

# ESTIMATIVA DA DEMANDA DE ÁGUA RESIDENCIAL URBANA NO ESTADO DO CEARÁ

## Estimation of urban residential water demand in the state of Ceará

### RESUMO

Nos últimos anos, muitas companhias estaduais de saneamento vêm cobrando tarifas sem conhecer a mudança do estilo de vida no meio urbano. Para conhecer melhor o mercado, a fim de poder adotar uma política tarifária compatível com a demanda por água, determinou-se uma função da demanda residencial por água no estado do Ceará, segmentando-a por áreas geográficas. No total, 1.437 domicílios foram pesquisados. Como procedimento de análise, utilizou-se o método dos mínimos quadrados ordinários (MQO), em que foram estimadas diversas regressões lineares, semilog e log-linear. No caso, a variável dependente considerada foi o consumo de água por pessoa nos domicílios pesquisados, enquanto as principais variáveis explicativas da demanda por água que apresentaram significação estatística foram: a tarifa que o entrevistado está disposto a pagar para manter um abastecimento de água regular, a renda familiar, uma variável *dummy* que indica se o domicílio está conectado à rede de esgoto ou não, o número de cômodos do domicílio pesquisado, o número de moradores do domicílio pesquisado, uma variável *dummy* que assume o valor 1 para os domicílios que consomem até 20 m<sup>3</sup> de água e zero em caso contrário, e outra variável *dummy* que assume o valor 1 para os domicílios que consomem mais de 50 m<sup>3</sup> de água e zero em caso contrário. Em termos gerais, os resultados apresentaram bom nível de significação estatística para as funções demanda. Os parâmetros apresentaram sinal esperado e, na grande maioria dos casos, foram significativamente diferentes de zero. Conclui-se que os resultados obtidos representam um instrumento de grande importância para a tomada de decisões sobre tarifas.

Raimundo Eduardo Silveira Fontenele  
Professor da Universidade de Fortaleza  
fontenele@unifor.br

Antônio Lisboa Teles da Rosa  
Professor da Universidade Federal do Ceará  
lisboa@ufc.br

Cláudio André Gondim Nogueira  
Professor da Universidade de Fortaleza  
claudioandre@unifor.br

Recebido em 30.10.07. Aprovado em 18.8.09  
Avaliado pelo sistema blind review  
Avaliador científico: Ricardo Pereira Reis

### ABSTRACT

This study determined a function demand for residential water. The data were stratified by geographic areas according to the level of regularity of water supply to the households. Income, price, number of rooms and persons in the households were found to be the main variables influencing the level of water consumption. Differences between: i) households connected to the water and sewage systems and those connected only to the water system; ii) households with up to 20 m<sup>3</sup> of water consumption and those with consumption between 20 and 50 m<sup>3</sup> and finally those with consumption above 50 m<sup>3</sup> were surveyed. The results of the residential water demand were, in general, statistically significant and the coefficients presented the expected sign. These results are important tools to help decide on the tariffs to be charged to the consumers and on the investments to be made in the sector.

**Palavras-chaves:** Demanda, Água, Tarifa, Ceará

**Key-words:** Demand, Water, Tariff, Ceará

## 1 INTRODUÇÃO

No Brasil, os serviços de abastecimento de água são tradicionalmente prestados por companhias municipais e estaduais, cujas operações de captação, estocagem, tratamento e distribuição de água são financiadas através de tarifas.

O problema é que as estruturas tarifárias atuais, em geral, não vêm garantindo os recursos necessários para a expansão dos próprios sistemas de abastecimento. Na realidade, as estruturas tarifárias brasileiras têm criado uma defasagem entre o nível ótimo da oferta desses serviços e o nível de recuperação dos custos, o que é talvez reflexo direto da falta de atenção ao mecanismo de mercado como sinalizador dos preços. Por essa razão, argumenta-se que existe uma diferença acentuada entre os níveis de serviços que os usuários desejariam obter e quanto eles estariam dispostos a pagar (CARRERA-FERNANDEZ, 1997).

Este processo é alimentado pela dificuldade de definir preços privados para a água, uma vez que seus mananciais se constituem em bens públicos, existem componentes sociais envolvidos e uma das características do setor é sua tendência a se tornar um monopólio natural. No caso cearense, a distribuição de água, para a maioria dos municípios, está sob a responsabilidade da Companhia de Água e Esgoto do Estado do Ceará - CAGECE, cuja estrutura tarifária residencial procura favorecer a população pobre através de uma tarifa menor para a categoria considerada residencial social<sup>1</sup>. Também, ela é fortemente marcada pelos subsídios cruzados, cobrando-se tarifas menores do que os custos para quem consome menos e tarifas maiores para quem consome mais. A idéia aí envolvida é que as famílias de baixa renda são as que consomem menos. Por uma questão de justiça social, e considerando os benefícios sociais do abastecimento de água potável, essas famílias devem ser subsidiadas e a fonte de financiamento de tais subsídios deve ser a tarifa dos consumidores de maior nível de renda.

Esta concepção tem algumas limitações, pois se observa que há uma tendência de mudanças no estilo de moradia da população urbana, principalmente das

cidades maiores. Tal tendência torna o espaço mais restrito e mais caro. Portanto, as residências são cada vez menores, elevando-se à participação dos apartamentos, em detrimento da proporção de casas. Uma consequência disso é a redução do consumo de água por residência.

Outro fato que contribui para o aprofundamento dessa tendência é a mudança de estilo de vida no meio urbano, pois uma proporção cada vez maior de pessoas tende a passar mais horas do dia fora de casa. Isso também é um fator adicional que reduz o consumo de água por imóvel, independente do nível de renda. O resultado é o crescimento da participação de consumidores em faixas menores de consumo, entre os quais estão muitos que não são de baixa renda e beneficiam-se dos subsídios cruzados. Corroborando tais suposições, as informações referentes às tarifas cobradas, consumo médio e faturamento fornecidas por aquela empresa permitem constatar que nos últimos anos o crescimento da tarifa não tem se revertido em igual aumento do faturamento e houve uma redução do consumo médio, em decorrência da migração de consumidores para faixas inferiores de consumo.

Diante disso, a conclusão básica a que se chega é que qualquer empresa de abastecimento de água em situação semelhante precisa conhecer melhor o mercado, a fim de poder adotar uma política tarifária compatível com a demanda por água.

A partir dos aspectos acima mencionados, este trabalho procura resumir os resultados de um estudo mais amplo sobre a demanda por água residencial e empresarial no estado do Ceará. São apresentados resultados apenas sobre as estimativas feitas para os consumidores residenciais conectados à rede de abastecimento de água. Para tanto, o estudo apresenta alguns estudos disponíveis concernentes à valoração da água. Em seguida é feita uma descrição dos procedimentos metodológicos, seguida da conclusão.

### 1.1 Estudos Disponíveis Concernentes à Valoração da Água

A partir dos anos 50 deu-se início às discussões em relação às metodologias que deveriam ser seguidas para tratar da política de preços públicos. A controvérsia

girava em torno de dois pontos de vista diferentes. O primeiro, fundamentado na teoria econômica e, portanto, buscando a eficiência na alocação de recursos públicos, determinava que o ideal do ponto de vista econômico fosse que as tarifas cobradas aos usuários dos serviços prestados correspondessem aos custos marginais respectivos de produção dos mesmos. Ou seja, a idéia é de que a receita obtida com a venda da unidade do serviço iguale ao valor dos recursos que foram empregados para produzi-la. O segundo, mais restrito, argumentava que o objetivo da política de preço público seria de cobrir os custos de produção, de tal maneira que o usuário só deveria pagar uma proporção “justa” desses custos, o qual se basearia no custo médio de produção (BOLAND, WIHTTINGTON, 2000).

Deve-se ressaltar, ainda, que a determinação do preço “ótimo” da água não significa na prática que seja assegurado as eficiências econômica, distributiva e ambiental no uso dos recursos hídricos. Tratando-se de um recurso natural renovável que apresenta um caráter social com peculiaridades próprias, principalmente em regiões que apresentam déficits hídricos como o Nordeste brasileiro, a adoção de uma política de preço igual ao custo marginal de longo prazo se vislumbra como pouco factível de ser implementada. Isto se deve não somente ao caráter social envolvido na questão hídrica, mas também por situar-se numa economia marcada pela existência de mercados regulamentados, com retornos crescentes de escala e externalidades tecnológicas (CARRERA-FERNANDEZ, 1997).

Buscando solucionar os problemas associados às políticas de preço baseadas no custo médio e no custo marginal (curto e longo prazos), nos últimos anos vários países vêm desenvolvendo um novo mecanismo de formação de preço baseado na teoria do “*second best*” (ou segundo melhor)<sup>2</sup>. Essa teoria se fundamenta no fato que a variação porcentual de preço da água, em relação ao seu custo marginal, deve ser inversamente proporcional à sua elasticidade preço da demanda. Isso significa que, quanto menor for a elasticidade preço para um determinado uso da água, maior deveria ser o preço que deveria ser cobrado em relação ao custo marginal,

e vice-versa. Ou melhor, a partir de uma diferenciação de preços é que a distorção no consumo e na produção, em relação aos seus níveis ótimos, seria minimizada (CARRERA-FERNANDEZ, MENEZES, 2000).

O reconhecimento e a aceitação desse método tem sido cada vez maior entre os estudiosos de todo o mundo, de modo que muitos outros trabalhos e estudos foram desenvolvidos. A partir de sua formulação teórica, tem sido possível traduzir mudanças no bem-estar dos indivíduos, proveniente de bens e serviços não ofertados em mercados formais, em valores monetários, como é o caso do trabalho pioneiro de Davis na década de 60, sobre a valorização de áreas de recreação no Maine – EUA (MITCHELL-CARSON, 1993), passando pelo trabalho de Ridker (1967), o qual avaliou os benefícios da despoluição do ar, até os trabalhos mais recentes<sup>3</sup>.

Para o caso específico de demanda de água residencial, os estudos sobre estimação da curva de demanda residencial de água podem ser classificados de diferentes formas (AMARAL, 2000). Segundo a autora<sup>4</sup>, os primeiros trabalhos publicados durante a década de setenta testaram a hipótese da inelasticidade preço da demanda de água residencial e tinham a preocupação em determinar quais variáveis eram relevantes para explicar sua demanda e seu preço. Os trabalhos de Taylor (1975) e Nordin (1976), devido à estrutura da tarifa ser em blocos, levantam outra questão bastante discutida na literatura, sobre qual preço o consumidor reage, se é ao preço médio ou marginal.

Vários trabalhos têm discutido também qual preço o consumidor leva em consideração, se é o preço médio ou o preço marginal, na medida em que o valor cobrado varia por faixa de consumo. Gottlied (1963) utiliza o preço médio na determinação da curva de demanda de água. Taylor (1975) publicou o clássico artigo sobre demanda por eletricidade nos Estados Unidos, onde constatou que quase todos os artigos publicados sobre demanda usavam o preço médio como variável explicativa, o que contradiz a teoria econômica. Porém, além da inclusão do preço marginal nos modelos, esse autor defende a utilização de uma outra variável, preço médio ou despesa total, para captar o efeito da

mudança na renda, causada pela alteração de preço entre a faixa de consumo.

Os trabalhos de Nordin (1976) situam-se nas idéias de Taylor (1975) em trabalhar com o preço marginal, porém defende a inclusão de mais uma variável chamada “diferença”, que é a diferença entre a conta paga e o produto do preço marginal pela quantidade consumida. Adotando esse procedimento, torna-se possível captar o efeito-renda proveniente da mudança da faixa de consumo.

Um dos primeiros trabalhos realizados no Brasil sobre demanda de água é o de Andrade et al. (1996) com dados obtidos através de amostragem em 27 municípios do Paraná, onde foram levantadas 5.417 residências. As variáveis explicativas do modelo são: preço marginal, diferença intramarginal, renda familiar e o número de pessoas residentes. O modelo foi calculado para amostra geral e para subamostras de acordo com as classes de renda. A elasticidade-preço em todas as amostras foi, em módulo, menor que um, e maior na camada de baixa renda. As variáveis renda e número de pessoas residentes apresentaram elasticidades muito próximas de zero, significando que essas variáveis têm pouca influência no consumo de água. Esse resultado está de acordo com vários outros autores, entre os quais: Billing e Agthe (1980), Mattos (1998); Foster et al (1981).

Mattos (1998) estima a equação de demanda residencial de água para o município de Piracicaba, usando o modelo proposto por Nordin (1976). As únicas variáveis significativas foram preço marginal e diferença. Os resultados encontrados para o Brasil são semelhantes aos demais, isso é, não existe igualdade dos valores absolutos e sinais contrários nos coeficientes estimados para diferença e renda.

Para a região de Subaé, estado da Bahia, Carrera-Fernandez e Menezes (2000) estudaram os determinantes da disponibilidade a pagar pelo serviço de abastecimento de água e a demanda de água potável pelo método de valoração contingente. Os autores constatam que a disposição a pagar dos consumidores do serviço de água é inferior ao necessário para melhorar o abastecimento e atender a toda a população. Os autores

alertam ainda que deve haver uma grande participação do poder público para melhoria e ampliação dos sistemas de abastecimento público de água potável, pois os consumidores não estão dispostos a aumentar os preços da fatura para poder cobrir os investimentos necessários.

## 2 METODOLOGIA

### 2.1 Aspectos Teóricos da Pesquisa

Para determinar de forma completa a demanda por um determinado bem  $i$  ( $Q_i$ ), faz-se necessário descrever o ambiente econômico e listar um conjunto de suposições necessárias para garantir a consistência teórica da análise (WILKE, 2001).

A moderna teoria do consumidor procura adicionar diversos mecanismos que permitem uma solução para determinar a demanda familiar por um determinado bem. Uma primeira aproximação é estudar o comportamento dos diversos componentes da família, considerando que a maximização da utilidade de um, pode interferir na utilidade do outro (MAS-COLELL et al, 1995).

Um exemplo disso seria o caso em que um dos membros consumisse muita água enquanto o outro consumisse pouca e as despesas fossem rateadas igualmente. Em uma situação como essa, estaria sendo criado um conflito interfamiliar de difícil solução e passaria pelo estudo das estratégias individuais de maximização de utilidade, podendo ser empregada a teoria dos jogos para tentar encontrar uma solução. Outro procedimento utilizado, que se adequa muito bem ao caso aqui estudado, consiste em admitir que, no caso dos bens cujo consumo é familiar, não individual, alguém tem poder de definição para determinar qual nível de consumo maximiza a utilidade da família, enquanto os demais membros aceitam tal decisão. Essa pessoa é o chefe da família que tanto pode ser o marido como a esposa, ou seja, a cabeça do casal. Dessa forma, é possível, teoricamente, determinar a demanda familiar por água potável, sem comprometer alguns pontos básicos da teoria do consumidor, tais como a solução da maximização da utilidade na determinação da função da

demanda, a exaustão da renda, etc. A partir daí, pode-se inserir as características da família como variáveis explicativas da demanda por água. Nesse caso, uma função genérica por água será:

$$q_a^D = f(p_a, p_j, R, Sc, E)$$

onde :

$p_a$  = preço da água tratada;

$p_j$  = preço dos bens relacionados, podendo ser o preço da água em fontes alternativas;

$R$  = medida da renda e dos ativos da família;

$\mathcal{S}$  = vetor que procura incorporar características sócio-econômicas e demográficas da família, tais como o nível de escolaridade da família (ES), tamanho da família (T), ocupação (O) etc.;

$E$  = variável que procura captar influência da presença de esgoto sanitário sobre o consumo de água.

As principais suposições que podem ser feitas sobre a função de demanda por água são as seguintes:

[a] quanto maior o preço da água potável, menor será o seu consumo, ou seja,  $\partial f / \partial p_a < 0$ ;

[b] quanto maior o preço da água proveniente de fontes alternativas, maior será o consumo de água tratada, ou seja,  $\partial f / \partial p_j > 0$ ;

[c] quanto maior for a renda, maior será o consumo de água tratada, ou seja,  $\partial f / \partial R > 0$  (a água é considerada um bem normal);

[d] quanto maior for o nível de escolaridade da família, mais eles estarão informados sobre os benefícios da utilização da água de melhor qualidade, portanto, a demanda familiar será maior, isto é,  $\partial f / \partial ES > 0$ ;

[e] quanto maior o valor de T, espera-se que seja maior o consumo de água, isto é,  $\partial f / \partial T > 0$ ;

[f] no que diz respeito à ocupação, espera-se que as famílias tipicamente urbanas ou que tenham ocupação no segmento formal da economia estejam dispostas a pagar mais para ter disponibilidade de água de melhor qualidade que os outros;

[g] quanto maior o valor de E, espera-se que seja maior o consumo de água, ou seja,  $\partial f / \partial E > 0$ .

Além dessas variáveis, que representam apenas uma parte das variáveis consideradas mais relevantes na explicação da demanda por água potável, também podem

ser consideradas outras, tais como gênero, composição etária da família, localização da residência, clima etc., aspectos esses que são contemplados na pesquisa. A partir dessas suposições, é possível, então, derivar a curva de demanda agregada por água. Essa será dada pela soma horizontal das demandas individuais, ou seja:

$$Q_a^D = \sum_{k=1}^n q_{ak}^D = \sum_{k=1}^n f_k(p_a, p_j, R, Sc, E),$$

onde  $q_{ak}$  representa a demanda por água do indivíduo  $k$ . Deve-se observar que essa função de demanda por água determina os preços máximos que o consumidor está disposto a pagar para obter as correspondentes quantidades de água potável. Finalmente, a partir da especificação da forma funcional da demanda por água são estimadas as elasticidades preço ( $\eta_p$ ) e renda ( $\eta_R$ ) da demanda estimada, que são dadas pelas expressões:

$$\eta_p = \frac{\partial Q_a^D}{\partial P} \cdot \frac{P}{Q_a^D} \quad \text{e} \quad \eta_R = \frac{\partial Q_a^D}{\partial R} \cdot \frac{R}{Q_a^D}$$

Dentre as possibilidades de tratamento do caso em estudo, as elasticidades preço e renda da demanda representam uma média para o conjunto de consumidores como um todo. Como seus valores podem ser diferentes para os distintos grupos, foram estimadas equações de demanda que levem em consideração as características dos diversos segmentos de consumidores existentes. Espera-se *a priori* que o valor absoluto de  $\eta_p$  seja menor que 1, isso é, que a demanda por água seja inelástica. Isso ocorreria porque a água é um bem extremamente necessário e, portanto, os consumidores tenderiam em média a reduzir o seu consumo caso os preços aumentem, mas de forma menos que proporcional. Por outro lado, espera-se também que o valor de  $\eta_R$  seja positivo, o que representaria que a água é um bem normal, isso é, quanto maior a renda maior tenderia a ser o consumo de água. Vale ainda salientar que essa elasticidade seria sensível ao nível de renda do consumidor, haja vista que aquelas com maior renda tendem a consumir mais, mas o incremento no consumo pelo aumento na renda tende a ser menor que o aumento para consumidores com baixa renda.

## 2.2 Etapas da Pesquisa

### 2.2.1 – Plano Amostral

De acordo com Wackerly, Mendenhall e Scheaffer (1995), o tamanho da amostra ( $N_0$ ) foi determinado pela equação:

$$N_0 > (\sigma^2 Z^2) / d^2$$

Onde:

$s^2$  é a variância do volume mensal de água consumido;

$Z$  é o valor da normal padronizada que para 5% de probabilidade de erro tem valor de 1,96;

$d$  é o erro máximo em torno do verdadeiro parâmetro que o pesquisador está disposto a assumir. No caso em questão, foi admitido um erro ( $d$ ) de 10% em torno da média.

De acordo com informações fornecidas pela CAGECE e adotando o procedimento acima, a amostra ficou em 1.600 unidades, nas quais está incluída uma margem de erros de questionário correspondente a 20%.

### 2.2.2 Regionalização do estado do Ceará

A regionalização do estado do Ceará foi a base para estratificar a amostra. Para tanto, foram utilizadas as seguintes variáveis, por município: i) densidade demográfica; ii) consumo de energia elétrica; iii) número de moradores por domicílio; iv) número de domicílios; v) PIB *per-capita*; vi) população total; vii) extensão da rede de água; (viii) número de telefones instalados; ix) taxa de escolaridade; x) taxa de mortalidade infantil; xi) taxa de urbanização; xii) número de veículos; xiii) total de imigrantes; (xiv) PIB setorial.

A técnica utilizada foi a Análise de Clusterização (*Cluster Analysis*), através do software SPSS - *Statistical Package for Social Sciences*, obtendo-se, para o estado do Ceará, 10 regiões homogêneas.

Vencida essa etapa, observou-se que os municípios que formam algumas das regiões homogêneas identificadas apresentam uma certa heterogeneidade, principalmente sob o ponto de vista de outras variáveis não incluídas no modelo citado. Entre elas, destaca-se a altitude, a média anual de precipitação pluviométrica e a disponibilidade de recursos

hídricos. Entendendo que essas também são variáveis relevantes para diferenciar a demanda por água por área geográfica, foram consultados os mapas de relevo, bacias hidrográficas e de precipitação pluviométrica do estado do Ceará, tendo em vista selecionar municípios que estejam inseridos num mesmo cluster, mas que se diferenciam sob a ótica dessas outras variáveis. Dessa forma, no processo de seleção foram escolhidos municípios com maior densidade e com menor densidade populacional, com maior e menor nível de precipitação pluviométrica, com maior e menor altitude, municípios de região litorânea e do interior, municípios operados pela CAGECE e municípios operados por outra empresa de saneamento etc. Com isso, foi possível selecionar os municípios pesquisados, de forma a alcançar toda a diversidade estadual.

Identificados os grupos de regiões homogêneas e os municípios representativos de cada uma delas, restou distribuir a amostra dentro de cada município. Para tanto, foi levada em consideração a participação do total de domicílios de cada município no conjunto a que pertence. Também foram feitos diversos arredondamentos, sempre para mais. Finalmente, a amostra abrange 38 municípios, que concentram 67,7% dos domicílios cearenses. Para os municípios operados pela CAGECE foi utilizado o cadastro de consumidores residenciais e distribuída a amostra de acordo com o nível de consumo e padrão do imóvel. O nível de consumo foi distribuído por faixas, na forma abaixo. Quanto ao padrão foi adotado o usual pela CAGECE para classificar os imóveis em baixos, regulares, médios e altos. A partir daí, foi estabelecida a quantidade de unidades a serem pesquisadas, segundo o consumo e o padrão do imóvel.

Quadro 1 – Faixas de Consumo Utilizadas – Ceará

FAIXAS DE CONSUMO	
Até 10 m <sup>3</sup>	Acima de 60 e até 70 m <sup>3</sup>
Acima de 10 e até 20 m <sup>3</sup>	Acima de 70 e até 80 m <sup>3</sup>
Acima de 20 e até 30 m <sup>3</sup>	Acima de 80 e até 90 m <sup>3</sup>
Acima de 30 e até 40 m <sup>3</sup>	Acima de 90 e até 100 m <sup>3</sup>
Acima de 40 e até 50 m <sup>3</sup>	Acima de 100 m <sup>3</sup>
Acima de 50 e até 60 m <sup>3</sup>	

FONTE: Dados da pesquisa

Estabelecidas as quantidades de unidades observacionais por padrão e nível de consumo, mais uma vez foi utilizado o cadastro da CAGECE, tendo em vista fazer a seleção das mesmas. Todavia, considerando a possibilidade de recusa em responder ao questionário ou outro problema que impedisse a sua aplicação, para cada domicílio que seria visitado, foram indicados mais dois, como reserva. Assim, foi feito um sorteio aleatório de um número correspondente ao triplo da amostra para cada padrão e faixa de consumo considerado. O sorteio das unidades de análise obedeceu ao princípio da aleatoriedade e após o sorteio, foi emitida uma listagem dos consumidores selecionados, contendo informações relativas ao endereço, nome do usuário, padrão do imóvel, consumo de água no último mês etc.

Para os não conectados à rede de abastecimento de água, para os municípios operados pela CAGECE, foi também utilizado o cadastro daquela empresa, onde existem informações sobre os consumidores potenciais e os factíveis. Também existem informações sobre os clandestinos. Nesse segmento, foi adotado um procedimento misto, que empregava o sorteio aleatório definido acima e, quando não foi possível, foi identificada a área dos não conectados e estabelecida uma quantia de questionários, de acordo com o que ficou determinado na amostra e a participação daquela localidade no conjunto a ser pesquisado.

Nas áreas não operadas pela CAGECE, foram utilizadas informações sobre a distribuição dos domicílios conectados e não conectados à rede de abastecimento de água na empresa operadora e verificou-se que não existia um cadastro semelhante ao da CAGECE. Portanto, o sorteio dessa parte da amostra foi estipulado na proporção de sua participação no total de domicílios a serem pesquisados. Nesse caso, a seleção dos entrevistados foi por identificação das diversas áreas de concentração de consumidores de cada município e, a partir daí, foram determinadas as respectivas quantidades de questionários, identificado um ponto de partida, uma trajetória e um intervalo de escolha entre um domicílio e outro, de forma a manter a aleatoriedade na escolha de cada unidade amostral.

### 2.2.3 O questionário

O passo inicial foi elaborar um questionário preliminar e submetê-lo à avaliação crítica de especialistas no assunto. Nessa etapa, não só o questionário, mas todo o estudo foi detidamente avaliado por uma consultora nacional e outra internacional (OXERA Consulting), contratada com essa finalidade. A avaliação constou de um processo exaustivo de discussão sobre as limitações de estudos dessa natureza e os procedimentos já adotados em casos semelhantes. Também foram discutidos detidamente os questionários, considerados instrumento estratégico para o êxito do trabalho. A partir daí, ficou disponibilizada uma versão preliminar dos questionários, a qual ainda passou por um processo de discussão com técnicos da CAGECE e da equipe responsável. Após este processo, foram feitos dois estudos, um piloto e outro de grupos focais, tendo em vista aprimorar os questionários.

Em seguida, foi contratada uma empresa especializada, que alocou 12 entrevistadores, 2 supervisores e 1 coordenador geral do estudo de campo. A partir daí, foi dado um treinamento aos entrevistadores, onde se discutiu a pesquisa de campo, no que se refere a objetivos, metas, metodologia, prazos, instrumentos de planejamento e monitoração etc. Depois disto, os entrevistadores realizaram teste de aplicação de questionários. Finalmente, com o treinamento, a discussão, o debate e o teste dos questionários feitos pelos pesquisadores, foi possível reavaliar os questionários e elaborar sua versão final, bem como o manual do pesquisador.

### 2.2.4 A Amostra Pesquisada

Após ser realizado levantamento de campo, procedeu-se a uma avaliação crítica dos resultados, com a finalidade de eliminar alguma inconsistência porventura existente. Assim, procurou-se identificar falhas de obtenção de informações e verificar as possibilidades de contorná-las. O procedimento adotado foi a análise detalhada dos questionários aplicados. O resultado foi uma revisão mais cuidadosa das tabulações.

Adotando esse procedimento, foram

Tabela 1 – Amostra trabalhada por grupo de regiões homogêneas e domicílios conectados e não conectados à rede de abastecimento de água

GRUPOS HOMOGÊNEOS	DOMICÍLIOS NÃO CONECT. À REDE DE ABASTEC. D'ÁGUA (A)	DOMICÍLIOS CONECT. À REDE DE ABASTEC. DE ÁGUA (B)	TOTAL (C) = (A + B)	AMOSTRA CALCULADA INICIALMENTE (D)	PROPORÇÃO DA AMOSTRA INICIAL (%) E = (C/D)*100
Cluster 0	52	70	122	142	85,59
Cluster 1	31	30	61	66	92,65
Cluster 2	9	18	27	28	95,68
Cluster 3	38	62	100	114	87,86
Cluster 4	59	46	105	117	90,02
Cluster 5	139	160	299	336	89,04
Cluster 6	9	28	37	38	98,34
Cluster 7	42	387	429	455	94,23
Cluster 8	122	88	210	247	84,89
Cluster 9	7	13	20	24	85,05
Cluster 10	11	16	27	33	82,01
Total	519	918	1437	1600	89,81

FONTE: Elaboração dos autores

considerados satisfatórios apenas 1.437 questionários, cifra que representa 89,81% dos 1.600 previstos inicialmente para a análise residencial. Além do mais, os questionários rejeitados não superaram os 20% em cada agrupamento selecionado. Portanto, considerou-se que a pesquisa atendeu aos propósitos e à disponibilidade de informações foi satisfatória. A amostra trabalhada foi a constante na Tabela 1.

### 2.2.5 O Modelo Econométrico

Na sequência, foram especificadas algumas funções de demanda por água, tendo em vista explicar o comportamento do consumidor desse serviço, principalmente no que diz respeito à relação entre demanda, preço e renda, com a finalidade de fornecer uma base técnica capaz de orientar decisões de investimento e de política tarifária para o setor.

Para tanto, foram analisadas as diversas variáveis do levantamento de campo, principalmente aquelas que, por hipótese, mantêm alguma relação com a demanda. Entre elas, foram analisadas:

1. A quantidade de água consumida por pessoa por domicílio, como variável dependente, que seria

explicada pelas demais que se seguem;

2. O preço que o indivíduo está disposto a pagar para manter um abastecimento de água regular;
3. A renda familiar;
4. As características sócioeconômicas e demográficas da família:
  - a) o nível de escolaridade do chefe de família
  - b) o gênero do chefe de família (masculino ou feminino)
  - c) o número de moradores no domicílio
  - d) o número de moradores da família com rendimento
  - e) o número de cômodos do imóvel
  - f) o número de banheiros
  - g) o padrão do imóvel
  - h) o tempo de residência no município
  - i) a condição de ocupação do imóvel
5. A presença de esgoto sanitário;
6. A regularidade do abastecimento;
7. A avaliação da qualidade, quantidade e regularidade da água utilizada.

Através do método dos mínimos quadrados ordinários (MQO), foram estimadas diversas regressões lineares, semilog e log-linear. As diversas variáveis acima especificadas passaram por uma avaliação da

sua permanência no modelo, considerando: i) sua redundância ou não; ii) sua importância para explicar o fenômeno estudado. Diante dos diversos resultados obtidos, a equação que melhor se ajustou ao caso, com as respectivas variáveis que se mostraram significativas, foi:

$$CONPCP = e^{[C(1)+C(2)DTAESG+C(7)ATE20M3+C(8)MAIS50M3] R^{C(3)} . TAETOT^{C(4)} . COMOD^{C(5)} . MORAD^{C(6)}}$$

Onde:

1. CONPCP é o consumo de água por pessoa dos domicílios pesquisados;
2. “e” é o número da base natural;
3. DTAESG é uma variável *dummy* que assume o valor 1 se o domicílio está conectado à rede de esgoto e zero em caso contrário;
4. R é a renda familiar;
5. TAETOT é a tarifa que o entrevistado está disposto a pagar para manter um abastecimento de água regular;
6. COMOD é o número de cômodos do domicílio pesquisado;
7. MORAD é o número de moradores do domicílio pesquisado;
8. ATE20M3 é uma variável *dummy* que assume o valor 1 para os domicílios que consomem até 20 m<sup>3</sup> de água e zero em caso contrário;
9. MAIS50M3 é uma variável *dummy* que assume o valor 1 para os domicílios que consomem mais de 50 m<sup>3</sup> de água e zero em caso contrário;
10. C(i), com i = 1, 2, ..., 8, são parâmetros a serem estimados.

Dentre as variáveis listadas acima, TAETOT merece uma atenção especial, devido ao procedimento que permitiu determiná-la para cada um dos consumidores entrevistados. Na prática, ela representa a disposição a pagar dos consumidores em um determinado mercado e existem vários métodos para obtê-la. Conforme Faria (1995), é possível classificar esses métodos em duas categorias, que abrangem aqueles que se baseiam na observação do comportamento dos indivíduos e aqueles que estão assentados em respostas a perguntas realizadas mediante pesquisa de campo. Dentre os métodos da

segunda categoria, destaca-se o Método de Avaliação Contingente (MAC)<sup>□</sup>, que consiste em perguntar aos beneficiários, efetivos ou potenciais, o quanto estariam dispostos a pagar pelo bem ou serviço em questão. Essa técnica tem sido muito utilizada recentemente principalmente para avaliar bens e serviços que não são supridos por mercados tradicionais.

Cummings et al. (*apud* FARIA, 1995), listam as chamadas “condições operacionais de referência”, visando um maior êxito na utilização do método em questão. Mais especificamente, para que o bem ou serviço seja avaliado de forma mais consistente, os entrevistados devem estar familiarizados e ter alguma experiência na utilização do bem ou serviço em questão. Ademais, ao se buscar conhecer a disposição para pagar, a pergunta deve ser clara e concisa, dando enfoque ao valor a ser pago e à periodicidade do pagamento. A pergunta pode ser aberta (*open ended*), isso é, os entrevistados podem fornecer quaisquer valores, ou pode consistir em uma escolha simples entre duas possibilidades, para as quais os entrevistados devem responder sim ou não (*referendum*).

No caso específico do presente trabalho, foi necessário elaborar um questionário a fim de se obter o valor da disposição a pagar dos indivíduos pesquisados. Em particular, primeiramente foram obtidas informações gerais relativas ao consumo de água e esgotamento sanitário. E, em seguida, foi feita a pergunta: Como você avalia os serviços prestados pela empresa de saneamento? Essa era uma pergunta aberta e que tinha como objetivo criar um ambiente para uma discussão mais ampla.

O passo seguinte envolveu a orientação do entrevistado de tal forma que esse entendesse bem o ambiente atual e as possibilidades atuais e futuras de dispor de um serviço de água e de esgotamento eficiente e contínuo. Além disso, os entrevistados foram levados a considerar o valor econômico da água e que esse bem tende a se tornar cada vez mais escasso. Mas, para que os serviços em questão sejam ofertados satisfatoriamente, então, são necessários novos investimentos. Assim, após a realização desse procedimento, perguntava-se o seguinte: considerando o seu consumo e despesas atuais com água,

qual o valor máximo que você está disposto a pagar para manter o serviço de abastecimento de água regular e de boa qualidade?

Esse procedimento permitiu identificar a disposição a pagar por água dos consumidores incluídos na amostra em uma situação normal. Em seguida, tendo em vista confirmar a consistência das respostas, o entrevistado foi colocado diante de uma situação de desabastecimento no setor, ou seja, diante de uma situação de risco de racionamento. Então, foi feita uma nova pergunta: em caso de racionamento, quanto você estaria disposto a pagar a mais para continuar com o abastecimento regular? Isso permitiu comparar o valor pago com a disposição a pagar em situação normal e em racionamento. Também permitiu identificar inconsistências de respostas, tais como pagar hoje um valor X e revelar que a máxima disposição a pagar é inferior a esse valor. Essas e outras inconsistências fazem parte dos questionários recusados nessa análise.

Assim, considerando-se mais uma vez o modelo proposto para se estimar a demanda por água, faz-se necessário linearizar o modelo para que a estimação de mínimos quadrados ordinários possa ser utilizada. Mais especificamente, aplicando-se o logaritmo natural em ambos os lados da igualdade, obtém-se, então, a regressão geral a ser estimada:

$$LCONPCP_i = C(1) + C(2)DTAESG_i + C(3)R_i + C(4)LTAETOT_i + C(5)LCOMOD_i + C(6)LMORAD_i + C(7)ATEB_{M3} + C(8)MAISB_{M3} + u_i$$

Onde:

1. O L que antecede as variáveis definidas acima significa que elas estão na escala log natural;
2.  $u_i$  é o erro de estimativa, que supostamente tem distribuição normal, com média zero e variância  $s^2$ ;
3. O subscrito i representa cada um dos domicílios pesquisados;

Esse modelo econométrico tem algumas particularidades que merecem ser destacadas:

1. As elasticidades renda e preço são constantes e representadas por C(3) e C(4) respectivamente;
2. O intercepto da regressão é diferente, de acordo com o caso que esteja sendo estudado, existindo as seguintes situações possíveis:

i) domicílios conectados à rede de esgoto

- Famílias que consomem até 20 m<sup>3</sup>: o intercepto é igual a C(1) + C(2) + C(7);
- Famílias que consomem entre 20 e 50 m<sup>3</sup>: o intercepto é igual a C(1) + C(2);
- Famílias que consomem mais de 50 m<sup>3</sup>: o intercepto é igual a C(1) + C(2) + C(8);

ii) domicílios não conectados à rede de esgoto

- Famílias que consomem até 20 m<sup>3</sup>: o intercepto é igual a C(1) + C(7);
- Famílias que consomem entre 20 e 50 m<sup>3</sup>: o intercepto é igual a C(1);
- Famílias que consomem mais de 50 m<sup>3</sup>: o intercepto é igual a C(1) + C(8).

### 3 RESULTADOS

A regressão especificada anteriormente foi estimada para o total da amostra e para Fortaleza e os demais municípios pesquisados no Estado. As estimativas foram feitas através do pacote *Econometric Views* e os resultados não apresentaram problemas econométricos significativos para o caso, ou seja, o ajuste do modelo foi considerado bom, haja vista que o R<sup>2</sup> e o R<sup>2</sup> ajustado ficaram próximos e num nível superior a 0,74. O valor do teste F calculado permite concluir pela não rejeição do modelo com um nível de significância de 1%, ou seja, a probabilidade de não rejeitar a hipótese nula é inferior a 1%. Os coeficientes apresentaram os sinais esperados e os respectivos testes t calculados permitem rejeitar a hipótese de que eles são iguais a zero com um nível de significância de 1% (Tabela 2).

Quanto à elasticidade renda da demanda, o seu valor fica em torno de 0,077. Isso quer dizer que havendo um aumento de 10% na renda das famílias, por exemplo, e mantidas as outras variáveis constantes, a demanda por água por pessoa aumenta 0,77%, o que confirma a hipótese feita anteriormente que a água é um bem normal. Já a elasticidade preço da demanda, em termos absolutos, foi estimada em 0,318 (em valores absolutos). Assim, para uma elevação da tarifa de água em 10%, sua demanda por pessoa se retrai em 3,18%. Mais uma vez,

Tabela 2 – Total dos domicílios conectados em água – demanda por água - variável dependente: LCONPCP - N = 918

VARIAVEL	COEFICIENTE	ERRO PADRAO	ESTATISTICA T	P-VALOR
C	2.430578	0.125323	19.39453	0.0000
DTAESG	0.079869	0.023753	3.362471	0.0008
LR	0.077561	0.018919	4.099618	0.0000
LTAETOT	-0.318414	0.064302	-4.951851	0.0000
LCOMOD	0.096461	0.037265	2.588493	0.0098
LMORAD	-0.910564	0.025592	-35.58066	0.0000
ATE20M3	-0.847808	0.028976	-29.25923	0.0000
MAIS50M3	0.891617	0.064859	13.74710	0.0000
R <sup>2</sup>	0.742749	Estatística F		374.9308
R <sup>2</sup> Ajustado	0.740768	P-valor		0.0000

FONTE: Elaboração dos autores

confirma-se a hipótese feita anteriormente de que a água é essencialmente um bem com demanda inelástica.

Vale ainda salientar que a demanda por água é determinada por mais de uma variável. Por exemplo, havendo um aumento de tarifa, haverá uma tendência dos consumidores reduzirem o consumo de água. Todavia, a elevação da renda, por exemplo, tende a reduzir o impacto dos preços, fazendo com que a redução da demanda seja menor.

Outra importante variável explicativa da demanda é o número de cômodos. Seu parâmetro está dentro do esperado. Assim, para domicílios com 10% a mais de cômodos, haverá, em média, uma demanda de água por pessoa 0,96% superior. Outra importante variável explicativa é o número de moradores por domicílio. Seu sinal é negativo, o que indica que existe um padrão de consumo familiar tal que pode ser decomposto em uma parte fixa (que envolve as necessidades básicas de um lar) e outra que varia com o número de moradores (que envolve as necessidades individuais de cada morador). Dessa forma, à medida que aumenta o número de moradores, menor é o consumo de água por pessoa. As estimativas permitem concluir que domicílios com 10% a mais de moradores acarretam, em média, uma redução de 9,1% no consumo de água por pessoa.

Percebe-se que esse resultado não significa que quando o número de moradores aumenta o consumo de água diminui. De fato, as estimativas atestam que mais moradores levam a um maior consumo, só que esse aumento é relativamente pequeno de tal forma que o consumo *per capita* acaba diminuindo. Uma explicação plausível para esse resultado é que o aumento do número de moradores tende a aumentar apenas a componente

variável do consumo.

As estimativas mostram que, mantendo-se tudo mais constante, os domicílios que estão conectados à rede de esgoto consomem aproximadamente 7,9869% mais água por pessoa se comparados aos que não estão conectados. Por outro lado, quando são analisadas as *dummies* ATE20M3 e MAIS50M3, verifica-se que os seus coeficientes captam o diferencial médio de consumo por pessoa de um domicílio que consome entre 20 e 50 m<sup>3</sup> de água em relação aos domicílios que consomem menos de 20 m<sup>3</sup> e aos que consomem mais de 50 m<sup>3</sup> de água, respectivamente. No caso, o consumo por pessoa nos domicílios que consomem menos de 20 m<sup>3</sup> de água é, em média, 84,7808% menor que o daqueles na faixa de consumo entre 20 e 50 m<sup>3</sup> de água, ao passo que nos domicílios com consumo superior a 50 m<sup>3</sup> de água, esse diferencial médio seria positivo, de cerca de 89,1617%, o que seria esperado já que, mantendo-se as demais variáveis constantes (inclusive o número de moradores do domicílio), os domicílios com maior consumo tendem a ter, também, um maior consumo por pessoa.

Quanto ao intercepto, as situações possíveis são:

Domicílios conectados à rede de esgoto:

- i) famílias que consomem até 20 m<sup>3</sup>: intercepto = 2,43 + 0,08 - 0,85 = 1,66;
- ii) famílias que consomem entre 20 e 50 m<sup>3</sup>: intercepto = 2,43 + 0,08 = 2,51;
- iii) famílias que consomem mais do que 50 m<sup>3</sup>: intercepto = 2,43 + 0,08 + 0,89 = 3,40;

Domicílios não conectados à rede de esgoto:

- i) famílias que consomem até 20 m<sup>3</sup>: intercepto = 2,43 - 0,85 = 1,58;

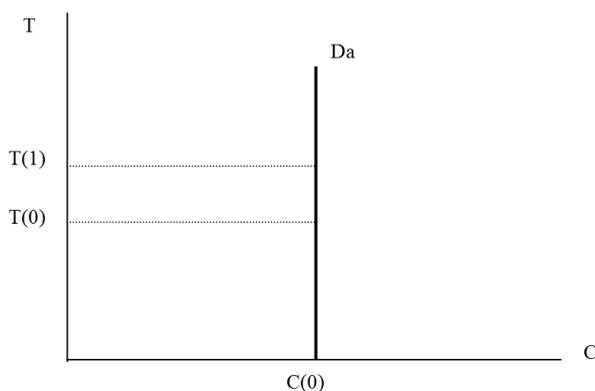
ii) famílias que consomem entre 20 e 50 m<sup>3</sup>: intercepto = 2,43;

iii) famílias que consomem mais do que 50 m<sup>3</sup>: intercepto =  $2,43 + 0,89 = 3,32$ .

Esses resultados possibilitam estimar a demanda por água por pessoa para uma determinada área, o efeito da variação de tarifas etc. Com isso, pode-se estimar o consumo total e a receita a ser obtida, bem como suas variações. Portanto, a estimação aqui realizada é extremamente importante para a projeção do faturamento e para a averiguação dos impactos de eventuais mudanças tarifárias no mercado residencial de água.

O sistema aqui considerado é ainda relativamente superior ao sistema que predomina na atualidade, que não considera a demanda do mercado e suas características principais. Assim, na prática, a determinação das tarifas nesse sistema ocorre como se a demanda por água fosse perfeitamente inelástica (elasticidade preço da demanda igual a zero) e independente de outras variáveis explicativas. Dessa forma, a interdependência entre custos, tarifas e receita é bastante simples, na qual os custos da produção e distribuição de água potável e do tratamento de esgoto são um sinalizador para a determinação das tarifas. Por outro lado, informações sobre o número de consumidores conectados à rede de água e esgotamento sanitário e o volume médio consumido permitem identificar o volume de água e coleta de esgoto sanitário totais utilizados. Considerando as tarifas e o volume de água e esgotamento sanitário utilizados, determina-se o faturamento da empresa. Esse sistema parte do princípio que o fornecimento de água tende a ser um monopólio natural. Assim, a demanda se ajustaria à estrutura tarifária que fosse estabelecida. Portanto, desconsidera-se o mercado e as decisões sobre tarifas são tomadas de forma unilateral. O Gráfico 1 apresenta o efeito de um aumento de tarifa (T), passando do nível T(0) para o nível T(1), para uma curva de demanda por água (Da) quando a elasticidade preço é igual a zero. Percebe-se que, nesse caso, quando a tarifa aumenta, o consumo (C) não se modifica.

Gráfico 1: Efeito de um aumento de tarifa quando a elasticidade preço da demanda por água é igual a zero

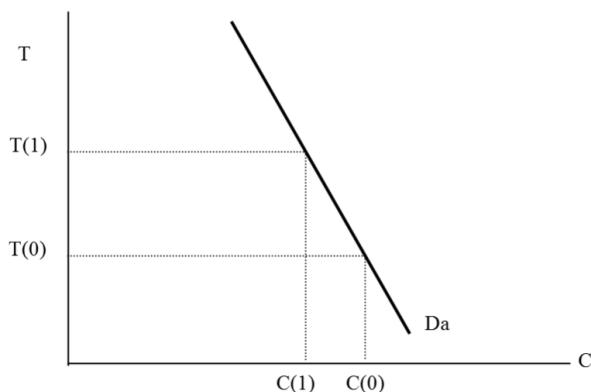


FONTE: Elaboração dos autores

Já no sistema proposto no presente trabalho, a curva de demanda por água é inelástica (porém diferente de zero), conforme foi verificado através das estimativas obtidas. Neste caso, um aumento de tarifas levaria ao aumento do faturamento da companhia que oferta esse produto, mas não na mesma proporção que o aumento da tarifa, como no caso anterior, conforme exemplifica o Gráfico 2.

Outro fator que merece destaque especial é que, já que foi utilizada a disposição a pagar dos indivíduos ao invés da tarifa efetiva, conforme foi dito anteriormente, para se estimar a demanda residencial de água, então, o consumo estimado a cada nível de tarifa tenderá a ser sempre maior que nível de consumo efetivo. Utilizando-se as estimativas obtidas, a companhia obterá informações para calcular o faturamento potencial (isso é, o máximo que ela poderia faturar naquele nível específico de tarifa) e não o faturamento corrente. Assim, o modelo aqui utilizado permitiria responder à seguinte indagação: se o potencial de faturamento é o estimado através dos resultados obtidos, então, qual seria a tarifa máxima que poderia ser cobrada, sem alterar significativamente o consumo médio?

Gráfico 2: Efeito de um aumento de tarifa quando a curva de demanda por água é inelástica



FONTE: Elaboração dos autores

Para Fortaleza, em situação normal, os resultados obtidos foram considerados estatisticamente adequados, apenas em relação à variável número de

cômodos (LCOMOD) não apresentou um coeficiente esperado. Assim, do ponto de vista estatístico, o número de cômodos não tem influência na demanda de água por pessoa. Enquanto isso, as elasticidades renda e preço da demanda, assim como os demais parâmetros apresentaram valores próximos aos estimados para o total da amostra (Tabela 3).

Quanto aos demais municípios pesquisados, ou seja, o total da amostra menos Fortaleza, os resultados também foram significativos, apenas a variável que procurava diferenciar a demanda dos conectados e não conectados em esgoto só foi significativa ao nível de 10%, o que é um resultado aceitável com restrições<sup>6</sup>. Também percebe-se que a elasticidade renda é um pouco maior do que a de Fortaleza, enquanto a elasticidade preço é menor, ou seja, os consumidores dos demais municípios reagem menos a uma variação de preço do que os da capital cearense (Tabela 4).

Tabela 3 – Fortaleza – demanda por água - variável dependente: LCONPCP - N = 387

VARIÁVEL	COEFICIENTE	ERRO PADRÃO	ESTATÍSTICA T	P-VALOR
C	2.558697	0.189132	13.52861	0.0000
DTAESG	0.128917	0.044043	2.927090	0.0036
LRFAM	0.069558	0.028669	2.426280	0.0157
LTAETOT	-0.355031	0.074993	-4.734212	0.0000
LCOMOD	0.070918	0.077551	0.914470	0.3611
LMORAD	-0.918691	0.048818	-18.81871	0.0000
ATE20M3	-0.935122	0.048946	-19.10502	0.0000
MAIS50M3	0.896090	0.084156	10.64799	0.0000
R <sup>2</sup>	0.735975	Estatística F		150.9240
R <sup>2</sup> Ajustado	0.731098	P-valor		0.0000

FONTE: Elaboração dos autores

Tabela 4 – Demais municípios pesquisados – demanda por água - variável dependente: LCONPCP - N = 531

VARIÁVEL	COEFICIENTE	ERRO PADRÃO	ESTATÍSTICA T	P-VALOR
C	2.317506	0.180824	12.81638	0.0000
DTAESG	0.041212	0.024604	1.675007	0.0945
LRFAM	0.088877	0.025677	3.461402	0.0006
LTAETOT	-0.279845	0.123756	-2.261262	0.0242
LCOMOD	0.109265	0.044668	2.446181	0.0148
LMORAD	-0.903707	0.025864	-34.94020	0.0000
ATE20M3	-0.776423	0.036569	-21.23168	0.0000
MAIS50M3	0.826821	0.103173	8.013953	0.0000
R <sup>2</sup>	0.756490	Estatística F		231.6647
R <sup>2</sup> Ajustado	0.753225	P-valor		0.0000

FONTE: Elaboração dos autores

#### 4 CONCLUSÃO

Em termos pragmáticos, constatou-se que a demanda apresentou uma elasticidade renda muito baixa e, assim, um aumento da renda acarretaria apenas um pequeno acréscimo no consumo de água por pessoa. Para todos os casos, a demanda é inelástica em relação ao preço, o que é de se esperar, pois o produto em análise tem tal característica. Seu valor absoluto ficou em torno de 0,31, o que indica a magnitude de reação da quantidade demandada quando houver uma elevação da tarifa. Essa constatação impõe um limite para a elevação de tarifas, sem que haja redução significativa no consumo de água. Na comparação entre Fortaleza e os demais municípios cearenses, as estimativas revelam que a elasticidade preço da demanda é maior na capital que no interior. Logo, visto que Fortaleza é o principal mercado consumidor e, portanto, a maior fonte de receitas da CAGECE, essa é a localidade que mais limita os reajustes de tarifa<sup>7</sup>, uma vez que preços mais altos reduzem o consumo de seus habitantes de uma forma mais intensa que no interior.

Outra importante aplicação dessas averiguações está na viabilidade de integração entre custos, tarifas e demanda residencial por água, possibilitando-se ter uma melhor percepção das potencialidades e das limitações da empresa alcançar a sua autosuficiência financeira, pois, observa-se que há uma interdependência entre as partes que compõem o sistema em análise. Caso seja dado um reajuste tarifário, o resultado não será uma mera ampliação da receita na mesma proporção, porque a demanda por água também será modificada (no caso irá reduzir). A magnitude dessa mudança é determinada pelas características de demanda por tipo de consumidor, seu nível de renda, condições locais etc.

Em adição ao exposto, percebe-se a partir do que foi verificado na pesquisa que é possível estabelecer uma nova estrutura tarifária, pois, conforme apresentou-se no início deste trabalho, a atual estrutura é injusta porque a tendência de mudanças no estilo de moradia e no estilo de vida no meio urbano leva à redução do consumo de água por economia, independente do nível de renda. Isso vem ao encontro da constatação de que, ao longo dos

anos houve uma migração de consumidores para as faixas mais baixas de consumo. Desse modo, o subsídio cruzado também estaria sendo apropriado por pessoas de renda mais elevada.

Essa questão convida a uma reflexão sobre a reestruturação tarifária, cujos princípios devem partir do reconhecimento da necessidade da existência de uma tarifa social, com a finalidade de atender às famílias de baixa renda. Nesse aspecto, atualmente beneficiam-se da tarifa social as famílias que atendam simultaneamente ao conjunto dos seguintes critérios: i) imóvel com até 80 m<sup>2</sup>; ii) imóvel de padrão baixo; iii) existência de até 3 pontos de utilização; e iv) consumo mensal de até 10 m<sup>3</sup>. Ora, é de se entender que uma família pobre, que, em geral, é mais numerosa, pode ter uma necessidade de consumo de mais de 10 m<sup>3</sup> e mesmo assim não deixa de ser pobre. Por conseguinte, a questão é redefinir o critério para identificar as famílias que devem se beneficiar da tarifa social.

Ademais, deve-se considerar numa nova estrutura tarifária em que não devem prevalecer os subsídios cruzados, pois os mesmos são ineficientes e ineficazes. Portanto, essa estrutura deve conter um mínimo de tarifas por faixa de consumo, havendo uma tendência a se propor até uma tarifa única. Todavia, a implantação de uma tarifa única representa uma transformação muito grande, o que pode causar transtornos durante a absorção da mudança. Uma alternativa para caminhar nessa direção seria estabelecer, num primeiro momento:

- uma tarifa social;
- uma tarifa básica para quem consome até um mínimo pré-estabelecido (podendo ser 10 m<sup>3</sup>);
- uma tarifa maior e de acordo com os custos para quem consome além desse mínimo e até 20 m<sup>3</sup>;
- uma tarifa bem mais elevada para quem consome mais de 20 m<sup>3</sup>. Esta opção é compatível com a tendência de concentração do consumo médio em até 20 m<sup>3</sup>.

Essa é uma dentre as muitas alternativas de estrutura tarifária. O importante é que existe um conjunto de mecanismos que poderão nortear uma política tarifária que procure conciliar as necessidades financeiras da empresa com a percepção de que a água é um bem público e deve ser barata, principalmente para a população de

baixa renda. Nesse caso, o conhecimento das reações do mercado representa um subsídio que poderá ser muito útil na tomada de decisões.

Além dessas possibilidades, as verificações aqui obtidas têm ainda outros usos alternativos. Como ilustração, elas permitem estimar a previsão de variação do faturamento em decorrência do aumento do número de economias, crescimento populacional, expansão da rede de abastecimento etc. Para tanto, faz-se necessário conhecer as características socioeconômicas da população-alvo, a fim de obter os valores médios das variáveis explicativas da demanda. Essas são apenas algumas, entre muitas possibilidades de uso do estudo em discussão.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, A.N., **Consumo residencial de água tratada em Piracicaba: Uma Aplicação de modelos de Séries Temporais**, Tese de Doutorado, ESALQ/USP, 2000.
- ANDRADE et al. **Saneamento urbano: a demanda residencial por água**. Pesquisa e Planejamento econômico. v. 25, n. 3, dez, 1996.
- BILLINGS, R.B, AGTHE, D.E, **Price elasticities for water: a case of increasing block rates.**, Land Economics: 56: 73-84, 1980.
- BOLAND e WIHTTINGTON, **Water Tariff Design in Developing Countries** em DINAR A. ed. The Political Economy of Water Pricing Reforms, Oxford University Press, 2000
- CARRERA-FERNANDEZ, J., **Cobrança e Preços Ótimos pelo Uso da Água de Mananciais**, Revista Econômica do Nordeste, v.28, n.3, p.249-277, jul./set.1997
- CARRERA-FERNANDEZ, J, MENEZES, W. **A Avaliação Contingente e a Demanda por Serviço Público de Saneamento: Uma Análise a partir da Região do Alto Subaé-Bahia**, mimeo, 2000.
- FARIA, D. M. C. P. **Avaliação contingente em projetos de abastecimento de água**. Brasília: Ministério do Planejamento e Orçamento. Secretaria de Política Urbana/IPEA, 1995.
- FOSTER, H.S., BEATTIE B.R., **Urban Residential demand for water in the United States**, Land Economics, 55 (1), 43-58., 1981.
- GOTTLIED, M., **Urban domestic demand of water in the United States**, Land Economics, 39 (2), 204-210, 1963.
- HÖKBY, S.; SÖDERQVIST, T. Elasticities of demand and willingness to pay for environmental services in Sweden. Mimeo., 2001. Disponível em: <http://www.beijer.kva.se/publications/pdf-archive/artdisc137.pdf> JOHNSTON, J.; DINARDO, J. **Econometrics methods**. 4.ed. Nova York: McGraw Hill, 1997.
- LYPSEI, R.; LANCASTER, K.J., **The General Theory of The Second Best**. Review of Economic Studies, v.24, p. 11-32, 1956.
- MAS-COLELL, A.; WINSTON, M. D. ; GREEN, J. R. **Microeconomic theory**. Oxford: Oxford University Press, 1995.
- MATTOS, Z.P.B. **Uma análise da demanda residencial por água usando diferentes métodos de estimação**. Pesquisa e Planejamento Econômico. v.28, n.1, p. 207-223, jan. 1998
- MITCHELL, R. C, CARSON, R. **Using surveys to value public goods: the contingent valuation method**. Washington, D.C: Resources For The Future, 1993.
- NORDIN, J.A., **A proposed modification on Taylor's demand-supply analysis: comment**, The Bell Journal of Economics, 7 (2), 719-721, 1976.
- RIDKER, Ronald. **Economic costs of air pollution**. New York: Praeger, 1967.

- SERÔA DA MOTTA, **Manual para Valoração Econômica de Recursos Ambientais**, Brasília, MMA, 1998.
- STOVELAND, S.; BASSEY, B. U. Status of water supply and sanitation in 37 small towns in Nigeria. Mimeo, 1997. Disponível: [http://www.stoveco.com/Nigeria/small\\_towns1997/index.html](http://www.stoveco.com/Nigeria/small_towns1997/index.html)
- TAYLOR, L.D., **The demand for electricity: a survey**, The Bell Journal of Economics, 6 (1), 74-110, 1975.
- WACKERLY, D.D.; MENDENHALL, W. SCHEAFFER, R.L. **Mathematical Statistics with applications**, 5.ed. Belmont: Wadsworth Publishing Company, 1995.
- WILKE, R. **A selective survey of demand theory**. Universidade de Dortmund, Texto para discussão, n. 2001-07, 2001.
- (Endnotes)
- 1 De acordo com o modelo tarifário da CAGECE, a tarifa social é aquela aplicada para famílias de baixa renda que atendam simultaneamente ao seguinte conjunto de critérios: i) imóvel com até 80 m<sup>2</sup>; ii) imóvel de padrão baixo; iii) existência de até 3 pontos de utilização; e iv) consumo mensal de até 10 m<sup>3</sup>. Para detalhes, veja [https://www.cagece.com.br/portal/seguro/Preços\\_Tarifas.asp](https://www.cagece.com.br/portal/seguro/Preços_Tarifas.asp)
- 2 Para detalhes, veja LYPSEI e LANCASTER (1956).
- 3 Para o Brasil podem ser citados os estudos de mudanças ambientais do Pantanal brasileiro, o programa de despoluição da Baía de Guanabara no Rio de Janeiro (SERÔA DA MOTTA, 1998) e os estudos de Faria (1995) sobre os benefícios de expansão e melhoria de sistemas de abastecimento de água no Espírito Santo.
- 4 A revisão bibliográfica é parte componente da tese de doutorado da autora, cujo objetivo foi de analisar os efeitos dos componentes sazonais e de ciclo-tendência do consumo de água e estima a demanda de água residencial total e média para a cidade de Piracicaba, Estado de São Paulo, utilizando métodos de séries temporais e X11, no período de 1990 a 1999.
- 5 Esta técnica está sendo bastante disseminada atualmente e vários exemplos da utilização podem ser mencionados, dentre os quais podem ser citados os estudos efetuados por Stoveland e Bassey (1997), sobre as condições de oferta de água e saneamento em 37 pequenas cidades da Nigéria, e por Höqby e Söderqvist (2001), que procuram medir as elasticidades da demanda e a disposição a pagar por serviços ambientais na Suécia.
- 6 A um nível de significância de 10%, a probabilidade de se cometer um erro do tipo I aumenta, mas, por outro lado, diminui a probabilidade de se cometer um erro de tipo II (GUJARATI, 2000).
- 7 O coeficiente de *LTAETOT* na regressão geral é uma média ponderada das demais regressões e o seu valor está mais próximo da estimativa obtida para Fortaleza que para os demais municípios.