
*XXXVII- Encontro Nacional de
Economia*

*Seção Especial ANPEC/SABESP: A
Economia do Saneamento*

11 de dezembro de 2009

Dimensões da Concorrência do Saneamento

Concorrência no fornecimento de água em São Paulo: Evidências e impactos na elasticidade da demanda dos grandes clientes da Sabesp - Denisard Alves

Denisard Cneio de Oliveira Alves¹

Paula Carvalho Pereda²

Daniel da Silva Grimaldi³

Alexsandros Fraga³

Introdução

Este estudo tem por objetivo verificar evidências de concorrência no mercado de distribuição de água nos municípios paulistas atendidos pela Sabesp. Pretende-se, adicionalmente, testar as influências da concorrência na sensibilidade-preço dos grandes clientes comerciais e industriais da empresa.

Algumas evidências de busca por novas fontes de fornecimento de água foram identificadas pela Sabesp, principalmente para clientes comerciais e industriais de alto e médio porte, os quais podem ser denominados de “grandes clientes”. As principais fontes alternativas de fornecimento de água – potenciais concorrentes da Sabesp – são: perfuração de poços (semi) artesianos; contratação de caminhões-pipa; e transporte de água de municípios vizinhos.

Entre os fatos atuais que indicam o provável aumento da concorrência no mercado em que a Sabesp atua, destacam-se: a perda efetiva de clientes da Sabesp nos últimos anos⁴; e o aumento do número de outorgas concedidas pelo DAEE para fontes alternativas⁵.

De modo a identificar e estimar o efeito da concorrência da Sabesp no volume consumido dos seus grandes clientes, decidiu-se realizar o estudo em duas etapas:

¹ Professor Titular do Departamento de Economia FEA-USP.

² Doutoranda em Economia pela FEA-USP.

³ Mestrando em Economia pela FEA-USP.

⁴ Evidência encontrada por meio da análises estatísticas da base de dados da Sabesp.

⁵ Website: <http://www.dae.sp.gov.br/cgi-bin/Carrega.exe?arq=/outorgaefiscalizacao/index.htm>. Consulta feita em outubro de 2009.

Etapa I: O objetivo da primeira parte do estudo foi identificar, por meio de métodos econométricos, o limiar do fornecimento de água que, dada a atual estrutura tarifária da Sabesp, leva os grandes clientes a buscarem fontes alternativas de fornecimento de água;

Etapa II: Uma vez detectado o limiar de evasão dos clientes, ou seja, a evidência de existência de mercado concorrencial no fornecimento de água, foi estudada a relação entre a demanda por água da Sabesp e a estrutura de preços da mesma (a sensibilidade dos grandes clientes da empresa face a estrutura tarifária da empresa, observada por seus clientes). Acredita-se que, apesar de a água ser um bem essencial para as pessoas e para a produção de determinados bens, a concorrência enfrentada pela Sabesp leva seus clientes a serem bastante sensíveis aos preços praticados pela concessionária.

A partir dos resultados encontrados por este estudo, torna-se possível a simulação de alternativas de políticas tarifárias que permitam à Sabesp defender ou ampliar sua participação no mercado de fornecimento de água do Estado de São Paulo.

As estimações da probabilidade de evasão de cliente e da demanda por água da Sabesp foram feitas com base no arquivo de clientes da empresa e outras informações coletadas externamente.

Os resultados dos modelos estimados para a Etapa I corroboraram a hipótese inicial, fornecendo evidências de que a probabilidade de evasão dos clientes Sabesp aumenta conforme cresce o nível de volume médio consumido dos clientes. O estudo desta etapa também encontrou que o nível médio de consumo mensal em que a probabilidade chega próxima ao seu máximo é de 900m³.

Em complemento à análise anterior, os resultados estimados para a segunda etapa do estudo sugerem que a elasticidade-preço média dos clientes aqui analisados é baixa (entre -0,40 e -0,80), estando de acordo com valores preconizados pela teoria econômica. As sensibilidades aos preços das empresas de atividades econômicas distintas mostraram ser ligeiramente diferentes entre os tipos de atividades, no entanto, a maioria dos resultados concentrou-se no intervalo de -1 a 0, para as elasticidades-preço. Um resultado importante foi a elasticidade-preço crescente ao longo do tempo, o que indica o aumento da sensibilidade dos consumidores aos preços da água nos últimos anos.

Base de Dados

Variáveis Disponibilizadas pela Sabesp

O trabalho se apóia em dados, disponibilizados diretamente pela Sabesp, a respeito de seus clientes comerciais e industriais, que foram considerados grandes clientes⁶. Para cada um desses clientes, foram fornecidas as seguintes informações: código de RGI associado⁷ (identidade da ligação);

⁶ Foram considerados “grandes” clientes aqueles cujo consumo semestral médio superou 50 m³ em algum momento do tempo entre julho de 2003 e agosto de 2008.

⁷ O número do RGI serviu para definir unicamente cada cliente, de tal forma que todas as outras informações estão a ele ligadas. Vale ressaltar que é possível que um determinado cliente mude de endereço e, com isso, passe a consumir do sistema SABESP através de outro RGI. No entanto, não é possível identificar esses casos, dentro dessa base de dados. Apesar das limitações da metodologia, a suposição de que os clientes permaneceram no mesmo RGI durante o período analisado foi a única opção viável.

quantidade de água, esgoto e consumo efluente faturados para cada mês do período de referência; valor da fatura de água, esgoto e consumo efluente para cada mês do período de referência; tipo de ligação⁸; código de categoria de uso; tipo de tarifa; e ramo de atividade⁹. A partir do valor cobrado na fatura e da quantidade de água faturada foi possível encontrar, através da razão entre as variáveis, o preço pago por cada RGI em cada momento do tempo (mês/ano). O período total de referência do estudo abrangeu os 61 meses entre julho de 2003 e agosto de 2008.

Para a criação de uma variável capaz de controlar, nas estimações, possíveis efeitos de localidade, optou-se por utilizar o código de unidade de negócio atribuído a cada RGI (definido pelo campo *un*). As unidades de negócio da SABESP foram codificadas da seguinte maneira:

Código	Regional
1	Baixada Santista
2	Vale do Ribeira
3	Vale do Paraíba
4	Baixo Tietê e Grande
5	Pardo e Grande
6	Médio Tietê
7	Baixo Paranapanema
8	Alto Paranapanema
9	Litoral Norte
10	Capivari e Jundiá
11	Centro de São Paulo
12	Norte de São Paulo
13	Sul de São Paulo
14	Leste de São Paulo
15	Oeste de São Paulo

⁸ Água, esgoto, ou água e esgoto.

⁹ As variáveis de ramos de atividade utilizadas estão descritas no Anexo B.

Com a base de dados pronta, pretendeu-se encontrar uma variável que captasse corretamente a evasão de grandes clientes do sistema Sabesp, variável esta que foi utilizada em ambas as etapas do trabalho. Primeiramente, optou-se por trabalhar sempre com as médias de volume consumido semestralmente, ao invés do consumo mensal e compará-las com a média de consumo do mesmo período no ano anterior. Desta maneira evita-se a contabilidade de flutuações mensais de consumo (sazonalidades), como ocorre na indústria de bebidas, por exemplo.

Adicionalmente, foi preciso determinar precisamente o ponto a partir do qual uma queda de consumo faturado deve ser classificada como “incomum”. Com base em trabalho anterior contratado pela Sabesp¹⁰, estabeleceu-se como critério para classificação de ex-cliente uma queda de consumo médio semestral igual ou superior a 90%. Tal queda de consumo pode ser fortemente explicada pela retirada do cliente do sistema Sabesp, pois o comum entre os clientes que buscam alternativa de fornecimento é uma queda drástica, mas ainda com a presença de um consumo residual no sistema Sabesp. A partir dessa classificação foram construídas as *dummies*¹¹ utilizadas como variáveis de interesse das regressões estimadas.

Outras Variáveis do Estudo

Para a segunda etapa do estudo, estimação das equações de demanda, as variáveis disponibilizadas pela Sabesp não foram suficientes para a especificação completa do modelo. Uma das principais informações necessárias para o modelo de demanda é o conhecimento dos preços dos concorrentes da Sabesp, como os preços da água fornecida por empresas de caminhão-pipa e por poços-artesianos e semi-artesianos perfurados. Além disso, medidas do tamanho dos clientes Sabesp (em termos de produção) também são importantes para modelar a decisão dos mesmos de consumir água, logo esta variável também deve ser identificada no modelo.

Para encontrar as informações do tamanho do cliente, optou-se pelo levantamento, junto a Prefeitura do Município de São Paulo, da metragem quadrada dos estabelecimentos comerciais e industriais de São Paulo. Esta informação pode ser considerada uma aproximação da variável tamanho (produção, ou faturamento) da empresa, uma vez que se acredita que empresas de maior porte de produção exijam maiores plantas.

Os preços dos concorrentes foram coletados a partir dos resultados de pesquisa de campo realizada por empresa contratada pela Sabesp. A pesquisa calculou os preços da água, por metros cúbicos, para caminhões-pipa em seis regiões de atuação da Sabesp, todas dentro da Região Metropolitana de São Paulo. Os preços são relativos à Janeiro de 2009, data de aplicação dos questionários¹². Para poços

¹⁰ “Perdas de Grandes Clientes” (Agosto de 2008), este trabalho utiliza ferramentas de datamining para definição de critérios.

¹¹ Variáveis *dummies* são variáveis binárias, ou dicotômicas, que modelam algum comportamento qualitativo de interesse. No caso em questão, esta variável assume o valor unitário quando o consumo varia negativamente mais de 90% com relação ao período de comparação.

¹² Para deflacionar os preços da água, por caminhão-pipa para os períodos anteriores, foram utilizados os seguintes índices de preços: Índice de Preços ao Consumidor (IPC-Fipe); e preço dos Óleos Combustíveis da

artesianos e semi-artesianos, não foi possível calcular preços consistentes para as seis regiões de interesse devido à falta de variabilidade nas regiões, ao baixo nível de resposta das empresas perfuradoras e de consistência na formação de preços.

Algumas questões sobre o mercado concorrente são importantes de serem destacadas. Um exemplo seria a questão do preço e medição do esgoto produzido pelas ligações de água. Para a maioria dos clientes da Sabesp, a quantidade utilizada de esgoto é calculada como sendo equivalente ao consumo de água do período. Segundo informado por técnicos da Sabesp, em alguns clientes – principalmente aqueles em que a água é insumo importante na produção – este cálculo é feito com maior precisão, de maneira a não trazer prejuízos aos consumidores. No entanto, esta questão torna-se mais relevante quando se analisa o mercado concorrencial, uma vez que não é realizada a medição da água adquirida por fontes alternativas. Este fato é visto com grande preocupação, pois a Sabesp perde receita do consumo de água, devido à concorrência, e da utilização do esgoto. Além disso, a Sabesp ainda tem prejuízo devido aos custos de tratamento do esgoto decorrentes da água comprada na concorrência.

Analisando os dados da concessionária e as informações extraídas da pesquisa de campo contratada, pode-se verificar se o processo de formação de preço dos fornecedores de água de caminhão-pipa tem alguma relação com o preço da água da Sabesp. Com o intuito de responder tal questão, realizou-se o seguinte exercício: Comparou-se o preço marginal da água da Sabesp para clientes que consomem volume acima de 50m³ com a média e a mediana do preço da água de caminhão-pipa para cada unidade de negócio da região metropolitana de São Paulo. As tabelas reunindo tais informações encontram-se abaixo:

Preço Marginal da Água e Esgoto (Sabesp) e Preço Médio do Caminhão-Pipa

Zona de SP	Água Sabesp preço (marginal)	Esgoto Sabesp preço (marginal)	(Água + Esgoto) Sabesp preço (marginal)	Água de caminhão-pipa preço (média)	Água de caminhão- pipa + Esgoto Sabesp preço
Centro	10.18	10.18	20.36	14.42	24.60
Norte	10.18	10.18	20.36	20.32	30.50
Sul	10.18	10.18	20.36	18.22	28.40
Leste	10.18	10.18	20.36	15.62	25.80
Oeste	10.18	10.18	20.36	17.45	27.63

Associação Nacional de Petróleo (ANP). Entretanto, este procedimento só foi realizado para a análise de regressão.

Preço Marginal da Água e Esgoto (Sabesp) e Mediana do Preço do Caminhão-Pipa

Zona de SP	Água Sabesp preço (marginal)	Esgoto Sabesp preço (marginal)	(Água + Esgoto) Sabesp preço (mediana)	Água de caminhão-pipa preço (mediana)	Água de caminhão-pipa + Esgoto Sabesp preço (med + mg)
Centro	10.18	10.18	20.36	14.00	24.18
Norte	10.18	10.18	20.36	18.00	28.18
Sul	10.18	10.18	20.36	16.50	26.68
Leste	10.18	10.18	20.36	15.00	25.18
Oeste	10.18	10.18	20.36	17.50	27.68

Com base nestas observações, pode-se concluir que os clientes desta região enxergam vantagens artificiais no fornecimento alternativo (caminhão-pipa), uma vez que eles deixam de pagar o valor devido pelo esgoto coletado. Na comparação entre os valores apenas da distribuição da água, a Sabesp apresenta preços mais vantajosos em todas as zonas da cidade de São Paulo.

Metodologia

A seção metodológica está subdividida em duas seções principais. A primeira discorre sobre a metodologia utilizada no estudo do limiar de evasão dos clientes e a segunda discute brevemente os modelos de demanda estimados para encontrar as elasticidades-preço da demanda para os grandes clientes da Sabesp. Ambas as modelagens se baseiam na análise de regressão, que busca explicar as oscilações de uma variável de interesse – chamada de dependente – em função da variação de outras variáveis, denominadas explicativas ou controles.

Estudo do Limiar de Evasão de Clientes Sabesp

Para estimar o volume de fornecimento de água a partir do qual a probabilidade de evasão do cliente Sabesp aumenta, foi utilizado o Modelo Logit com Efeitos Fixos.

O Modelo Logit é um modelo de escolha binária, ou modelo de probabilidade. O princípio básico de modelos de probabilidade é o fato de a variável dependente assumir valor 1 para o caso de interesse, e 0 caso contrário. Em um modelo de regressão clássica, o interesse está no efeito marginal (que é o próprio coeficiente da regressão) de alguma variável x sobre a média condicional da variável dependente, y . Em modelos de probabilidade, ou modelos de escolha binária, o interesse se concentra em encontrar o efeito que uma variação em x provoca na probabilidade condicional de y/x ¹³ [Wooldridge, 2001; Greene, 2003].

¹³ Lê-se “*y* dado *x*”.

Uma vez detectada a evasão do cliente, com base nos critérios de evasão definidos anteriormente e na comparação entre os dados de 2008 e 2004, é possível estimar o volume de fornecimento de água a partir do qual a probabilidade de evasão do cliente Sabesp cresce.

O Modelo Logit foi utilizado devido à natureza da variável de interesse do estudo (evasão), que assume valor um, ou zero. Neste caso, o modelo permite que se explique o efeito do volume de consumo e de outras variáveis intrínsecas dos clientes na probabilidade de os clientes deixarem o sistema de abastecimento da Sabesp e buscarem alternativas para o fornecimento de água. A constatação de efeito significativo do nível de consumo na probabilidade de evasão do sistema pode ser evidência de elasticidade-preço da demanda diferente entre os tipos de clientes da Sabesp (pequeno, médio, ou grande).

O volume de água, dada a estrutura tarifária constante, ao longo dos cinco últimos anos, é a variável que permitirá ao cliente se ajustar no seu objetivo de minimizar custos. O volume médio faturado de água entrou na estimação no nível (em termos de m^3) e ao quadrado, de maneira a captar a diferença de sensibilidade dos clientes à estrutura tarifária da Sabesp, conforme aumenta o consumo médio dos mesmos.

Para a construção do modelo, definiu-se: $Y = \begin{cases} 1, & \text{se o cliente saiu do sistema Sabesp} \\ 0, & \text{caso contrário} \end{cases}$

A variável Y assume o valor 1 com base nos critérios definidos anteriormente. Assim, as variáveis de controle são: *dummies* para ramos de atividades¹⁴; volume de água faturado mensalmente na Sabesp; e volume ao quadrado de água faturado mensalmente na SABESP. Tais variáveis representadas pela matriz X , com número de colunas igual ao total de variáveis (n° de *dummies* + constante + variáveis de volume de água), com N linhas representando as N observações da amostra. A probabilidade de evasão é dada por $p(Y = 1)$, que é uma curva na forma de S e expressa uma relação não linear entre Y e as variáveis indicadores.

O modelo estatístico expressa a probabilidade do Y ser igual a 1, ou seja, o cliente saiu do sistema Sabesp, é dado por:

$$p = P\{Z \leq \Lambda(\beta_1 + \beta_2 \text{setor} + \beta_3 m^3 + \beta_4 (m^3)^2)\}$$

em que os betas são os parâmetros a serem estimados usando-se as N observações da amostra.

É importante ressaltar que neste modelo o vetor de parâmetros β não tem a interpretação usual dos modelos de regressão tradicionais, não representando diretamente os efeitos marginais das variáveis explicativas sobre Y . O efeito marginal, ou impacto da variação de uma unidade em qualquer das variáveis explicativas (no caso em estudo: ramo de atividade; m^3 ; e $(m^3)^2$) sobre a probabilidade do cliente sair do sistema Sabesp, é descrito pela razão entre o coeficiente beta da regressão (derivada da combinação linear das variáveis explicativas) e a função de probabilidade logística em função das variáveis explicativas do modelo avaliadas em algum ponto amostral.

¹⁴ *Dummies* são variáveis binárias que têm valor unitário quando ocorre o comportamento que se pretende medir e valor nulo caso contrário.

A utilização do Método de Efeitos Fixos, no caso deste estudo, deve-se à possibilidade de transformar a base de dados disponibilizada em um painel de dados. Essa transformação oferece diversas vantagens na estimação, uma vez que elimina alguns problemas inerentes aos dados em *cross-section* e o problema da falta de controles na regressão que explica a evasão de clientes da Sabesp. Isso ocorre devido à estimação de efeitos individuais (α_i), ou heterogeneidade, que contém um conjunto de variáveis específicas para cada indivíduo, que podem ser observados ou não, e se mantêm constantes ao longo do tempo.

Assim, de acordo com os aspectos discutidos aqui, o modelo pode ser definido por:

$$P(y_{it} = 1 / x_{it}, \alpha_i, 0 \leq n_i \leq 7) = \Lambda(x_{it}\beta + \alpha_i)$$

$$P(y_{it} = 0 / x_{it}, \alpha_i, 0 \leq n_i \leq 7) = 1 - \Lambda(x_{it}\beta + \alpha_i)$$

em que $\Lambda(\cdot)$ é a função logística, x_{it} é a matriz de controles (volumes no nível e ao quadrado em metro cúbicos, localização da ligação de água; ramo de atividade do cliente; entre outras características da ligação), β é o vetor de coeficientes, α_i o efeito não observado e $n_i = \sum_{t=1}^7 y_{it}$.

No Modelo Logit com Efeitos Fixos, para que se encontre a combinação linear das variáveis explicativas e efeito fixo estimados - que entram na função densidade de probabilidade para o cálculo dos efeitos marginais - deve-se supor algum valor para o efeito fixo ou considerá-lo zero. Esta segunda alternativa é mais prudente de acordo com Wooldridge (2002) e menos arbitrária, logo foram considerados nulos os efeitos fixos.

Estudo da Demanda e Elasticidades

- Importância da Demanda

Segundo Varian (1994) e Pindyck e Rubinfeld (1994), a demanda pode ser definida como a decisão de um consumidor adquirir determinado bem, seja este uma mercadoria ou um serviço. Em outras palavras, seria a quantidade de produto que o consumidor, ou um conjunto de consumidores, deseja consumir frente a uma estrutura de preços dada no mercado em que o produto é oferecido. É importante destacar que a quantidade demandada é medida em termos da unidade de tempo do momento da decisão.

A quantidade demandada, ou quantidade desejada pelo consumidor, depende de diversos fatores que influenciam os consumidores no momento em que este deseja adquirir determinado produto. Entre os principais fatores de influência na decisão dos consumidores destacam-se: preço do produto; preço dos produtos concorrentes (substitutos diretos ou indiretos); preço dos produtos complementares; a renda do consumidor em questão; preferência pelo produto ou marca; tempo; entre outras variáveis específicas para cada mercado.

A lei da demanda, decorrente da teoria do consumidor, define que a quantidade demandada de um bem se reduz conforme aumenta o seu preço, tudo o mais constante. Assim, tem-se que, em geral, a demanda por um bem, ou uma função de demanda pelo mesmo, é negativamente relacionada com o preço do bem.

A principal característica da água é o fato de ser um recurso essencial. A essencialidade deste bem advém de dois principais usos deste fator: sobrevivência, ou seja, o uso da água para hidratação do organismo; produção, uma vez que a água é utilizada como insumo produtivo de diversas indústrias – indústria de bebidas, resfriamento de motores, mineração, agricultura, geração de energia, entre outras.

Neste estudo analisou-se a demanda por água para clientes industriais e comerciais da Sabesp. Desta forma, acredita-se que a água possa ser caracterizada como um bem normal e apresente elasticidades-preço (sensibilidade da demanda aos preços) negativas, sendo maiores para ramos de atividade com processo produtivo intensivo em água.

A elasticidade-preço da demanda é a principal medida adimensional para a sensibilidade do consumo em relação à variação no preço. Ela é definida como a razão entre a variação percentual na quantidade consumida e a variação percentual no preço. O coeficiente de elasticidade-preço pode ser interpretado da seguinte forma: *Um incremento de 1% no preço do bem x provoca uma variação de $\epsilon\%$ na quantidade demandada do bem y.* Em termos notacionais, tem-se:

$$\epsilon = \frac{\frac{\Delta x}{x}}{\frac{\Delta p_x}{p_x}}$$

O sinal da elasticidade-preço da demanda em geral é negativo, uma vez que a teoria econômica prevê uma relação negativa entre preço e quantidade demandada. Se um bem tiver uma elasticidade da demanda maior que um em valor absoluto, dizemos que ele tem uma demanda elástica. Se a elasticidade for menor que um em valor absoluto, dizemos que o bem tem uma demanda inelástica.

Um exemplo da forma da função de demanda, o chamado de Modelo Log-log, pode ser expresso da seguinte forma:

$$\ln x = \beta_0 + \beta_1 \ln p_x + \beta_2 \ln w + \beta_3 \ln p_y + u$$

Em que: x : quantidade demandada do bem x .

p_x : preço do bem x .

w : renda dos consumidores.

p_y : preço do bem y (substituto ou complementar).

u : termo de erro.

Nesta caso particular, o coeficiente β_1 mede a elasticidade-preço da demanda, ou seja, um incremento de 1% em p_x provoca uma variação de $\beta_1\%$ em x mantendo tudo mais constante. O

Modelo Log-log pressupõe que a elasticidade seja constante ao longo de toda curva de demanda e utiliza logaritmos neperianos nas variáveis principais.

Outro exemplo bastante utilizado para especificar a equação da demanda é o Modelo Log-lin, que pode ser expresso da seguinte forma:

$$\ln x = \beta_0 + \beta_1 p_x + \beta_2 w + \beta_3 p_y + u$$

O coeficiente β_1 possui a seguinte interpretação: "Um incremento de uma unidade em p_x provoca uma variação de $\beta_1\%$ em x mantendo tudo mais constante". A elasticidade-preço é variável em um modelo log-lin e pode ser calculada em cada ponto (ou na média das observações) através da seguinte fórmula¹⁵:

$$\varepsilon = \beta_1 p$$

- Evidências empíricas

Alguns trabalhos podem ser encontrados na literatura de demanda por água, sendo a maior parte realizada para consumidores residenciais, devido à disponibilidade de dados. A questão crítica para a análise da demanda industrial e comercial é, na verdade, a existência de dados para estes consumidores.

Em trabalho realizado por Feres *et al.* (2008), os autores estimaram a demanda por água de usuários industriais no entorno da bacia do Rio Paraíba do Sul. A partir de uma pesquisa de campo com 488 estabelecimentos industriais da região, o objetivo do estudo foi avaliar os impactos financeiros e ambientais decorrentes da introdução da cobrança pelo uso da água na bacia, através da análise do comportamento da demanda de água dos usuários industriais e da estimação dos custos de controle de poluição.

Os autores estimaram um modelo econométrico especificando a estrutura de custos das empresas, onde a água é vista como um insumo produtivo¹⁶. A partir dos parâmetros estimados, foram computadas as elasticidades-preço da demanda de água. A elasticidade-preço da demanda de água encontrada foi -0,58, o que significa que um aumento de 1% no preço da água acarreta uma diminuição de 0,58% em sua demanda total. Os autores também estimaram as elasticidades de água por ramo de atividade, sendo os valores encontrados os seguintes:

¹⁵ É de se esperar que a elasticidade-preço da água não seja constante em relação à quantidade consumida. Por isso, optou-se por escolher especificações com elasticidade variável. A especificação escolhida foi o modelo log-lin. Estimou-se também um modelo log-log com dummies de ano cruzadas com o logaritmo do preço para tentar mapear o comportamento da elasticidade média dos clientes da SABESP ao longo do tempo.

¹⁶ Adotou-se para a função custo de curto prazo uma especificação *translog*. Assim, a função de demanda estimada foi a proporção de despesas com água em função dos preços dos demais insumos de produção, do estoque de capital fixo e da produção total (todas estas variáveis em logaritmo).

- Alimentos e bebidas: -0,82;
- Têxtil: -0,04;
- Vestuário e calçados: -0,31;
- Madeira, borracha e plástico: -0,40;
- Papel e celulose: -0,76;
- Química: -0,71.
- Minerais não-metálicos: -0,22;
- Metalurgia: -0,48;
- Máquinas e equipamentos: -0,31;
- Material de transporte: -0,51;
- Outras: -0,33;

Um estudo desenvolvido por Andrade *et al.* (1995) estimou a função demanda residencial para consumidores da Empresa de Saneamento do Paraná (SANEPAR). Os dados também foram coletados por meio de pesquisa de campo (feita em 1986) com 27 municípios e cerca de cinco mil residências. Foram estimadas funções de demanda lineares para três classes de renda (medidas em salários mínimos – SM), sendo variáveis independentes: o preço da água; a diferença de preços entre o efetivamente pago e o devido; a renda familiar; e o número de moradores. Os resultados mostram que a elasticidade-preço da demanda é menor que um para todos os casos. A seguir estão listados os resultados encontrados pelos autores.

- Elasticidade-preço Geral: -0,24
- Elasticidade-preço para usuários com renda < 2 SM: -0,62
- Elasticidade-preço para usuários com renda > 2 SM e < 10 SM: -0,17
- Elasticidade-preço para usuários com renda > 10 SM: -0,22

A tabela abaixo resume os resultados das elasticidades-preço industriais, em módulo, calculadas para alguns países por diversos estudos.

	elasticidade	Região
De Rooy (1974)	0,35 a 0,89	EUA – New Jersey
Ziegler e Bell (1984)	0,98	EUA (papel e química)
Williams e Suh (1986)	0,43 a 0,98	EUA
Renzetti (1988)	0,12; 0,25; 0,51; 0,54	Canadá (petroquímica, pesadas, madeiras, indústrias leves)
Schneider e Whitlatch (1991)	0,11 a 0,44	EUA - Columbus
Bhatia et al. (1995)	0,96	Reino Unido (química)
Bhatia et al. (1995)	0,96; 0,77; 0,88	EUA (química, petróleo, aço)
Bhatia et al. (1995)	1,32	Índia
Bhatia et al. (1995)	0,45	Índia (aço)

Fonte: Ribeiro *et al.* (1999).

Para os Estados Unidos, Grebenstein e Field (1979) estimaram elasticidades entre -0,33 e -0,80 para a demanda industrial de água. Resultados semelhantes foram encontrados por Renzetti (1988) e Dupont e Renzetti (2001) para a indústria canadense. Já para a demanda industrial de

água da França, Reynaud (2003) calculou elasticidades-preço que variaram entre -0,10 e -0,79 para os diversos ramos de atividade da indústria francesa.

- Métodos de Estimação

Dois tipos de modelagens distintas foram utilizados para estimar a equação de demanda por água da Sabesp, sendo elas¹⁷:

- 1) **Modelo de Heckman** com correção de viés de seleção com dados em corte transversal empilhados;
- 2) **Modelo de Efeitos Específicos** (efeitos fixos e aleatórios) com dados em painel.

O procedimento proposto por Heckman (1979) busca corrigir problemas de viés de seleção. Este tipo de problema ocorre quando a amostra que se pretende analisar é não-aleatória da população. No caso da amostra disponibilizada pela Sabesp, caso o objetivo fosse estimar a demanda por água para os consumidores do Estado de São Paulo, teríamos dois tipos de problemas que causariam a não-aleatoriedade da amostra:

- 1) A amostra da Sabesp é não representativa para explicar a população (Estado de São Paulo): Existem questões tanto políticas - relacionadas à concessão da licença de fornecimento de água - quanto econômicas - relacionadas à viabilidade no fornecimento para cidades pequenas e afastadas -, que fazem com que o fornecimento de água não seja feito pela Sabesp nos demais municípios de São Paulo;
- 2) A base de dados da Sabesp não contém informações dos usuários das outras empresas de água e saneamento, não contendo, portanto, informação do consumo e preços da água adquirida nestas empresas. Assim, tem-se que ao longo do tempo os clientes que se retiraram do sistema Sabesp mantêm um consumo residual.

Como a pretensão deste estudo engloba o entendimento da sensibilidade dos clientes da Sabesp, o primeiro item torna-se irrelevante e incorremos em apenas um tipo de viés de seleção. Assim, o procedimento em dois estágios pode ser sumariado da seguinte forma:

- i) Equação de Seleção: Estimação de um Modelo Probit para a evasão de clientes da Sabesp (levando em conta, portanto, uma amostra com clientes que evadiram e não evadiram), a partir da qual se pode obter a razão inversa de Mills para cada ponto da amostra;
- ii) Equação Estrutural: Estimação por mínimos quadrados de uma equação de demanda para a amostra de clientes da Sabesp que inclua como regressor adicional a razão inversa de Mills. Para contornar o problema de

¹⁷ A escolha do método de estimação variou com a natureza da base de dados. Os estimadores mais apropriados para dados em painel foram os de efeito fixo e efeito aleatório. Já para a amostra de dados em cross-section, o estimador mais apropriado foi o de Mínimos Quadrados Ordinários com correção de viés de seleção via procedimento de Heckman.

heterocedasticidade dos erros da equação de retorno, é desejável utilizar erros padrões robustos à heteroscedasticidade na linha de White (1980)¹⁸.

As variáveis independentes na equação de seleção foram: localidade do RGI; ramos de atividade do cliente; volume médio faturado de água no nível (m^3) e ao quadrado. A variável dependente foi definida com base no critério de evasão da Etapa I deste estudo e foi usado um modelo de probabilidade para a estimação.

A equação estrutural do modelo será uma equação de demanda, em que as variáveis independentes são os preços da Sabesp e concorrentes, *dummies* para os ramos de atividades dos clientes, tamanho dos consumidores (via metragem quadrada dos imóveis), variáveis de localidade (*dummies* para unidades de negócio). A equação estimada está descrita abaixo:

$$demanda_{it} = \beta_0 + \beta_1 pre\c{c}osSabes_{it} + \beta_2 pre\c{c}oPipa_{it} + \alpha dummiesRamos_{it} + \alpha dummiesLocal_{it} + \beta_3 m^3_{it} + \varepsilon_{it}$$

Para comparar os resultados obtidos pelo procedimento de Heckman (com dados em cross-section), o modelo de demanda foi estimado pelo método de efeitos específicos com dados em painel. As bases de dados que se encontram no formato de painel, ou seja, informações que tenham tanto a dimensão de corte transversal (RGIs) quanto a dimensão temporal (meses e anos) podem permitir um tratamento diferenciável. Isto porque, conforme discutido anteriormente, dados em painel permitem que sejam estimados efeitos intrínsecos aos RGIs que sejam constantes no tempo, chamados de efeitos específicos.

Os efeitos específicos α_i englobam os efeitos não observados, e constantes no tempo, que afetam y_{it} . As abordagens utilizadas podem ser: efeitos fixos¹⁹; ou efeitos aleatórios, dependendo da hipótese da relação linear entre estes efeitos e as outras variáveis explicativas do modelo.

Os modelos estimados para dados em painel foram:

- Equação de demanda log-log: Método de Efeitos Fixos com elasticidade variante no tempo;
- Equação de demanda log-lin: Métodos de Efeitos Fixos e Efeitos Aleatórios para uma sub-amostra dos dados;

¹⁸ O artigo de White (1980) recalcula os erros-padrão da regressão, que são inconsistentes quando há heterocedasticidade. White encontra um estimador robusto para a variância utilizando os mesmos resultados da estimação por OLS.

¹⁹ É importante enfatizar que variáveis constantes no tempo não devem ser incluídas na estimação de Efeitos Fixos, pois quando a média temporal é igual ao valor de cada observação e ao se subtrair cada observação da média o resultado é zero e a variável fixa no tempo desaparece da regressão (estas seriam perfeitamente colineares à variável α_i , ou seja, não seria possível estimar o modelo, pois a hipótese de inexistência de multicolinearidade perfeita não é atendida).

- Equação de demanda log-lin: Métodos de Efeitos Fixos e Efeitos Aleatórios para grupos específicos de atividades.

A teoria prevê que a elasticidade-preço da água deve ser negativa e menor que um em módulo. Esse fato aconteceria porque não existem fatores substitutos para a água no processo produtivo. A redução no consumo desse fator se deve a racionalização de consumo e não pela substituição. A teoria também prevê que o módulo da elasticidade deveria ser uma função decrescente da quantidade consumida. Esse fato aconteceria porque a elasticidade-preço cruzada entre água da SABESP e de fontes alternativa seria maior entre os grandes clientes. O acesso a fontes alternativas de água seria maior entre os grandes clientes. Os projetos de poços artesianos só seriam economicamente viáveis em grande escala porque demandam um grande investimento. O preço da água de caminhão pipa deve ser menor para os grandes clientes devido a um maior poder de barganha em relação aos fornecedores.

Resultados Empíricos

Os resultados foram separados de acordo com as etapas do estudo: a primeira sobre os modelos estimados para a probabilidade de evasão dos clientes da Sabesp; e a segunda para os modelos de demanda estimados²⁰. No final desta seção discute-se algumas limitações deste estudo.

Resultados do Modelo de Evasão

Os resultados das estimações do modelo de probabilidade de evasão são resumidos nos gráficos a seguir.

²⁰ Detalhes das estimações podem ser solicitados aos autores.

Efeito marginal do volume (em m³) na evasão

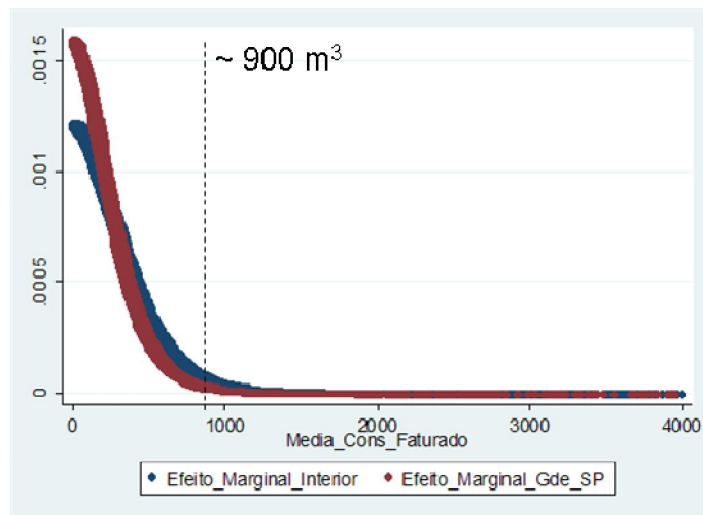
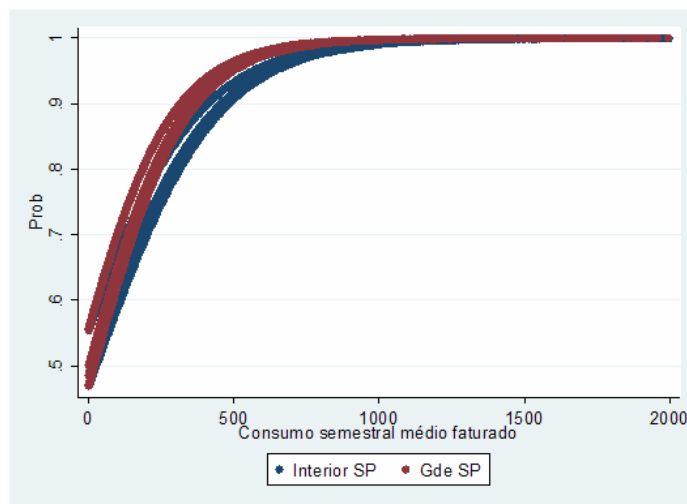


Gráfico: Probabilidade de evasão por nível de consumo



Pela análise dos resultados é possível observar que as curvas de efeito marginal são não-crescentes para todas as faixas de consumo estimadas. A contrapartida direta desse fato é que a probabilidade de evasão apresenta comportamento crescente com respeito ao nível de consumo faturado - corroborando a hipótese de que grandes clientes apresentam maior probabilidade de buscar fontes de água alternativas. Pode-se notar que o efeito marginal converge para valores muito próximos de zero a partir de **900m³** de consumo médio semestral faturado.

Resultados dos Modelos de Demanda

- Equação de demanda log-lin: Métodos de Efeitos Fixos e Efeitos Aleatórios para uma sub-amostra dos dados

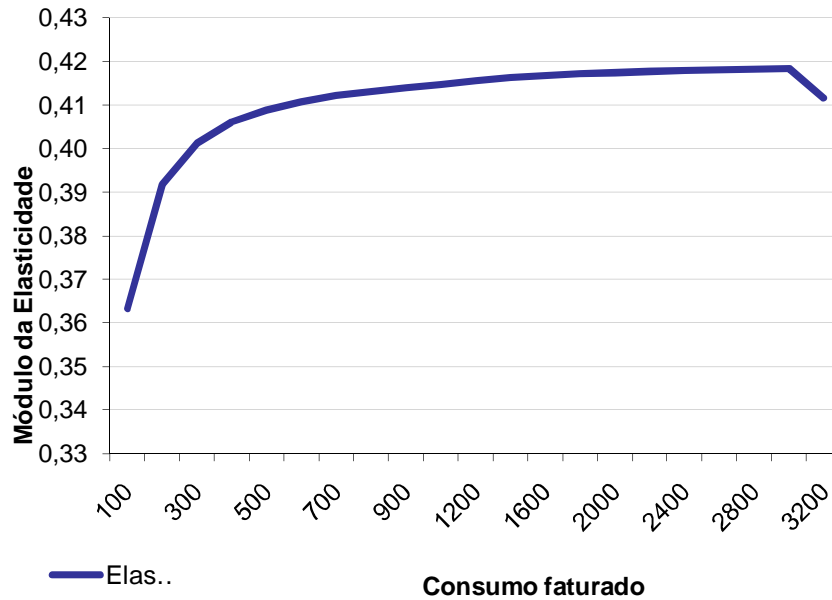
Os resultados indicam que o parâmetro de interesse – coeficiente da variável preço – apresenta o sinal previsto pela teoria econômica e tem uma significância estatística elevada. Há evidências de que os meses de fevereiro, julho, agosto, setembro, outubro e novembro apresentam, no nível, uma demanda de água menor que a do mês base (janeiro). Pode-se concluir que todos os anos, exceto o de 2004, apresentaram uma demanda média de água superior à do ano base (2003). Esse resultado era esperado porque, de acordo com o estudo da primeira etapa, a demanda de água da SABESP apresenta uma tendência de crescimento entre os anos de 2003 e 2008.

Os modelos de Efeitos Fixos e Aleatórios geraram resultados muito próximos para as elasticidades-preço. Como já foi descrito anteriormente, o coeficiente angular do preço no modelo log-lin não mede diretamente a elasticidade-preço. Dado que, em um modelo log-lin, cada observação da amostra apresenta uma elasticidade-preço diferente, optou-se por criar a variável elasticidade e estudar o comportamento de suas estatísticas descritivas. A tabela abaixo fornece a estimação pontual das elasticidades em cada nível de consumo e o intervalo de confiança de 95%.

Consumo (m3)	Elasticidade	IC Mín	IC Máx
100	-0.3633	-0.3651	-0.3614
200	-0.3918	-0.3938	-0.3898
300	-0.4013	-0.4033	-0.3993
400	-0.4061	-0.4081	-0.4040
500	-0.4089	-0.4110	-0.4068
600	-0.4108	-0.4129	-0.4087
700	-0.4122	-0.4142	-0.4101

800	-0.4132	-0.4153	-0.4111
900	-0.4140	-0.4161	-0.4119
1000	-0.4146	-0.4167	-0.4125
1200	-0.4156	-0.4176	-0.4135
1400	-0.4162	-0.4183	-0.4141
1600	-0.4167	-0.4188	-0.4146
1800	-0.4171	-0.4192	-0.4150
2000	-0.4175	-0.4196	-0.4154
2200	-0.4177	-0.4198	-0.4156
2400	-0.4179	-0.4200	-0.4158
2600	-0.4181	-0.4202	-0.4160
2800	-0.4183	-0.4204	-0.4162
3000	-0.4184	-0.4205	-0.4163
3200	-0.4116	-0.4137	-0.4096

A elasticidade média apresentou o valor de -0.41. O gráfico abaixo ilustra a evolução da elasticidade com o aumento do consumo médio.



Em linhas gerais, os resultados que se pode extrair dos modelos log-lin são os seguintes:

- (i) A água é um fator cuja demanda é inelástica;
- (ii) A média da elasticidade-preço é de, aproximadamente, -0,4 e uma baixa dispersão em relação a essa média;
- (iii) Considerando a estrutura atual tarifária da Sabesp, a sensibilidade dos consumidores aumenta conforme estes adquiram maiores volumes da concessionária.

- *Equação de demanda log-lin: Métodos de Efeitos Fixos e Efeitos Aleatórios para grupos específicos de atividades*

Foram estimados os Modelos de Efeitos Fixos e Aleatórios para os ramos de atividade em separado. As elasticidades médias de cada modelo estão resumidas nas tabelas abaixo:

Resultados do Modelo de Efeitos Fixos

Ramos de Atividades	Elasticidade	Erro-Padrão	Teste t	p-valor	ICMin	ICMax
Atividades Agrícolas	-0,6357	0,0479	-13,3	0	-0,7295	-0,5418
Atividades não Identificadas	-0,5698	0,0013	-446,8	0	-0,5723	-0,5673
Comércio	-0,0904	0,0008	-112,7	0	-0,0920	-0,0888
Construção Civil	-0,1315	0,0242	-5,4	0	-0,1789	-0,0842
Serviços de Educação e Saúde	-0,3690	0,0046	-81,1	0	-0,3779	-0,3601
Eletricidade e Saneamento	-0,1417	0,0167	-8,5	0	-0,1744	-0,1091
Atividades Extrativistas	-0,2290	0,0635	-3,6	0	-0,3535	-0,1046
Fabricação de Máquinas e Equipamentos	0,3270	0,0290	11,3	0	0,2702	0,3839
Atividades Financeiras	0,0221	0,0164	1,4	0,18	-0,0100	0,0542
Atividades Imobiliárias	-0,2290	0,0034	-66,8	0	-0,2357	-0,2222
Indústria Final	-0,1437	0,0086	-16,6	0	-0,1606	-0,1267
Indústria Metalúrgica	-0,3678	0,0120	-30,6	0	-0,3913	-0,3442
Outras Atividades	-0,3389	0,0031	-109,4	0	-0,3450	-0,3329
Pesquisa e Desenvolvimento	-1,0307	0,0939	-11,0	0	-1,2147	-0,8466
Petroquímicas e Indústria Química	0,5224	0,0234	22,4	0	0,4766	0,5681
Serviços Gráficos	-0,3383	0,0332	-10,2	0	-0,4034	-0,2732
Serviços - Outros	-0,4965	0,0024	-206,4	0	-0,5012	-0,4918
Telecomunicações	-0,4831	0,0171	-28,3	0	-0,5166	-0,4496
Serviços de Transporte	-0,3238	0,0118	-27,5	0	-0,3468	-0,3007

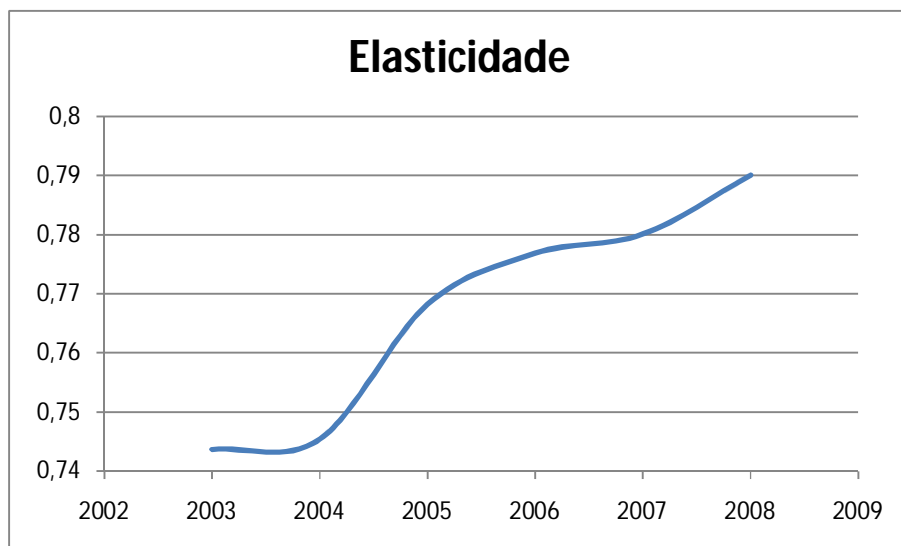
Resultados do Modelo de Efeitos Aleatórios

Ramos de Atividades	Elasticidade	Erro-Padrão	Teste t	p-valor	ICMin	ICMax
Atividades Agrícolas	-0,4982	0,0629	-7,9	0	-0,6214	-0,3751
Atividades não Identificadas	-0,5724	0,0013	-449,8	0	-0,5749	-0,5699
Comércio	-0,0920	0,0008	-114,4	0	-0,0936	-0,0905
Construção Civil	-0,1305	0,0241	-5,4	0	-0,1776	-0,0833
Serviços de Educação e Saúde	-0,3729	0,0045	-82,2	0	-0,3818	-0,3640
Eletricidade e Saneamento	-0,1430	0,0166	-8,6	0	-0,1756	-0,1105
Atividades Extrativistas	-0,0417	0,0651	-0,6	0,521	-0,1693	0,0858
Fabricação de Máquinas e Equipamentos	0,3380	0,0290	11,7	0	0,2812	0,3948
Atividades Financeiras	0,0223	0,0163	1,4	0,17	-0,0097	0,0543
Atividades Imobiliárias	-0,2311	0,0034	-67,3	0	-0,2378	-0,2243
Indústria Final	-0,1414	0,0086	-16,5	0	-0,1582	-0,1245
Indústria Metalúrgica	-0,3662	0,0120	-30,5	0	-0,3897	-0,3427
Outras Atividades	-0,3407	0,0031	-110,3	0	-0,3467	-0,3346
Pesquisa e Desenvolvimento	-1,0436	0,0898	-11,6	0	-1,2195	-0,8676
Petroquímicas e Indústria Química	0,5348	0,0233	22,9	0	0,4891	0,5805
Serviços Gráficos	-0,3322	0,0331	-10,0	0	-0,3971	-0,2673
Serviços - Outros	-0,4998	0,0024	-208,7	0	-0,5045	-0,4951
Telecomunicações	-0,4846	0,0170	-28,5	0	-0,5179	-0,4513
Serviços de Transporte	-0,3234	0,0117	-27,6	0	-0,3464	-0,3004

Os resultados foram bastante parecidos para os dois métodos de estimação. Os valores das elasticidades foram ao encontro dos valores encontrados em análises empíricas anteriores e se mantiveram, em maioria, no intervalo de -1 e 0. As exceções do modelo foram as atividades “Petroquímica e Indústria Química” e “Fabricação de Máquinas e Equipamentos” que apresentaram elasticidades-preço estimadas positivas. Este resultado pode ser consequência de um problema de omissão de variáveis, pois grande parte das empresas destes setores utilizam água como insumo na produção, logo informações de mercado e de outros insumos da indústria deveriam ser acrescentados ao modelo.

- *Equação de demanda log-log: Método de Efeitos Fixos com elasticidade variante no tempo*

O parâmetro de interesse (coeficiente da variável *log_preco*) apresenta uma significância estatística bastante elevada. Pode-se observar também que todas as *dummies* de tempos cruzadas com o logaritmo do preço, exceto a do segundo ano da amostra, também apresentam elevada significância estatística. O valor da elasticidade-preço da água em cada ano é dado pela soma do coeficiente da variável *log_preco* com a respectiva *dummy* de ano cruzada com o preço.



Pode-se observar no gráfico que o módulo da elasticidade-preço da água da Sabesp apresenta um comportamento crescente ao longo do tempo, ou seja, os consumidores estão se tornando menos inelásticos, ou mais elásticos, com a evolução temporal. Esse fato pode ter sido causado pelo aumento de fornecimento de fontes alternativas, aumentando a competição pelo surgimento de novos fornecedores.

Modelo log-lin para cross-section utilizando Procedimento de Heckman

Com base nas estimações do Modelos Log-lin pelo Procedimento de Heckman, pode-se calcular as elasticidades médias e os erros-padrão deste método em comparação com o método de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), que estão descritos abaixo:

Elasticidade Média calculada por MQO: -0,3413 (Erro-Padrão de 0,017).

Elasticidade Média calculada por Procedimento de Heckman: -0,4131 (Erro-Padrão de 0,019).

Os resultados sugerem que a estimação pelo Procedimento de Heckman é melhor que a estimação pelo Método de Minimos Quadrados Ordinarios (MQO) para a mesma base de dados, uma vez que não se pode rejeitar que a razão inversa de Mills²¹ seja diferente de zero, ou seja, a regressão corrige o viés de seleção da amostra²². Com relação à magnitude das

²¹ Veja mais sobre este método em Wooldridge (2006). A não rejeição da significância estatística deste termo indica que o modelo contém viés de seleção e que este viés foi corrigido pelo método.

²² Ver resultados do teste t com o parâmetro lambda na regressão de Heckman.

elasticidades, estas são estatisticamente significantes e um pouco superiores à elasticidade média calculada com dados em Painel, entretanto, esta continua baixa e negativa.

Limitações dos Modelos Estimados

A apresentação dos resultados das estimações dos modelos de demanda usados no presente estudo mostra que, apesar de apresentar valores razoavelmente coerentes com a teoria econômica e a literatura empírica de estimação de demanda, o módulo da elasticidade-preço da demanda de água da Sabesp apresenta um valor menor que o da maioria dos estudos feitos no Brasil. A principal justificativa encontrada para tal fato, se baseia no chamado viés de omissão de variável. Por conta de uma série limitações da base de dados oferecida pela Sabesp, omitiu-se um conjunto de variáveis relevantes, o que levou a um estimador inconsistente.

Outra limitação das informações fornecidas pela Sabesp diz respeito à qualidade dos dados de preço de água de fontes alternativas. Não foi possível calcular o preço do metro cúbico da água de poço artesiano com os dados da pesquisa de campo contratada pela Sabesp. Ademais, os dados levantados para o preço da água de empresas distribuidoras de água, por meio de caminhões-pipa, se restringiram a região metropolitana de São Paulo. Esse fato reduziu bastante a população de interesse do estudo. Os dados também apresentaram pouca variabilidade, o que prejudica o poder de explicação dos modelos. A pesquisa de campo permitiu calcular, somente para o ano de 2008, o preço médio para cada uma das cinco unidades de negócio da região metropolitana de São Paulo. Com o intuito de incluir essa variável nos modelos com dados em painel, tentou-se deflacionar o preço médio preço usando a série de preço do óleo diesel. Supõe-se que esta seja a melhor *proxy*²³ de custo desse concorrente. Os resultados mostraram elasticidades com um sinal diferente do previsto pela teoria apesar de significantes. Os resultados nos modelos com dados em *cross-section* também apresentaram o mesmo padrão.

A segunda limitação da base de dados da Sabesp diz respeito a ausência de dados sobre o preço dos outros fatores de produção para os clientes comerciais e industriais. Diante disso, supôs-se que a água é um fator separável na função de produção dos clientes da Sabesp. Essa hipótese garante que a função de demanda pelo fator água seja independente do preço dos outros fatores relevantes na decisão de produção da agente representativo. Se a água não for um fator de produção tão relevante, essa hipótese parece razoável. No entanto, para alguns ramos de atividade, a água é um fator fundamental. Os principais exemplos são agricultura, alimentos e bebidas, química e petroquímica. Espera-se, portanto, que exista algum grau de substituição e complementaridade entre esses fatores e a hipótese de separabilidade leva a uma especificação com omissão de variáveis relevantes. Neste caso, a hipótese de separabilidade na função de produção é pouco razoável para os grandes clientes porque a água tem um impacto considerável na função de lucro desses agentes. Esse tipo de viés pode ter provocado algumas das elasticidades positivas nas regressões por ramo de atividade.

²³ Uma variável observada é considerada uma *proxy* de outra variável não observada se esta for altamente correlacionada com a variável não observada e com a variável de interesse.

Pode-se argumentar que a omissão do preço da água de fontes alternativas gera uma subestimação do módulo da elasticidade-preço da demanda de água da Sabesp. Considere um modelo de demanda com a seguinte forma:

$$Y = X\beta + Z\delta + \varepsilon$$

Em que:

Y: Vetor contendo a quantidade demandada de água de cada cliente;

X: Matriz contendo vetor de uns e todas as observações dos regressores observados (preço da água da Sabesp, variáveis de controles, *proxy* de capacidade produtiva);

β : Vetor de coeficientes das variáveis não omitidas;

Z: Matriz contendo todas as observações das variáveis relevantes omitidas na regressão (preço da água de fontes alternativas, preço dos fatores complementares e substitutos);

δ : Vetor de coeficientes das variáveis omitidas;

ε : Termo de erro bem comportado.

Sabe-se que toda variável relevante omitida aparece no termo de erro. O modelo acima pode ser reescrito da seguinte forma:

$$Y = X\beta + U$$

Em que:

$$U = Z\delta + \varepsilon$$

A fórmula do estimador de mínimos quadrados é dada por:

$$\hat{\beta} = (X'X)^{-1}X'Y$$

O valor do estimador em grandes amostras pode ser obtido tirando o limite em probabilidades da fórmula acima. Após algumas manipulações algébricas obtém-se a seguinte fórmula:

$$plim \hat{\beta} = \beta + plim \left(\frac{X'X}{N} \right)^{-1} \left(\frac{X'Z}{N} \right) \delta$$

Sabe-se que:

$$plim \left(\frac{X'X}{N} \right)^{-1} = Q$$

$$plim \left(\frac{X'Z}{N} \right) = COV(X, Z)$$

Em que:

Q: Matriz determinística e definida;

COV(X,Z): Matriz de covariância entre os elementos das matrizes X e Z.

Substituindo na equação acima:

$$plim \hat{\beta} = \beta + Q COV(X, Z) \delta$$

Conclui-se que o sinal do viés assintótico depende da covariância entre as variáveis explicativas omitidas e não omitidas e do sinal do parâmetro populacional que relaciona a variável dependente e os regressores omitidos. Suponha que o preço da água de caminhão-pipa, ou de poço, é omitido da regressão. Sabe-se que esses fatores são substitutos quase perfeitos da água da SABESP. A elasticidade preço-cruzada deve ser positiva, ou seja, um aumento no preço da água de caminhão-pipa (ou de poço) deve levar a um aumento na demanda de água da Sabesp. A coordenada do vetor δ , que diz respeito a esse fator, deve ser positiva. Supondo que a Sabesp exerça uma liderança via preço nesse mercado, pode-se esperar que a covariância entre o preço da água da Sabesp e de caminhão pipa (ou de poço) seja positiva também. O elemento da matriz COV(X, Z) seria, então, positivo.

Com o intuito de simplificar a análise, suponha que todos os outros elementos de δ e COV(X, Z) não sejam significativos em relação aos elementos relacionados com pipa (ou poço). Pode-se concluir que o sinal do viés é positivo. Sabe-se que o verdadeiro sinal da elasticidade-preço da água da Sabesp é negativo, portanto o valor estimado é maior (menos negativo) que o valor populacional da elasticidade. Se essas hipóteses são válidas, o que se acredita ser provável, a conclusão de que o módulo da elasticidade foi subestimado é verdadeira. A mesma conclusão é válida para outros fatores substitutos se a covariância entre os preços for positiva e para outros fatores complementares, caso a covariância entre os preços for negativa.

Considerações Finais

O objetivo deste estudo foi estimar o limiar do fornecimento de água, dada a atual estrutura tarifária, que pode levar grandes clientes a buscarem fontes alternativas de água. Em seguida, analisar a sensibilidade dos consumidores Sabesp aos preços da empresa.

A primeira etapa do estudo apresentou evidências da saída de grandes clientes comerciais e industriais da Sabesp. Diante disso, pode-se afirmar que os fornecedores de fontes alternativas tiveram um ganho de competitividade em relação à Sabesp no período analisado. Esse ganho de competitividade pode ter sido ocasionado por fatores internos e externos aos produtores de fontes alternativas. Os fatores internos são mudanças nos preços relativos causadas por melhorias na estrutura de custos dessas firmas. Um exemplo possível seria alguma inovação no processo de perfuração de poços artesianos. Os fatores externos às empresas de fontes alternativas seriam aqueles ligados à estrutura tarifária da Sabesp. Pode-se supor que a relativa estabilidade da política de preços da Sabesp, relacionada à estrutura tarifária pouco variante, pode ter levado a uma melhora no preço relativo da água de fontes alternativas, o que fomentou a saída de grandes clientes.

Assim, as principais conclusões da primeira etapa do trabalho foram:

- Há evidências a favor da crença de que empresas de distintos setores de atividade possuem diferentes tendências de sair ou não do sistema de abastecimento da Sabesp, devido ao modelo estimado para cada setor de atividade;
- Há poucas evidências de grandes diferenças entre as sensibilidades de grandes clientes da Grande São Paulo e do interior de São Paulo;
- A probabilidade de evasão dos clientes Sabesp aumenta conforme cresce o nível de consumo médio dos mesmos;
- O nível de consumo que estabiliza a probabilidade de evasão, ou seja, nível em que a probabilidade chega próxima ao seu máximo, foi de 900m³, indo ao encontro de evidências encontradas pela Sabesp.

A segunda parte do estudo buscou estimar consistentemente as elasticidades-preço da demanda por água da Sabesp. Os resultados forneceram as seguintes evidências sobre o mercado de água em São Paulo:

- A elasticidade-preço da água da Sabesp apresentou um comportamento crescente ao longo do tempo, ou seja, os consumidores estão se tornando menos inelásticos (mais elásticos) ao longo do tempo. Esse fato pode ter sido causado pelo aumento de fornecimento de fontes alternativas, aumentando a competição pelo surgimento de novos fornecedores;
- Os resultados fornecem indícios de que a água é um fator cuja demanda é inelástica e a média da elasticidade-preço é de, aproximadamente, -0,4;
- Os resultados dos modelos de efeitos fixos e aleatórios para os ramos de atividade evidenciaram a existência de diferenças de sensibilidade aos preços da Sabesp por parte de clientes de ramos de atividades distintos;
- Por meio da estimação pelo Procedimento de Heckman há fortes evidências de viés de seleção amostral no modelo. Os resultados para a elasticidade-preço média foram estatisticamente significantes e maiores, em módulo, às elasticidades médias calculadas para dados em Painel.

A apresentação dos resultados das estimações dos modelos usados no presente estudo mostra que, apesar de apresentar valores razoavelmente coerentes com a teoria econômica e a literatura empírica de estimação de demanda, o módulo da elasticidade-preço da demanda de água da Sabesp apresenta um valor menor que o da maioria dos estudos feitos no Brasil. A justificativa encontrada para tal fato se baseia no chamado viés de omissão de variável, que provou-se ser positivo. Desta forma, conclui-se que o módulo da elasticidade-preço foi

subestimado, ou seja, o valor estimado é menor do que o valor verdadeiro da elasticidade, em módulo. que o módulo da elasticidade-preço foi subestimado e o valor estimado é maior (menos negativo) que o valor verdadeiro da elasticidade.

Referências bibliográficas

- ANDRADE, T. A., BRANDÃO, A. S. P., LOBÃO, W. J. A. e SILVA, S. L. Q. da (1995) Saneamento urbano: a demanda residencial por água. Pesquisa e Planejamento Econômico, vol.25, n.3, p.427-448.
- BHATIA, R., CESTTI, R. e WINPENNY, J. (1995) Water conservation and reallocation: best practice cases in improving economic efficiency and environmental quality. World Bank – ODI Joint Study.
- DE ROOY, J. (1974) Price responsiveness of the industrial demand for water. Water Resources Research, vol. 10, n. 3, p. 403-406.
- DUPONT, D. P.; RENZETTI, S. (2001) *The Role of Water in the Canadian Manufacturing Sector*. Department of Economics, Brock University, mimeo.
- FERES, J.; REYNAUD, A.; ALBAN, T.; MOTTA, R. S. "Competitiveness and effectiveness concerns in water charge implementation: a case study of the Paraíba do Sul River Basin", Water Policy, v. 10, p. 595, 2008.
- GREBENSTEIN, C. R.; FIELD, B. C. (1979). "Substituting for Water Inputs in U. S. Manufacturing". Water Resources Research, v.15, n.2, pp.228-232.
- GREENE, W. H. (2003), *Econometric Analysis*. New Jersey: Prentice Hall, 5th ed.
- HECKMAN, J. (1979). "Sample Selection Bias as a Specification Error", *Econometrica*, vol. 49, p. 945-64.
- PINDYCK, R.S. e RUBINFELD, D.L. (1994) **Microeconomia**, Rio de Janeiro, Makron Books do Brasil, 968p.
- RENZETTI, S. (1988). "An Econometric Study of Industrial Water Demands in British Columbia, Canada". Water Resources Research, v.24, n.10, pp.1569-1573.
- RIBEIRO, M. M. R.; LANNA, A. E.; PEREIRA, J. S. Elasticidade-preço da demanda e a cobrança pelo uso da água. XIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Belo Horizonte, 1999
- SCHNEIDER, M. L. e WHITLACH, E. E. (1991) User-specific water demand elasticities. Journal of Water Resources Planning and Management, vol. 117, n. 1, p. 52-73.
- SUPERINTENDÊNCIA DE MARKETING DA SABESP, "Perda de grandes clientes": agosto de 2008. Estudo disponibilizado pela SABESP.

VARIAN, H. R. (1994) **Microeconomia: Princípios Básicos**. Rio de Janeiro, Ed. Campus, 710p.

WHITE, H. (1980) A Heteroskedasticity-Consistent Covariance Matrix Estimator and a Discrete test for Heteroskedasticity. *Econometrica*, Vol. 48, p.817-840.

WILLIAMS, M. e SUH, B. (1986) The demand for urban water by customer class. *Applied Economics*, vol. 18, n. 12, p. 1275-1289.

WOOLDRIDGE, J. M. (2001), *Econometrics Analysis of Cross Section and Panel Data*. The Massachusetts Institute of Technology Press.

WOOLDRIDGE, J. M. (2006), *Introdução à Econometria: Uma abordagem moderna*. Thomson Learning, São Paulo, 2006.

ZIEGLER, J. A. e BELL, S. E. (1984) Estimating demand for intake water by self-supplied firms. *Water Resources Research*, vol. 20, n. 1, p. 4-8.