

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO  
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA

MONOGRAFIA DE FINAL DE CURSO

Estimação de Demanda por água no setor doméstico na  
bacia do rio Paraíba do Sul

Paula da Silva Aniceto

No. De matrícula 00168887

Orientador: Sérgio Besserman

Co-orientador: José Gustavo Feres

Dezembro 2003

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO  
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA

MONOGRAFIA DE FINAL DE CURSO

Estimação de Demanda por água no setor doméstico na  
bacia do rio Paraíba do Sul

Paula da Silva Aniceto

No. De matrícula 00168887

Orientador: Sérgio Besserman

Co-orientador: José Gustavo Feres

“Declaro que o presente trabalho é de minha autoria e que não recorri para realizá-lo, a nenhuma forma de ajuda externa, exceto quando autorizado pelo professor tutor”.

Dezembro 2003

“As opiniões expressas neste trabalho são de responsabilidade única e exclusiva do autor”.

Dedico aos meus pais, por tudo que me ensinaram e pela paciência e amor dedicados a mim em todos os momentos e ao meu irmão, pela ajuda e companheirismo.

Agradeço ao Ronaldo Serôa da Motta, pelo que aprendi no IPEA e aos meus orientadores, Sérgio Besserman e José Gustavo Feres pela ajuda e atenção com que me orientaram.

## SUMÁRIO

<b>1 – Introdução .....</b>	<b>5</b>
<b>2 - Situação da Água e do Esgoto no Brasil .....</b>	<b>7</b>
2.1 – Evolução institucional do setor de saneamento básico brasileiro .....	7
2.2 – Índices de cobertura .....	11
2.2.1 – Índice de cobertura de água .....	12
2.2.2 – Índice de cobertura de esgoto .....	15
2.3 – Dispendio domiciliar com saneamento .....	17
<b>3 – Aspectos Econométricos .....</b>	<b>20</b>
3.1 – Revisão da Literatura .....	20
3.2 – Especificação do preço da água .....	21
3.2.1 – Tarifcação por bloco e modelo de escolha em dois estágios .....	24
3.3 – Simultaneidade e endogeneidade .....	25
3.4 – Estimacões .....	25
<b>4 – Estimacões e Resultados .....</b>	<b>27</b>
4.1 – Descriçao do modelo .....	27
4.2 – Descriçao da base de dados .....	29
4.3 – Estimacões e análise dos resultados .....	30
<b>5 – Conclusão .....</b>	<b>34</b>
<b>6 – Anexo .....</b>	<b>36</b>
<b>7 – Bibliografia .....</b>	<b>38</b>

## **1 - Introdução:**

A implantação da cobrança pelo uso e poluição da água é um assunto que vem sendo largamente discutido atualmente, sobretudo na região da bacia do rio Paraíba do Sul. Esse instrumento apresenta dois objetivos. O primeiro é conseguir fundos para a gestão de recursos hídricos. Por outro lado, essa cobrança busca diminuir as externalidades ambientais negativas devido ao uso da água para consumo e diluição de efluentes (no caso doméstico, esgoto).

A cobrança da água vem sendo desenvolvida pela ANA (Agência Nacional de Águas) e é um instrumento econômico e regulatório, que vem sendo utilizado no consumo da água, pois essa passou a ter um valor econômico por causa da escassez, tanto na qualidade quanto na quantidade.

Os recursos hídricos estão sendo cobrados, não somente com o objetivo de obter renda, mas também para provocar mudanças, com a redução de perdas e com a gestão com justiça ambiental, pois cobra-se de quem usa e de quem polui.

A Lei 9433 de 1997 definiu a cobrança da água como um instrumento de regulação e a Lei 9984 de 2000 instituiu a ANA, dando-lhe a competência de implementar, junto com o Comitê de Bacia Hidrográfica, a cobrança pelo uso dos recursos hídricos na região.

A cobrança da água tem como objetivo, nos estados do Rio de Janeiro, Minas Gerais e São Paulo (os três que compõem a bacia do rio Paraíba do Sul), melhorar a qualidade ambiental, e aplicação das receitas em um fundo de Recursos Hídricos, segundo as legislações estaduais.

A atividade desenvolvida na bacia do rio Paraíba do Sul é feita pela ANA em conjunto com os gestores estaduais, no caso de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro. Entre as ações propostas no processo de implementação da cobrança, está o estabelecimento de critérios e procedimentos para seu cadastro.

A região da bacia do rio Paraíba do Sul não é o primeiro caso de adoção da cobrança, pois já vem sendo adotada no estado do Ceará, mas é a primeira no âmbito federal.

Nas páginas seguintes será possível analisar os efeitos da cobrança da água na demanda dos usuários domésticos (apesar da cobrança ser feita também para os setores industrial e agrícola) e ressaltar as modificações decorrentes da introdução da mesma, através da elasticidade-preço.

Outra questão que será investigada no seguinte trabalho diz respeito a maneira mais eficaz de se atingir metas de redução de consumo doméstico. Esse objetivo pode ser atingido através do aumento do preço ou por uma política não tarifária de aumento do número de hidrômetros.

O trabalho será dividido em três partes.

Na primeira parte, será discutida a situação da água e esgoto no Brasil, ou seja, como é dividido esse setor e como se deu a sua evolução institucional. Também será tratada a questão dos índices de cobertura de água e esgoto. Por último será analisado o dispêndio domiciliar com saneamento. Com isso, procuro fazer um panorama do setor de saneamento antes de analisar os resultados das regressões.

Na segunda parte, serão apresentados os aspectos econométricos, tais como endogeneidade e utilização de preços médio ou marginal. Também será analisada nessa parte a literatura sobre demanda doméstica por água.

Por fim, serão analisados os dados (SNIS, IBGE) usados no modelo, a descrição do mesmo e os resultados obtidos nas regressões.

## **2 – Situação da Água e Esgoto no Brasil:**

### ***2.1 – Evolução institucional do setor de saneamento básico brasileiro:***

Até a década de 60 as políticas governamentais para o setor de saneamento foram escassas, principalmente em relação ao crescimento da demanda da população urbana. Isso explica o déficit no abastecimento de água e esgotamento sanitário, gerado também pela ausência de planejamento nesse setor. As conseqüências dessa falta de investimento foram sérios problemas de mortalidade infantil e deterioração sanitária.

Os serviços de água e esgoto eram feitos pelos municípios até os anos 70, sob a supervisão da FUNASA (Fundação Nacional da Saúde), que era supervisionada pelo Ministério da Saúde. Em 1971 é estabelecido o PLANSA (Plano Nacional de Saneamento), que fica responsável pelo planejamento do setor, das políticas de tarifas de crédito e outras normas. Além disso, o PLANSA criou as CEAs (Companhias Estaduais de Água e Esgoto) com o incentivo das municipalidades fazerem concessões de longo prazo para essas companhias recém criadas em troca de investimentos concedidos pelo BNH (Banco Nacional de Habitação). Entre os 4100 municípios, 3200 aderiram ao PLANSA, o que é justificado pela necessidade de atingir economias de escala em grandes áreas metropolitanas.

As CEAS atendem 80% da população urbana de mais de 3100 municípios. O resto do mercado é composto por agências municipais e por pequenas agências de água da FUNASA.

O modelo Planasa é um dos programas que foram implementados durante o período militar e que seguia um arcabouço institucional parecido com todos os outros. A maior parte dos recursos era centralizada onde a União regulava e financiava as atividades, através da criação de regras e diretrizes e acompanhando de perto os resultados do programa.

O modelo de gestão era centralizado e autoritário, impedindo a participação social e tendo excessiva setorização. Com o argumento de que o nível de racionalidade diminuiria, as negociações entre os atores sociais foram negligenciadas, assim, a decisão política seria tomada por um corpo técnico qualificado, onde não teria interferência externa. Dessa forma, a estrutura de saneamento básico se tornou sólida e permanece até hoje.

O Plano Nacional de Saneamento foi o mais importante na história dos modelos de regulação do setor de saneamento. Ele aumentou o acesso à água tratada e ao esgotamento sanitário e essa estrutura ainda é predominante.

O Plano se mostra essencialmente técnico, onde era preciso dar mais racionalidade ao setor, estabelecendo metas, por exemplo, até 1980 esperava-se que 80% da população urbana tivesse acesso à água tratada e que 50 % tivesse acesso ao esgotamento sanitário<sup>1</sup>.

O Planasa estabeleceu uma forte estrutura de financiamento, prestação e gestão de serviços de saneamento básico, que continua vigorando atualmente. Junto com essa instituição se criou um aparato tecnológico e uma forma de intervenção no espaço urbano adequado para permitir o acesso de uma parcela maior da população a esses serviços. Porém as conquistas desse plano contrastam com os déficits que atingem de maneira divisora as camadas mais pobres da população.

A regulação do setor de saneamento ficou a cargo do Banco Nacional de Habitação – BNH, que era centrado na esfera federal, e a execução da política ficou sob a responsabilidade das Companhias Estaduais de Saneamento Básico (Cesbs). Além da criação dessas companhias, os estados estariam encarregados de criar um Fundo de Financiamento de Água e Esgoto – FAE para garantir a viabilidade financeira do Plano. Pode parecer contraditório com o caráter centralizado almejado pela União, mas esta era uma forma de fortalecimento do federativo, afastando o caráter paternalista do Executivo Central.

O BNH conseguia convencer os estados e municípios a adotarem esse modelo estatal a partir de um instrumento forte de persuasão: grande volume de recursos disponibilizados pelo FGTS. Desde de 1970 esse fundo se apresenta como o principal financiador do setor de saneamento básico e gozava de uma larga margem para aplicação em infra-estrutura urbana devido ao “milagre econômico”.

Os municípios não tinham acesso a empréstimos federais e estaduais, logo deram seus serviços as Cesbs. Os estados tinham acesso as facilidades e empréstimos<sup>2</sup>. Assim, as companhias estaduais de saneamento se estabeleceram em todo o país em meados da década de setenta.

Segundo o BNDES, o custo total, investimentos mais operação, do sistema de esgoto é, em média, 22% maior do que o de água. Dessa forma, o Planasa sugeria como estratégia

---

<sup>1</sup> Dados obtidos no relatório do Plano Nacional de Saneamento Básico.

<sup>2</sup> A legislação do BNH diz que o FAE só poderia ser utilizado em companhias estaduais.

que as companhias estaduais concentrassem inicialmente seus recursos em sistemas de abastecimento de água, mais viáveis economicamente do que os de esgotamento sanitário, e nas cidades grandes e médias, com maior garantia de retorno dos investimentos.

O Banco Nacional de Habitação (BNH), através do Plano Nacional de Saneamento (PLANASA) gerencia os recursos do setor de saneamento básico e incentiva a criação de companhias estaduais, sob a forma de economia mista, e concessão dos serviços pelos municípios aos estados.

Nos anos 80 o PLANASA começa a perder fôlego e demonstrava baixo rendimento. Com o ambiente de hiperinflação e com a inadimplência, o regime de tarifas e os fundos de investimentos ficaram prejudicados. O PLANASA era muito centralizado e com a constituição de 88 e sua ênfase na descentralização ele se tornou obsoleto.

A crise econômica da década de 80 e a adoção de um modelo centralizado no BNH levaram a uma política seletiva, privilegiando as grandes empresas estaduais e não as prefeituras e interesses locais.

Em 1985, nem todos os municípios aderiram ao PLANASA, fundando, assim, a Associação dos Servidores Municipais de Água e Esgoto (ASSEMAE).

Em 1986 o PLANASA terminou, assim como o BNH. O Plano era fundado principalmente sobre bases financeiras e em especial nos recursos do FGTS. Com a crise econômica dos anos oitenta, fazendo com que a falta de crédito fácil do “milagre” levando companhias estaduais, assim como os estados, a se endividarem com a União.

Com a Constituição de 1988, a ênfase na descentralização e privatização traz de volta a responsabilidade de políticas públicas ao poder local. O setor de saneamento básico apresenta diversos problemas com o processo de municipalização, entre eles, a desigualdade de capacidade dos municípios em atender e aprimorar os serviços prestados.

A desestatização do setor de saneamento básico chegou ao seu limite. É o setor que causa mais danos por causa da insuficiência de recursos públicos. “Como algumas concessões vem sendo feitas sem que o novo modelo de regulação tenha sido definido, continuamos longe de alcançar os melhores frutos da privatização: tarifas mais baixas, melhor qualidade dos serviços e, principalmente, maior grau de cobertura da população atendida.”<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> Marina Figueira de Mello, no texto Privatização do Setor de Saneamento no Brasil.

Porém, não pode-se dizer que o setor de saneamento básico e de abastecimento de água está totalmente estatizado, porque ainda não está totalmente definida a questão das concessões, ou seja, se elas são estaduais, municipais ou federais.

Além disso, a questão da desestatização recai sobre um problema de investimento. Esse é um setor que demanda muito capital e gera um número enorme de empregos. Apenas o setor público não é capaz de investir, sozinho, no desenvolvimento dos serviços de água e esgotamento sanitário. Dessa forma é preciso que haja investimentos privados, através de concessões.

Uma nova política está sendo estudada e enquanto isso o Planasa vai seguindo por inércia, mesmo sem um aparato como o BNH por trás. Desde que o BNH acabou, a política de saneamento passou por grande instabilidade institucional dificultando a implementação de metas ou programas nacionais para o setor.

O Programa de Modernização do Setor de Saneamento Básico é um instrumento da Política Nacional de Saneamento, para promover a “eficiência dos prestadores públicos de serviços e a ampliação da participação do setor privado, para aumentar a capacidade de investimentos do setor visando a universalização dos serviços de água e esgotos com qualidade e eficiência”.

Desde 1995 o setor de saneamento está sendo supervisionado pela SEDUR (Secretaria de Desenvolvimento Urbano) que tem três papéis importantes: (i) desenvolvimento de uma política nacional para o setor; (ii) coordenação do setor com diferentes instituições federais, estaduais e governos municipais; (iii) normas para alocação de fundos federais para o setor.

As esferas administrativas das instituições responsáveis pelo abastecimento de água são divididas entre municipais, estaduais, federais e privadas. No Brasil, 68,8% das instituições pertencem à administração estadual e 45, 5% à esfera municipal. Existem diferenças entre as regiões.

O padrão encontrado para o conjunto não é muito diferente do encontrado em relação ao tamanho dos municípios. Os dados do IBGE mostram que municípios maiores ou menores apresentam a mesma tendência de distribuição de responsabilidades entre as várias esferas, com predominância das empresas estaduais e municipais.

## ***2.2 – Índices de cobertura de água e esgoto:***

O abastecimento de água e esgoto é uma questão fundamental devido aos riscos que a falta desse serviço ou o fornecimento inadequado podem ter na saúde pública. A universalização desse serviço está sendo buscada em todos os países em desenvolvimento e, no Brasil, o aumento da oferta de serviços de saneamento é apontado como uma prioridade no programa do atual governo.

Conforme dito anteriormente, ainda que o modelo PLANASA tenha se esgotado na década de 80, houve um aumento significativo nos índices de cobertura de serviços de água e esgoto. Este aumento concentrou-se sobretudo nas áreas urbanas. A cobertura de água urbana aumentou de 60% de 1970 para 86% em 1990, da mesma forma a cobertura de esgoto urbano também aumentou nesse período de 2% para 48%.

De 1991 a 2000 o Brasil apresentou melhoria no serviço de água e saneamento, com 71% dos domicílios sendo atendidos com sistema de água tratada no primeiro ano e no segundo ano esse número aumentando para 78%.

O SEDUR estimou que o volume de investimento necessário para atingir a cobertura total de serviços de água e esgoto é de US\$36 bilhões, equivalentes a 0,5% do PB de 1999.

Para atingir o objetivo da universalização dos serviços e superar os desafios impostos pela caracterização da demanda não atendida, é fundamental que se priorizem os investimentos com subsídios fiscais no atendimento às populações de mais baixa renda, que se estimulem investimentos em esgotamento sanitário e que o setor se modernize, buscando mais apropriadas para a prestação dos serviços e financiamento dos investimentos necessários, inclusive o aumento da participação privada.

Mesmo que 91% da população urbana seja atendida pelos serviços de água e saneamento, ainda existem problemas como, por exemplo, concentração do déficit em áreas de baixa renda e elevadas perdas de faturamento.

A população de mais baixa renda é aquela onde o atendimento de saneamento apresenta um maior déficit, principalmente em áreas menos desenvolvidas ou em municípios menores.

Percebe-se que a oferta de serviços de saneamento é fortemente influenciada pela desigualdade de renda e pelo porte populacional dos municípios.

Pode-se observar carências nos serviços de saneamento básico nas regiões. As regiões norte e nordeste apresentam dados piores do que as regiões sul e sudeste, sobretudo quando as áreas urbanas que são comparadas.

Os déficits de atendimento se concentram nas classes sociais mais pobres. Observa-se diferença também das áreas urbanas para as rurais. Dados os números do IBGE, descritos na tabela4 abaixo, o abastecimento e acesso ao saneamento são melhores na área urbana que na rural.

**Tabela1: Déficit em Abastecimento de Água de Famílias com Renda de até 2 Salários-Mínimos**

	<b>Total</b>	Urbano	Rural
Nº de domicílios	<b>4 milhões</b>	1 milhão	3 milhões
% sem déficit	<b>42,5</b>	17,4	85,1

Fonte: PNAD 96 – IBGE.

Na área rural, no entanto, o índice de cobertura de água se apresenta mais uniforme, pois em todas as regiões são verificados índices de atendimento, tanto para abastecimento de água quanto para esgotamento sanitário. Mas isso não implica em índices mais altos. Segunda a PNAD/1996, os indicadores de cobertura de serviços nessa área atingem somente 19,8% e 18,2% para abastecimento de água e esgoto, respectivamente.

### *2.2.1– Índice de cobertura de água:*

Conforme dito anteriormente, a cobertura de água apresentou um grande crescimento entre os anos 70 e 90 no Brasil. O mesmo aconteceu com a cobertura de esgoto urbano.

A tabela abaixo mostra a evolução da cobertura da água durante os anos de 1989 e 2000. em 1989, o Brasil apresentava 4425 municípios, dos quais 95,9% possuíam serviço de abastecimento de água por rede geral. Já em 2000, o número de municípios aumentou para 5507 e o atendimento das prestadoras de serviço de abastecimento de água é de 97,9% desses municípios.

---

<sup>4</sup>Saneamento: Os Desafios do Setor e a Política Nacional de Saneamento. Dilma Seli Pena, Marcos Thadeu Abicalil.

**Tabela 2: Municípios, total e com serviço de abastecimento de água, 1989 – 2000.**

Grandes Regiões	Municípios					
	1989			2000		
	Total	Com serviço de abastecimento de água		Total	Com serviço de abastecimento de água	
		Total	Percentual (%)		Total	Percentual (%)
Brasil	4425	4245	95,9	5507	5391	97,9
Norte	298	259	86,9	449	422	94
Nordeste	1461	1371	93,8	1787	1722	96,4
Sudeste	1430	1429	99,9	1666	1666	100
Sul	857	834	97,3	1159	1142	98,5
Centro-Oeste	379	352	92,9	445	439	98,4

Fonte: IBGE, Diretoria de População e Indicadores Sociais, PNSB, 1898/2000.

Contudo, a tabela 2 não revela a distribuição do atendimento, mostrando sinais de iniquidade social, com déficits de atendimento concentrados nos segmentos populacionais de mais baixa renda. Por exemplo, dos 9,4 milhões de domicílios com até dois salários mínimos, apenas 5,4 milhões estão ligados às redes públicas de abastecimento de água; por outro lado, famílias com mais de 10 salários mínimos têm atendimento se aproximando da universalização.

Em 2000, a PNSB mostrou que 2% do total de municípios, a maior parte nas regiões norte e nordeste, não possuíam serviço de abastecimento de água por rede geral. E apesar de ter tido uma redução desse número de municípios sem abastecimento, o investimento não ocorreu na mesma proporção, porque as regiões sofreram mudanças diferentes.

Dentre os serviços de saneamento básico, a rede de distribuição de água atinge, 63,9% do número de municípios recenseados pelo Censo 2000 apesar disso, existe uma grande desigualdade regional, onde 70,5% dos municípios da região sudeste são atendidos e apenas 44,3% da região norte são atendidos, por exemplo. Essas diferenças ocorrem por causa do entendimento dos moradores sobre a natureza dos serviços disponíveis em seu próprio domicílio e pelo fato das características domiciliares serem investigadas apenas nas residências permanentemente habitadas.

As informações do Censo 2000 mostram que 77,8% dos domicílios particulares permanentemente ocupados responderam dispor do serviço de abastecimento de água por rede geral.

À medida que o porte populacional aumenta, maiores são as proporções de domicílios abastecidos. Municípios com maior porte populacional se encontram nas regiões com maior desenvolvimento socioeconômico, logo as demandas são maiores fazendo com que os investimentos públicos e privados aumentem.

Segundo os dados do IBGE, existem 8656 distritos com rede distribuidora, e em grande parte deles há utilização de mais de uma fonte para suprir o sistema de abastecimento de água. A fonte mais utilizada na retirada da água para alimentar o sistema é o manancial. Alguns distritos utilizam a água captada e tratada em outros distritos.

A água distribuída no conjunto dos 8656 distritos, em 5391 municípios com rede de distribuição de água, é feita por ligações prediais, sendo algumas ligações possuem medidores. A região Sudeste é a que apresenta maior índice de medição e a região norte a de menor índice.

Segundo a PNSB, comparando-se os índices de medição de 2000 com os de 1989, o número de ligações com medidores aumentou 81,8%. O aumento foi expressivo em todas as regiões.

A eficiência de atendimento a população pode ser medido através do volume diário per capita de água distribuída por rede geral. Grande parte desse volume que é disponibilizado a população foi de água tratada. O número de estações de tratamento aumentou entre 1989 e 2000, no Brasil. Porém, esse critério é relativo, porque ocorrem perdas dentro do próprio sistema, podendo gerar inequívocos na hora de medir a eficiência.

Considerando o período de 19889 a 2000, o volume per capita distribuído de água tratada e bruta aumentou, com exceção da região Norte, onde o índice per capita de volume tratado diminuiu.

Observando a proporção de água distribuída e tratada, percebe-se que há uma diferença entre a região Norte, onde o percentual é de 67,7% e nas regiões Sudeste, Nordeste, Sul e Centro-Oeste, onde o percentual é de 90%.

Mas nem todos os resultados são bons, pois o volume de água distribuída sem tratamento também apresentou uma elevação, enquanto que o volume de água tratada varia de acordo com o tamanho da população de cada município. Nesse caso, aparecem desigualdades de abastecimento, como por exemplo, em municípios com menos de 20000 habitantes, 32,1% do volume de água não recebe tratamento e nos com mais de 100000 habitantes a água é distribuída com tratamento quase na totalidade.

Assim como o índice de domicílios com abastecimento de água por rede pública é influenciado pelo tamanho do município, observa-se que o porte da cidade também influencia a questão da qualidade do serviço. Por exemplo, observa-se que o tamanho da população e dos municípios provoca variação nas proporções de água com tratamento, ou seja, quanto maior a população do município, maior é a proporção de água tratada. Por exemplo, em municípios com mais de 100000 habitantes a água é distribuída em sua quase totalidade, enquanto aqueles com o número da população menor de 20000, 32,1% do volume distribuído não recebe tratamento.

Dentre os distritos abastecidos, em 81% a água prestada a comunidade é cobrada dos usuários, tendo como base o consumo medido e estimado, estabelecendo-se tarifas em função de faixas de volumes consumidos.

### *2.2.2 - Índice de cobertura de esgoto:*

O esgotamento sanitário é o serviço dentre os de saneamento básico, que apresenta menor presença nos municípios brasileiros. Apesar de ter tido um crescimento no período de 1989 a 2000, 24% dos municípios apresentou um aumento de apenas 10%. Segundo a PNSB, apenas 33,5% dos domicílios recenseados são atendidos por rede geral de esgoto. Além desse resultado, a PNSB mostra que há uma desigualdade regional marcante. Enquanto na região Sudeste o atendimento cobre pouco mais da metade dos domicílios, na região Norte apenas 2,4% são atendidos.

Em relação a esgotamento sanitário, as regiões Sudeste e Sul têm indicadores melhores do que a média nacional e o déficit nacional aproxima-se do verificado em água.

As diferenças não existem apenas entre as regiões, mas entre os municípios de cada região. Quanto maior o município maior a proporção de domicílios ligados com serviço de esgoto.

Dessa forma, se a desigualdade de serviço domiciliar de rede geral de esgoto está relacionada ao tamanho da população dos municípios, os diferentes estágios de desenvolvimento do país explicam as diferenças inter-regionais encontradas. Por exemplo, municípios com mais de 20000 habitantes na região Sudeste apresentam 44% a mais de domicílios com rede geral de esgoto do que os da região Nordeste com mais de 300000 habitantes.

Apesar do serviço de saneamento ter crescido apenas 10% entre os anos de 1989 e 2000, houve um aumento do tratamento do esgoto coletado, sobretudo nos municípios com população entre 45000 e 100000.

**Tabela 3: Proporção de municípios, por condição de esgotamento sanitário, 2000.**

Grandes Regiões	Proporção de municípios, por condição de esgotamento sanitário (%)		
	Sem coleta	Apenas coleta	Coleta e tratamento
Brasil	47,8	32	20,2
Norte	92,9	3,5	3,6
Nordeste	57,1	29,6	13,3
Sudeste	7,1	59,8	33,1
Sul	61,1	17,2	21,7
Centro-Oeste	82,1	5,6	12,3

Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Departamento de População e Indicadores, PNSB 1989/2000.

O quadro precário do serviço de saneamento é agravado com a reduzida cobertura do serviço de esgotamento sanitário e com a pouca abrangência do tratamento do esgoto. Entre os distritos brasileiros, 1/3 trata o esgoto coletado e 2/3 não o faz. Nesses distritos o esgoto é despejado *in natura* nos corpos de água ou nos solos, comprometendo a qualidade da água usada na irrigação e abastecimento. Do total de distritos que não tratam o esgoto, a maioria se encontra nas regiões Norte e Sudeste.

### **2.3 – Dispendio domiciliar com saneamento:**

Deve-se observar também o peso que o saneamento tem na renda familiar. A despesa média das famílias varia entre R\$5,86 (para as famílias mais pobres) até R\$18,79 (para as famílias mais ricas) e isso significa que o peso mais fica para as famílias com menor rendimento mensal<sup>5</sup>.

De acordo com a Tabela 3, que mostra a despesa média familiar mensal com serviços públicos e seu peso na despesa corrente das famílias no período 95/96, observa-se que existe uma diversidade de importância relativa que a despesa em água e saneamento tem

<sup>5</sup> Dados obtidos pelo FIGBE, Pesquisa de Orçamento Familiares – 1995/96.

não apenas regionalmente, como também entre as diferentes classes de rendimento familiar.

Por exemplo, observa-se que o gasto em centros urbanos tende a ser maior devido a aglomeração de atividades e de pessoas maior do que em centros menores. Essa diferença também é resultado das diferentes classes de renda utilizadas na pesquisa (foi feita entre famílias ricas e pobres).

Pela POF (Pesquisa de Orçamento Familiares) de 1995/96 do IBGE mostra que as famílias das áreas pesquisadas gastavam, em média, 10% da sua renda em transporte urbano, água/esgoto, energia elétrica e telefonia. Essas regiões, onde foi feita a pesquisa apresentam grande variabilidade nos pesos que estes serviços públicos tem nos orçamentos familiares.

A diferença também era percebida em relação à renda das famílias. Despesas com saneamento, energia elétrica e transporte urbano são maiores nas famílias com rendimentos menores. Dados mostram que as famílias com menor rendimento gastavam mais de 16% de seu orçamento com os serviços públicos, enquanto as famílias de maior rendimento despendiam menos de 9% mensalmente.

Cálculos preliminares indicaram que a elasticidade-rendimento das despesas com serviços públicos mostrou que os dispêndios familiares com saneamento são inelásticos, ou seja, os gastos crescem proporcionalmente menos quando os rendimentos familiares mensais aumentam. Também ficou evidenciado que as inelasticidades são maiores para as famílias mais pobres.

Constatou-se que a quantidade consumida de água cresce com o nível de rendimento médio familiar e que a variância desta quantidade é crescente com o rendimento.

A variabilidade do dispêndio familiar é determinada por diversos fatores: as preferências dos usuários, as características das famílias (especialmente o seu tamanho), o grau de essencialidade do serviço, as diferenças de preços dos serviços e o nível de rendimento das famílias.

Índices de preço ao consumidor, ou índice de custo de vida expressam um valor médio de variação nos preços para um universo de consumidores que podem se diferenciar bastante quanto aos seus rendimentos e às suas preferências de consumo. Dessa forma podem existir diferenças significativas de dispêndios para algumas famílias.

Os serviços de utilidade pública apresentam uma participação muito grande nas despesas familiares, perdendo em importância apenas para os dispêndios com a alimentação.

Pela ordem de peso no orçamento familiar, o gasto com saneamento (água e esgoto) está em quarto em importância, se considerarmos os gastos com eletricidade, energia elétrica, telefonia e transporte urbano.

As regiões pesquisadas são: Belém, Fortaleza, Recife, Salvador, Belo Horizonte, Rio de Janeiro, São Paulo, Curitiba, Porto Alegre, Brasília e Goiânia. Nessas áreas, os pesos dos serviços apresentam uma variabilidade muito grande. No caso de saneamento, ocorre uma variação na despesa entre R\$5,69 e R\$25,35.

**Tabela 4: Despesa média familiar mensal com serviços públicos e seu peso na despesa corrente das famílias, em 1995/96.**

Região	Saneamento		Energia elétrica		Telefonia		Transporte urbano		Total	
	Despesa (R\$)	Peso (%)	Despesa (R\$)	Peso (%)	Despesa (R\$)	Peso (%)	Despesa (R\$)	Peso (%)	Despesa (R\$)	Peso (%)
Belém	14	1,4	37,57	3,75	28,22	2,82	50,68	5,06	130,49	13,03
Fortaleza	5,69	0,75	18,79	2,46	23,84	3,12	32,11	7,21	80,45	10,53
Recife	6,57	0,81	19,87	2,46	13,89	1,72	38,92	4,82	79,27	9,82
Salvador	6,31	0,72	16,78	1,92	29,43	3,36	40,67	4,64	93,2	10,64
Belo Horizonte	13,76	1,14	25,99	2,16	31,4	2,61	42,23	3,51	113,4	9,41
Rio de Janeiro	10,94	1,12	35,94	3,69	16,75	1,72	43,06	4,42	106,71	10,96
São Paulo	46,39	1,24	31,17	2,35	24	1,81	50,22	3,79	121,79	9,19
Curitiba	11,86	0,93	28,58	2,23	25,47	1,99	32,25	2,68	100,18	7,83
Porto Alegre	14	1,2	26,92	2,31	19,07	1,64	38,48	3,3	98,5	8,45
Brasília	25,35	1,71	27,99	1,89	54,92	3,71	42,81	2,89	151,09	10,2
Goiânia	14,37	1,49	12,57	2,96	35,58	3,68	18,51	1,92	97,5	10,04

Fonte dos dados originais: FIGBE, Pesquisa de Orçamentos Familiares – 1995/96.

Na tabela 1 percebe-se que existem duas regiões nas quais os dispêndios são bastante superiores aos das outras regiões, fazendo com que o custo médio para as famílias fique cerca de 20% superior para os residentes em Belém e 40% maiores para os que vivem em Brasília.

Fatores relacionados à oferta e à demanda por serviços de utilidade pública explicam algumas diferenças regionais de rendimento familiar. Do lado da oferta a disponibilidade da prestação do serviço é um fator que pode restringir o acesso das famílias ao serviço. O

caso da demanda reprimida, aquela na qual existem famílias demandando o serviço, mas não existe oferta (ou a oferta não é suficiente) é o caso mais evidente.

No lado da demanda, existem também diversos fatores que afetam as despesas efetuadas. Por um lado existem as diferentes preferências dos consumidores (diferentes hábitos culturais), por outro lado, as restrições orçamentárias diferentes também implicam em diferenças.

Os gastos médios familiares com saneamento possuem uma forte relação, estes gastos em geral crescem com o rendimento das famílias, embora de forma não-proporcional.

O dispêndio com saneamento em centros pequenos são maiores do que em centros urbanos para os quais a grande aglomeração de atividades e de pessoas tende a fazer com que os custos sejam maiores.

### 3 – Aspectos Econométricos

#### 3.1 – Revisão da Literatura

A maior parte das aplicações econométricas estão concentradas no setor doméstico, apesar dele não ser o de maior relevância no consumo total dos serviços de água. Isso pode ser explicado pela grande disponibilidade de dados, uma vez que os domicílios são atendidos por companhias de água e esgotamento sanitário.

As primeiras estimações econométricas de demanda por água começaram a aparecer na década de 60 (Howe e Linaweaver (1967)). O principal foco desses estudos, assim como os dos anos 70 (Danielson (1979)), são os Estados Unidos. Estes primeiros trabalhos são incentivados pela avaliação empírica da introdução de instrumentos de controle de demanda, por exemplo, o preço como forma de sinalização de escassez ou de esquemas de racionamento. Além disso, os Estados Unidos passam por longos períodos de seca, surgindo a questão da regulação da demanda e dos instrumentos.

A partir da década de 80 (Jones e Morris (1984)) os estudos se focam na especificação do modelo da demanda e nos métodos econométricos a serem utilizados nas estimações. Nos anos 90, esses estudos se estendem e enfatizam as questões de políticas tarifárias e não-tarifárias.

A literatura é extensa no que diz respeito à demanda por água, mas o contrário ocorre em relação as especificações das funções e dos métodos a serem utilizados. Uma das dificuldades é na escolha do preço a ser utilizado dada a complexidade da cobrança da água. Essa escolha irá acarretar em diferentes especificações da função demanda e dos métodos econométricos.

Os primeiros estudos de demanda são criticados pelos problemas de simultaneidade que eles apresentam, uma vez que são estimados por mínimos quadrados ordinários, ou seja, sem utilizar a variável instrumental. Isso leva a uma correlação do preço da água com o erro, tendo como resultado um estimador viesado e inconsistente.

As questões econométricas começam a ganhar importância nos anos 80, onde começa-se a discutir a inclusão da variável instrumental, chegando nos anos 90, que são marcados pelos modelos em dois estágios.

### 3.2 – Especificação do preço da água

Existem três tipos de estrutura tarifária que foram utilizadas nas utilidades da água: constante, uniforme e tarifa em bloco.

A demanda de um bem é geralmente postulada como a quantidade demandada expressa como função do preço de cada unidade, e outras variáveis que ajudam a explicar a variação de cada unidade tomada. O preço é o total que cada consumidor deve pagar por cada bem vendido.

No caso de tarifa uniforme, o princípio é o mesmo: existe uma tarifa  $q$  é cobrada de todas as quantidades de água. Já o esquema de tarifa por blocos é diferente: um preço menor (maior) não é acessível até  $q$  que a primeira seja vendida por um preço maior (menor).

Pra calcular o preço da água são usados dois métodos: preço médio e marginal. O primeiro método é o que utiliza o preço médio na estimação da demanda por água, dividindo-se o número total de galões vendidos pelo total de contas de água.

O conceito de preço marginal é: preço da última unidade de água vendida. Numa tarifa por blocos decrescente o preço marginal é equivalente a menor tarifa alcançada, ou a tarifa atribuída ao último passo.

Existe uma confusão muito grande em relação a que preço deve ser utilizado na estimação de água. Só na estrutura uniforme é que preço médio e marginal tem a mesma aplicação.

No caso de demanda doméstica por água a tomadora de decisão é a dona de casa, que estará preocupada em saber o quanto a mais ou a menos ela terá que usar em cada temporada. Isso é determinado pelo custo adicional (ou poupança) envolvido. Esse custo extra é o último bloco na tarifa por blocos e não a média de todas as tarifas. Dessa forma é o preço marginal e não o médio  $q$  é apropriado para tomar tal decisão. O preço médio, não apresenta a análise sobre o custo de uma unidade adicional, ele simplesmente calcula a média dos custos da água de todas as unidades. Um modelo especificado por preço marginal permite uma melhor compreensão de como o consumidor responde a uma mudança na estrutura do preço.

Na análise do trabalho usaremos o preço marginal.

É preciso notar que a análise do modelo de bloco de tarifas decrescentes inclui os preços marginal e médio como pressupostos na função de demanda.

O ponto de partida na análise de demanda é assumir que a quantidade consumida do serviço (no nosso caso, água e esgoto) é uma função do nível de renda, do preço do bem e do preço dos outros bens que são consumidos.

Existe um consenso na literatura de que a demanda é descrita de determinada maneira:

$$QA=f(PA, XEC, XCLIM)$$

onde

QA: quantidade demandada de água;

PA: preço da água;

XEC: vetor de características sócio-econômicas;

XCLIM: vetor de características climatológicas;

No caso da união usada nesse trabalho, as elasticidades-preço cruzadas não serão incluídas, pois apenas o preço da água será levado em consideração. Isso também se deve ao fato da água ser considerada um bem que não possui substituto próximo, não tendo a necessidade de utilizar o preço de outros bens.

As variáveis utilizadas nas características sócio-econômicas são: número de habitantes, tamanho do imóvel, entre outras. O outro vetor inclui as variáveis de temperatura média e índice pluviométrico.

A água é freqüentemente precificada utilizando uma estrutura de tarifas em blocos, que pode ser em duas partes, decrescente ou crescente. Em cada caso existe uma tarifa que é fixa. Em estruturas decrescentes os blocos que sucedem são cobrados a um preço menor, no caso de crescentes os blocos sucessivos são cobrados mais caros e na tarifa em dois blocos cada unidade de água adicional utilizada é cobrada ao mesmo preço.

Os modelos com de tarifa crescente e em dois blocos são os mais utilizados, porque o outro pode ser ineficiente, por incentivar ao aumento do consumo, uma vez que consumindo mais paga-se menos.

O modelo de Taylor-Nordin diz que a representação correta da estrutura tarifária por blocos é obtida por uma função demanda que utiliza duas medidas de preço: preço marginal e uma variável diferença. “Esta variável diferença, definida como a diferença entre a conta de água efetivamente paga pelo consumidor menos o que este consumidor pagaria caso o preço marginal da última unidade consumida (i.e., o preço marginal da sua

faixa de consumo) fosse cobrado para todas as unidades consumidas, representaria o efeito renda implicitamente presente no contexto de uma estrutura de preços por bloco”<sup>6</sup>.

Em uma tarifa em blocos crescentes, a variável diferença seria interpretada como uma taxa das unidades compradas a preço marginal inferior ao que o domicílio paga em sua faixa de consumo. Por outro lado, na estrutura decrescente, a variável diferença seria um subsídio. Esse modelo sugere que o coeficiente da variável diferença deve ser igual, em valor absoluto, ao da variável renda (contida no vetor de características sócio-econômicas).

Muitas estimações foram feitas a partir do modelo Taylor-Nordin, mas apenas o estudo de Schefter e David (1985) observou tal igualdade. Dessa forma, a validade do modelo é questionada.

Foster e Beattie (1981) questionam a hipótese de que os consumidores tenham informação perfeita e propõem uma especificação alternativa. O argumento deles é de que a estrutura tarifária é muito complicada e que como a cobrança de água tem um peso muito pequeno na despesa das pessoas, elas não reagiriam ao preço marginal, mas ao preço médio (uma vez que observam o preço cobrado e a quantidade consumida). A função de demanda seria especificada, portanto, pelo preço médio da água e pelas variáveis sócio-econômicas e climáticas:

$$QA = f(PMED, XEC, XCLIM)$$

onde

PMED : preço médio da água;

QA : quantidade de água demandada;

XEC : vetor de características sócio-econômicas;

XCLIM : vetor de características climatológicas;

Segundo Foster e Beattie (1981), a especificação da função demanda deve ser baseada na percepção dos consumidores em relação aos preços e não necessariamente na teoria econômica. O que irá indicar a que preço os consumidores reagem é a evidência empírica.

### ***3.2.1 - Tarifação por blocos e modelos de escolha em dois estágios:***

---

<sup>6</sup> Análise da estrutura de demanda de recursos hídricos para usos agrícola, doméstico e industrial: uma aplicação à bacia do rio Paraíba do Sul.

O modelo para demanda por água de Taylor-Nordin adota a hipótese de que a escolha do consumidor em relação a faixa de consumo é exógena<sup>7</sup>, enquanto nos modelos de Hewitt e Hanemann (1995) e Corral et al. (1998), a escolha da faixa de consumo é endógena.

A decisão de consumo é feita em dois estágios, assim, os modelos são chamados de escolha discreta/contínua. Numa primeira etapa, o consumidor escolhe a quantidade que maximize a sua utilidade, de acordo com o seu bloco de consumo, caracterizando uma demanda condicional; depois, seleciona-se o bloco onde será maximizada a utilidade. A derivação da demanda condicional é uma escolha contínua, e a decisão sobre o bloco é um problema de escolha discreta.

A função de um bem que tem a variação do seu preço sobre faixas de consumo é, geralmente, não linear e não diferenciável.

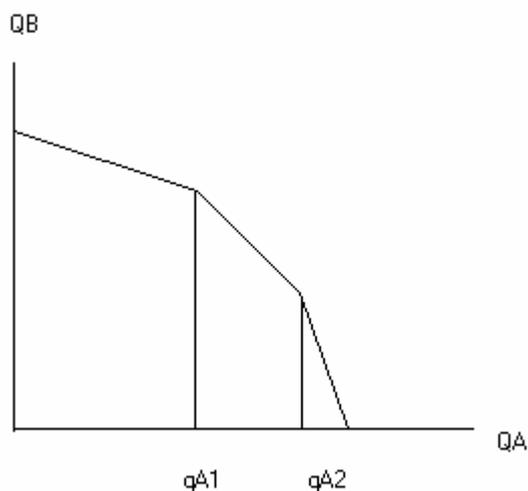
A restrição orçamentária do consumidor para bens com preço em bloco é quebrada.

A figura abaixo representa a restrição orçamentária para uma tarifa em três blocos, onde os preços são crescentes. Até a quantidade  $qA1$ , é pago um preço  $pA1$ , que aumenta quando a demanda por água é  $qA2$ . Na figura, o eixo horizontal representa a demanda por água e o vertical representa a demanda por outros bens.

A inclinação da restrição orçamentária se modifica quando o nível da quantidade onde o preço é modificado é atingido. Dessa forma, a tarifa em blocos irá apresentar mudanças no preço marginal no limite dos blocos.

---

<sup>7</sup> Ao calcular-se o preço marginal e a variável diferença, considera-se a variável binária que indica o bloco escolhido como dada.



### 3.3 – Simultaniedade e Endogeneidade:

Tanto os modelos que utilizam preço médio, como os que utilizam preço marginal apresentam problemas de simultaneidade. No caso do preço médio, o problema é ainda mais evidente, uma vez que ele depende diretamente da quantidade demandada da água, aparecendo, assim, dos dois lados da estimação.

Dessa forma, esse problema deve ser levado em conta ao estimar a demanda por água. Por causa da endogeneidade da variável preço, a utilização do método de mínimos quadrados em dois estágios geraria um estimador enviesado e inconsistente para a função de demanda por água. Porém, trabalhos anteriores mostram que o método alternativo de estimação por variáveis instrumentais apresenta resultados muito próximos dos encontrados por MQO.

Segundo Nauges e Thomas (2000), independente da escolha da variável preço (marginal ou médio), a endogeneidade do preço da água pode ser causada pelo problema de simultaneidade na determinação do preço e quantidade consumida e por uma possível correlação entre o preço da água e os efeitos individuais.

Considere a demanda por água  $QA_{it} = \beta_1 PA_{it} + \beta_2 XEC_{it} + \beta_3 XCLIM_{it} + \xi_i + \eta_{it}$ . Essa equação contém dois erros: o primeiro corresponde a efeitos individuais, representando o erro relativo às características do município  $i$  que teriam influência na demanda doméstica de água. Isso seria uma heterogeneidade não observada, gerada por

variáveis não incluídas no modelo. O outro termo do erro é o erro econométrico convencional.

Existem dois problemas de endogeneidade: o primeiro é decorrente da simultaneidade das variáveis preço-quantidade e ou outro pode ocorrer pela possibilidade de haver correlação entre o erro  $\xi_i$  e as outras variáveis explicativas do modelo.

Após testar o modelo, se ele apresentar correlação do erro com outra variável explicativa, utiliza-se o método de variáveis instrumentais.

### *3.4 – Estimações:*

Apesar dessas diferenças, existe uma idéia em comum nos resultados desses trabalhos: a demanda por água é inelástica em relação ao seu preço. Esse resultado é explicado pelo fato da água ser um bem sem substitutos, fazendo com que mudanças no preço não tenham mudanças significantes no consumo. Outro fator é que a despesa com água não tem grande representação na despesa total dos consumidores, então novamente aumentos no preço não terão grandes efeitos no consumo. E por fim, a demanda por água é proporcional ao uso de outros bens (maquinas de lavar, por exemplo).

É possível observar nos trabalhos existentes na literatura, que variáveis relacionadas à renda têm um efeito positivo no consumo doméstico de água, o que é natural, porque espera-se que residências com maior número de pessoas tenha um consumo maior. Além disso, o consumo de água aumenta a medida que a renda domiciliar aumenta. Esse fato pode estar associado ao padrão de consumo, que muda em diferentes camadas sociais.

## 4 – Estimações e Resultados

### 4.1 – Descrição do modelo

No capítulo anterior foi discutida a escolha da variável preço da água entre preço marginal e preço médio. Para que o preço marginal seja utilizado no modelo, é preciso que as pessoas tenham informação perfeita sobre a estrutura tarifária da cobrança da água. Por outro lado, o modelo que utiliza preço médio parte do conceito de que a estrutura tarifária em blocos é muito complexa e que os consumidores não a observam ou entendem, dessa forma eles reagiriam ao preço médio e não ao preço marginal.

Foi adotado nesse trabalho o modelo com preço médio, porque a região do rio Paraíba do Sul possui um regime tarifário por blocos, onde o preço marginal do metro cúbico varia de acordo com a quantidade de água consumida. É esperado que as pessoas desconheçam a forma de cobrança da água, então elas reagiriam ao preço médio. Além disso, essa estrutura será a utilizada porque os dados encontrados não mostram os preços relativos ao preço marginal.

O modelo estimado utilizará apenas o preço da água, uma vez que a água não possui substituto próximo. Dessa maneira, considera-se que as elasticidades-preço cruzadas sejam irrelevantes.

O modelo usado foi de variável instrumental. O modelo a ser estimado possui a seguinte especificação:

$$\ln(D\_TOTAL) = \beta_0 + \beta_1LOCAL + \beta_2\ln(P\_TOTAL) + \beta_3HOME + \beta_4METERED + \beta_5TURBID + \beta_6(WAGE\_URB) + \beta_7\text{LOG}(\text{RAIN8295})$$

onde

D\_TOTAL: consumo médio de água e esgoto no município *i*;

LOCAL: variável indicadora do tipo de abrangência *\_local* ou *\_regional* do prestador de serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário do município;

P\_TOTAL: tarifa de água e esgoto;

HOME: proporção de consumidores residenciais em relação ao total de consumidores;

METERED: percentual de economias de água cujo consumo é medido por hidrômetro;

TURBID: percentual de amostras de análise de turbidez com resultados fora do padrão;

WAGE\_URB: salário médio urbano municipal;

RAIN8295: média pluviométrica no município;

O coeficiente  $\beta_2$  associado à variável P\_TOTAL fornece a elasticidade-preço da demanda por água, sendo interpretado como a estimação da variação percentual da demanda de água e serviços de esgoto a um aumento de 1% no preço desses serviços. A demanda deve cair em resposta a um aumento do preço, logo esse coeficiente deve ser negativo. O mesmo deve ocorrer com o coeficiente da variável RAIN8295, já que em municípios onde chove-se mais não há a necessidade de fazer determinados serviços com tanta frequência. Já o coeficiente  $\beta_6$ , que está associado a renda, sinal deve ser positivo, porque quanto maior a renda do município maior será a demanda por água, devido ao padrão de consumo (por exemplo, máquinas de lavar e maior números de banheiros nos domicílios).

As variáveis relativas à renda e pluviosidade são, geralmente, incluídas nos modelos de demanda doméstica por água. Além dessas, foram incluídas duas outras que procuram analisar possíveis efeitos na demanda relativos à estrutura institucional dos serviços de água e esgoto e a qualidade da água. Dessa maneira, LOCAL tem o objetivo de verificar se existe diferença entre os municípios que são abastecidos por companhias regionais (abrangência estadual) e aqueles cujo abastecimento é feito por companhias locais (atende um município). TURBID, por sua vez, foi introduzida na equação como um proxy para a qualidade da água. Espera-se um sinal negativo para o seu coeficiente, porque quanto menos a qualidade da água, menos é o consumo.

O impacto sobre o consumo referente aos hidrômetros será captado pela variável METERED. O hidrômetro mostra-se um poderoso instrumento de incentivo ao uso eficiente da água. Isso ocorre porque em domicílios onde não existe tal medição a cobrança é feita baseada no consumo estimado, não sendo uma maneira ótima, porque o preço marginal nesse caso é próximo de zero. Ao instalar um hidrômetro, as pessoas começaram a consumir menos, porque pagarão menos, porque serão alocadas na faixa de consumo correspondente. Assim, o sinal esperado para  $\beta_4$  é negativo.

A variável HOME é introduzida no modelo como variável de controle para o fato de que prestadores de serviço de água e esgoto possuem clientes comerciais e industriais, além dos locais.

#### 4.1 – Descrição da base de dados

Os dados usados para a estimação da demanda de água foram retirados, principalmente do Diagnóstico de Serviços de Água e Esgoto de 2001. Essa publicação é anual e apresenta as principais informações sobre as características do serviço de água e esgoto no Brasil.

A bacia do rio Paraíba do Sul apresenta 180 municípios, localizados nos estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo. Mas como a obtenção dos dados pelo Diagnóstico tem um caráter não censitário, a amostra para a qual havia dados disponíveis para a estimação limita-se a 81 municípios, dos quais 20 estão localizados em Minas Gerais, 41 no Rio de Janeiro e 20 em São Paulo. Apesar de serem poucos municípios, a amostra é representativa quanto a população urbana instalada na região. O percentual da população dos municípios incluídos na amostra em relação à população total da região é de 84%.

As variáveis usadas na estimação são descritas abaixo.

P\_TOTAL: tarifa de água e esgoto;

LOCAL: dummy indicando a abrangência da prestadora de serviço;

LOCAL=1, se a prestadora de serviço é local;

LOCAL=0, caso contrário;

HOME: percentual de economias ativas (água e esgoto) residenciais em relação ao número de economias ativas total;

METERED: percentual de economias ativas de água hidrometrada, cujas ligações são providas de aparelhos de medição em funcionamento regular, que contribuíram para o faturamento no último mês de 2001;

METERED=quantidade de ligações ativas micromedidas

quantidade de ligações ativas de água

TURBID: índice de conformidade das amostras de turbidez;

$$\text{TURBID} = \frac{\text{quantidade de amostras para análise de turbidez fora do padrão}}{\text{quantidade de análises de turbidez realizadas}}$$

WAGE\_URB: salário médio urbano municipal. Optou-se pelo salário urbano, porque o maior consumo de água ocorre na área urbana;

$$\text{WAGE\_URB} = \frac{\text{total de salários pagos}}{\text{Pessoal ocupado em todas as áreas (menos as rurais)}}$$

INV: total dos investimentos realizados, anualmente, em abastecimento de água, esgotamento sanitário e outros, mais as despesas capitalizáveis;

RAIN8295: média pluviométrica anual calculada durante o período de 1982 a 1995.

EXPEND: despesa total com serviços;

A tabela abaixo mostra as estatísticas descritivas das variáveis utilizadas nas estimações.

#### **Estatísticas Descritivas das variáveis utilizadas na estimação**

Variável	Unidade	Média	Desvio-padrão	Mínimo	Máximo
P_Total	R\$ / m <sup>3</sup>	0,90	0,23	0,41	2,14
Resid	-	0,78	0,19	0,42	0,97
Metered	-	0,89	0,18	0,005	1,00
D_Total	m <sup>3</sup> /economia/ano	187,61	54,21	90,39	352,58
Turbid	-	0,04	0,08	0,00	0,41
Wage_urb	R\$ / empregado	5496,19	2593,74	1217,37	13007,53
Rain8295	mm	1360,53	254,00	831,00	2024,36
Expend	R\$	7094017,469	15261505,41	61478	115164029
Inv	R\$	1283432,67	3724475,88	4008,00	26517000,00

#### *4.3 – Estimações e análise dos resultados*

Como a variável preço usada na regressão corresponde ao preço médio, esta variável deve ser endógena. Portanto faz-se necessário o uso de um método de variáveis

instrumentais. O método de estimação adotado é o de mínimos quadrados em dois estágios. As variáveis instrumentais utilizadas foram o valor total dos investimento (INV) e despesas (EXPEND) realizados pelas companhias de abastecimento no ano de 2001.

Dependent Variable: LOG(D\_TOTAL)  
 Method: Two-Stage Least Squares  
 Date: 10/02/03 Time: 16:25  
 Sample: 2 82  
 Included observations: 81  
 Instrument list: LOG(INV) EXPEND C LOCAL HOME METERED  
 TURBID LOG(WAGE\_URB) LOG(RAIN8295)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	4.376923	1.343705	3.257355	0.0017
LOCAL	-0.098569	0.127366	-0.773904	0.4415
LOG(P_TOTAL)	-0.448154	0.239618	-1.870286	0.0655
HOME	0.864111	0.234467	3.685425	0.0004
METERED	-0.457367	0.143197	-3.193982	0.0021
TURBID	-0.135724	0.398497	-0.340591	0.7344
LOG(WAGE_URB)	0.249464	0.073038	3.415534	0.0010
LOG(RAIN8295)	-0.224361	0.149373	-1.502020	0.1374
R-squared	0.557970	Mean dependent var	5.192878	
Adjusted R-squared	0.515583	S.D. dependent var	0.291130	
S.E. of regression	0.202627	Sum squared resid	2.997204	
F-statistic	12.64167	Durbin-Watson stat	1.315623	
Prob(F-statistic)	0.000000			

O primeiro ponto a ser discutido é a elasticidade-preço da demanda de água. Ela se mostra inelástica<sup>8</sup> na região do rio Paraíba do Sul. A elasticidade é significativa ao nível de 10% e apresenta o sinal negativo como esperado. O coeficiente indica que um aumento de 1% no preço de água e esgoto irá diminuir em 0,44% da demanda por esses serviços. Isso indica que a introdução da cobrança da água nessa região pode ser um instrumento interessante para o uso eficiente da água.

Analisando a elasticidade-renda, vemos que o seu coeficiente é positivo e significativo. Dessa forma, um aumento de 1% da renda do domicílio irá aumentar o consumo em 0,25%. Esse resultado era esperado, porque pode haver diferença de consumo entre municípios de diferentes níveis de renda.

Em relação à variável METERED, o sinal negativo e significativo do coeficiente mostra que o uso dos hidrômetros pode influenciar de maneira positiva a redução do consumo de água.

<sup>8</sup> A demanda por um determinado bem é considerada inelástica em relação ao preço quando a elasticidade estimada é menor que 1 em valor absoluto.

O valor positivo e significativo do coeficiente da variável HOME mostra que quanto maior o número de residências na quantidade total de economias de água, em relação ao número de estabelecimentos comerciais, maior será a demanda por água nos municípios.

O coeficiente da variável LOCAL não é significativamente diferente de zero, indicando que os consumidores não respondem às concessões serem locais ou regionais. Da mesma forma, apesar do coeficiente de TURBID apresentar o sinal esperado (negativo), já que o índice de turbidez pode ser considerado como uma *proxy* para a qualidade da água, indicando que quanto maior o índice de turbidez na água, menor a demanda pela mesma, ele não é significativo, mostrando que a questão da qualidade não vai influenciar a escolha dos consumidores.

Por fim, a variação da pluviosidade entre os municípios da região do rio Paraíba do Sul também não parece ser determinante para o comportamento da demanda.

Os resultados permitem uma discussão sobre que instrumento seria melhor como política de diminuição do consumo de água. Pelos resultados mostrados acima, tanto preço da água como utilização de hidrômetros se mostram eficientes nesse propósito. Para que seja possível ver qual instrumento é mais eficaz para promover o consumo eficiente da água é preciso analisar os coeficientes das duas variáveis.

O coeficiente de METERED não fornece diretamente a elasticidade da demanda em relação à instalação de hidrômetros. A elasticidade da demanda em relação a proporção de economias hidrometradas (i.e em relação à variável METERED) é calculada da seguinte maneira:  $(-0,45 \times 0,89)$ , ou seja, multiplicando-se o coeficiente da regressão e a média da variável METERED. Obtém-se, portanto, a elasticidade da demanda de  $-0,40$ .

Portanto, comparando a elasticidade-preço  $(-0,44)$  com a elasticidade em relação aos hidrômetros  $(-0,40)$ , pode-se dizer que políticas de preço serão (ligeiramente) mais eficazes para promover o consumo eficiente da água (de maneira agregada) que o aumento da taxa de hidrometração.

Analisando os resultados encontrados com os da literatura, observa-se que existe um padrão entre eles, apesar das diferentes especificações da função demanda, como foi visto no capítulo anterior.

A elasticidade-preço encontrada se aproxima mais das observadas em estudos nos EUA e é maior do que as encontradas na Europa. Isso pode ser efeito de uma diferença de consumo entre esses dois lugares, ou seja mudanças nos preços teriam maior efeito na bacia do rio Paraíba do Sul do que em algum país da Europa.

O resultado que mais se aproxima do encontrado nesse trabalho é o de Jones e Morris (1984), cujo método de estimação é o de variáveis instrumentais e a elasticidade-preço é  $-0,44$ . Dentre os estudos e países europeus o que mais próximo ao presente trabalho é o de Hoglund (1997), cuja elasticidade-preço é de  $-0,33$  em relação a demanda doméstica na Suécia. Esse estudo também utilizou variáveis instrumentais como método de estimação.

## Conclusão

A água vem gerando extensas discussões atualmente. Seja pelo seu uso sem limites, pela possibilidade de escassez ou pela introdução da cobrança da mesma.

O sistema de abastecimento de água e tratamento de esgoto no Brasil ainda apresenta diversos problemas, dentre eles o déficit no atendimento e a falta de uma estrutura institucional mais organizada.

Além disso, o setor de saneamento básico no brasileiro não encontrou uma forma institucional bem estruturada, ficando em aberto a questão de qual âmbito deveria se dedicar a esse setor, o municipal, o federal ou o estadual, na parte de regulação.

Em uma época de racionamentos, e propagandas para o uso mais comedido da água, é importante observar que medidas seriam mais eficientes para que seja feita uma economia da mesma.

Na primeira parte do trabalho mostrou-se a organização institucional do sistema de esgotamento sanitário e de serviços de água. Também foi mostrada a cobertura da água e esgoto em todo o Brasil. E por fim foi analisado a proporção que esses serviços representam no orçamento familiar. Nessa primeira parte pode-se perceber que o dispêndio com esses serviços não tem um peso tão grande na renda das famílias. Outro aspecto marcante é a desigualdade entre municípios de diferentes rendas e entre as regiões rural e urbana, em se tratando de atendimento e qualidade.

Na segunda parte foram discutidos os aspectos econométricos da estimação da demanda por água, além da apresentação da literatura já existente sobre esse assunto. Um aspecto relevante é a escolha de que preço seria o melhor a ser usado e a partir dessa escolha, ver qual seria o melhor modelo e método a serem usados. O preço escolhido foi o médio, pois as pessoas não conhecem bem a estrutura de tarifação da água e reagiriam assim ao preço dada a quantidade consumida. Dessa forma usa-se a estimação por variáveis instrumentais, para que o problema de endogeneidade seja retirado.

Na terceira parte, os resultados mostram que um aumento do preço irá diminuir o consumo doméstico por água e que além desse instrumento, a instalação de hidrômetros também seria uma alternativa de política de redução do consumo. Deve-se ressaltar também os dados usados nas estimações. A água é um bem, cuja demanda é inelástica, ou seja, ela não apresenta substituto próximo.

Esses resultados foram encontrados para a análise da cobrança da água que está sendo introduzida na bacia do rio Paraíba do Sul.

Uma discussão importante, principalmente para a gestão pública, é de que instrumento seria o melhor para promover a diminuição do consumo da água. Através dos resultados encontrados, podemos perceber que o mecanismo tarifário seria o mais eficiente nesse propósito, apesar da utilização de hidrômetros ser um bom mecanismo também.

Em suma, esse trabalho mostrou a importância de se ter uma estrutura bem organizada para o setor de saneamento básico e distribuição de água, para que mecanismos eficientes sejam colocados em prática, como a cobrança da água a fim de estabelecer um consumo mais responsável.

**Anexo****Lista dos municípios pertencentes a bacia do rio Paraíba do Sul incluídos na amostra****MINAS GERAIS****MUNICÍPIOS ATENDIDOS POR PRESTADORES DE SERVIÇO DE ABRANGÊNCIA REGIONAL**

Barão de Monte Alto  
Bicas  
Cataguases  
Divino  
Eugenópolis  
Guarara  
Mar de Espanha  
Maripá de Minas  
Matias Barbosa  
Miradouro  
Mirai  
Orizânia  
Patrocínio do Muriaé  
Santa Rita do Ibitipoca (\*)  
Santos Dumont  
São João Nepomuceno  
Uba  
Vieiras

**MUNICÍPIOS ATENDIDOS POR PRESTADORES DE SERVIÇO DE ABRANGÊNCIA LOCAL**

Juiz de Fora  
Muriaé

**RIO DE JANEIRO****MUNICÍPIOS ATENDIDOS POR PRESTADORES DE SERVIÇO DE ABRANGÊNCIA REGIONAL**

Aperibé  
Barra do Pirai  
Bom Jardim  
Cambuci  
Cantagalo  
Cardoso Moreira  
Cordeiro  
Duas Barras  
Engenheiro Paulo de Frontin (\*)  
Italva  
Itaocara  
Itaperuna  
Laje do Muriaé  
Macuco  
Miguel Pereira  
Miracema  
Natividade  
Paraíba do Sul  
Paty do Alferes  
Pinheiral  
Pirai  
Porciúncula

Rio Claro  
Santa Maria Madalena  
Santo Antonio de Padua  
São Fidelis  
São Francisco de Itabapoana (\*)  
São João da Barra  
São Jose de Uba  
São Sebastião do Alto  
Sapucaia  
Sumidouro  
Teresópolis  
Trajano de Moraes  
Varre-Sai  
Vassouras

**MUNICÍPIOS ATENDIDOS POR PRESTADORES DE SERVIÇO DE ABRANGÊNCIA LOCAL**

Barra Mansa  
Campos dos Goytacazes  
Nova Friburgo  
Petrópolis  
Volta Redonda

**SÃO PAULO**

**MUNICÍPIOS ATENDIDOS POR PRESTADORES DE SERVIÇO DE ABRANGÊNCIA REGIONAL**

Arujá (\*)  
Bananal  
Cachoeira Paulista  
Canas  
Guararema  
Itaquaquecetuba (\*)  
Lavrinhas  
Lorena  
Monteiro Lobato  
Pindamonhangaba  
Queluz  
Roseira  
Salesópolis (\*)  
São Jose dos Campos  
São Luis do Paraitinga  
Taubaté

**MUNICÍPIOS ATENDIDOS POR PRESTADORES DE SERVIÇO DE ABRANGÊNCIA LOCAL**

Guaratingueta  
Guarulhos (\*)  
Jacarei  
Mojí das Cruzes (\*)

(\*) Municípios cujas sedes municipais encontram-se fora da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul

**Bibliografia:**

[www.ana.gov.br](http://www.ana.gov.br)

[www.cedeplar.ufmg.br/diamantina2002/textos/D63.PDF](http://www.cedeplar.ufmg.br/diamantina2002/textos/D63.PDF)

[www.saneamentobasico.com.br/negocios/Mercado/financiamentos/financiamentos.htm](http://www.saneamentobasico.com.br/negocios/Mercado/financiamentos/financiamentos.htm)

Dispêndio domiciliar com o serviço de saneamento e demais serviços de utilidade pública: estudo da sua participação no orçamento familiar. Projeto BRA/92/028 – PMSS. Relatório final: 30/06/2000.

Pesquisa Nacional de Saneamento básico 2000 – Oferta de serviços de saneamento básico no Brasil.

BILLINGS, R.B., 1982, *Specification of Block Rate Price Variables in Demand Models*. Land Economics, v.58, pp.386-394.

CHICONE, D.L., RAMARMUTHY, G., 1986, Evidence on the Specification of Price in the Study of Domestic Water Demand. Land Economics, v.62, n.1, pp.26-31.

DANIELSON, L.E., 1979, *An analysis of Residential Demand for Water Using Micro Time-Series Data*. Water Resources Researches, v.15, n.4, pp. 763-767.

FOSTER, H.S. Jr., BEATTIE, B.R., 1981, On the Specification of Price in Studies of Consumer Demand under Block Price Schedules. Land Economics, v.57, pp.624-629.

GIBBS, K., 1978, *Price Variable in Residential Water Demand Models*. Water Resources Research, v.14, n.1, pp, 15-18.

HEWITT, J.A., HANEMANN, W.M., 1995, A Discrete/Continuous Choice Approach to Residential Water Demand Under Block Rate Pricing. Land Economics, v.71, n.2, pp.173-192.

HOGLUND, L., 1997, *Estimation of Household Demand for Water in Sweden and its Implications for a Potential Tax on Water Use*. University of Gotemborg, Working Paper.

HOWE, C.W., 1982, *The Impact of Price on Residential Water Demand and its Relation to System Design and Price Structure*. Water Resources Research, v.3, n.1, pp. 13-32.

JONES, C.V., MORRIS, J.R., 1984, *Instrumental Price Estimates and Residential Water Demand*. Water Resources Research, v.20, n.2, pp.197-202.

MELO, Marina Figueira de. *Privatização do setor de saneamento no Brasil: quatro experiências e muitas lições*. Setembro de 2001. Departamento de Economia Puc-Rio. Texto para discussão número 447.

MOTTA, Ronaldo Seroa da. *SANEAMENTO – Serviços de Água e Esgoto no Brasil*. Rio, Julho 2003.

NORDIN, J.A., 1976, *A Proposed Modification of Taylor's Demand Analysis: Comment*. The Bell Journal of Economics, v.7, n.2, pp.719-721.

PENA, Dilma Seli; ABICALIL, Marcos Thadeu. *Saneamento: Os Desafios do Setor e a Política Nacional de Saneamento*.

TAYLOR, Lester D., 1975, *The Demand for Electricity: A Survey*. The Bell Journal of Economics, v.6, n.1, pp.74-110.