prices and Implicit Markets: Estimating Demand and Supply Function for Differentiated Products. *Journal of Political Economy*. Vol. 95, n° 1, 1987. p. 59 – 80.
- ETHRIDGE, D. E.; DAVIS, V. Hedonic Price Estimation for Commodities: an application to cotton. *Western Journal of Agricultural Economics*. December/1982: 293 – 300.
- FEITOSA, F. A. MANOEL FILHO, J. *Hidrologia: conceitos e aplicações*. Fortaleza: CPRM, LABHID-UFPE, 1997. 389p.
- FERNANDEZ, C. J.; MENEZES, W. F. A avaliação contingente e a estimativa da função de demanda por água potável. *Revista Econômica do Nordeste*, v. 31, n 1 p. 8 - 34, jan. - mar. 2000.



FILHO C.; SHIROTA, R. Valoração Econômica de áreas de recreação: uma proposta metodológica. In: ANAIS DO XXXV CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL. Natal: Rio Grande do Norte. **CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL**, Agosto de 1997.

FONTENELE, A.; JUNIOR, M. B. **Estudo tarifário 2000/2001**. Fortaleza: Cagece, novembro/2000.

FREEMAN III, A. M. **The measurement of environmental and resource values: theory and methods**. Washington, D. C. Resource for the future. 1992. 516p.

GARROD, G. E.; WILLIS, K. The environmental economic impact of woodland: a two stage hedonic price model of the amenity value of forestry in Britain. *Applied Economics*, v. 24, p. 715 - 728, 1992. In: MOTTA, R. S. **Manual para valoração de recursos ambientais**. Brasília: MMA, 1998. 218p.

GOODMAN, A. C. Andrew Court and the invention of hedonic price analysis. *Journal of Urban Economics*. 44, 291 - 298. 1998

GREENE, W. H. **Econometric Analysis**. 3ª ed., Mavmilliam: New York, 1997.

GRILICHES, ZVI. Hedonic piece indexes for automobiles: an econometrics analysis of quality change. In: ZELLNER, A. **Readings in economics statistics and econometrics**. University of Chicago: Boston. 1968. 718p.

HENDLER, R. Lancaster's new approach to consumer demand and its limitations. *The American Economic Review*. 65 (1975): 194 - 199.

JONES, L. E. The Characteristics Model, Hedonic Prices and the Clientele Effect. *Journal of Political Economy*. Vol. 96. nº 3 Jun. 1988. p. 551 - 567.

KOUTSOYIANNIS, A. **Theory of Econometrics: An Introductory Exposition of Econometric Methods**. 2 ed. THE MACMILLAN PRESS LTD. p. 384 - 395. 1981.

LADD, G. W.; MARTIN, M. B. Prices and demands for input characteristics. *American Journal of Agricultural Economics*, 58 (1976):21 - 30.

LADD, G. W. ; SUVANNUNT, V. A Model of Consumer Goods Characteristics. *American Journal of Agricultural Economic*. 1976. p. 504 - 510.

LANCASTER, K. J. Change and innovation in the technology of consumption. *The American Economic Review*, 56 (1966): 14 – 23.

LANCASTER, K. J. A new approach to consumer theory. *The Journal of Political Economy*, 74 (1966a): 132 – 157.

LANCASTER, K. J. *Introduction to modern micro-economic*. Chicago: Rand McNally & Company. 1969. 326p

MACEDO, P. B. R. Hedonic price models with spatial effects: an application of the housing market of Belo Horizonte, Brasil. *Revista Brasileira de Economia*. Rio de Janeiro: FGV. 52(1) 63-81. Jan. - mar. 1998.

MAGALHÃES, G. F. P. *Teoria do comportamento do consumidor*. Viçosa: UFV. 1981. 94p.

MOTTA, R. S. *Utilização de critérios econômicos para a valorização da água no Brasil*. Rio de Janeiro : IPEA, 1998. 80p. (texto para discussão, 556).

MOTTA, R. S. *Manual para valoração econômica de recursos ambientais*. Brasília: MMA. 1998a. 218p.

MURDOCH, J. C.; THAYER, M. A. Hedonic price estimation of variable urban air quality. In: MARKANDIA, A; RICHARDSON, J. *The earthscan reader in environmental economics*. 199_.

NELSON, J. P. Residential Choice, Hedonic Prices and the Demand for Urban Air Quality. *Journal of Urban Economics*. 5, 357 – 369, 1978.

NORTH, J. H.; GRIFFIN, C. C. Water Source as a housin characteristic: Hedonic property valuation and willigness to pay for water. *Water Resources Research*. Vol. 29. n°. 7, July: 1993. p. 1923 – 1929.

PINDYCK, R. S. and RUBINFELD, D. L. *Econometric models and economic forecasts*. McGRAW-Hill4th ed. 1997. 337 a 378.

PINHEIRO, J. C. V. *Valor econômico da água destinada a irrigação no semi-árido cearense*. São Paulo: USP/ESALQ, 1998. 195p. (Tese de Doutorado).

PINHEIRO, J. C. V. *Demanda por sistema de suprimento de água para o consumo doméstico em uma comunidade em Tauá-Ceará*. Fortaleza, 2000. 20p.



RANDALL, A , **Resource economics: an economics approach to natural resource and environmental policy**. 2ed. 1987.

ROMERO, C. **Economia de los recursos ambientais y naturais**. Madrid: Universidade Politécnica de Madrid. 1994. 189p.

ROSEN, S. Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition. **Journal of Political Economy**. 82 (1974): 34 –55.

SAUNDERS, R. J.; WARFORD, J. J. **Abastecimento de água em pequenas comunidades: aspectos econômicos e políticos nos países em desenvolvimento**. Banco Mundial/CODEVASF/ABES. 1983. 251p.

THEIL, H. **Intruduction to Econometrics**. Prentice-Hall, Inc, Englewood Cliffts, N. J., 1978. 447p.

VARIAN, H. R. **Microeconomia: princípios básicos**. 4ed. Rio de Janeiro: Campus. 1999. p. 35 – 101.

VIEIRA, V. P. P. B. **A água e o desenvolvimento sustentável no Nordeste**. Brasília: IPEA. 2000. 264p.

WHITE, H. A heteroskedasticity-consistent covariance matrix estimator and direct test for heteroskedasticity. **Econometrica**, 48 (1980): 817 – 838.

APÊNDICE



Apêndice 1. Dados utilizados para determinação do valor da água no sertão.

Municípios	Comunidades	QS	DIST	QAUD	AQUIF	PROFP	VA
Barreira	Araré II	0,260	0,300	0,097	0	74	0,38
Barreira	Barreira (sede)	1,34878	0,2	0,792	0	60	0,20
Crateús	Besouro	1,269	2,500	0,800	0	9,4	0,59
Itatira	Lagoa do Mato	1,04976	6	1,44	0	80	0,26
Nova Russa	Vila Peixe	0,916	0,100	1,260	0	60	0,22
Quixeré	Vila Nova	0,4888	0,02	0,8	0	11,6	0,53
Ararendá	Fazenda Santana	2,227	0,500	1,200	0	96	0,14
Barro	Barreiro Branco	0,7596	0,3	1,8	1	75	0,24
Boa Viagem	Recreio	1,260	0,100	0,300	0	78	0,17
Cariré	Estaca Zero	0,75616	12	1,254	0	60	0,36
Cariré	Belém	1,505	0,300	3,273	0	60	0,19
Cariré	Tabequary	4,0284	0,8	5,4	0	51	0,15
Coreaú	Fazenda Cangora	0,340	0,200	0,960	0	81	0,31
Coreaú	Malhada Vermelha	0,96768	1,00001	0,96	0	56	0,27
Frecheirinha	Povoado Campeste de Cima	0,220	0,500	0,200	0	60	0,47
Frecheirinha	F. Campeste de Baixo	0,1553	0,2	0,216	0	72	0,46
Frecheirinha	F. Penanduba	2,504	0,200	1,800	0	60	0,15
Frecheirinha	Fazenda Sanharão	0,7716	1,00001	1,2	0	70	0,27
Graça	Barro Vermelho	0,154	1,000	0,660	0	52	0,62
Graça	F. Barro Vermelho	0,0628	1,00001	0,2	0	60	0,86
Graça	Povoado Campestre	0,241	0,100	1,000	0	75	0,35
Graça	Sede Graça	0,0708	0,5	0,2	0	60	0,77
Independência	F. Santo Antônio	2,980	2,000	1,200	0	60	0,17
Itapagé	Ação	1,2456	3	2,4	0	70	0,24
Parambu	Sítio Açude	0,149	0,500	0,120	0	60	0,56
Parambu	Dist. Novo Assis	0,85029	0,5	0,85714	0	62	0,26
Pires Ferreira	Passa (sede)	0,088	4,000	0,096	0	70	0,79
Tauá	F. Algodões-carrapateiros	4,788	0,2	2,29091	0	52	0,12
Barreira	Araré I	0,294	6,000	0,180	0	72	0,47
Barreira	Olho D'água	0,61942	3	0,49913	0	36	0,44
Barreira	Lagoa Grande	0,491	0,200	0,226	0	55	0,32

Continuação...

Apêndice 1. Continuação.

Municípios	Comunidades	QS	DIST	QAUD	AQUIF	PROFP	VA
Barreira	Lagoa Grande II	0,13615	1,00001	0,072	0	60	0,62
Barreira	Bom Sucesso	0,108	3,000	0,064	0	60	0,75
Barreira	Miarim III	1,15704	1,00001	0,72	0	56	0,25
Barreira	Miarim III	4,740	4,000	1,728	0	48	0,16
Barreira	João Dandão	0,3588	6	0,24	0	56	0,49
Brejo Santo	Lagoa do Mato	0,053	0,300	0,144	1	90	0,69
Brejo Santo	Vila Feliz	0,42092	0,5	1,47692	1	60	0,35
Brejo Santo	Baixio do Boi	2,354	0,050	7,200	1	220	0,08
Caridade	Plácido Pinto (sede)	0,11563	12	0,0528	0	48	0,91
Caridade	Caridade	0,246	12,000	0,120	0	50	0,64
Crateús	Queimadas	0,31969	18	0,46602	0	40	0,66
Crateús	B. dos Dutras	0,1521	3	0,18	0	62	0,64
Crateús	AABB	0,050	12,000	0,036	0	80	1,04
G. Sampaio	Poço da Pedra	1,44144	0,15	0,72	0	60	0,19
G. Sampaio	Cajazeiras	5,460	0,300	4,200	0	60	0,11
G. Sampaio	Pedra D'água	9,126	2,5	6	0	60	0,11
G. Sampaio	Cachoeira	0,530	4,000	0,480	0	66	0,37
Granja	Sambaíba I	0,01155	0,25	0,03429	0	51	1,72
Granja	Timonha (Pitumbu)	0,003	3,000	0,010	0	72	3,35
Hidrolândia	Riacho do Mato	0,2502	0,1	0,3	0	60	0,39
Ipaumirim	Vila São José	0,624	0,100	1,000	0	80	0,23
Ipueiras	Vamos Ver	0,10548	0,01	0,12	0	66	0,44
Itatira	Lagoa do Mato	0,035	6,000	0,072	0	60	1,30
Itatira	Lagoa do Mato	2,48976	6	1,44	0	60	0,20
L.Mangabeira	Sítio Livramento	0,092	15,000	0,160	0	50	1,01
Madalena	Cacimba Nova	0,66446	0,3	0,51429	0	60	0,28
Madalena	Castro	4,528	0,050	1,320	0	52	0,11
Madalena	Vaca Serrada	0,43274	5	0,08229	0	60	0,43
Paramoti	Ramalhete	1,198	1,000	2,880	0	50	0,26
Tauá	V. da Cohab (Tauá)	1,34064	18	0,504	0	60	0,29
Tauá	Castelo	0,059	0,500	0,030	0	70	0,78
Tauá	Vila dos Inhamus	0,4296	2	0,21818	0	50	0,43

Continuação...

Apêndice 1. Continuação.

Municípios	Comunidades	QS	DIST	QAUD	AQUIF	PROFP	VA
Tauá	T santos Marruás	0,655	2,000	0,400	0	66	0,32
Tejuçuoca	R. das Pedras	14,274	3	6	0	60	0,09
Tejuçuoca	Vertente	11,450	2,000	2,400	0	60	0,09
Tejuçuoca	Caldeirão	5,8554	2	0,9	0	72	0,12
Tejuçuoca	Ribeiro	4,775	2,000	0,960	0	60	0,14
Tejuçuoca	Alegria	11,232	0,3	1,8	0	66	0,08
Abaiara	Café da Linha	0,161	0,500	1,029	1	85	0,46
Abaiara	Cupim	0,2592	0,1	1,2	1	90	0,32
Acarape	Tamanduá	1,609	1,000	0,485	0	56	0,22
Apuiarés	R. F. Pontes	0,48134	2	0,30855	0	35	0,48
Araçoiaba	Caninhas	2,536	1,000	0,600	0	60	0,17
Araçoiaba	Bulandeira	1,35616	0,2	0,64	0	63	0,19
Araçoiaba	Umari do Córrego	1,042	2,000	0,247	0	60	0,27
Ararendá	Santo Antônio	0,4722	1,00001	0,3	0	48	0,40
Aurora	S. Terra Vermelha	0,130	0,300	0,480	0	40	0,68
Barreira	Córrego	0,1014	0,3	0,06	0	60	0,63
Barreira	Carnaúba	0,103	0,050	0,048	0	68	0,50
Barreira	Cajuciro	0,63737	0,15	0,33231	0	62	0,26
Barro	B. Jardim (sede)	0,129	0,060	1,152	0	60	0,49
Barro	F. Cumbe	1,692	0,1	12	1	75	0,15
Barro	Distrito de Brejinho	0,962	0,100	2,400	1	60	0,21
Boa Viagem	Madeira Cortada	0,1656	0,5	0,36	0	62	0,52
Boa Viagem	Santa Terezinha	0,689	1,000	0,495	0	60	0,30

Fonte: CPRM, 2000.

Apêndice 2. Dados utilizados para determinação do valor da água no litoral.

Municípios	Comunidades	QS	DIST	QAUD	AQUIF	PROFP	VA
Horizonte	Dourado	0,008	0,100	0,090	0	60	1,76
Itapipoca	Salsa	0,015	3,000	0,058	0	48	1,55
Eusébio	Jabuti	0,018	0,400	0,045	0	60	1,27
Pacajus	Coaçu	0,024	0,200	0,060	0	66	1,07
Pacajus	Buriti dos Esmerios	0,025	1,500	0,150	0	63	1,11
Eusébio	Jabuti	0,028	0,500	0,060	0	60	1,04
Cascavel	Moita Redonda	0,043	1,000	0,288	1	40	1,00
Eusébio	Jabuti	0,044	0,700	0,054	0	60	0,86
Pacajus	Vila da Mata	0,068	0,400	0,240	0	78	0,64
Eusébio	Jabuti	0,074	0,400	0,114	0	60	0,67
Itaitinga	Carapió	0,083	0,300	0,060	0	65	0,62
Itaitinga	Caracanga	0,112	1,000	0,060	0	70	0,54
Cruz	Baixa dos Poços	0,142	0,100	0,480	1	60	0,49
Acaraú	Bairro Bailarina	0,149	0,300	0,480	1	46	0,54
Acaraú	Pç. dos Pescadores	0,154	0,100	0,720	1	60	0,47
Pacajus	Mercado Municipal	0,159	0,400	0,120	0	60	0,48
Aracati	Majorlândia	0,164	0,700	0,360	1	18	0,71
Aquiraz	Câmara	0,188	0,300	0,096	0	60	0,44
Eusébio	Jabuti	0,210	0,250	0,270	0	60,5	0,42
Itapipoca	Barra do Macaco	0,212	1,000	0,192	0	78	0,39
Fortim	Capim-Açu	0,226	0,400	0,240	1	45	0,45
Caçcavel	Sede	0,268	0,200	0,648	1	40	0,43
Aracati	Lagoa do Cedro	0,337	0,500	0,600	1	70	0,33
Eusébio	Jabuti	0,425	0,600	0,651	0	60	0,31
Aracati	Majorlândia	0,480	0,300	0,720	1	20	0,42
Itaitinga	Caracanga	0,528	1,000	0,387	0	60	0,28
Aracati	Barreira dos Vianas	0,539	0,700	0,960	1	21	0,39
Itaitinga	Riachão	0,654	0,150	1,200	0	60	0,25
Itaitinga	Riachão	0,660	1,000	0,360	0	60	0,26
Itaitinga	Carapió	0,799	0,300	1,200	0	60	0,23
Itapipoca	Lagoa da Cruz	0,800	3,500	0,600	0	65	0,23

Continuação...

Apêndice 2. Continuação.

Fortim	Barra	0,870	1,000	0,800	1	35	0,27
Fortim	Tanque Velho	0,986	0,200	0,514	1	46	0,23
Itaitinga	Itaitinga (sede)	1,004	0,400	2,160	0	56	0,21
Itaitinga	Itaitinga (sede)	1,015	0,400	2,080	0	74	0,19
Cruz	Lagoa Salgada II	1,058	0,030	1,500	1	66	0,19
Itaitinga	Gerebau	1,139	0,350	1,653	0	50	0,21
Itaiçaba	Logradouro	1,258	1,500	1,842	0	11,5	0,33
Itaitinga	Carapió	1,272	0,350	1,200	0	42	0,21
Aracati	Córrego dos Gondins	1,319	0,200	1,000	1	30	0,23
Itaitinga	Riachão	1,387	0,150	1,440	0	60	0,18
Cascavel	C. Passagem de Franco	1,430	6,000	1,050	1	60	0,19
Cascavel	Pitombeiras	1,729	1,000	0,450	1	70	0,16
Cruz	Cajueirinho II	1,800	0,100	3,600	1	60	0,16
Cascavel	Sítio Serrote	1,885	3,000	1,800	0	60	0,16
Acaraú	Aranaú	2,470	0,200	3,600	1	40	0,16
Pacajus	Pascoal	3,556	0,300	1,765	0	40	0,14

Fonte: CPRM.

Apêndice 3. Dados utilizados para determinação do valor da água no serra.

Municípios	Comunidades	DIST	QS	QAUD	AQUIF	PROFP	VA
Croata	L. do Cruz II	0,150	1,319	1,200	1	60	0,11
Croata	Sítio Andrade	0,200	0,121	0,800	1	61	0,42
Croata	St. Repartição	0,100	0,212	1,200	1	54	0,31
Croata	St. Repartição	0,100	0,047	0,300	1	60	0,68
Croata	Sítio Uruçu I	0,100	0,475	0,480	1	62	0,19
Croata	Sítio Uruçu II	0,100	0,122	0,360	1	60	0,40
Croata	Sítio Irapuá	0,200	0,037	0,216	1	60	0,81
Croata	Sítio Vereda	0,100	0,041	0,800	1	60	0,73
Croata	F. Canindezinho	0,150	0,509	1,800	1	60	0,19
Croata	F. Volta do Rio	0,200	0,306	1,000	1	60	0,25
Croata	Faz. Melancia	0,150	0,302	0,600	1	60	0,25
Croata	Faz. Vazante	0,150	0,100	0,180	1	60	0,46
Croata	P. S. Francisco	0,150	0,227	0,609	1	60	0,29
Croata	Fazenda Baixio	0,200	0,106	0,343	1	60	0,45
Croata	Baixa Grande	0,200	0,072	0,600	1	80	0,48
Ipu	São José	0,500	0,041	0,420	1	90	0,66
Ipu	Boa vista	0,100	0,816	4,320	1	72	0,13
M. Tabosa	St. Morrinhos	0,400	4,210	2,400	0	60	0,06
S. Benedito	Pau D'arco I	0,200	0,051	0,240	1	46	0,78
S. Benedito	St Ingazeira II	0,200	0,102	0,400	1	50	0,51
S. Benedito	S. Sta. Tereza II	0,200	0,320	0,429	1	50	0,27
S. Benedito	Sítio Lagoinha	0,200	0,155	0,810	1	38	0,47
S. Benedito	Sítio Faveira	0,200	0,419	0,800	1	60	0,21
S. Benedito	St. C. Medeiros	0,200	0,047	0,153	1	60	0,71
S. Benedito	Sítio Faveira	0,200	0,125	0,200	1	76	0,36
Alcântaras	Sítio Bonfim	0,008	3,478	3,600	0	60	0,05
Croata	Betânia (sede)	0,350	0,007	0,036	1	70	1,99
Croata	Betânia (sede)	0,350	0,076	0,120	1	60	0,57
Croata	Betânia (sede)	0,350	0,102	0,312	1	70	0,44
Croata	Betânia (sede)	0,350	0,041	0,144	1	70	0,74
Croata	Betânia (sede)	3,350	0,009	0,048	1	60	2,20
Croata	Betânia (sede)	0,350	0,009	0,031	1	60	1,87

Continuação...

Apêndice 3. Continuação.

Croatá	Sítio Andrade	0,100	0,033	0,429	1	62	0,80
Croatá	Barra Sotero	0,050	0,078	0,277	1	72	0,44
Croatá	Barra Sotero	0,050	0,052	0,185	1	60	0,61
G. do Norte	M. Novos	0,500	0,094	1,200	1	78	0,45
G. do Norte	M. Novos	0,500	0,043	0,600	1	78	0,69
Ipu	B. de Baixo	0,100	0,156	0,640	0	60	0,35
Ipu	V. da Curicaca	0,200	0,524	0,600	0	60	0,19
M. Tabosa	Bargado	3,000	0,222	0,210	0	60	0,37
M. Tabosa	Barreiros	1,000	0,953	0,900	0	70	0,251
M. Tabosa	Barreiros	1,000	0,458	0,300	0	56	0,250
Mulungu	St. Guanabara	1,000	0,106	0,280	0	67	0,48
S. Benedito	Barreiros	0,200	0,052	0,090	1	100	0,51
S. Benedito	Sede Barreiras	0,250	0,044	0,067	1	70	0,69
S. Benedito	St. C. de Pouso	0,200	0,032	0,467	1	71	0,81
S. Benedito	Sítio Salgado	0,200	0,072	0,200	1	70	0,52
S. Benedito	Sítio Carnaúba I	0,150	0,062	0,632	1	54	0,63
S. Benedito	Vila de Fátima	0,150	0,007	0,120	1	60	2,06
Tianguá	Tucuns	0,200	0,017	0,069	1	36	1,62
Ubajara	Ipuzinho	0,300	0,774	3,120	0	60	0,16
Ubajara	Araticum	0,300	0,066	0,118	0	30	0,89
Ubajara	Araticum	0,300	0,165	0,250	0	30	0,54
V. do Ceará	D. P. da Onça	0,500	0,034	0,108	0	60	0,91
V. do ceará	D. Manhoso	0,100	0,068	0,209	0	28	0,84
V. do ceará	Juá dos Vieira	0,100	0,222	0,720	1	73	0,26
V. do ceará	Juá dos Vieira	0,500	0,425	1,200	1	60	0,23

Fonte: CPRM.

Apêndice 4. Resultados das regressões estimadas para o sertão.

Dependent Variable: LnQS
 Method: Two-Stage Least Squares (primeiro estágio)
 Date: 11/13/01 Time: 12:13
 Sample: 1 143
 Included observations: 143
 Instrument list: AQUIF LnQAUD LnDIST LnPROFP

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.198279	0.092318	2.147776	0.03345
AQUIF	-1.451624	0.19604	-7.404838	1.11872e-11
LnQAUD	0.947053	0.05170	18.31773	5.35146e-39
R-squared	0.71037425	Mean depend. var		-0.76260
Adjusted R-squared	0.70623674252	S.D. dependent var		1.58784
S.E. of regression	0.860610839582	Sum squared resid		103.69114
F-statistic	171.691219688	Durbin-Watson stat		1.497230
Prob(F-statistic)	0.000000			

Software - EVIEWS - Licenciado para CAEN/ UFC.

Dependent Variable: Ln Va
 Method: Two-Stage Least Squares (segundo estágio)
 Date: 11/13/01 Time: 12:37
 Sample: 1 143
 Included observations: 143
 White Heteroskedasticity-Consistent Standard Errors & Covariance
 Instrument list: AQUIF LnQAUD LnDIST LnPROFP

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.508654	0.92933	0.54735	0.58503
LnQs	-0.436439	0.05610	-7.77914	1.48980e-12
LnDIST	0.088397	0.05075	1.74166	0.08378
LnPROFP	-0.455198	0.22341	-2.03750	0.04350
R-squared	0.2685			-1.06218
Adjusted R-squared	0.2528	S.D. dependent var		0.97310
S.E. of regression	0.841173832097	Sum squared resid		98.3527
F-statistic	23.9561215105	Durbin-Watson stat		1.854059
Prob(F-statistic)	1.47440647812e-12			

Software - EVIEWS - Licenciado para CAEN/ UFC.

Apêndice 5. Resultados das regressões estimadas para o litoral.

Dependent Variable: LnQS
 Method: Two-Stage Least Squares (primeiro estágio)
 Date: 07/11/99 Time: 11:17
 Sample: 1 47
 Included observations: 47
 Instrument list: AQUIF LnQAUD LnDIST LnPROFP

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.227465	0.18079	-1.25815	0.21497
LnQAUD	1.100567	0.09600	11.46406	8.38136e-15
AQUIF	-0.179899	0.24425	-0.73653	0.46532
R-squared	0.7640	Mean depend. var		-1.21328
Adjusted R-squared	0.7534	S.D. dependent var		1.54297
S.E. of regression	0.7664	Sum squared resid		25.84429
F-statistic	71.2250	Durbin-Watson stat		1.55799
Prob(F-statistic)	1.598022e-14			

Software - EVIEWS - Licenciado para CAEN/ UFC.

Dependent Variable: LnVa
 Method: Two-Stage Least Squares (segundo estágio)
 Date: 07/11/99 Time: 11:20
 Sample: 1 47
 Included observations: 47
 White Heteroskedasticity-Consistent Standard Errors & Covariance
 Instrument list: AQUIF LnQAUD LnDIST LnPROFP

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
	-0.201043	1.521645	-0.13212	0.89550
Ln Qs	-0.448585	0.111355	-4.02843	0.00022
LnDIST	0.016601	0.141226	0.11755	0.90697
LnPROFP	-0.328329	0.376420	-0.87224	0.38792
R-squared	0.2201			-0.95951
Adjusted R-squared	0.1657	S.D. dependent var		0.99292
S.E. of regression	0.90694	Sum squared resid		35.36957
F-statistic	6.576190	Durbin-Watson stat		2.1744414
Prob(F-statistic)	0.00093052563			

Software - EVIEWS - Licenciado para CAEN/ UFC.

Apêndice 6. Resultados das regressões estimadas para a serra.

Method: Two-Stage Least Squares (primeiro estágio)

Date: 07/11/99 Time: 11:17

Sample: 1 a 57

Included observations: 57

Instrument list: AQUIF LnQAUD LnDIST LnPROFP

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.500503	0.219694	-2.278185	0.026697
LnQAUD	0.959657	0.092860	10.334450	2.1066e-14
AQUIF	-0.942457	0.241196	-3.907429	0.000262
R-squared	0.7159	Mean dependent var		-2.171126
Adjusted R-squared	0.7054	S.D. dependent var		1.393762
S.E. of regression	0.7565	Akaike info criterion		2.330983
Sum squared resid	30.9043	Schwarz criterion		2.438512
Log likelihood	-63.43300	F-statistic		68.041007
Durbin-Watson stat	1.66467	Prob(F-statistic)		1.75078e-15

Software – EVIEWS – Licenciado para CAEN/ UFC.

Dependent Variable: Ln Va

Method: Two-Stage Least Squares (2º Estágio)

Date: 07/07/99 Time: 20:25

Sample: 1 57

Included observations: 57

Instrument list: AQUIF LnQAUD LnDIST LnPROFP

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.322512	2.234840	0.144312	0.885802
LQs	-0.551682	0.110145	-5.008707	6.4403e-06
LnDIST	0.072552	0.139306	0.520810	0.604668
LnPROFP	-0.545657	0.534483	-1.020907	0.311936
R-squared	0.2435	Mean dependent var		-0.8223
Adjusted R-squared	0.2007	S.D. dependent var		1.0605
S.E. of regression	0.9481	Sum squared resid		47.64401
F-statistic	9.5576	Durbin-Watson stat		1.1738
Prob(F-statistic)	3.8023e-05			

Software – EVIEWS – Licenciado para CAEN/ UFC.



Apêndice 7. Modelos de equações simultâneas: sistemas recursivos e o emprego de mínimos quadrados em dois estágios (MQ2E).

O modelo é recursivo se suas equações estruturais podem ser ordenadas, de tal forma que a primeira inclua somente variáveis predeterminadas ao lado direito da equação; e a segunda deve conter estas variáveis predeterminadas, sendo a primeira variável endógena (da primeira equação) ao lado direito e, assim, sucessivamente. Veja o exemplo:

$$\begin{aligned} Y_1 &= \alpha_0 + \alpha_1 X_1 + \alpha_2 X_2 + \omega_1 \\ Y_2 &= \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 Y_1 + \omega_2 \\ Y_3 &= \delta_0 + \delta_1 X_1 + \delta_2 X_2 + \delta_3 Y_1 + \delta_4 Y_2 + \omega_3 \end{aligned}$$

Assume-se que as variáveis aleatórias são independentes, ou seja, apresentam média zero [$E(w) = 0$], variância constante [$E(w^2) = \sigma^2$] e covariância zero [$E(w_i w_j) = 0$]. Satisfeitas as condições, as variáveis dependentes sucessivas são determinadas recursivamente pelas equações estruturais. Por isso, os sistemas recursivos se constituem em uma exceção em modelos simultâneos, em que é possível o uso do método de Mínimos Quadrados Ordinários – MQO, para estimar as equações.

O MÉTODO DE MÍNIMOS QUADRADOS EM DOIS ESTÁGIOS – MQ2E.

O método MQ2E é muito útil para obter estimativas dos valores dos parâmetros estruturais em equações sobreidentificadas. O MQ2E usa a informação disponível para a especificação de um sistema de equação, para se obter única estimativa para cada parâmetro estrutural.

Em linhas gerais, os dois estágios do método podem ser resumidos da seguinte forma:

1º Estágio: estimam-se as equações na forma reduzida por meio de MQO, e obtém-se o valor predito da variável endógena da primeira equação;

2º Estágio: substitui-se no lado direito da segunda equação a variável endógena estimada no primeiro estágio e estima-se a segunda equação por MQO.

Uma vez conhecidos os procedimentos gerais de estimação do MQ2E, considerem-se as equações estruturadas para refletir o valor econômico da água empregada no item 5.4 desta pesquisa:

$$\begin{aligned} (1) \quad \ln Q_s &= \alpha_0 + \alpha_1 \ln QAUD + \alpha_2 \ln AQUIP + u_{1t} \\ (2) \quad \ln Va &= \beta_0 + \beta_1 \ln Q_s + \beta_2 \ln DIST + \beta_3 \ln PROFP + u_{2t}, \text{ em que:} \end{aligned}$$

Qs= Quantidade de sal, Kg/fam/dia;

Va= Valor da água em R\$/m³. Este valor corresponde à soma dos custos de construção, depreciação dos equipamentos e construções, custos de operação (energia elétrica), custos de manutenção e custos de deslocamento;

QAUD = Quantidade utilizada (consumida) de água para fins domésticos, em m³/fam, calculado a partir da vazão dos poços e do período de tempo de bombeamento dos mesmos.

AQUIF = Tipo de aquífero, onde AQUIF = 1, para sedimento; e AQUIF = 0, para outros;

DIST = Distância percorrida para coletar água, em quilômetros; e

PROFP = Profundidade do poço, em metros.

Nota-se que $\ln Va$ e $\ln Qs$ são variáveis endógenas do sistemas, as demais são variáveis predeterminadas; α e β são os parâmetros estruturais da equação e u_{it} é o termo de erro aleatório. Supõe-se que os termos de erro aleatório (u_{i1} e u_{i2}) são independentes e igualmente distribuídos em média zero e variâncias finitas.

O sistema de equações estabelecido para refletir o valor da água é um caso especial de equações simultâneas chamado de sistema recursivo. Nesse caso particular, a equação (1) pode ser considerada como equação reduzida, visto que o valor estimado de $\ln Qs$ é função unicamente de variáveis explicativas. Assim, o procedimento de estimar $\ln Qs$, ou seja, obter $\ln \hat{Qs}$, compreende o primeiro estágio do método MQ2E.

Posteriormente, substitui-se na equação (2) o valor estimado de $\ln Qs$, para encontrar as estimativas do valor da água, ou seja:

$$\ln \hat{Va} = \beta_0 + \beta_1 \ln \hat{Qs} + \beta_2 \ln DIST + \beta_3 \ln PROFP + u_{i2}$$

Esta etapa compreende o Segundo estágio do método MQ2E.

HIPÓTESES DO MQ2E

O MQ2E envolve a aplicação do método clássico de MQO para dois tipos de funções: para as equações na forma reduzida e para a função estrutural transformada. A transformação consiste na substituição das variáveis endógenas por seus valores estimados (\hat{Y}), obtidos das equações nas formas reduzidas. As hipóteses do modelo são:

1. O termo perturbação ω das equações estruturais originais devem satisfazer a hipótese usual de média zero, variância constante e covariância zero. Entretanto, os termos erros

v da forma reduzida não possuirão estas características e como consequência, o modelo pode falhar;

2. O termo erro das equações na forma reduzida v deve satisfazer as hipóteses estatísticas usuais, que são (a) média zero, variância constante e covariância zero; e (b) v deve ser independente das variáveis exógenas de todo modelo estrutural. A hipótese de média zero, variância constante e covariância zero para v são satisfeitas logo que os termos aleatórios de todas as equações estruturais ω satisfaça estas condições, porque v é uma função linear exata dos erros ω estruturais;
3. As variáveis explicativas não são perfeitamente multicolineares, assim como todas as variáveis do tipo macro são corretamente agregadas;
4. Assume-se que se conhecem todas as variáveis do sistema, independente das equações nas quais eles aparecem. Não é necessário conhecer a formulação matemática de todo o sistema em todos os detalhes, mas se deve conhecer corretamente todas as variáveis exógenas do sistema; e
5. Assume-se que a amostra é suficientemente grande e, em particular, o número de observações é maior que o número de variáveis predeterminadas no sistema estrutural. Se o tamanho da amostra é pequeno, em relação ao número total de variáveis exógenas, pode não ser possível se obter estimativas significantes dos coeficientes na forma reduzida.

PROPRIEDADE DAS ESTIMATIVAS DE MQ2E

Uma vez satisfeitas as hipóteses do MQ2E, as estimativas obtidas com o método apresentam as seguintes propriedades:

1. Para amostras pequenas, as estimativas são viesadas;
2. Contudo, em amostras grandes ($n \rightarrow \infty$), o viés tende a zero, isto é, as estimativas de MQ2E são assintoticamente não viesadas;
3. As estimativas de MQ2E são consistentes, isto é, sua distribuição recai sobre o verdadeiro parâmetro β com ($n \rightarrow \infty$), ou seja, número de observações tendendo ao infinito;
4. As estimativas de MQ2E são assintoticamente eficientes, sob certas suposições de distribuição da perturbação.