

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Faculdade de Ciências Econômicas
Centro de Desenvolvimento e Planejamento regional

ISABEL AKEMI BUENO SADO

**EFEITO DA POLÍTICA DE CONTINGENCIAMENTO DA CRISE HÍDRICA DE
2014 - 2015 NA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO NO CONSUMO
RESIDENCIAL DE ÁGUA**

Belo Horizonte

2021

Isabel Akemi Bueno Sado

**EFEITO DA POLÍTICA DE CONTINGENCIAMENTO DA CRISE HÍDRICA DE
2014 - 2015 NA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO NO CONSUMO
RESIDENCIAL DE ÁGUA**

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado em Economia do Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional da Faculdade de Ciências Econômicas da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial a obtenção do Título de Mestre em Economia.

Orientador: Pedro Vasconcelos Maia do Amaral

Belo Horizonte

2021

Ficha Catalográfica

S126e
2021

Sado, Isabel Akemi Bueno.

Efeito da política contingenciamento da crise hídrica de 2014 --
2015 na região metropolitana de São Paulo no consumo residencial
de água [manuscrito] / Isabel Akemi Bueno Sado. – 2021.
71 f.: il.

Orientador: Pedro Vasconcelos Maia do Amaral.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais,
Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional.

Inclui bibliografia (f. 67-69) e apêndice.

1. Água – Consumo – Teses. 2. Abastecimento de água – Teses. 3.
Economia – Teses. I. Amaral, Pedro Vasconcelos Maia do. II.
Universidade Federal de Minas Gerais. Centro de Desenvolvimento e
Planejamento Regional. III. Título.

CDD: 330

Elaborado por Leonardo Vasconcelos Renault CRB-6/2211
Biblioteca da FACE/UFMG – LVR/213/2021



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO E PLANEJAMENTO REGIONAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA

FOLHA DE APROVAÇÃO

ISABEL AKEMI BUENO SADO

“EFEITOS DA POLÍTICA CONTINGENCIAMENTO DA CRISE HÍDRICA DE 2014-2015 NA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO NO CONSUMO RESIDENCIAL DE ÁGUA”

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia, da Faculdade de Ciências Econômicas da Universidade Federal de Minas Gerais, para obtenção do título de Mestre em Economia, área de concentração em Economia.

APROVADA EM 07 DE ABRIL DE 2021.

BANCA EXAMINADORA: (Participações por Videoconferência)

Prof. Pedro Vasconcelos Maia do Amaral (Orientador) (CEDEPLAR/FACE/UFMG)

Prof. Édson Paulo Domingues (CEDEPLAR/FACE/UFMG)

Prof. Renan Pereira Almeida (Universidade Federal de São João Del-Rei)

PROF. GILBERTO DE ASSIS LIBÂNIO
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Economia



Documento assinado eletronicamente por **Pedro Vasconcelos Maia do Amaral, Professor do Magistério Superior**, em 07/04/2021, às 18:26, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Edson Paulo Domingues, Professor do Magistério Superior**, em 08/04/2021, às 14:04, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Renan Pereira Almeida, Usuário Externo**, em 09/04/2021, às 10:05, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Gilberto de Assis Libanio, Coordenador(a) de curso de pós-graduação**, em 09/04/2021, às 15:51, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0661689** e o código CRC **AE025C95**.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho reflete um ciclo de esforços, de crises e de muito aprendizado. Tenho imensa gratidão por esse ciclo, pois durante os diversos momentos de obstáculos dessa longa jornada fui abençoada pelo apoio de muitas pessoas.

À UFMG e ao Cedeplar pela oportunidade concedida para a realização desse trabalho em um centro de pesquisa de excelência. Da graduação em Engenharia Ambiental eu pude mergulhar em nova área de pesquisas humanas com uma visão crítica sobre técnica e economia.

Por esse aprendizado agradeço aos professores Ana Hermeto; Sueli Moro; Roberto Montemor; Edison Rodrigues, Aline Magalhães e Gilberto Libânio e outros que tanto colaboraram para minha formação.

Agradeço em especial ao orientador Pedro Amaral, pela dedicação e por tornar meu ambiente de pesquisa mais amigável. Obrigada pela confiança, paciência, parceria, generosidade e os ensinamentos compartilhados nessa caminhada.

Obrigada com muito afeto aos colegas de curso que marcaram minha trajetória em BH. Agradeço a cumplicidade das noites de estudo em conjunto com os Cedemores Ana Tereza, David, G-Denes, Edu e Michel; a sensibilidade e o apoio espiritual de Rods e Renatinha; as sessões gratuitas de psicanálise com Henrique; as conversas de café e corredor com Camila, Lucão e Philipe.

A toda a equipe da ARSAE-MG que me ensinou mais sobre regulação do saneamento. Meus agradecimentos à Raphael, Samuel, Vanessa. Um especial agradecimento ao apoio de Renan, colega de Cedeplar e ARSAE, pelas inúmeras oportunidades cedidas para que eu pudesse me aprofundar sobre o tema.

Aos meus gestores da Siglasul, Sebastian e Acylino, que acreditaram em mim e respeitaram meu sonho.

E ao Estado de Minas Gerais, que me ensinou sobre solidariedade.

RESUMO

A crise de escassez hídrica de 2014 - 2016 da Região Metropolitana de São Paulo – RMSP suscitou questionamentos acerca dos impactos das políticas regulatórias de contingenciamento em virtude da natureza dos recursos hídricos: um bem essencial à manutenção da vida cujo mercado se caracteriza pela forte presença de falhas como a formação de monopólios naturais e geração de externalidades. Esses fatores motivaram a avaliação do impacto no consumo residencial de água na RMSP entre 2014 e 2016 perante a política tarifária adotada pela Agência reguladora. A mensuração dos efeitos das políticas é feita. O cruzamento de dados comerciais da SABESP com indicadores do IBGE permite observar-se que a redução do consumo de água foi mais expressiva nos casos: ligações categorizadas como favela; classes de renda mais alta; economias com medição individualizada e que dispõem do serviço de coleta de esgoto. Foram utilizadas técnicas regressões com modelos hierárquicos para controlar efeitos relativos à região resultando em diferentes comportamentos de elasticidade preço do modelo tradicional de mínimos quadrados ordinários. Os resultados da elasticidade dos preços médios cobrados por metro cúbico se mostraram coerente com valores negativos e inelásticos. Os resultados apontam efeitos regionais dos setores censitários na variabilidade do consumo na ordem de 28% e que podem chegar a 62% caso as variáveis explicativas de agregados regionais sejam incluídas na modelagem. A renda, no entanto, não foi um dado impactante sobre as variações de consumo em razão do comportamento atípico das residências multifamiliares. Tais peculiaridades também afetaram a relevância do índice de vulnerabilidade que representou apenas 3% da variabilidade do consumo de água.

PALAVRAS-CHAVE: Crise hídrica. Variabilidade de consumo. Política tarifária.

ABSTRACT

The 2014 - 2016 water shortage crisis in the Metropolitan Region of São Paulo - RMSP raised questions about the impacts of regulatory contingency policies due to the nature of water resources: an essential good for the maintenance of life whose market is characterized by the strong presence of failures such as the formation of natural monopolies and the generation of externalities. These factors motivated the evaluation of the impact on residential water consumption in the RMSP between 2014 and 2016 in light of the tariff policy adopted by the regulatory agency. The measurement of the policy effects is done. By cross-referencing SABESP commercial data with IBGE indicators, it is possible to observe that the reduction in water consumption was more expressive in the following cases: connections categorized as slum; higher income classes; economies with individualized metering and that have sewage collection service. Regression techniques with hierarchical models were used to control for region-related effects resulting in different price elasticity behaviors from the traditional ordinary least squares model. The results of the elasticity of average prices charged per cubic meter proved consistent with negative and inelastic values. The results point to regional effects of census sectors on the variability of consumption on the order of 28% and that can reach 62% if explanatory variables of regional aggregates are included in the modeling. Income, however, was not an impacting factor on consumption variations due to the atypical behavior of multifamily dwellings. These peculiarities also affected the relevance of the vulnerability index, which represented only 3% of the variability in water consumption.

KEY WORDS: Water crisis. Consumption variability. Tariff Policy

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Vazões Afluentes Mensais do Sistema Cantareira.....	14
Figura 2 - Adesão ao programa de contingência na RMSP.....	16
Figura 3 - Evolução mensal dos consumos médios- Medições individuais e coletivas	51
Figura 4 - Variação Mensal de Preço Médio por Categoria	56
Figura 5 - Evolução do Lucro Líquido (mil) da SABESP.....	57
Figura 6 - Consumo médio de água dos setores em função da renda	64

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dados Operacionais do Sistema Produtor de Água da RMSP	12
Tabela 2 - Resultados de valores de Elasticidade Preço na literatura.....	28
Tabela 3 - Variáveis da Base Comercial SABESP Original	32
Tabela 4 - Variáveis do Levantamento da Base de Cadastro da SABESP Original	32
Tabela 5 - Variáveis da base de dados do IBGE.....	33
Tabela 6 - Grupos do IPVS 2010	34
Tabela 7 - Lista de Resoluções dos quadros tarifários.....	35
Tabela 8 - Cruzamento das bases de dados da SABESP.....	35
Tabela 9 - Agregação da Base de dados da SABESP com IBGE	36
Tabela 10 - Amostragem da Base de dados	36
Tabela 11 - Tratamento dos dados da amostra.....	37
Tabela 12 - Variáveis do Modelo	44
Tabela 13 - Quantidade de Setores Censitários por município	48
Tabela 14 - Classificação dos Setores Censitários por classe de renda	49
Tabela 15 - Distribuição das Economias por classe de renda	49
Tabela 16 - Percentuais das Ligações pertencentes a cada categoria por faixa de renda	49
Tabela 17 - Percentuais de economias individuais ou coletivas.....	50
Tabela 18 - Distribuição dos clientes de acordo com o serviço prestado	50
Tabela 19 - Comparação entre consumo individual e coletivo	52
Tabela 20 - Consumo de Água das Economias por trimestre	52
Tabela 21 - Consumo de Água por Categoria.....	53
Tabela 22 - Consumo de Água por tipo de serviço	53
Tabela 23 - Consumo anual por Classe de Renda.....	54
Tabela 24 - Variações Tarifárias no Período.....	54
Tabela 25 - Fatura Média resultante no período	55
Tabela 26 - Preço Médio por categoria	56
Tabela 27 - Adesão aos Programas Tarifários de contingenciamento da Crise	57
Tabela 28 - Resultados dos modelos de MQO das diferentes variáveis de preços	60
Tabela 29 - Resultados do Modelo Hierárquico de Intercepto considerando os Setores Censitários.....	61
Tabela 30 - Resultados do Modelo Hierárquico de Intercepto considerando os IPVS.	62
Tabela 31 - Resultados da modelagem hierárquica considerando variáveis explicativas de segundo nível.	63

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO – A ESCASSEZ HÍDRICA NA RMSP	11
2	REGULAÇÃO DO SERVIÇO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	18
2.1	Características Setoriais do Saneamento	18
2.2	A Regulação do Saneamento no Brasil.....	20
2.3	Regulação Tarifária do Abastecimento de Água na RMSP	22
3	ESTUDOS SOBRE DEMANDA DE ÁGUA.....	26
3.1	Variável Preço.....	26
3.2	Variável Renda	28
3.3	Variáveis Climáticas.....	29
3.4	Variáveis não relacionadas a Preço	29
4	METODOLOGIA	30
4.1	Bases de Dados do Modelo	30
4.1.1	SABESP	31
4.1.2	IBGE	32
4.1.3	SEADE	33
4.1.4	ARSESP.....	34
4.1.5	Amostragem e Tratamento da Base de Dados	35
4.2	Análise Hierárquica	37
4.3	Especificação do Modelo	42
4.3.1	Variáveis da Modelagem	42
4.3.2	Equações Estimadas.....	44
5	RESULTADOS	47
5.1	Análise Descritiva das Bases de Dados	47
5.2	Resultados dos Modelos Quantitativos	59
6	CONCLUSÕES.....	66
	REFERÊNCIAS.....	68
	APÊNDICE A – BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA.....	71

1 INTRODUÇÃO – A ESCASSEZ HÍDRICA NA RMSP

A crise hídrica no estado de São Paulo abordada nesse trabalho é o evento referente ao momento crítico de abastecimento de água iniciado no ano de 2014 na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), no qual os níveis de seca e a redução de oferta de água atingiram níveis preocupantes e raras vezes vistos na história do local.

Salienta-se que a região já apresentava condições desfavoráveis quanto à disponibilidade hídrica em condições anteriores ao período da crise de 2014-2015. A Associação Brasileira das Agências Reguladoras (ABAR) aponta o nível de disponibilidade hídrica do Estado de São Paulo dentro de um intervalo entre 1.500 e 2.500 m³/habitante/ano, valores esses considerados pobres de acordo com os critérios de classificação da ONU. Nas bacias do Piracicaba e Tietê, a situação é ainda mais severa, menor que 1.500 m³/habitante/ano, valor esse classificado como em nível crítico (ABAR, 2019).

Os baixos níveis de disponibilidade hídrica por habitante são decorrentes de um conjunto de fatores. Jacobi (2015) justifica tal cenário, tanto em qualidade como em quantidade, em razão da complexidade hidrológica para manejar o recurso hídrico em grandes centros populacionais que requisitam obras de canalização, transposição e alteração de trechos de rios.

De fato, a Região Metropolitana de São Paulo consiste em um centro populacional de elevada complexidade, concentrando 39 municípios e aproximadamente 50% da população estadual. Ao todo, a região apresenta em torno de 21,6 milhões de habitantes, segundo estimativa do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) para o ano de 2018.

Por consequência, a gestão do sistema público de abastecimento de água da RMSP é complexa. Embora o serviço de saneamento seja constitucionalmente uma competência dos municípios, o caráter conurbado da região faz com que as competências sejam compartilhadas entre o governo do estado e as dezenas de prefeituras da região para manejar a infraestrutura necessária ao atendimento dessa demanda.

Observa-se um sistema de abastecimento de água que opera de forma integrada para um conjunto de 35 municípios. A responsável pela prestação do serviço é a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP) que atende praticamente toda a região ao fornecer água para cerca de 20 milhões de habitantes.

Para suprir tal demanda, a infraestrutura do Sistema Produtor Metropolitano abarca oito sistemas integrados - Alto Cotia, Baixo Cotia; Alto Tietê; Cantareira, Guarapiranga; Ribeirão da Estiva; Rio Claro e Rio Grande. Os sistemas Cantareira e Tietê representam a maioria da população atendida.

A Tabela 1 mostra os indicadores operacionais desse sistema com objetivo de ilustrar a dimensão e complexidade da infraestrutura de abastecimento de água da região.

Tabela 1 - Dados Operacionais do Sistema Produtor de Água da RMSP

Item	Valor	Unidade
Ligações de água	3.074.815	Unid.
Economias de água	4.911.702	Unid.
Extensão de redes de água	20.769	Km
Estações de tratamento de água	2	Unid.
Capacidade das estações de tratamento	49.071	Litros/ano
Poços	3	Unid.
Reservatórios	90	Unid.
Capacidade dos reservatórios	1.150.109	Litros

Fonte: SABESP (2019).

A crise em questão indicou que os investimentos para ampliação e manutenção dessas estruturas não foram suficientes para suprir o sistema de abastecimento. Segundo Jacobi (2015), as ações coordenadas pelo governo do estado de São Paulo; pela concessionária SABESP e pelo sistema de gestão da água da bacia hidrográfica do Alto Tietê não foram capazes de evitar a falta de água na Região.

Com a gestão intrincada e os níveis pluviométricos baixos, a crise hídrica atingiu seu apogeu em meados de 2015. Nesse contexto, diferentes municípios do estado de São Paulo enfrentaram o desafio de manter o abastecimento de água para todos os usuários, enquanto os níveis nos principais reservatórios da região

metropolitana atingiram patamares abaixo do volume útil, que representa a parcela de água do reservatório que pode efetivamente ser usada.

Nesse contexto, a Companhia e o governo do estado foram severamente criticados pela crise de abastecimento pois previsões de escassez hídrica já haviam sido anunciadas durante muito tempo e concretizaram-se com a queda paulatina dos reservatórios da RMSP desde o final de 2013.

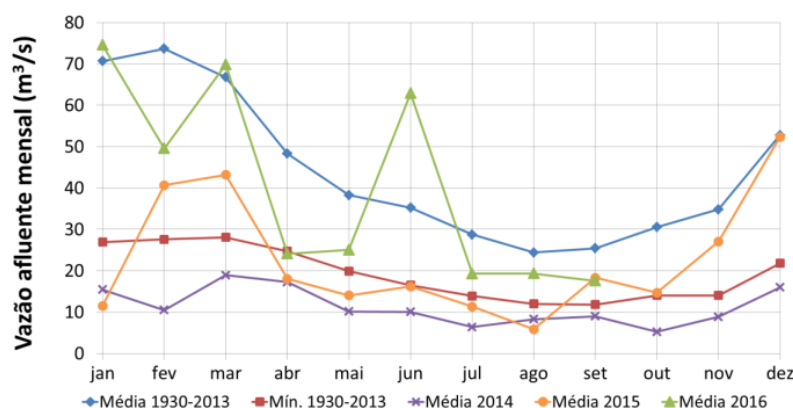
A principal causa para a crise hídrica, apontada pela Companhia e por significativa parte da mídia, foi a falta de chuvas no verão nos anos de 2013 e 2014. Nesses anos, na área de abrangência do sistema Cantareira, o Centro de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN) diagnosticou as condições meteorológicas da estação chuvosa como o maior período de estiagem das últimas décadas.

O CEMADEN (2016) considerou os sistemas em uma situação de "seca moderada" ou "seca severa" durante o período antes de junho de 2014. Meses depois, o volume útil de água do Sistema Cantareira foi esgotado e a primeira parte da reserva técnica, chamada de "volume morto 1" passou a ser utilizada. O volume morto corresponde a reserva de água mais profunda das represas, que fica abaixo dos canos de captação que normalmente são usados para retirar água da barragem para seu uso.

De acordo com o centro de monitoramento, os níveis reservatórios continuaram caindo nos meses subsequentes até que o "volume morto 1" esgotou-se em novembro de 2014, e na situação mais crítica, o "volume morto 2" começou a ser utilizado.

Na Figura 1 a seguir, observa-se que a vazão média mensal do ano de 2014 é não apenas menor do que às vazões médias mensais para todo o período 1930–2013, mas como também é menor do que as vazões mínimas absolutas para o mesmo período (MARENGO ET AL., 2015).

Figura 1 - Vazões Afluentes Mensais do Sistema Cantareira



Fonte: Marengo et al, 2015.

Na Figura 1, a linha roxa refere-se à vazão média mensal de 2014, a laranja à de 2015 e a verde refere-se a vazão até 15 de setembro de 2016. As linhas em azul e vermelho correspondem, respectivamente, às vazões médias mensais para o período 1930 – 2013 e aos mínimos absolutos da série histórica mensal no referido período.

Apesar da pluviosidade severamente abaixo da média no período analisado, outras questões podem contribuir para a compreensão da grave situação. Jacobi (2015) lista outros fatores associados à crise como má qualidade das águas dos rios por falta de tratamento de esgoto doméstico; desmatamento e ocupação em áreas de mananciais; planejamento ineficiente para a construção de novos reservatórios; baixos investimentos para a redução de perdas e de falta de coordenação institucional.

Anazawa (2017) defende que a escassez hídrica ocorrida entre 2013 e 2015 trata-se de um desastre construído socialmente ao longo do tempo:

A escassez hídrica ocorrida entre 2013 e 2015 enquanto um desastre, vai além de uma crise de disponibilidade dada pelos baixos índices pluviométricos e uma crise dos diferentes usos da água, mediado por diversos conflitos. Há que se considerar sua construção social, a partir de processos históricos, culturais, econômicos e políticos que atuaram e continuam tangenciando o processo de produção de condições desiguais de acesso à água, a sua manutenção e a sua reprodução. Em um momento de escassez hídrica, medidas emergenciais que desconsideram a construção social do problema, pouco tem efeito na resolução de conflitos, perpetuando as condições de vulnerabilidade da população afetada. (ANAZAWA, 2017)

Assim, ressalta-se que a segurança hídrica da população compreende uma problemática estrutural que requer investimentos e planejamento de longo prazo contemplado com políticas de gestão de recursos hídricos integradas a outras esferas do planejamento regional.

No entanto, para lidar com a abrupta redução dos níveis de reservatório no período de análise, as soluções apontadas foram reduzidas a ações emergenciais, principalmente tarifárias.

As ações emergenciais para o gerenciamento da crise do lado da oferta de água foram definidas com a criação do Grupo Técnico de Assessoramento para Gestão do Sistema Cantareira composto por representantes de Agência Nacional de Águas (ANA), Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE), SABESP e Comitês de Bacias Hidrográficas. Com o grupo técnico, ao longo de 2014 foram publicadas diversas Resoluções Conjuntas (ANA – DAEE) que restringiram a outorga de captação do sistema Cantareira, saindo dos 31 m³/s para 13,5 m³/s (ABAR, 2019).

Além das restrições de oferta pelos órgãos públicos, a crise hídrica foi gerenciada com medidas emergenciais de contenção da demanda. A Agência Reguladora de Saneamento e Energia do Estado de São Paulo (ARSESP), passou a aplicar políticas tarifárias para tentar conter o consumo de água. Para tanto, adotou-se um programa de bonificação ou multas para os usuários que reduzissem ou aumentassem, respectivamente, o consumo em relação à média histórica. Essas medidas serão detalhadas nas seções subsequentes.

Algumas políticas de consumo de água não relacionadas a preço foram adotadas também. A crise hídrica foi difundida por meio de campanhas de comunicação nas mídias sobre o uso racional de água. Foram divulgados alertas sobre a criticidade da situação e orientações sobre medidas para evitar desperdícios. No entanto, a execução das campanhas de divulgação sobre a gravidade da crise foi realizada tardiamente. Nesse contexto, observou-se uma morosidade das instituições responsáveis para a declaração de estado de racionamento.

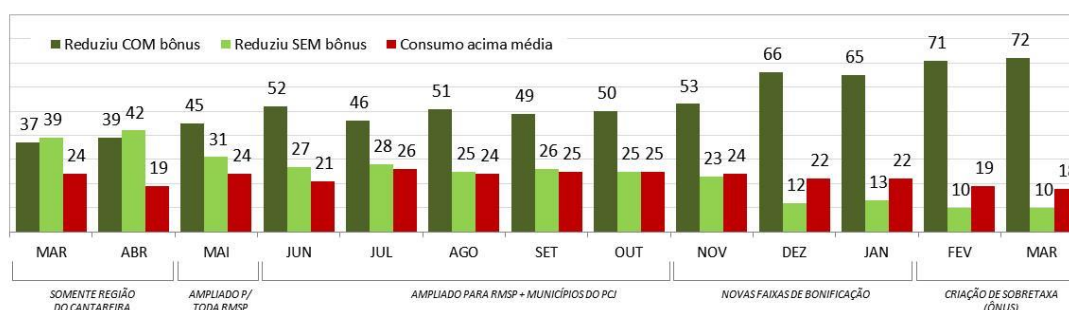
Outra medida para conter a crise hídrica foi acionar, regularmente, as válvulas redutoras de pressão nas redes de distribuição com o objetivo de controlar o volume de perdas no sistema de abastecimento. Segundo a Companhia, tal operação foi

responsável por 41% de toda economia obtida no Sistema Cantareira (SABESP, 2015).

Ressalta-se que o programa de redução da pressão nos encanamentos constituiu, na prática, uma restrição compulsória de consumo para uma parcela da população. Nesse caso o nível de pressão mínimo suficiente para atingir uma caixa d'água residencial não foi atendido dentro das normas estipuladas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1994).

Observa-se que o conjunto de ações emergenciais de contingenciamento, propiciou uma redução drástica no consumo de água em relação à média estabelecida pelo programa. De acordo com os dados oficiais da Companhia, 72% dos clientes reduziram o consumo e obtiveram bonificação na conta. Por outro lado, 18% dos clientes apresentaram consumo acima da média estabelecida pelo programa, sendo que para 11% houve a aplicação da tarifa de contingência (SABESP, 2015). A Figura 2 mostra a adesão ao programa na RMSP¹.

Figura 2 - Adesão ao programa de contingência na RMSP



Economia de água obtida com o programa (em m³/s)

MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR
1,1	1,6	3,3	3,9	3,4	3,9	3,6	3,6	4,1	4,8	5,4	6,0	6,2

Fonte: Relatório corporativo CHES - Crise Hídrica, Estratégia e Soluções da SABESP.

¹ Tais informações diferem ligeiramente dos resultados apresentados nas seções subsequentes em razão do recorte dos dados referentes à Região Metropolitana usados para a análise descritiva. As diferenças por sua vez não se mostram significativas.

Importa ressaltar que não é possível avaliar se a redução do consumo de água foi uma consequência das políticas tarifárias ou de outros fatores, como a falta de pressão nas redes que impossibilitou o abastecimento de água em algumas residências. De fato, o Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor (IDEC) coletou mais de 790 relatos de falta d'água na região metropolitana de São Paulo (IDEC, 2014). Fracalanza (2015) aponta severas críticas à redução de pressão, pois a população mais vulnerável socioeconomicamente foi aquela com maiores dificuldades de acesso principalmente pela ausência de caixas d'água nessas residências.

É esperado que outras crises de escassez venham a acontecer uma vez que a indisponibilidade hídrica tende a se tornar cada vez mais severa. Nesse sentido, algumas agências reguladoras de saneamento têm sido pioneiras ao exigir planos de emergência para lidar com tais temas. Espera-se que a normatização de critérios de racionamento e um planejamento prévio das situações emergenciais possam mitigar as desigualdades de atendimento à população.

Essa dissertação está organizada da seguinte forma: o segundo capítulo, após essa introdução, traz o referencial do arcabouço teórico e institucional da prestação do serviço de abastecimento de água. O terceiro capítulo especifica o referencial teórico para tratar dos estudos de demanda de água. O quarto capítulo apresenta a metodologia do trabalho com três subseções, (i) base de dados; (ii) análise hierárquica e (iii) especificação do modelo. O quinto capítulo apresenta os resultados obtidos da análise descritiva da base de dados e dos modelos especificados. O sexto capítulo conclui e encerra o trabalho.

2 REGULAÇÃO DO SERVIÇO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Essa seção objetiva caracterizar o arcabouço teórico e institucional do serviço de abastecimento de água tendo em vista as políticas enfrentadas para conter o consumo de água das residências no período de análise.

Para tanto, a primeira subseção faz um apanhado do referencial teórico econômico tradicional para os serviços de saneamento, como é o caso do abastecimento de água. Nesta subseção apresentam-se as características essenciais do setor de saneamento que apontam a necessidade de um tratamento regulatório específico para o mercado de água, dadas às peculiaridades e falhas de mercado desse bem.

A segunda seção apresenta um arcabouço institucional da regulação de água no Brasil que surge em razão das características setoriais do saneamento. Nesta subseção são descritos os modelos de arranjos regulatórios de saneamento existentes segundo as diretrizes das Leis Federais pertinentes.

Por fim é feita uma caracterização do ambiente regulatório dentro do contexto proposto nessa dissertação, isto é, são apresentadas as políticas regulatórias adotadas para a Região Metropolitana de São Paulo durante o período de crise hídrica.

2.1 Características Setoriais do Saneamento

O serviço de abastecimento de água à população é caracterizado pela forte presença de diferentes falhas de mercado. Assim, o mercado concorrencial não garante uma solução eficiente em termos de bem-estar para os consumidores, o que torna justificável a regulação das tarifas de saneamento.

As principais falhas de mercado do setor de saneamento básico consistem em: (i) formação de monopólio natural, que ocorre quando a produção conjunta de uma única empresa é mais eficiente do que aquilo que poderia ser produzido por duas empresas diferentes; e (ii) presença de externalidades, onde custos ou benefícios sociais advindos da produção ou do consumo não são internalizados no mercado concorrencial (TUROLLA,1999).

Os chamados monopólios naturais surgem em uma situação em que é mais vantajoso, em termos de custo, a operação de uma única empresa atuante no mercado à várias delas competindo entre si. A existência desse tipo de monopólio se dá, sobretudo, em virtude da existência de economias de escala, presentes na maioria dos serviços públicos de infraestrutura de rede como é o caso do saneamento.

A caracterização do mercado de saneamento em um monopólio natural decorre dos elevados investimentos de longa maturação que faz com que os custos fixos envolvidos no ciclo de saneamento resultem muito elevados. Assim, os custos variáveis relativos à manutenção do sistema e aos gastos com materiais de tratamento somam um montante relativamente menor. Dado que o volume de produção de água ocorre em larga escala, após instalado todo o capital físico necessário à infraestrutura do setor, verifica-se um custo médio declinante no ramo de produção economicamente viável. (TUROLLA,1999).

Na presença de economias de escala, o aumento dos insumos utilizados na produção gera um incremento mais do que proporcional na quantidade produzida. Como resultado, o custo médio do produto tende a ser menor. Isso ocorre porque a diluição dos custos fixos na produção em grande escala permite reduzir custos unitários. Como os custos não chegam a aumentar proporcionalmente à produção, o custo marginal é menor que o médio e, portanto, o custo por unidade produzida será decrescente, característica típica de um monopólio natural (GALVÃO e PAGANINI, 2009).

Outro fator que molda o poder de monopólio de uma empresa é a elasticidade da demanda com que essa se depara, ou seja, quanto menos elástica for a curva de demanda, maior poder de monopólio ela terá. Se existe apenas uma única empresa oferecendo determinado um bem, sua curva de demanda será a do mercado (GALVÃO e PAGANINI, 2009). A ausência de bens substitutos para a água contribui para uma baixa elasticidade na demanda do bem.

Outra falha de mercado do saneamento caracteriza-se pelas externalidades, ou seja, transações entre produtores e consumidores que produzem efeitos positivos ou negativos a terceiros. Em sua presença, observam-se custos ou benefícios sociais significativos advindos da produção ou do consumo que não são internalizados no

mercado concorrencial. Como consequência, pode-se produzir uma quantidade insuficiente do bem. (TUROLLA,1999)

A presença de externalidades é característica intrínseca do setor em virtude do custo da poluição das águas. Com o consumo de água, o cidadão conseqüentemente contribuirá com a geração de esgoto, que pode contaminar os corpos hídricos gerando odor, desvalorização dos terrenos ao redor dos locais de disposição final, e problemas de saúde pública.

Além disso, por ser um bem essencial à vida, o abastecimento de água e o serviço de esgotamento sanitário também se caracterizam, conforme aprovado pela Assembleia Geral das Nações Unidas em 2010, como uns dos pilares dos direitos humanos. Esta resolução internacional implicou obrigações legais aos Estados, responsáveis por garantir acesso à água e ao esgotamento sanitário sem discriminação para toda a população. (NEVES-SILVA e HELLER, 2016).

As características descritas justificam a presença de uma regulação setorial que promova o respeito aos direitos humanos em relação ao consumo de água, um bem inelástico dentro de um mercado monopolista. A regulação também se mostra necessária para a internalização dos custos sociais que não são espontaneamente incorporados nos preços.

A seção seguinte se propõe a caracterizar a regulação tarifária do saneamento no Brasil.

2.2 A Regulação do Saneamento no Brasil

No Brasil, desde o ano de 2007, o setor de saneamento passou a ser regulado com o advento da Lei nº 11.445/2007. O referido documento conferiu às Agências Reguladoras de Saneamento Básico a incumbência de definir as tarifas de água e esgoto.

A Lei nº 11.445/2007 prevê diretrizes para a elaboração das tarifas, como: (i) ampliação do acesso dos cidadãos e localidades de baixa renda; (ii) inibição do consumo supérfluo; (iii) remuneração adequada do capital; e (iv) incentivo à eficiência dos prestadores dos serviços. Além disso, a Lei permitiu critérios para a estrutura de cobrança que levem em consideração os seguintes fatores: (i) garantia de objetivos

sociais; (ii) preservação da saúde pública; (iii) adequado atendimento dos usuários de menor renda; e (iv) proteção do meio ambiente.

Ao seguir os preceitos da Lei, observa-se que a receita necessária para cobrir os custos associados ao abastecimento de água é obtida por remuneração do serviço prestado. Assim, os clientes pagam proporcionalmente ao que receberam. No caso do abastecimento de água, a principal forma de cobrança são as tarifas.

Como a definição de preços constitui um dos principais aspectos da regulação dos serviços públicos, em especial no setor infraestrutura, é comum a sinalização dos incentivos por meio de uma estrutura tarifária. Essa pode ser definida como um conjunto de tarifas aplicadas ao faturamento de determinado mercado e que refletem a diferenciação relativa dos preços cobrados entre classes de usuários.

O mecanismo de variação de tarifas nesse contexto desconsidera apenas os custos da prestação de serviço e estabelece um sistema de subsídios cruzados: ao passo que alguns usuários pagam menos que os custos de provisão, outros pagam mais para compensar a atividade. A seguir explica-se como é realizada a diferenciação dos preços de água no Brasil.

No país, é comum a aplicação de uma tarifa volumétrica por metro cúbico consumido (ou seja, mil litros de água) e que consiste na cobrança dos serviços por volume, medida por meio de um hidrômetro. Esse pode atender uma residência (medição individual) ou um conjunto de residências (medição coletiva).

Além disso, é comum observar a cobrança por meio de uma tarifa em duas partes, composta por uma parcela fixa no mês e outra cobrada por unidade consumida. A parcela da tarifa fixa pode cobrir ou não um consumo mínimo de água.

Por fim, para incentivar o uso racional do recurso, muitas companhias praticam uma cobrança por meio de blocos tarifários progressivos. Isto é, os preços aumentam com a quantidade consumida: é possível, pois, que uma parcela da tarifa seja fixa e outra cobrada de acordo com o aumento do consumo.

Merece destaque na política tarifária, a consideração legal da capacidade de pagamento dos consumidores como critério para concessão do subsídio na forma de tarifa social. Cossenno (2013), em uma pesquisa sobre as Tarifas Sociais, constatou

que nas companhias estaduais a renda familiar e as características construtivas do imóvel são os critérios mais utilizados para tal; e na sequência aparecem o consumo mensal de água e o consumo de energia elétrica.

Além do marco regulatório do saneamento definido pela Lei nº 11.445/2007, o abastecimento de água também deve respeitar o arcabouço legal referente ao uso dos recursos hídricos. Nesse caso, ao invés de considerar os custos referentes à infraestrutura para a provisão do serviço, as leis tratam a água como um recurso escasso.

Isto é, em vista de eventuais conflitos no uso da água, oriundos do desequilíbrio entre a oferta nos mananciais e a demanda da população, a Lei Federal nº 9.433/1997 estabelece a Política Nacional de Recursos Hídricos. Essa lei determina no seu artigo 1º, inciso III, que em situações de escassez o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais.

O racionamento do abastecimento público de água é referido no artigo 23 da Lei Federal nº 11.445/2007, que versa sobre as medidas de contingências e emergências. Por sua vez, o artigo 46 define as ações que podem ser tomadas em situação de escassez:

Art. 46. Em situação crítica de escassez ou contaminação de recursos hídricos que obrigue à adoção de racionamento, declarada pela autoridade gestora de recursos hídricos, o ente regulador poderá adotar mecanismos tarifários de contingência, com objetivo de cobrir custos adicionais decorrentes, garantindo o equilíbrio financeiro da prestação do serviço e a gestão da demanda.

Dissonante do previsto em Lei, ao longo da crise hídrica, observou-se que muitas Agências Reguladoras adotaram o mecanismo tarifário de contingência a despeito de uma declaração formal de racionamento pela autoridade gestora de recursos hídricos.

2.3 Regulação Tarifária do Abastecimento de Água na RMSP

A ARSESP é a reguladora responsável pela prestação de serviços de água e esgoto na Região Metropolitana de São Paulo. A Agência é, portanto, responsável pela definição de tarifas na SABESP. A Agência, fundada em 2007, foi responsável pela primeira revisão tarifária ordinária da Companhia no ano de 2013. Na sequência,

com o advento da crise hídrica, a ARSESP realizou uma revisão tarifária extraordinária em 2015, justificada pelo aumento de custos provenientes da crise hídrica.

As revisões tarifárias realizadas no período compreenderam a reavaliação das condições da prestação dos serviços, com distribuição de ganhos de produtividade com os usuários e a reavaliação das condições de mercado e de custos. Consequentemente, as variações nas tarifas observadas no período de análise não são explicadas somente pela oscilação do índice de preços.

Seguindo os padrões nacionais de estrutura tarifária, observa-se que a cobrança de água na RMSP é feita por meio de blocos progressivos de consumo. No total, são cinco patamares tarifários a cada 10 m³ cúbicos de água consumidos. O primeiro bloco, para volumes de 0 até 10 m³ representa um valor fixo de cobrança independente do consumo que é chamado de consumo mínimo faturável.

Além disso, as tarifas aplicadas pela SABESP são separadas em quatro grandes categorias tarifárias, a saber: Residencial; Setor Público, Comercial e Industrial.

Em razão da diversidade do comportamento das quatro categorias tarifárias essa dissertação objetiva analisar apenas o referente aos consumidores residenciais da RMSP. Uma vez que a água consumida pelas residências representa 70% do volume total de abastecimento público na região (ARSESP, 2014), o estudo da demanda residencial é fundamental para avaliar a resposta das políticas tarifárias regulatórias de contingenciamento à crise.

Por sua vez, a categoria Residencial é subdividida em três subgrupos: Normal; Favela; Social. O critério de enquadramento na categoria Residencial Favela não era normatizado de forma objetiva pela Companhia no período de análise. Por sua vez, os critérios listados pela SABESP para enquadramento do recebimento da Tarifa Social, são elencados a seguir:

- a) Ter renda familiar de até 3 (três) salários-mínimos;
- b) Ser morador de habitação com área útil construída até 60m²;
- c) Ser consumidor de energia elétrica com consumo de até 170kwh/mês
- d) Não haver débitos para o imóvel;

Além disso, existe a opção de recebimento da Tarifa Social para desempregados, desde que:

- a) O consumo máximo seja até 15m³;
- b) Seja o titular da conta há mais de 90 (noventa) dias;
- c) Último salário tenha sido de até 3 (três) salários-mínimos;
- d) Demissão não tenha ocorrido por justa causa;
- e) Não ter débitos pendentes ou negociados.

Importa salientar que os critérios apontados acima para o recebimento da Tarifa Social eram verificados pela própria Companhia, sem acompanhamento ou fiscalização da Agência Reguladora. Como será detalhado no capítulo de análise descritiva, observa-se que o público-alvo apto a receber o benefício não era plenamente atendido uma vez que a vasta maioria dos clientes de baixa renda pertenciam à categoria residencial normal.

Desde a instituição da Agência até o ano de 2016, a estrutura tarifária aplicável a SABESP nunca havia passado por modificações. Apesar de se observar revisões tarifárias e aumento nos preços, a distribuição desses por categoria tarifária e blocos de consumo se manteve constante. Isto é, os aumentos verificados foram aplicados igualmente para todos os blocos e categorias.

Quanto à regulação tarifária emergencial da empresa em meio a crise hídrica, a Agência Estadual autorizou um Programa de Incentivo à Redução do Consumo de Água (bônus) para os usuários da Região Metropolitana atendidos pelo Sistema Cantareira. Este programa, aprovado por meio da Deliberação ARSESP nº 469, de fevereiro/2014, visava conceder desconto de 30% nas tarifas para os usuários que reduzissem em pelo menos 20% seu consumo mensal, em relação ao consumo médio verificado no período de fevereiro/2013 a janeiro/2014.

A persistência da crise hídrica resultou na ampliação da concessão do bônus para todos os municípios da Região Metropolitana de São Paulo por meio da Deliberação ARSESP nº 514/2014. Além disso, as faixas de bonificação tarifária passaram a incluir os usuários que tivessem redução superior a 10% nos consumos realizados a partir de 1º de novembro de 2014. Assim os consumos reduzidos entre 10 e 15% eram bonificados com desconto de 10% sobre a conta de água e esgoto; entre 15 e 20% com desconto de 20%.

Posteriormente, em dezembro de 2014, a ARSESP usou da instituição de “Tarifa de Contingência” como mecanismo ou instrumento de indução do usuário a reduzir o consumo de água. Isto é, optou-se por incluir no programa uma espécie de penalidade para desestimular o consumo mensal de água em nível superior à média do consumo mensal no período de fevereiro de 2013 a janeiro de 2014. Assim, por meio da Deliberação ARSESP nº 545/2014, o programa passou a considerar também uma cobrança adicional de 40% sobre o valor para quem excedesse em até 20% a média do consumo ou 100% sobre o valor da tarifa de água para quem ultrapassasse 20% da média.

Nessa subseção caracterizou-se a regulação dos serviços de abastecimento de água em vista do arcabouço econômico, as diretrizes nacionais e as políticas regulatórias da região em análise. Assim, o capítulo seguinte aborda o referencial teórico dos estudos existentes sobre a demanda de água. São avaliados os focos dos estudos assim como as principais variáveis utilizadas para caracterizar o comportamento da demanda.

3 ESTUDOS SOBRE DEMANDA DE ÁGUA

A demanda por qualquer bem ou serviço pode ser expressa por uma função matemática que classifica aquelas que afetam a decisão do consumidor. Apesar da vasta literatura em todo o mundo de estimativas da função de demanda de água residencial não existe um consenso no que tange à metodologia de análise, pois os estudos abrangem uma diversidade de amostras e de estruturas tarifárias, além de contextos específicos.

O foco dos estudos sobre demanda de água costuma ser a avaliação das práticas de preço por meio de estimativas de elasticidades de preço e de renda. A maioria dos modelos econométricos são derivados da forma $Q_d = f(P, Z)$, que relaciona o consumo residencial de água (Q_d) com alguma medida de preço (P) e com outros fatores (Z), como renda ou características dos domicílios (ARBUÉS, GARCIA-VALINAS E ESPIÑEIRA, 2003).

Tais estudos partem da hipótese de que a mudança efetuada nas tarifas cobradas aos usuários pode afetar as quantidades demandadas por eles. A reação dos consumidores às tarifas cobradas é manifestada na demanda econômica por este serviço e depende de outros fatores não relacionados somente ao preço.

Esta demanda não é conhecida e por isto precisa ser estimada usando os métodos disponíveis na estatística e na econometria. Como a elasticidade-preço refere-se a cogitações sobre quanto o consumidor estaria disposto a modificar o seu consumo de água caso houvesse uma alteração no preço, ela é um interessante conceito para subsidiar os valores a serem definidos para a cobrança pelo uso da água visando o uso racional do recurso.

Os principais determinantes dos modelos de demanda de água existentes na literatura são apresentados na sequência.

3.1 Variável Preço

A complexidade das estruturas tarifárias do setor de saneamento possibilita que a variável de preço seja incluída na modelagem de diferentes formas. Sob a hipótese clássica de que o preço é determinante da quantidade consumida e em um regime tarifário de blocos crescentes em que a quantidade consumida determina o preço,

existem estudos que consideram uma simultaneidade entre preço e consumo. Isto é, o consumo determina o preço ao mesmo tempo em que o preço afeta o consumo. Assim, os pressupostos de exogeneidade de um modelo de regressão são violados quando utiliza-se diretamente os preços praticados no modelo.

O tratamento da endogeneidade do modelo pode ser tratado através de técnicas de variáveis instrumentais, como o mínimo quadrado de dois estágios. Nesses casos, a exemplo da modelagem proposta por Taylor (1975) e Nordin (1976), utiliza-se o preço marginal (Pmg), como variável explicativa definido pelo valor cobrado no último bloco de consumo. Por sua vez, a variável instrumental adotada é a variável de diferença (Dif), definida pelo valor total da conta menos o valor que os usuários pagariam se todas as unidades fossem cobradas pelo preço marginal. A variável diferença auxilia a captar o efeito renda das mudanças intramarginais de preço, da parcela fixa e dos limites de consumo. Isto é, Nordin defende a hipótese de que os consumidores reagem não apenas aos preços marginais, mas também às mudanças da transição de um bloco tarifário para outro.

No entanto, não há um consenso sobre a simultaneidade na modelagem, pois esse tipo de conclusão depende fundamentalmente da percepção do consumidor sobre os preços cobrados. Shin (1985) foi um dos pioneiros a refutar a simultaneidade entre preço e consumo sob o argumento do desconhecimento dos consumidores acerca das estruturas tarifárias, defendendo a aplicação do preço médio (Pme) nos modelos. Ainda, Shin levanta que o momento de cobrança das faturas acontece somente no mês subsequente ao consumo, fazendo com que a percepção de preço não seja marginal. Esse tipo de cobrança *ex-post* faz com que alguns autores utilizem a variável de preço médio defasada (NAUGE e TOMAS, 2003).

Em suma, existe uma extensa controvérsia acerca da percepção do preço da água que permanece em aberto nos estudos. Nieswiadomy e Molina (1991) levantam uma série de estudos em que consumidores respondem ou não a toda estrutura tarifária de preços argumentando que a variável de preço percebida pelo consumidor depende muito do contexto do estudo. Ainda, Arbués, Garcia-Valinas e Espiñeira (2003) concluem que em muitos casos, a escolha do preço marginal ou preço médio não afeta substancialmente as estimativas de elasticidade preço.

Os resultados esperados de elasticidade-preço da água são de valores baixos e negativos. Worthington e Hoffmann (2008) explicam os baixos valores pela ausência de bens substitutos para a água e pela baixa proporção das contas de água na renda total dos domicílios, que é comumente observada. Arbués, Garcia-Valinas e Espiñeira (2003) consolidam resultados de diferentes estudos de demanda de água em que os valores podem variar significativamente, como indica a Tabela 2 a seguir.

Tabela 2 - Resultados de valores de Elasticidade Preço na literatura

ESTUDO	ELASTICIDADE DO PREÇO MÉDIO
Sewell and Roueche (1974)	-0.067 to -0.568
Gibbs (1978)	-0.62
Foster and Beattie (1979)	-0.27 to -0.76
Hanke and de Maré (1982)	-0.15
Jones and Morris (1984)	-0.18 to -0.34
Williams (1985)	-0.619 a +0.332
Williams and Suh (1986)	-0.484
Billings and Day (1989)	-0.70
Griffin and Chang (1990)	-0.16 a -0.38
Rizaiza (1991)	-0.78 a +0.18
Martin and Wilder (1992)	-0.49 a -0.70
Nieswiadomy (1992)	-0.22 a -0.60
Stevens et al. (1992)	-0.10 a -0.69
Nieswiadomy and Cobb (1993)	-0.45 a -0.64
Point (1993)	-0.167
Kulshreshtha (1996)	-0.34 a -0.96
Höglund (1999)	-0.20
Nauges and Thomas (2000)	-0.22

Fonte: Arbués, Garcia-Valinas e Espiñeira, 2003

3.2 Variável Renda

A maioria dos estudos tem limitações de informações de renda por questões de sigilo cadastral de modo que se torna comum trabalhar com microdados agregados. Observa-se a utilização de dados de renda per capita ou por domicílio para uma área definida ou o uso de *proxies* de renda pelo valor do imóvel.

Os resultados de elasticidade renda costumam ser bastante heterogêneos. Worthington e Hoffmann (2008) explicam as diferenças causadas por uma série de motivos: estruturas tarifárias; abertura dos microdados; cobertura regional; e inclusão de temperatura ou de outras variáveis nas equações de demanda. Ainda, pode existir uma baixa sensibilidade da renda em razão da irrelevância da tarifa de água no orçamento familiar.

No Brasil, os resultados também se mostram heterogêneos. Dias, Martinez e Libânio (2010) avaliaram o impacto da variação da renda no consumo domiciliar de água no município de Belo Horizonte, de 2003 a junho de 2006, e os resultados mostraram que o consumo está ligado às condições socioeconômicas da população abastecida. Em consonância, Pizaia e Jungles (2003), a partir de uma amostra de microdados residenciais no município de Curitiba obtém resultados positivos e significativos para a elasticidade renda. No entanto, Mattos (1998) ao analisar os dados do município de Piracicaba agregada não validou o coeficiente de renda em sua modelagem.

3.3 Variáveis Climáticas

A consideração dos efeitos climáticos nos estudos tem sido introduzida de diferentes formas e é comum trabalhar com *dummies* de inverno e verão. Também se observa a utilização de dados de precipitação; evaporação; temperatura; incidência solar e velocidade do vento, sendo comum observar elevadas respostas do consumo de água à variação na temperatura (ARBUÉS, GARCIA-VALINAS E ESPIÑEIRA, 2003).

3.4 Variáveis não relacionadas a Preço

Worthington e Hoffman (2008) listam ainda outras variáveis explicativas, mas que podem ser consideradas de difícil análise. A quantidade consumida de água pode ser afetada por políticas de controle como medidas de proibição de consumo, restrições de horários ou campanhas de conscientização. Além disso, algumas características próprias da população ou das residências podem afetar o consumo de água tais como diferenças culturais, tamanho da residência e quantidade de moradores.

4 METODOLOGIA

O capítulo metodológico apresenta a fundamentação para a análise do comportamento do consumo residencial de água no período de crise hídrica de dos anos de 2014 e 2015 na Região Metropolitana de São Paulo.

A primeira seção apresenta as bases de dados utilizadas na modelagem, em que se apresentam as fontes de informação e a forma de tratamento dos dados. A seção apresenta como os dados da SABESP; IBGE; SEADE e ARSESP foram utilizados para permitir que a análise do perfil de consumo de água fosse realizada.

A segunda seção contém o referencial teórico da modelagem proposta para avaliação do consumo de água. Neste capítulo é apresentado o referencial teórico do modelo de regressão hierárquico, que é a principal ferramenta de análise dessa dissertação.

Por fim é apresentada a especificação do modelo de regressão hierárquico simulado nessa dissertação. São apresentadas as variáveis do modelo e as equações envolvidas em vista da abordagem proposta pelo referencial teórico.

4.1 Bases de Dados do Modelo

A modelagem proposta visa analisar o perfil da variação do consumo de água frente às variações de preço e de outras variáveis explicativas. Dado que a crise hídrica foi mais intensa na RMSP nos anos de 2014 e 2015, optou-se por abranger uma janela temporal desde janeiro de 2013 até dezembro de 2016. Como o faturamento é feito mensalmente, a base utilizada contém, então, um total de 48 meses de estudo.

A modelagem do consumo de água por meio de métodos quantitativos foi realizada sobre uma base de dados final obtida pelo levantamento de diferentes fontes de informação. Para a estruturação dessa base, as informações foram cruzadas para relacionar os dados de diferente origens. Isto é, foram levantados dados de consumo de água a nível individual e cada uma dessas observações foi relacionada a variáveis regionais e de preço.

A estruturação da base de dados final utilizou quatro fontes de informações principais detalhadas nas seções subsequentes.

4.1.1 SABESP

A primeira parte destas informações foi cedida diretamente pelo corpo técnico da SABESP. Os dados para a análise do consumo de água foram extraídos do banco de faturamento do sistema comercial da empresa (Base Comercial).

De toda a pesquisa, utilizou-se como referência apenas a categoria residencial de água, na RMSP, de modo que cada observação foi representada como ligação de água, cujo consumo foi registrado por meio de um medidor (hidrômetro). Isto é, a unidade de análise discriminada na base de dados consiste no imóvel ligado à rede de abastecimento de água da concessionária, cuja discriminação individual é o Registro Geral de Imóveis (RGI), número que identifica o cliente que é ligado ao serviço de abastecimento de água.

A base comercial segue a terminologia comum do setor de saneamento nacional, com diferenciação entre “ligação” e “economias”. Segundo o SNIS (2020), uma *ligação* consiste no ramal predial conectado à rede de distribuição enquanto uma *economia* pode representar moradias, apartamentos ou unidades comerciais existentes numa determinada edificação, que são atendidos por uma ligação. Em outras palavras, a definição de economia no setor de saneamento caracteriza uma unidade de consumo, enquanto a ligação representa o cliente comercial propriamente dito. Ao tomar como exemplo um edifício predial sem medição individual com 10 apartamentos, nesse caso, haveria uma ligação (um RGI) e dez economias.

Para os edifícios com medição individual, a base de dados comercial levantada contém a quantidade de economias contidas na ligação. Essa quantidade é necessária em virtude do faturamento que aplica preços progressivos de acordo com o consumo médio por economias.

A Tabela 3 a seguir mostra os dados originais extraídos da base comercial da empresa.

Tabela 3 - Variáveis da Base Comercial SABESP Original

Nome	Descrição
RGI	Identificação do Cliente (Ligação)
QA.L	Consumo medido de água na ligação
QE.L	Consumo estimado de Esgoto (= água se TL=1)
TL	TL= 0 : Apenas Serviço de Água; TL = 1: Água e Esgoto
-	Unidade de Negócio (Norte, Sul, Leste...)
-	Identificação do local
Cat	1=Residencial Normal, 2= Social; 3= Favela
FA.L	Valor cobrado pelo serviço de água
FE.L	Valor cobrado pelo serviço de esgoto
Econ	Quantidade de apartamentos na mesma ligação
Bns.L	Bônus tarifário da política de escassez
Ons.L	Multa tarifário da política de escassez

Fonte: Banco de Dados Comercial da SABESP

Além das informações extraídas do banco comercial foram também cedidas pela SABESP informações relativas ao cadastro das ligações contendo os setores censitários respectivos à cada ligação (Base Cadastro). A Tabela 4 mostra as colunas da segunda base cedida pela empresa.

Tabela 4 - Variáveis do Levantamento da Base de Cadastro da SABESP Original

Nome	Descrição
RGI	Identificação do Cliente (Ligação)
Set	Setor Censitário que contém o RGI
IPVS	Índice Paulista de Vulnerabilidade Social

Fonte: Banco de Dados Cadastral da SABESP

4.1.2 IBGE

O IBGE foi a segunda fonte de dados utilizada na pesquisa, de modo que foram selecionadas as informações agregadas por setor censitário disponíveis pelo Censo 2010, que correspondem a menor unidade territorial do IBGE, formada por uma área contínua (IBGE,2010).

Para a região de estudo, estima-se trabalhar com cerca de 16 mil setores censitários. Dentre as informações agregadas por setor censitário disponibilizadas pelo Censo 2010, as variáveis levantadas para modelagem do consumo de água foram:

- a) Média do número de moradores em domicílios particulares permanentes.
- b) Valor do rendimento nominal médio mensal das pessoas responsáveis por domicílios particulares permanentes.
- c) Média do número de banheiros de uso exclusivo dos moradores em domicílios particulares permanentes.

A Tabela 5 mostra as colunas do levantamento da base de dados do IBGE.

Tabela 5 - Variáveis da base de dados do IBGE

Nome	Descrição
Set	Código do Setor Censitário
Mrd	Média de Moradores por domicílio do setor
Rnd	Média da renda do setor
Ban	Média de Banheiros por domicílio do setor

Fonte: Censo 2010, IBGE

4.1.3 SEADE

No estado de São Paulo, a Fundação SEADE conta com um indicador de vulnerabilidade social denominado IPVS - Índice Paulista de Vulnerabilidade Social. Em suma, o IPVS contém uma tipologia de situações de vulnerabilidade que considera, além dos indicadores de renda, outros fatores referentes à escolaridade e ao ciclo de vida familiar, identificando áreas geográficas segundo os graus de vulnerabilidade de sua população. Este índice é estimado para um conjunto de setores censitários e permite analisar a desigualdade intramunicipal existente em áreas urbanas e rurais, para todos os municípios do Estado de São Paulo (SEADE, 2010).

O IPVS classifica as regiões em sete grupos distintos de acordo com o grau de vulnerabilidade. A Tabela 6 mostra os indicadores selecionados pela fundação SEADE, segundo grupo do IPVS para o Estado de São Paulo.

Tabela 6 - Grupos do IPVS 2010

Grupos	Dimensões		IPVS2010	Situação e tipos de setores
	Socio-econômica	Ciclo de vida familiar		
1	Muito alta	Famílias jovens, adultas e idosas	Baixíssima Vulnerabilidade	Urbanos e rurais não especiais e subnormais
2	Média	Famílias adultas e idosas	Vulnerabilidade muito baixa	Urbanos e rurais não especiais e subnormais
3	Média	Famílias jovens	Vulnerabilidade baixa	Urbanos e rurais não especiais e subnormais
4	Baixa	Famílias adultas e idosas	Vulnerabilidade média	Urbanos não especiais e subnormais
5	Baixa	Famílias jovens em setores urbanos	Vulnerabilidade alta	Urbanos não especiais
6	Baixa	Famílias jovens residentes em aglomerados subnormais	Vulnerabilidade muito alta	Urbanos subnormais
7	Baixa	Famílias idosas, adultas e jovem em setores rurais	Vulnerabilidade alta	Rurais

Fonte: Fundação Seade. Índice Paulista de Vulnerabilidade Social

4.1.4 ARSESP

A terceira parte dos dados foi complementada com as publicações da ARSESP no período de análise. Como apresentado na descrição dos dados informados pela SABESP, a base de dados comercial continha apenas os valores finais das faturas. Assim, para analisar a influência dos preços na modelagem de consumo de água, foram levantadas as resoluções tarifárias da Agência reguladora ARSESP para o período de análise.

Durante os anos de 2013 a 2016 estiveram vigentes os quadros tarifários de oito resoluções ARSESP. A Tabela 7 mostra a numeração da resolução e a data de vigência dos respectivos quadros tarifários.

Tabela 7 - Lista de Resoluções dos quadros tarifários

Resolução ARSESP	Início Vigência	Final Vigência
353	1-set-12	1-mai-13
406	1-mai-13	1-dez-13
435	1-dez-13	1-mai-14
484	1-mai-14	1-jan-15
520	1-jan-15	1-jun-15
560	1-jun-15	1-jun-15
561	1-jun-15	1-mai-16
643	1-mai-16	1-nov-17

Fonte: Resoluções ARSESP

4.1.5 Amostragem e Tratamento da Base de Dados

Para a modelagem, foram avaliadas apenas as economias da Região Metropolitana de São Paulo dos sistemas Cantareira e Tietê, que correspondem à maioria da população e foram os sistemas mais afetados pela escassez hídrica.

Para relacionar os consumos faturados com os setores censitários, primeiramente foi realizado um cruzamento de dados com as duas bases de fornecidas pela companhia (Base Cadastro e Base Comercial), que consolidou a “Base Sabesp Agregado”. Tais cruzamentos resultaram em uma diminuição da amostra, cujos quantitativos são apresentados na Tabela 8.

Tabela 8 - Cruzamento das bases de dados da SABESP

BASE	OPERAÇÃO	Ligações	Setores
(+) CADASTRO	(+) Relação de Cadastro SABESP x IBGE	4.869.435	
	(-) Ligações com código de setor igual a zero	-487.217	
	(=) Ligações Cadastradas com identificação	4.382.218	16.364
(+) COMERCIAL	(+) Ligações constantes na base Comercial SABESP	3.208.521	
	(+) Ligações Cadastradas com identificação	-82.562	-156
(=) SABESP Agregado	(=) Ligações constantes nos meses e com identificação	3.125.959	16.208

Fonte: Elaboração própria a partir das bases comerciais e cadastrais da Sabesp

O passo subsequente no tratamento dos dados foi a agregação dos dados da base “Sabesp Agregado” de 3,125 milhões de ligações com os dados do IBGE. Nessa etapa, observou-se que haviam setores censitários da base cadastral da SABESP sem relação com setores do IBGE. A Tabela 9 mostra a segunda agregação de dados realizada.

Tabela 9 - Agregação da Base de dados da SABESP com IBGE

BASE	OPERAÇÃO	Ligações	Setores
(+) SABESP	(+) RGI SABESP com identificação IBGE	3.125.959	16.208
(-) IBGE	(-) RGI sem correspondência de Setor	-18.822	-120
(=) RGI IBGE SABESP	(=) RGI SABESP com correspondência IBGE	3.107.137	16.088

Fonte: Elaboração própria a partir das bases comerciais e cadastrais da Sabesp e IBGE

Por fim, os métodos econométricos, que demandam um processamento de dados complexo, foram feitos com base em uma amostra dos dados tratados. Com a finalidade de não perder a representatividade dos muitos setores censitários, considerou-se uma parcela aleatória de 1% de cada setor censitário para realizar a amostra. Como a quantidade de 1% de ligações de cada setor foi arredondada para cima, no total as amostras representaram 1,3% da base, como indica a Tabela 10.

Tabela 10 - Amostragem da Base de dados

BASE	OPERAÇÃO	LIGAÇÕES	% TOTAL	SETORES	% TOTAL
AMOSTRA RGI	Amostragem 1%	39.746	1,3%	16.088	100,0%

Fonte: Elaboração própria

Assim, em 48 meses, o modelo resultou com 1.907.808 observações. Quanto ao tratamento dado aos *outliers* do modelo, perante a um consumo médio na faixa de dez metros cúbicos por mês, foram removidos da amostra consumos maiores do que 80 metros cúbicos por mês. Em virtude da natureza do bem, isto é, pelo fato da água ser um bem essencial e insubstituível, os consumos nulos também foram removidos da análise. Além disso considerou-se que os setores censitários com média zero de banheiros não fossem representativos na análise do consumo.

Tabela 11 - Tratamento dos dados da amostra

BASE	OPERAÇÃO	OBSERVAÇÕES	%AMOSTRA INICIAL
Empilhamento AMOSTRA	Ligações em 48 meses	1.907.808	100,0%
Outlier	Sem Consumo acima de 80	1.905.158	99,9%
Outlier	Sem Consumo Zero	1.840.616	96,5%
Outlier	Sem Zero Banheiro	1.840.524	96,5%
IPVS	Com IPVS zero	1.815.722	95,2%
	Base de Dados Final	1.815.722	95,2%

Fonte: Elaboração própria a partir das bases comerciais e cadastrais da Sabesp e IBGE

4.2 Análise Hierárquica

A modelagem proposta para analisar a variação do consumo de água frente às variações de preço e de outras variáveis explicativas é por meio de métodos quantitativos sobre a base de dados. O método adotado consiste em primeiramente utilizar um modelo de regressão linear ordinário considerando as características individuais das observações, com um conjunto de variáveis preditoras (X):

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + e_i \quad (\text{Eq. 1})$$

O método avança no estudo de elasticidades em relação aos modelos anteriores, limitados às características individuais, e passa a analisar a influência de diferentes indicadores sociais agregados na quantidade consumida de água.

A modelagem, portanto, faz uso de indicadores individuais e indicadores agregados. A regressão proposta discrimina as residências por RGI, ao nível básico (individual) e em um nível superior existem os indicadores sociais e demográficos por setor censitário (agregado). Esse tipo de base de dados é denominado estrutura hierárquica, ou multinível.

As características da estrutura da base de dados que definem essa classificação hierárquica são detalhadas na sequência:

- a) Unidade de alocação é um grupo identificável (e.g., agrupamento): os setores censitários são identificáveis pelo código IBGE

- b) Diferentes grupos são alocados a cada condição: cada setor censitário tem dados próprios de renda, quantidade de moradores por residência e número de banheiros.
- c) Unidades de observação são membros dos grupos: Cada setor censitário contém um conjunto de ligações

Além dos setores censitários, as regiões classificadas pelo Índice de Vulnerabilidade Paulista também se enquadram na modelagem hierárquica, dado que o IPVS é um agrupamento de setores feito pelo SEADE com base na informação dos próprios setores.

No modelo analisado, espera-se que o conjunto de ligações (primeiro nível) que pertencem a um mesmo setor censitário (segundo nível) sejam mais similares no perfil de consumo de água. Essa similaridade faz com que os pressupostos essenciais de uma regressão não sejam respeitados; isto é, as observações não são independentes e as unidades em diferentes agrupamentos podem ter diferentes variâncias.

Assim, a modelagem proposta trabalha com modelos de análise multinível, ou regressão hierárquica. A análise multinível permitirá avaliar o quanto alguns indicadores são capazes de interferir nas correlações do primeiro método. Raudenbush e Bryk (2002) denominam estes modelos lineares multiníveis que tratam interceptos e inclinações como respostas. Isto é, consiste na tentativa de modelar ou explicar a variabilidade nos interceptos e inclinações de nível individual, com base nas características ao nível do grupo. Tais modelos também são chamados de contextuais; de efeitos mistos; de efeitos aleatórios; ou de componentes da variância.

Em suma, a variável explicativa Y_i passa a ser composta por duas partes: um componente de efeitos fixos e outro de efeitos aleatórios. Para tanto, é definido o modelo de primeiro nível (individual) que se assemelha com um modelo de regressão ordinária da (Eq. 1), listado a seguir:

$$Y_{i:j:k} = \beta_{0:j:k} + \beta_{1:j:k}X_{1:j:k} + e_{i:j:k} \quad (\text{Eq. 2})$$

Neste modelo com múltiplos níveis, o índice i representa as ligações, que podem variar de acordo com o setor censitário ($i = 1 \dots m$). O índice j , representa o

setor no qual a ligação pertence ($j = 1 \dots g$). Por fim, o índice k representa as condições previstas na modelagem.

Por sua vez, o modelo de segundo nível considera o agrupamento de observações, isto é, considerando as ligações (i) dentro de setores censitários (j):

$$\beta_{0:j:k} = \gamma_{0:0:k} + u_{0:j:k} \quad (\text{Eq. 3})$$

Desse modo, implica-se na modelagem que cada unidade j tem uma média única a partir de uma distribuição subjacente, que pode ser descrita por uma média ($\gamma_{0:0:k}$) e variância ($u_{0:j:k}$)

Com a combinação dos dois níveis em um modelo misto, é possível observar os efeitos fixos e aleatórios na mesma equação, como indicado na equação a seguir:

$$Y_{i:j:k} = [\underbrace{\gamma_{0:0:k}}_{\text{Efeito Fixo}} + \underbrace{\beta_{1:j:k}X_{1:j:k}}_{\text{Efeito Aleatório}}] + [u_{0:j:k} + e_{i:j:k}] \quad (\text{Eq. 4})$$

Os pressupostos gerais dos modelos hierárquicos adotados são similares aos da abordagem da regressão linear. Isto é, as observações devem ser independentes assim como os termos de erro do modelo. Além disso, como de praxe, a variância dos erros deve ser igual para todas as observações. Um dos propósitos da utilização de modelos hierárquicos é justamente lidar com casos em que o pressuposto de independência é violado.

O modelo hierárquico se justifica pelo fato de alguns dos pressupostos apontados acima serem modificados pela natureza hierárquica dos dados, pois as observações independentes são uma premissa geral de modelos lineares que indica que elas são amostras aleatórias da população e que as variáveis explicativas são independentes umas das outras.

Assim, para a manutenção dos pressupostos gerais da abordagem de regressão linear ser mantida, os modelos hierárquicos assumem que os preditores de nível 1 devem ser independentes dos resíduos de nível 1. Analogamente, os preditores de nível 2 também devem ser independentes dos resíduos de nível 2. É fundamental também que os erros observados do nível 1 sejam independentes dos erros do nível 2.

O modelo hierárquico mais simples é o modelo com intercepto aleatório. Nesse modelo, os termos de interceptos β_0 podem variar de acordo com o grupo. Essa característica faz com que esse modelo seja também chamado de ANOVA com efeitos aleatórios. Na modelagem proposta, isso representa que os interceptos do consumo de água de cada ligação podem variar entre setores censitários. Esse modelo assume que as declividades β_1 são fixas. Com isso, é assumido que o comportamento das elasticidades podem ser iguais em diferentes regiões.

A vantagem do modelo de intercepto aleatório é a capacidade de avaliar o grau de correlações intraclasse que auxiliará na determinação da necessidade do modelo hierárquico. Isto é, o modelo permitirá avaliar o efeito dos setores censitários nos resultados obtidos.

Em suma, o primeiro modelo hierárquico pressupõe para o nível 1 um modelo de regressão linear apenas com o termo de intercepto e de erro, como indicado a seguir:

NÍVEL 1

$$Q_{i,j} = \beta_{0,j} + e_{i,j} \quad (\text{Eq. 5})$$

Em que:

- $Q_{i,j}$: variável dependente de nível 1, que representa o consumo médio por economia da ligação i , pertencente ao setor j
- $\beta_{0,j}$: intercepto da variável dependente no grupo j
- $e_{i,j}$: termo de erro da ligação i no setor censitário j , referente ao erro aleatório do nível 1 da equação

O termo de intercepto, por sua vez, pode variar de acordo com o grupo, conforme a fórmula:

NÍVEL 2

$$\beta_{0,j} = \gamma_{0,0} + \mu_{i,j} \quad (\text{Eq. 6})$$

Em que:

- $\beta_{0,j}$: intercepto da variável dependente de Q no grupo j

- $\gamma_{0,0}$: intercepto geral, média geral do consumo de água entre os grupos.
- $\mu_{i,j}$: termo de erro do desvio do intercepto de um grupo pelo intercepto geral.

Ao combinar as duas últimas equações, tem-se que:

$$\mathbf{Q}_{i,j} = \gamma_{0,0} + \mathbf{e}_{i,j} + \mu_{i,j} \quad (\text{Eq. 7})$$

A partir do modelo acima, é possível calcular a variância conforme:

$$\mathbf{Var}(\mathbf{Q}_{i,j}) = \mathbf{Var}(\mathbf{e}_{i,j} + \mu_{0,j}) = \tau_{00} + \sigma^2 \quad (\text{Eq. 8})$$

Isto é, a variabilidade total na variável dependente ($\text{Var}(\mathbf{Q}_{i,j})$) pode ser decomposta em duas partes distintas: a primeira é proveniente da variação do consumo de água entre setores (τ_{00}) e a segunda parte é proveniente da variação do consumo de água dentro dos setores (σ^2).

Assim, pode-se obter o peso dos grupos sobre a variável explicada. Para tanto, utiliza-se o termo ICC – Coeficiente de Correlação Intra-Classe. Esse parâmetro pode ser entendido como a proporção da variância total que pode ser explicada pelos grupos bem como calculado da seguinte forma:

$$ICC = \frac{\text{var}(u_{0j})}{\text{var}(u_{0j} + e_{ij})} = \frac{\tau_{00}}{\tau_{00} + \sigma^2} \quad (\text{Eq. 9})$$

O ICC também pode ser interpretado como o grau de proximidade das ligações no mesmo setor em relação ao grau de proximidade das ligações em setores diferentes. Em outra abordagem, o ICC pode ser a correlação esperada entre duas unidades escolhidas aleatoriamente dentro do mesmo grupo. Isto é, a tendência para valores de uma variável dentro de um grupo serem correlacionados entre si quando comparados a valores fora do grupo.

Também são possíveis modelos hierárquicos mais complexos em que os termos de intercepto $\beta_{0,j}$ sejam modelados sob previsão de variáveis explicativas além do intercepto de segundo nível $\gamma_{0,0}$. As manipulações algébricas são semelhantes às explicadas assim como as implicações do modelo.

4.3 Especificação do Modelo

Ao observar-se o referencial teórico sobre o modelo econométrico a ser utilizado, a metodologia avança na especificação do modelo de consumo residencial de água proposto na dissertação.

Nessa subseção são apresentadas inicialmente as variáveis utilizadas na modelagem com uma explicação do conceito embutido no valor da variável e a justificativa da inclusão do modelo. Na sequência, são descritas as equações especificadas para os modelos hierárquicos propostos com base nas equações apresentadas no referencial teórico.

4.3.1 Variáveis da Modelagem

A estimativa da função demanda residencial por água utiliza como base o consumo mensal de água de uma economia, isto é, da residência. Para as ligações de medição coletiva, o consumo médio por economia foi calculado pelo quociente entre consumo total da ligação dividido por número de economias. Portanto, a variável dependente da regressão estimada é a quantidade demandada de água residencial (Q_i), expressa pelo volume medido de água por residência do RGI no mês i .

Dentre as variáveis explicativas do consumo de água, a variável de preço foi analisada de diferentes formas na modelagem. O referencial teórico sobre o tema indica que a percepção de preço dos consumidores é complexa em razão das estruturas tarifárias cobradas pelo consumo de água.

Por um lado, o aumento de preço marginal em função do consumo em razão dos blocos progressivos pode levar a resultados de regressão contraintuitivos. Isto é, a correlação entre preço e consumo pode resultar positiva em decorrência da simultaneidade entre as variáveis. Por outro lado, a progressividade dos blocos pode servir para colaborar com o uso mais racional do recurso, com uma percepção de preço médio mais elevado para os que consomem mais.

Assim, ao considerar-se o leque de possibilidades para avaliar a percepção da população sobre os preços de água, as variáveis foram analisadas separadamente para avaliar qual seria a mais apta a explicar a resposta do consumo ao preço.

A primeira variável de preço analisada foi o preço marginal, calculado com base nos quadros tarifários da ARSESP. Isto é, o preço marginal de água consiste na tarifa cobrada por volume de água. Como a empresa aplica uma política de consumo mínimo faturável até os primeiros 10m³, para o primeiro bloco tarifário o preço marginal foi adotado como zero.

As outras variáveis de preço do modelo foram o total e o médio. O preço total consiste basicamente no valor final da fatura e o médio consiste na divisão pelo volume consumido.

Além disso, foi incluída na modelagem uma variável *dummy* de medição individual ou coletiva para avaliar se a presença de hidrômetros individualizados podem interferir no consumo. A determinação do tipo de medição foi estimada com base na relação ligação/economia do RGI. Se a relação for igual a um, a medição é individual. Se for maior que um, então existe um conjunto de economias na mesma ligação (prédio ou condomínio).

Foram também incluídas variáveis categóricas para avaliar se o comportamento das economias enquadradas nas categorias tarifárias Residencial Normal; Residencial Favela e Residencial Social apresentavam diferenças de comportamento de consumo relevantes.

Por fim, foram considerados os dados agregados por setor censitário como variáveis de segundo nível da modelagem. A seguir são apresentadas as variáveis disponibilizadas pelo IBGE que poderiam afetar o consumo de água:

- **Rnd**: Valor do rendimento nominal médio mensal das pessoas responsáveis por domicílios particulares permanentes: Espera-se que os setores censitários com nível de renda mais elevados sejam menos impactados por variações de preço. Dada a pequena contribuição da tarifa de água no orçamento familiar, as relações entre preço e consumo devem ser mais afetadas nos níveis mais baixos de renda;
- **Mrd**: Média do número de moradores em domicílios particulares permanentes: Para os setores com mais moradores por domicílio, espera-se um nível de consumo maior dada a hipótese de um consumo de água per capita uniforme. Esse indicador deve alterar o coeficiente de intercepto sem interferir muito nos coeficientes de elasticidade preço;

– **Ban**: Média do número de banheiro de uso exclusivo dos moradores em domicílios particulares permanentes: A quantidade de banheiros do domicílio é uma proxy da quantidade de moradores permanentes do domicílio e, portanto, os resultados esperados são similares ao controle pelo número de moradores.

A Tabela 12 resume as variáveis utilizadas na modelagem:

Tabela 12 - Variáveis do Modelo

VARIÁVEL	SIGLA	DESCRIÇÃO
Observação (i)	RGI	Identificação da ligação
Região	Set	Identificação do setor censitário do IBGE
Variável Explicada	$Q_{i,t}$	Consumo de água médio do id
Variáveis Explicativas (Preço) *Varia em i,t	$PMg_{i,t}$	Preço Marginal
	$PT_{i,t}$	Preço Total
	$PMe_{i,t}$	Preço Médio
	$Bns_{i,t}$	Bônus
	$Ons_{i,t}$	Ônus
Variáveis Explicativas (Domicílio) *Varia em i	Mrd_i	Média de Moradores por domicílio
	Rnd_i	Média da renda do setor
	Ban_i	Média de Banheiros por domicílio
Catégoricas/ Dummies *Varia ou em i ou em t	Med_i	0= Coletiva; 1 = individual
	Cat_i	1=Residencial Normal, 2= Social; 5= Favela

Fonte: Elaboração própria

4.3.2 Equações Estimadas

Primeiramente, estima-se a função quantidade de água demandada pelo Método de Mínimos Quadrados Ordinários, tendo como base a função demanda na sua forma estrutural, ou seja, levando-se em conta a seguinte equação:

$$\log Q_i = \beta_0 + \beta_1 \log \text{Preço}_i + \beta_2 \text{Med}_i + \beta_3 \text{Cat}_i + \beta_4 \log (1 + \text{Bns})_i + \beta_5 \log (1 + \text{Ons})_i + e_{i,j} \quad (\text{Eq. 10})$$

Em que:

- Q_i : variável dependente que representa o consumo de água da ligação i
- Preço_i : preditor de Preço utilizado no modelo, podendo ser:

- Preço Médio
- Preço Marginal
- Medi: preditor de Dummy para medição individual ou coletiva
- Bnsi: preditor de Bônus do programa de incentivo a redução do consumo
- Onsi: preditor de Ônus do programa de incentivo a redução do consumo
- Cati: preditor de variável categórica para Categoria Residencial, sendo:
 - 1=Residencial Normal: referência do modelo
 - 2= Social;
 - 5= Favela
- β_0 : intercepto da variável dependente de Q no grupo j
- β_1 : estimador da relação entre Preço e Quantidade
- β_2 : estimador da relação entre e Medição e Quantidade
- β_3 : estimador da relação entre Categoria e Quantidade
- β_4 : estimador da relação entre Bônus e Quantidade
- β_5 : estimador da relação entre ônus e Quantidade
- e_i : termo de erro da ligação i

Em seguida, a análise hierárquica inicia com objetivo de captar somente o efeito dos setores censitários. Para tanto é calculada uma regressão hierárquica em um modelo apenas de interceptos conforme as equações abordadas na seção de referencial teórico:

$$Q_{i,j} = \beta_{0,j} + e_{i,j} \quad (\text{Eq. 5})$$

$$\beta_{0,j} = \gamma_{0,0} + \mu_{i,j} \quad (\text{Eq. 6})$$

$$Q_{i,j} = \gamma_{0,0} + e_{i,j} + \mu_{i,j} \quad (\text{Eq. 7})$$

O método hierárquico avança no modelo só de interceptos em relação aos modelos anteriores em virtude da inclusão das variáveis explicativas de segundo nível. Nesse caso, a variável de intercepto de primeiro nível da (Eq. 10) é estimada conforme a equação:

$$\begin{aligned} \text{Nível 2} \quad \beta_{0,j} = & \gamma_{0,0} + \gamma_{0,1} \log \text{Rnd}_{i,j} + \gamma_{0,2} \log \text{Ban}_{i,j} + \gamma_{0,2} \log \text{Mrd}_{i,j} \quad (\text{Eq. 11}) \\ & + \mu_{i,j} \end{aligned}$$

Em que:

- $Rnd_{i,j}$: preditor de nível 2, Renda média do setor.
- $Ban_{i,j}$: preditor de nível 2, Quantidade média de banheiros por domicílios do setor.
- $Mrd_{i,j}$: preditor de nível 2, Quantidade média de moradores por domicílios do setor.
- $\gamma_{0,1}$ coeficiente da regressão geral
- $\mu_{i,j}$: termo de erro do desvio do intercepto de um grupo pelo intercepto geral.

Ao combinar-se a (Eq. 10) com a (Eq. 11), o segundo modelo hierárquico resulta na especificação:

$$\begin{aligned} \log Q_{i,j} = & \gamma_{0,0} + \gamma_{0,1} \log Rnd_{i,j} + \gamma_{0,2} \log Ban_{i,j} + \gamma_{0,2} \log Mrd_{i,j} & \text{(Eq. 12)} \\ & + \beta_1 \log PMe + \beta_2 Med_i + \beta_3 Cat_i + \beta_4 \log (1 + Bns)_i \\ & + \beta_5 \log (1 + Ons)_i + e_{i,j} + \mu_{i,j} \end{aligned}$$

Os resultados das equações especificadas são apresentados na seção 5.2

5 RESULTADOS

Os resultados da pesquisa mostram inicialmente uma análise descritiva da base de dados utilizada e em seguida os resultados dos modelos econométricos.

A subseção de análise descritiva mostra o comportamento do consumo de abastecimento de água no período de 2013 a 2016. Para tanto são analisadas a representatividade de cada município no estudo; a distribuição das ligações e economias das categorias tarifárias. Além disso, são analisados os perfis de consumo tendo em vista o tipo de medição, as categorias tarifárias e as classes de renda. Por fim, são analisados os valores de preços pagos pelos consumidores, seja por preço médio por metro cúbico consumido, preço marginal ou valor final da fatura.

A subseção seguinte contém os resultados dos modelos econométricos indicados no capítulo de metodologias. Nessa seção são apresentados os resultados e interpretações dos coeficientes dos modelos de mínimos quadrados ordinários que contém apenas as variáveis referentes à ligação de água. Na sequência, o modelo evolui com a inclusão de variáveis regionais por meio de um modelo de análise hierárquica em que pode se observar o efeito dos setores censitários e de suas respectivas características.

5.1 Análise Descritiva das Bases de Dados

A base de dados comercial após os devidos tratamentos, considerando apenas os registros de clientes que se mantiveram constantes no período de análise (de 2013 a 2016) e com os respectivos setores censitários associados, representando um total de 3,39 milhões de clientes abrangendo 5,3 milhões de economias.

Salienta-se que a amostragem citada de 1,3% foi adotada somente para os modelos econométricos mas a análise descritiva partiu da base completa. Assim, ao todo, foram analisados 16.088 setores censitários dentro de 24 municípios da RMSP. Observa-se que mais de 77% dos setores censitários se concentra na cidade de São Paulo. A Tabela 13 indica a lista de municípios, e a respectiva quantidade percentual de setores.

Tabela 13 - Quantidade de Setores Censitários por município

Item	Qde Setores		Município
1	61	0,4%	ARUJÁ
2	169	1,1%	BARUERI
3	64	0,4%	CAIEIRAS
4	47	0,3%	CAJAMAR
5	382	2,4%	CARAPICUÍBA
6	182	1,1%	COTIA
7	225	1,4%	EMBU
8	28	0,2%	EMBU-GUAÇU
9	146	0,9%	FERRAZ DE VASCONCELOS
10	144	0,9%	FRANCISCO MORATO
11	111	0,7%	FRANCO DA ROCHA
12	143	0,9%	ITAPECERICA DA SERRA
13	133	0,8%	ITAPEVI
14	247	1,5%	ITAQUAQUECETUBA
15	76	0,5%	JANDIRA
16	53	0,3%	MAIRIPORÃ
17	777	4,8%	OSASCO
18	89	0,6%	POÁ
19	126	0,8%	RIBEIRÃO PIRES
20	38	0,2%	RIO GRANDE DA SERRA
21	65	0,4%	SANTANA DE PARNAÍBA
22	12540	77,9%	SÃO PAULO
23	201	1,2%	TABOÃO DA SERRA
24	41	0,3%	VARGEM GRANDE PAULISTA

Fonte: Elaboração própria a partir das bases comerciais e cadastrais da Sabesp e IBGE

Os dados de renda foram extraídos dos dados do censo do IBGE para o ano de 2010. Assim, para captar a variação inflacionária desde o período de 2010, a análise foi realizada com base no salário mínimo (SM) aplicado nesse mesmo ano que corresponde ao valor de R\$ 510 mensais. Em seguida, as rendas médias dos setores foram classificadas segundo critério do IBGE de faixa de renda, como indicado na Tabela 14.

Tabela 14 - Classificação dos Setores Censitários por classe de renda

Classe de renda	Número de Salários-Mínimo	Renda Média do Setor
A	Acima de 20 SM	Acima de R\$10.200
B	De 10 a 20 SM	R\$ 5100 a R\$10.200
C	De 4 a 10 SM	R\$ 2040 a R\$ 5010
D	De 2 a 4 SM	R\$ 1020 a R\$ 2040
E	Até 2 SM	Até R\$ 1020

Fonte: IBGE

A distribuição das economias por faixa de renda indica que a maior parte da população encontra-se nas classes D e E de renda. Na Tabela 15 observa-se que 40,7% das economias recebe até 2 salários mínimos e 34,6% recebem entre 2 e 4 salários mínimos.

Tabela 15 - Distribuição das Economias por classe de renda

Classe de Renda	% das Economias
A	1,4%
B	6,4%
C	16,9%
D	34,6%
E	40,7%

Fonte: Elaboração própria a partir das bases comerciais e cadastrais da Sabesp e IBGE

Pelos critérios divulgados, os clientes com renda mensal de até três salários mínimos estariam, em tese, aptos a estarem enquadrados na categoria social, a depender das condições do imóvel. No entanto, a vasta maioria das ligações residenciais são enquadradas na categoria residencial normal mesmo nas classes D e E, conforme demonstra a Tabela 16 a seguir.

Tabela 16 - Percentuais das Ligações pertencentes a cada categoria por faixa de renda

Classe de Renda	Favela	Normal	Social
A	0,08%	98,60%	1,32%
B	0,05%	98,66%	1,30%
C	0,09%	99,10%	0,81%
D	0,04%	98,70%	1,25%
E	0,47%	94,22%	5,31%

Total Geral	0,26%	96,54%	3,19%
--------------------	-------	--------	-------

Fonte: Elaboração própria a partir das bases comerciais e cadastrais da Sabesp e IBGE

Ao observar-se a baixa proporção de clientes nas categorias social e favela nas classes mais baixas, pode se concluir que os benefícios tarifários sociais não abrangem a parcela da população de baixa renda autorizada.

Quanto ao tipo de medição do consumo de água, observa-se que quase metade das economias (42,4%) não tem medição individualizada. Os percentuais são semelhantes nas três categorias residenciais analisadas como se vê na Tabela 17.

Tabela 17 - Percentuais de economias individuais ou coletivas

Economias	% Total
Coletiva	42,4%
Favela	0,4%
Normal	94,9%
Social	4,7%
Individual	57,6%
Favela	0,2%
Normal	96,5%
Social	3,3%
Total Geral	100,0%

Fonte: Elaboração própria a partir das bases comerciais e cadastrais da Sabesp e IBGE

Com relação ao serviço prestado, os clientes podem receber apenas o serviço de abastecimento de água ou receber conjuntamente o serviço de coleta de esgotamento sanitário. Nesse sentido observa-se que no período houve uma ampliação do serviço de coleta de esgoto. No ano de 2013 o percentual economias com coleta de esgoto era de 83,67% ao passo que no ano de 2016 esse valor subiu para 85,38% como demonstra a Tabela 18 a seguir.

Tabela 18 - Distribuição dos clientes de acordo com o serviço prestado

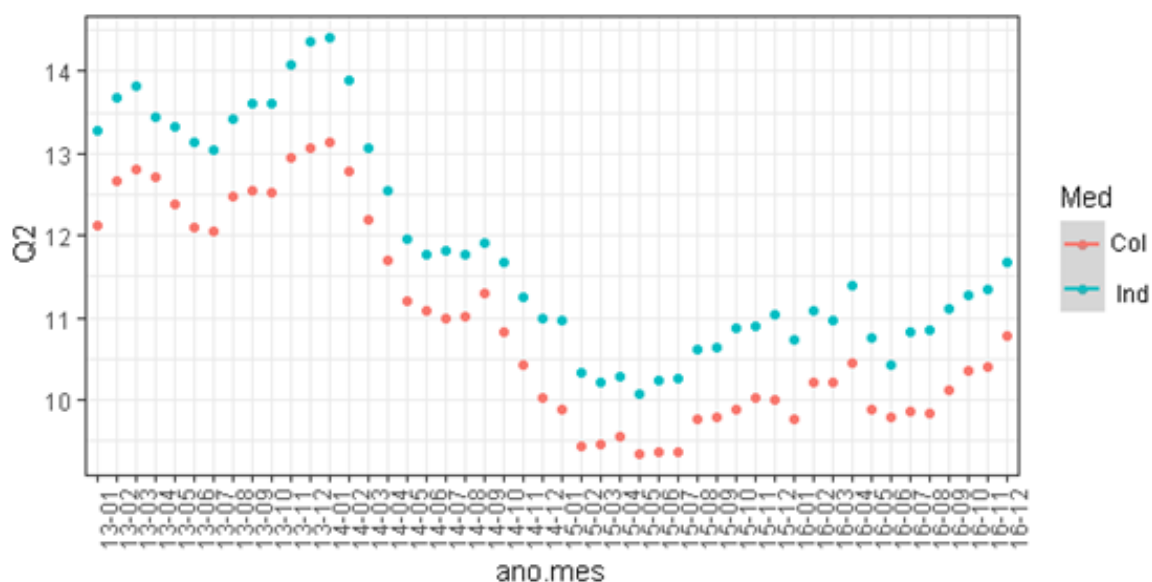
Serviço	2013	2014	2015	2016
Água	16,33%	15,82%	15,14%	14,62%
Água e Esgoto	83,67%	84,18%	84,86%	85,38%
Total Geral	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

Fonte: Elaboração própria a partir das bases comerciais e cadastrais da Sabesp e IBGE

O consumo médio por economia por sua vez é ilustrado no gráfico mostrado na Figura 3 que mostra o consumo de água medido em metros cúbicos por mês para cada um dos meses considerando separadamente os casos de medição coletiva e medição individual.

No gráfico mencionado é possível observar uma sazonalidade no consumo de água das economias com maiores valores para os meses de verão. Além disso, é possível visualizar uma redução drástica no consumo de água nos anos de 2014 e 2015.

Figura 3 - Evolução mensal dos consumos médios- Medições individuais e coletivas



Fonte: Elaboração própria a partir das bases comerciais e cadastrais da Sabesp e IBGE

Apesar de o incentivo a um consumo racional de água ser maior nas economias com medição individualizada, observa-se que os consumos de água nesses casos são maiores dos que das residências com consumo coletivo. As economias com medição individual representam majoritariamente casas, enquanto as economias com medição coletiva representam apartamentos. Entende-se que o consumo de água nas casas seja maior por causa de atividades como limpeza ou jardinagem ou ainda diferenças sociais.

O consumo nas economias com medição individual foi em média 4,20% maior do que das com medição coletiva. A redução de consumo entre os clientes foram

semelhantes, com uma diminuição ligeiramente maior nas economias com medição individualizada como se vê na Tabela 19.

Tabela 19 - Comparação entre consumo individual e coletivo

	Coletiva	Individual	Geral
2013			
Consumo	13,01	13,58	13,25
% Individ		4,33%	
2014			
Consumo	11,73	12,24	11,95
% Individ		4,33%	
Δ Avo	-9,85%	-9,85%	-9,84%
2015			
Consumo	10,01	10,4	10,18
% Individ		3,94%	
Δ Avo	-14,69%	-15,01%	-14,81%
2016			
Consumo	10,47	10,99	10,69
% Individ		4,96%	
Var Anual	4,57%	5,60%	5,04%
Total Consumo	11,3	11,77	11,5
Total % Individ		4,20%	

Fonte: Elaboração própria a partir das bases comerciais e cadastrais da Sabesp e IBGE

A Tabela 20 a seguir mostra a variação de consumo nos anos de estudo para cada um dos trimestres. A fim de captar o efeito da sazonalidade, foram comparados os dados de consumo dos respectivos trimestres de cada ano, que mostram reduções mais relevantes de até 24% no 3º trimestre de 2015.

Tabela 20 - Consumo de Água das Economias por trimestre

Trimestre	Consumo	2013	2014	2015	2016
Trim1	Consumo	13,24	13,35	10,10	10,55
	Δ Trim1		0,8%	-24,3%	4,4%
Trim2	Consumo	13,07	11,85	9,91	10,59
	Δ Trim2		-9,3%	-16,3%	6,9%
Trim3	Consumo	13,09	11,59	10,16	10,58

	Δ Trim3		-11,4%	-12,4%	4,1%
Trim4	Consumo	13,60	11,01	10,53	11,04
	Δ Trim4		-19,0%	-4,3%	4,8%
Total Geral	Consumo	13,25	11,95	10,18	10,69
	Δ ano		-9,8%	-14,8%	5,0%

Fonte: Elaboração própria a partir das bases comerciais e cadastrais da Sabesp e IBGE

Quanto ao comportamento do consumo nas diferentes categorias, observa-se maior redução no consumo das economias categorizadas como Favela. A categoria social, por sua vez teve menores reduções de consumo enquanto a categoria residencial normal apresentou valores intermediários, de acordo com a Tabela 21 abaixo.

Tabela 21 - Consumo de Água por Categoria

	2013		2014		2015		2016	
Categoria	Consumo	Δ ano	Consumo	Δ ano	Consumo	Δ ano	Consumo	Δ ano
Favela	43,32		37,74	-12,9%	28,58	-24,3%	31,91	11,6%
Normal	13,13		11,83	-9,9%	10,09	-14,8%	10,59	5,0%
Social	13,59		12,48	-8,1%	11,02	-11,7%	11,59	5,2%
Total Geral	13,25		11,95	-9,8%	10,18	-14,8%	10,69	5,0%

Fonte: Elaboração própria a partir das bases comerciais e cadastrais da Sabesp e IBGE

O consumo de água também apresenta diferenças relevantes quando o serviço prestado é apenas de abastecimento de água ou quando existe também o serviço de coleta de esgoto. Ressalta-se que quando existe o serviço de esgoto, o valor faturado é o dobro do valor referente ao consumo de água. Conseqüentemente, o consumo de água é em média 7,27% maior nas economias que não tem coleta de esgoto e as reduções de consumo no período foram menos representativas como se vê na Tabela 22.

Tabela 22 - Consumo de Água por tipo de serviço

	2013		2014		2015		2016	
Categoria	Consumo		Consumo	Δ ano	Consumo	Δ ano	Consumo	Δ ano
Água	13,97		12,74	-8,82%	10,76	-15,48%	11,20	4,02%
Água e Esgoto	13,11		11,80	-10,01%	10,07	-14,62%	10,60	5,28%
Diferença	6,55%		7,96%		6,88%		7,27%	

Fonte: Elaboração própria a partir das bases comerciais e cadastrais da Sabesp e IBGE

Por sua vez, observa-se que o consumo das classes mais altas é significativamente maior do que nas classes mais baixas. Por outro lado, a variação do consumo por classe de renda indica reduções maiores para as classes de renda mais alta. Em 2015, enquanto as economias de Classe A de renda reduziram 18% do consumo, as economias da Classe C reduziram 14,4 % do consumo, de acordo com a Tabela 23.

Tabela 23 - Consumo anual por Classe de Renda

	2013	2014		2015		2016	
Renda	Consumo	Consumo	Δ Ano	Consumo	Δ Ano	Consumo	Δ Ano
A	23,55	20,41	-13,3%	16,73	-18,0%	17,89	7,0%
B	18,75	16,51	-12,0%	13,89	-15,9%	14,82	6,7%
C	14,35	12,77	-11,1%	10,81	-15,3%	11,49	6,3%
D	12,40	11,19	-9,7%	9,57	-14,5%	10,06	5,2%
E	12,29	11,24	-8,5%	9,63	-14,4%	9,99	3,8%
Total Geral	13,25	11,95	-9,8%	10,18	-14,8%	10,69	5,0%

Fonte: Elaboração própria a partir das bases comerciais e cadastrais da Sabesp e IBGE

Quanto às tarifas aplicadas no período de análise, foram realizados pela Agência reguladora reajustes e revisões tarifárias que em média resultaram em variações tarifárias maiores do que a variação do IPCA. Ao todo, a tarifa aumentou mais de 9,47% acima da inflação em virtude principalmente devido a revisão tarifária extraordinária de junho de 2015 ocasionada justamente pela perda de receita da empresa com o agravamento da crise hídrica.

A Tabela 24 mostra as variações tarifárias em comparação com a evolução do índice de preços no mesmo período.

Tabela 24 - Variações Tarifárias no Período

Período		Variação Média		
		Tarifa	IPCA	Diferença
2012	set	-	-	
2013	mai	2,35%	4,93%	-2,58%
	dez	3,14%	2,94%	0,20%

2014	mai	5,40%	3,33%	2,07%
2015	jan	1,02%	4,25%	-3,24%
	jun	14,75%	4,87%	9,88%
2016	mai	8,42%	8,46%	-0,05%
2017	nov	7,89%	4,70%	3,19%
Acumulado		42,96%	33,50%	9,47%

Fonte: Elaboração própria a partir das resoluções da ARSESP

Salienta-se que a estrutura tarifária da Companhia se manteve constante ao longo do período, com variações iguais para todos os blocos e categorias tarifárias. Dessa forma, as variações tarifárias da Tabela 24 são equivalentes às variações nos valores de preço marginal.

Apesar de os valores de tarifa terem subido no período, o valor final da fatura média teve uma queda nos anos de 2013 a 2014 em virtude da redução do consumo. Para o período todo, a média do valor pago pelos consumidores foi de R\$ 33,77 e de Água e Esgoto foi de R\$56,26, de acordo com a Tabela 25.

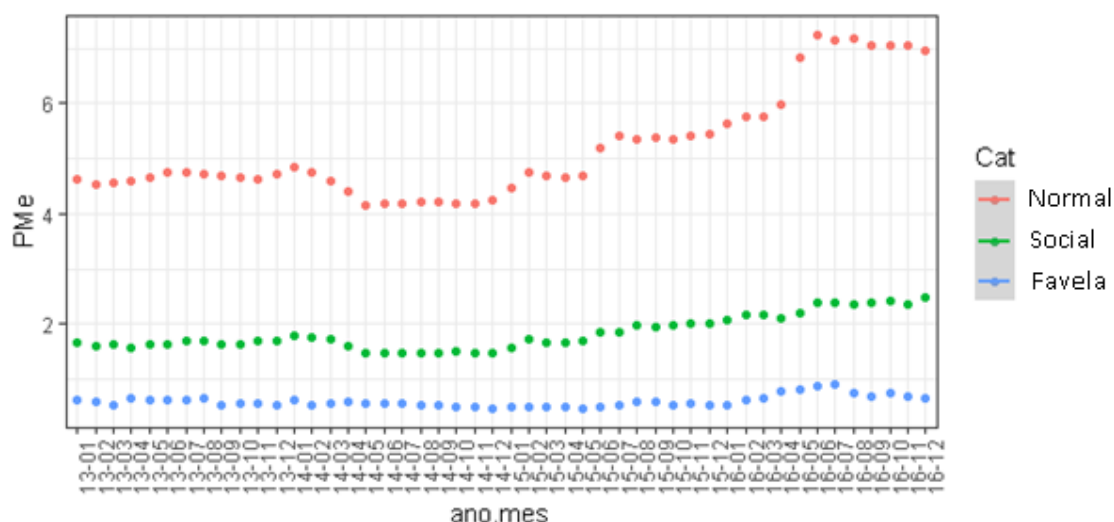
Tabela 25 - Fatura Média resultante no período

Fatura Média	2013	2014	2015	2016	Total Geral
Água	35,08	30,28	31,96	37,97	33,77
VARIAÇÃO anual		-14%	6%	19%	
Água e Esgoto	61,36	51,79	48,04	63,95	56,26
VARIAÇÃO anual		-16%	-7%	33%	
Total Geral	57,07	48,38	45,60	60,15	52,78
VARIAÇÃO anual		-15%	-6%	32%	

Fonte: Elaboração própria a partir das bases comerciais e cadastrais da Sabesp

A seguir são analisados os preços médios praticados no período para cada uma das categorias tarifárias. O preço médio representa o valor efetivamente pago por metro cúbico consumido. Inicialmente, no ano de 2014 é observada uma queda no preço médio por causa da redução de consumo. No entanto, a revisão extraordinária ocasionada no ano de 2015 em virtude da própria crise hídrica, permite observar-se que nesse ano, o preço médio aumentou, como observa-se na Figura 4.

Figura 4 - Variação Mensal de Preço Médio por Categoria



Fonte: Elaboração própria a partir das bases comerciais e cadastrais da Sabesp

Os valores do gráfico acima são apresentados na Tabela 26. Observa-se que os preços médios praticados na categoria favela tiveram um comportamento diferente dos demais.

Tabela 26 - Preço Médio por categoria

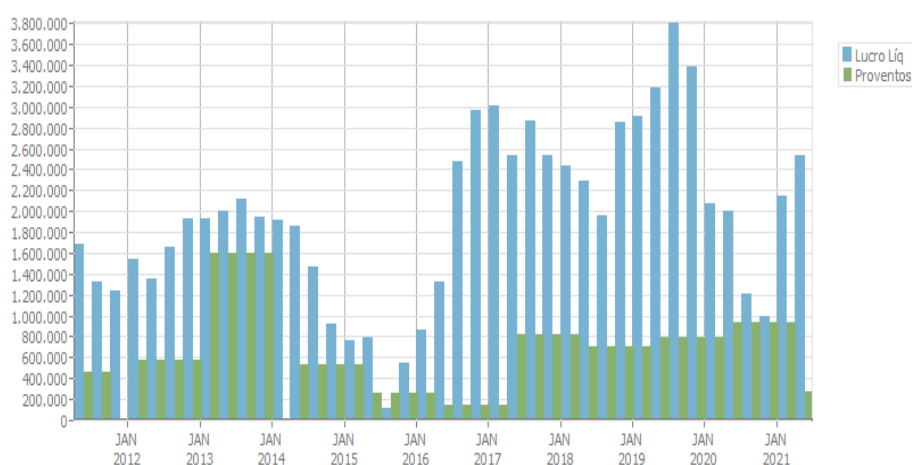
	2013		2014		2015		2016	
Categoria	Pme	Δ Ano	Pme	Δ Ano	Pme	Δ Ano	Pme	Δ Ano
Água	2,51		2,38	-5,18%	2,97	24,86%	3,39	14,21%
Favela	0,21		0,23	10,84%	0,30	32,96%	0,36	16,94%
Normal	2,69		2,54	-5,23%	3,14	23,34%	3,58	14,01%
Social	1,46		1,29	-11,52%	1,65	28,03%	1,88	14,11%
Água e Esgoto	4,68		4,39	-6,21%	4,77	8,65%	6,03	26,45%
Favela	0,42		0,42	1,51%	0,52	22,39%	0,65	25,19%
Normal	4,78		4,51	-5,80%	4,89	8,54%	6,21	26,89%
Social	2,13		2,03	-4,38%	2,34	15,13%	2,54	8,47%
Total Geral	4,31		4,05	-5,96%	4,48	10,63%	5,63	25,57%

Fonte: Elaboração própria a partir das bases comerciais e cadastrais da Sabesp

A redução do preço médio em 2014 é explicada pela mudança do perfil de consumo. Com o efeito da crise hídrica, os consumidores do primeiro bloco de consumo que antes representavam 37,7% das economias passaram a representar em 2015 quase 60% das economias.

Salienta-se que o aumento do preço médio indicado acima não implicou em um aumento do Lucro Líquido auferido pela Companhia durante o período em questão. Os resultados dos demonstrativos financeiros da SABESP apresentados na Figura 5 indicam uma redução expressiva do lucro no período entre 2014 e 2016. Por outro lado, a partir de 2017, o lucro da Companhia alcançou patamares maiores do que antes da crise hídrica.

Figura 5 - Evolução do Lucro Líquido (mil) da SABESP



Fonte: Demonstrativos SABESP (2021)

A redução de consumo elevada no período fez com que boa parte da população recebesse descontos na fatura de água em razão do programa de bonificação para contingenciamento da crise. A adesão ao programa se mostrou crescente até o segundo semestre de 2015, atingindo uma participação máxima de 70% das ligações da companhia no programa. Em contrapartida, houve um percentual relevante de ligações que aumentaram o consumo de água, de modo que 14% das ligações foram penalizadas no último trimestre de 2015, como demonstrado na Tabela 27.

Tabela 27 - Adesão aos Programas Tarifários de contingenciamento da Crise

Ano	Trimestre	Adesão Bônus	Adesão Ônus
2014	Trim1	6%	0%
	Trim2	40%	0%
	Trim3	47%	0%
	Trim4	55%	0%
2015	Trim1	67%	7%

	Trim2	70%	10%
	Trim3	68%	11%
	Trim4	63%	14%
2016	Trim1	44%	14%
	Trim2	9%	4%

Fonte: Elaboração própria a partir das bases comerciais e cadastrais da Sabesp

Nessa seção foram apresentados os dados gerais de consumo de abastecimento de água na área de estudo. Ao todo, foram analisado 24 municípios da região metropolitana de São Paulo, totalizando um universo de mais de 5 milhões de economias em que a maior parte da população se encontra nas faixas D e E de renda.

Em conformidade com o período de redução dos níveis dos reservatórios de água em níveis alarmantes, a redução de consumo se iniciou em 2014 e atingiu seu nível mínimo no ano de 2015. Os padrões de consumo que eram antes em patamares de 13,26 m³/mês reduziram para 10,18m³/mês, i.e uma redução média de cerca de 102 litros por dia. Com isso, a política tarifária de contingenciamento à crise foi bastante expressiva com adesão de até 70% das ligações ao programa.

A quantidade de economias com benefícios tarifários (Favela e Social) é bem menor que a necessária para atender a população de baixa renda. Ainda mais alarmante, a redução do consumo de água da categoria Favela se mostrou muito mais expressiva do que as outras categorias, sendo maior do que o dobro das outras categorias no ano de 2015. Entende-se que essa diferença pode ter sido causada também por redução de pressão nas redes de água e por ausência de caixas d'água nesse tipo de residência.

É possível concluir que cerca de 15% da população abastecida com água não tem o serviço de coleta de esgoto, e por pagar apenas a metade da tarifa dos que tem esse serviço, o consumo é cerca de 7% menor e as reduções menos expressivas.

Outro fator relevante no consumo de água é a diferença dos perfis de consumo entre as casas e apartamentos. Para as residências que não tem medição individual, como é o caso de muitos condomínios e que representa quase metade da população, observa-se um consumo 4,2% menor do que nas casas com hidrômetro

individualizado. Apesar de o consumo ser maior nas economias com medição individual, a redução de água foi mais expressiva nessas residências.

Quanto aos preços praticados, observa-se que as tarifas aplicadas no período tiveram aumentos significativos em cerca de 9,5% a mais do que o IPCA para os quatro anos. No entanto, por causa da redução de consumo, as faturas médias pagas tiveram reduções nos anos de 2014 e 2015. Por sua vez, observou-se que o preço médio praticado por metro cúbico teve uma redução em 2014 seguida de um aumento em 2015. Esse comportamento se deve ao aumento tarifário na ordem de 10% fez com que o preço médio se elevasse mesmo com uma redução de consumo no mesmo período.

Por fim, observa-se que nas classes de renda mais altas o consumo de água é significativamente maior do que nas classes mais baixas. O patamar elevado em 2013 das Classes A e B, na ordem de 18 e 23 m³ por mês, possibilitou uma maior redução de consumo durante o período de crise, visto que o uso superfluo da água nessas residências é maior.

5.2 Resultados dos Modelos Quantitativos

Essa seção apresenta os resultados do modelos de regressão especificados na seção 4.3.2 Equações Estimadas.

Primeiramente, foram analisadas as regressões contendo todo o período de análise, isto é, considerando os dados mensais de 48 meses, totalizando mais de 1,8 milhões de observações. As regressões foram realizadas separadamente considerando diferentes variáveis de preço, a saber: o preço médio cobrado por metro cúbico (PMe); o valor final da fatura (PT) e o preço marginal (PMg).

Ao considerar-se apenas as variáveis de nível individual, isto é o modelo de mínimos quadrados ordinários convencional da (Eq. 10), foram obtidos os resultados apresentados na Tabela 28.

Tabela 28 - Resultados dos modelos de MQO das diferentes variáveis de preços

<i>Predictors</i>	Preço Marginal			Fatura Final			Preço Médio		
	<i>Estimates</i>	<i>CI</i>	<i>p</i>	<i>Estimates</i>	<i>CI</i>	<i>p</i>	<i>Estimates</i>	<i>CI</i>	<i>p</i>
(Intercept)	1.79	1.78 – 1.79	<0.001	1.43	1.42 – 1.43	<0.001	2.22	2.22 – 2.22	<0.001
Preço	0.52	0.52 – 0.52	<0.001	0.41	0.41 – 0.42	<0.001	-0.46	-0.46 – -0.46	<0.001
MedInd	-0.02	-0.02 – -0.01	<0.001	-0.71	-0.71 – -0.71	<0.001	0.80	0.79 – 0.80	<0.001
Cat2	0.20	0.19 – 0.20	<0.001	0.52	0.51 – 0.53	<0.001	-0.49	-0.49 – -0.48	<0.001
Cat5	0.57	0.55 – 0.58	<0.001	1.13	1.11 – 1.15	<0.001	-0.29	-0.31 – -0.28	<0.001
1 + Bns [log]	-0.05	-0.05 – -0.05	<0.001	-0.05	-0.05 – -0.05	<0.001	-0.15	-0.15 – -0.15	<0.001
1 + Ons [log]	0.00	0.00 – 0.00	<0.001	0.04	0.04 – 0.04	<0.001	0.22	0.21 – 0.22	<0.001
Observations	1815722			1815722			1815722		
R ² / R ² adjusted	0.586 / 0.586			0.244 / 0.244			0.306 / 0.306		

Fonte: Elaboração própria a partir das bases comerciais e cadastrais da Sabesp

Na Tabela 28, observa-se que os resultados dos coeficientes de Preço Marginal e Preço Total resultam positivos, isto é implicando que um aumento de tarifa ou da fatura poderia resultar em um aumento do consumo. Tais resultados contraintuitivos são esperados em virtude da endogeneidade do modelo, em que existe uma simultaneidade da variável de consumo com a variável de preço em virtude dos blocos tarifários progressivos. Em virtude desses resultados, serão analisados somente os modelos de Preço Médio.

Ao considerar-se todos os anos de análise, o ajuste do modelo de preço médio resultou em um R2 de 0,306 em que todas as variáveis se mostraram significativamente diferente de zero e com baixos intervalo de confiança.

A variável com maior intervalo de confiança foi a variável categórica Favela (cat5) que apresentou intervalos um pouco maiores. O intervalo de confiança dessa categoria tarifária é mais elevado em virtude das características das habitações de favelas, que podem muitas vezes apresentar ligações multifamiliares.

Como esperado, os coeficientes do Preço médio se mostraram negativos e menores do que 1, indicando que o bem apresenta características inelásticas. Em média um aumento de 0,46% no preço representa uma redução de 1% no consumo mensal de água.

Quanto aos resultados das variáveis categóricas, recorda-se que o consumo de água das categorias Social (cat2) e Favela (cat5) era maior em média do que o consumo da categoria Normal (cat1). No entanto, controlando-as pela inclusão das variáveis de preço médio na modelagem MQO, os coeficientes dessas variáveis categóricas resultaram negativos com valores de - 0,49 e - 0,29 para a categorias social e favela respectivamente.

A variável dummy de medição resultou positiva para medição individualizada em 0,8%, indicando que o consumo de água nas medições individualizadas são maiores que as coletivas mesmo considerando as variáveis de controle.

Por fim, observa-se que os sinais dos coeficientes das variáveis de ônus e bônus se mostram com valores baixos em módulo. Dado que os valores de bônus/ônus eram calculados em função dos consumos históricos das residências, os coeficientes se mostraram endógenos e com sinais contraintuitivos. Assim, pelo método adotado não é possível analisar pelo se as reduções no consumo foram impulsionadas pelo incentivo do programa ou se as bonificações foram causadas por uma redução de consumo.

A análise hierárquica com objetivo de somente captar o efeito dos setores censitários foi inicialmente simulada com um modelo só de interceptos conforme (Eq. 7). O resultado do modelo de interceptos é indicado na Tabela 29.

Tabela 29 - Resultados do Modelo Hierárquico de Intercepto considerando os Setores Censitários.

<i>Predictors</i>	<i>Estimates</i>	<i>Q</i> <i>CI</i>	<i>p</i>
(Intercept)	11.57	11.48 – 11.66	<0.001
Random Effects			
σ^2	78.64		
τ_{00} Set	30.64		
ICC	0.28		
N_{Set}	16088		
Observations	1907808		
Marginal R^2 / Conditional R^2	0.000 / 0.280		

Fonte: Elaboração própria a partir das bases comerciais e cadastrais da Sabesp e IBGE

Na Tabela 29 acima, observa-se que as especificidades regionais são representativas no perfil consumo de água. O coeficiente de correlação interclasse indica que 28% da variabilidade do consumo de água é explicado pelos setores censitários. A representatividade das regiões no modelo podem indicar que o programa de redução de pressão na rede interferiram no consumo de água.

Por sua vez, idêntica análise do modelo de intercepto considerando os Índices Paulistas de Vulnerabilidade mostra que tais índices não são relevantes no consumo de água. Na Tabela 30 observa-se que o coeficiente de correlação interclasse é de apenas 3%.

Tabela 30 - Resultados do Modelo Hierárquico de Intercepto considerando os IPVS

<i>Predictors</i>	<i>Estimates</i>	<i>Q</i> <i>CI</i>	<i>p</i>
(Intercept)	11.95	10.76 – 13.14	<0.001
Random Effects			
σ^2	100.55		
τ_{00} IPVS	2.86		
ICC	0.03		
N_{IPVS}	8		
Observations	1907808		
Marginal R^2 / Conditional R^2	0.000 / 0.028		

Fonte: Elaboração própria a partir das bases comerciais e cadastrais da Sabesp e IBGE

O baixo patamar do ICC nesse segundo caso, indica que a classificação segundo os graus de vulnerabilidade de sua população com indicadores referentes à escolaridade e ao ciclo de vida familiar, não tem relevância no comportamento de consumo de água. Isto é, a população que compartilha de um mesmo grau de IPVS quase não apresenta similaridade no consumo. Entende-se que a baixa relevância do indicador seja em virtude do tamanho elevado do agrupamento pois o método classifica toda a região em apenas sete grupos.

Ao avançar na especificação do modelo, considerando-se as variáveis explicativas de segundo nível, os resultados foram similares, e mostram que ainda

que se controle a variação de consumo de água pela renda, quantidade de banheiros e de moradores, as regiões continuam sendo representativas.

A Tabela 31 mostra os resultados do modelo hierárquico proposto na (Eq. 12).

Tabela 31 - Resultados da modelagem hierárquica considerando variáveis explicativas de segundo nível.

<i>Predictors</i>	<i>Estimates</i>	log(Q)	
		<i>CI</i>	<i>p</i>
(Intercept)	0.93	0.66 – 1.21	<0.001
PMe [log]	-0.74	-0.74 – -0.73	<0.001
Med [Ind]	0.85	0.85 – 0.86	<0.001
Rnd [log]	-0.03	-0.05 – 0.00	0.076
Ban [log]	0.52	0.48 – 0.57	<0.001
Mrd [log]	1.31	1.21 – 1.41	<0.001
Cat [2]	-0.74	-0.74 – -0.73	<0.001
Cat [5]	-0.73	-0.75 – -0.71	<0.001
1 + Bns [log]	-0.18	-0.18 – -0.18	<0.001
1 + Ons [log]	0.23	0.23 – 0.23	<0.001
Random Effects			
σ^2	0.20		
τ_{00} Set	0.32		
ICC	0.62		
N _{Set}	13954		
Observations	1815722		
Marginal R ² / Conditional R ²	0.405 / 0.773		

Fonte: Elaboração própria a partir das bases comerciais e cadastrais da Sabesp e IBGE

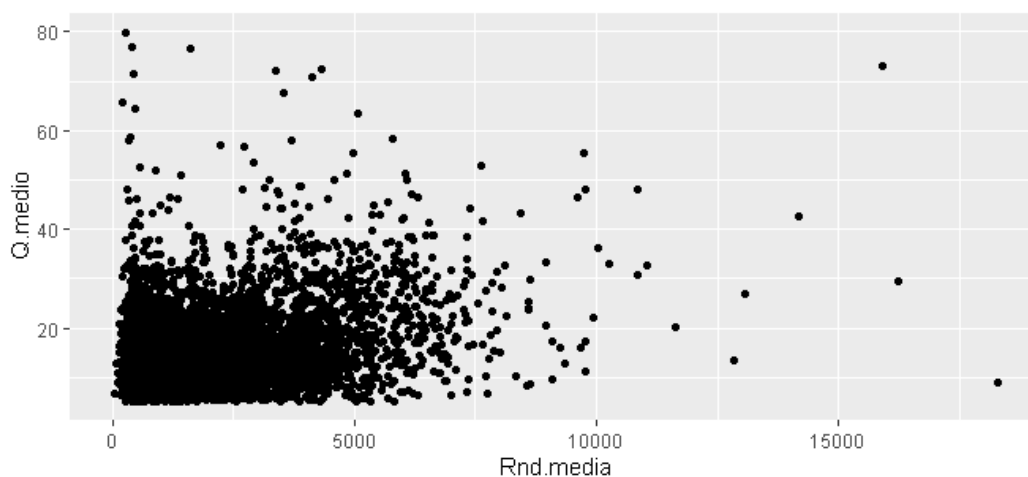
Da Tabela 31 acima é possível concluir que, com as variáveis de controle, o índice de correlação interclasse é ainda mais representativo, resultando em um efeito regional de 62%.

Com a inclusão de novas variáveis de controle, a elasticidade do preço médio se mostrou maior, mas ainda inelástica. Do modelo, tem-se que um aumento de 1% no preço médio acarreta em uma diminuição de 0,74% no consumo de água.

As variáveis de categoria e medição tiveram um comportamento semelhante ao do preço médio. Isto é, os sinais se mantiveram mas os valores em módulo se mostraram mais representativos no modelo hierárquico do que no modelo de mínimos quadrados ordinários.

O resultado do coeficiente de renda não foi significativamente diferente de zero na regressão. Entende-se que tais diferenças podem ser explicadas dada a variabilidade do consumo nas residências de baixa renda, como pode ser observado no gráfico apresentado na Figura 6. O gráfico ilustra o comportamento do consumo médio de água de cada um dos setores censitários em função da respectiva renda.

Figura 6 - Consumo médio de água dos setores em função da renda



Fonte: Elaboração própria a partir das bases comerciais e cadastrais da Sabesp e IBGE

Novamente, entende-se que tais comportamentos possam ser decorrentes das residências multifamiliares mais comuns nas habitações de baixa renda. De fato, os valores do gráfico acima com rendas muito baixas em patamares maiores do que 40m³ (frente a um consumo médio na ordem de 10 m³) indicam um comportamento diferenciado para essa classe de renda.

Os outros dados agregados por setor censitário também se mostraram significativamente diferentes de zero. Observa-se que o aumento de um morador é

acompanhado de 1,3% de aumento no consumo. Em dimensões menores, o aumento na quantidade de um banheiro é acompanhada por um aumento de 0,5% no consumo.

6 CONCLUSÕES

A escassez hídrica na região metropolitana de São Paulo pode ser encarada como uma faceta de uma crise socioambiental de caráter complexo e que carrega em si as múltiplas dificuldades de manejar um recurso escasso e essencial à vida frente a uma sociedade desigual concentrada em uma grande metrópole.

A crise evidenciou a falta de transparência das instituições políticas e a necessidade de um gerenciamento dos recursos hídricos que trate de forma integrada tanto o planejamento de médio e longo prazo como um plano de emergência para situações de crise.

Com o cruzamento de dados comerciais da SABESP com indicadores do IBGE, observa-se que a redução do consumo de água foi mais expressiva nos casos: ligações categorizadas como Favela; classes de renda mais alta; economias com medição individualizada e que dispõem do serviço de coleta de esgoto.

A análise do comportamento de consumo de água por meio de regressões mostrou que o consumo de água pode variar significativamente de acordo com características tanto individuais quanto regionais. Isto é, os modelos adotados mostram que as categorias tarifárias; o tipo de medição; a quantidade de banheiros e de moradores por domicílio se mostraram significativas nas variações de consumo de água.

Os resultados dos modelos hierárquicos apontam efeitos regionais dos setores censitários na variabilidade do consumo na ordem de 28% e que podem chegar a 62% caso as variáveis explicativas de agregados regionais sejam incluídas na modelagem.

O efeito elevado das características regionais na variabilidade do consumo de água coloca em cheque o nível de eficácia das políticas tarifárias de contingenciamento à crise. Mais do que isso: colocam elementos para se pensar em uma tarifa regionalizada em geral. Tais resultados são coerentes com os relatos de que a falta de água em determinadas regiões podem ter sido mais relevantes na redução de consumo do que os programas de bonificação e multas adotado pela Agência.

Os resultados da elasticidade dos preços marginais e dos preços totais resultaram endógenos de modo que apenas a elasticidade do preço médio cobrado por metro cúbico se mostrou coerente com valores negativos e inelásticos.

Merece destaque na análise o efeito da variável de renda que não resultou significativamente diferente de zero em razão do elevado consumo das residências multifamiliares de baixa renda. Esse resultado abre outra questão interessante ao debate: a condicionalidade da concessão de tarifas sociais aos volumes consumidos, ou seja, não faz sentido colocar barreiras de volume de consumo à categoria social, que é o que a maioria das agências faz.

O conhecimento das respostas esperadas da população no consumo de água com recortes de renda e vulnerabilidade têm relevância no desenho das políticas de contingenciamento tendo em vista o caráter essencial da água. É esperado que outras crises de escassez hídrica venham a acontecer e torna-se essencial o delimitamento de planos de emergência transparentes para lidar com tais temas.

Espera-se que a elevada influência das regiões no padrão de consumo e nos critérios de racionamento sejam percebidas e tratadas com relevância para as eventuais políticas de contingenciamento em uma crise de abastecimento.

REFERÊNCIAS

ANAZAWA, T.M. **A grave escassez hídrica e as dimensões de um desastre socialmente contruído: a Região Metropolitana de Campinas entre 2013 e 2015.**[sn] 2017. Tese (Doutorado em Demografia) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Campinas, São Paulo. 2017.

ARBUÉS, F.; GARCIA-VALIÑAS, M.A; ESPÍÑEIRA, R.M. Estimation of residential water demand: a state-of-the-art review. **The Journal of Socio-Economics** (Online). v. 32, n 1 p.81-102. Mar.2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE AGÊNCIAS REGULAÇÃO (ABAR). Coletânea Regulação Saneamento Básico 2019 / ABAR. Brasília, 2019. 223 p. : il.ISBN: 978-85-52913-01-6

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT) – **NBR 12218**. Dispõe sobre os parâmetros para abastecimento hídrico.São Paulo. Jul. 1994.

BRASIL. Agência Nacional de Águas (ANA). **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil**. Informe 2014. 30 p. Distrito Federal. 2014. Disponível em <https://www.gov.br/ana/pt-br/centrais-de-conteudos/publicacoes>

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Censo 2010**. Rio de Janeiro. 2010. Disponível in <https://censo2010.ibge.gov.br/>

_____. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Distrito Federal. 1997. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm

_____. **Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2017**. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico. Distrito Federal. 2017. Disponível em <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2007/lei-11445-5-janeiro-2007-549031-publicacaooriginal-64311-pl.html>

_____. Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN) . **Situação Atual e Projeção Hidrológica para o Sistema Cantareira**. São José dos Campos. 2016.

COSENZO, C. L. **Tarifa social dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário no Distrito Federal**. 2013. 105 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Saúde Pública) - Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2013. Disponível em <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/24325>

DIAS, D.M.; MARTINEZ, C.B.; LIBÂNIO, M. Avaliação do impacto da variação da renda no consumo domiciliar de água. **SciELO - Eng. Sanit. Ambient.** São Paulo, v.15, n.2. p 155 -166, abr/jun. 2010. Disponível em <https://www.scielo.br/j/ea/a/V6K8tDqY3sSqqFGSWGqDVJh/?lang=pt>

FRACALANZA, A. P.; FREIRE, T. M. Crise da água na Região Metropolitana de São Paulo: injustiça ambiental, privatização e mercantilização de um bem comum. **Geosp – Espaço e Tempo (Online)**, São Paulo, SP v. 19, n. 3, p. 464-478, 2015. DOI: 10.11606/issn.2179-0892.geosp.2015.103064.

Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/geosp/article/view/103064>

GALVÃO JUNIOR, A. C.; PAGANINI, W. Aspectos conceituais da regulação dos serviços de água e esgoto no Brasil. **SciELO - Eng Sanit Ambient**, São Paulo, v.14, n. 1, p 79-88, jan/mar. 2009.

Disponível em <https://www.scielo.br/j/esa/a/mdZJr7sJy5dhZqG9cBfvrTQ/?lang=pt>.

JACOBI, P.R; CIBIM, J.; LEAO, R. de S. **Crise hídrica na Macrometrópole Paulista e respostas da sociedade civil.**

SciELO - Estudos avançados, São Paulo, v. 29, n. 84, p. 27-42, Aug. 2015.

Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142015000200027&lng=en&nrm=iso>.

<https://doi.org/10.1590/S0103-40142015000200003>.

MARENGO J.A. et al. A seca e a crise hídrica de 2014–2015 em São Paulo. **Revista USP 106**, São Paulo, pp.31–44. 2015.

MATTOS, Z.P.B. Uma análise da demanda residencial por água usando diferentes métodos de estimação. **Pesquisa de Planejamento Econômico**, Rio de Janeiro, v.28 n.1 p. 207-244. Abr, 1998.

NAUGES, C.; A. THOMAS. **Long-run Study of Residential Water Consumption, Environmental and Resource Economics.** 26 (1), 25-43.2003. Disponível em

https://www.researchgate.net/publication/5146624_Long-Run_Study_of_Residential_Water_Consumption

NEVES-SILVA, P; HELLER, L. O direito humano à água e ao esgotamento sanitário [...]. **SciELO - Ciência & Saúde Coletiva** 21 (6), São Paulo, jun. 2016. Disponível em <https://www.scielo.br/j/csc/a/inhCmSSRJGFNPzB3QtKg4GN/?lang=pt>

NIESWIADOMY, M. L; MOLINA, D. J. **A Note on Price Perception in Water Demand Models Lands Economics.** 67: 352-359. 1991. Disponível em <https://www.jstor.org/stable/3146430>

NORDIN, J.A. A proposed modification on Taylor's demand–supply analysis: comment. **The Bell Journal of Economics** 7 (2), 719–721. 1976. Disponível em <https://www.jstor.org/stable/3003285>

PIZAIA, M. G.; JUNGLES A. E. Estimativa da função demanda residencial por água: um estudo de caso para a metrópole de Curitiba. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 22º, 2003, Joinville. **Anais [...]** Florianópolis: ABES/ Seção Estadual de Santa Catarina, 2003. 480 p.

RAUDENBUSH, S. W.; BRYK, A. S. **Hierarchical Linear Models. Applications and Data Analysis Methods.** 2ª ed. Thousand Oaks, CA: Sage Publications, 2002.

SÃO PAULO (ESTADO); Agência Reguladora de Saneamento e Energia do Estado de São Paulo (ARSESP). **Deliberação ARSESP nº 469, de 03 de fevereiro de 2014**. Aprova, em caráter emergencial, a implantação do Programa de Incentivo à Redução de Consumo de Água da SABESP [...]. São Paulo. Disponível em <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=265272>

_____. **Deliberação ARSESP nº 545, de 7 de janeiro de 2015**. Dispõe sobre a autorização da implantação da tarifa de contingência pela SABESP, visando à redução do consumo de água em face da situação de grave escassez de recursos hídricos. São Paulo. 2015.
Disponível em <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=279945>

_____. Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP). **CHES: Crise Hídrica, Estratégias e Soluções da SABESP para a Região Metropolitana de São Paulo**. (PDF) p. 95. São Paulo, 2015.

_____. FUNDAÇÃO SEADE. **IPVS - Índice Paulista de Vulnerabilidade Social**. São Paulo. 2010 Disponível em <https://www.seade.gov.br/>

SHIN, J.S. 1985. Perception of price when information is costly: evidence from residential electricity demand. **Review of Economics and Statistics** 67 (4), 591–598. Disponível em <https://www.jstor.org/stable/1924803>

TAYLOR, L.D. 1975. The demand for electricity: a survey. **The Bell Journal of Economics** 6 (1), 1975, p.74–110. Disponível em <https://doi.org/10.2307/3003216>
<https://www.jstor.org/stable/3003216>

TUROLLA, F. A. **Provisão e Operação de Infraestrutura no Brasil: O Setor de Saneamento**. 1999. Dissertação (Mestrado em Economia de Empresas) – Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 1999.

WORTHINGTON, A.; HOFFMANN, M.. An Empirical Survey of Residential Water Demand Modeling. **Journal of Economic Surveys**. 22, 2008, p. 842-871. Disponível em <<https://doi.org/10.1111/j.1467-6419.2008.00551.x>

APÊNDICE A – BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA

ANDRADE T.A., LOBÃO, W.J. de A. **Tarifação Social No Consumo Residencial De Água.** (Texto para discussão nº 438) Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). Rio de Janeiro, out, 1996.

Disponível em

https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=3627

CUSTÓDIO, V. A crise hídrica na Região Metropolitana. **Geosp – Espaço e Tempo**, v. 19, n. 3, 2016. p. 445-463,. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/>>.

FERRARA, I. Residential Water Use, **OECD Journal: General (Online)**, p. 153-180, Dez 2008. Disponível em https://www.oecd-ilibrary.org/economics/residential-water-use_gen_papers-v2008-art14-en

GRIGOLIN, R. **Setor de água e saneamento no Brasil: regulamentação e eficiência.** Dissertação (Mestrado em Economia), Fundação Getúlio Vargas. São Paulo, 2007.

HARTMANN, P. **A cobrança pelo uso da água como instrumento econômico na política ambiental [...].** Porto Alegre: AEBA, 2010. 532 p.

M. ESPEY J. ESPEY, and W. D. SHAW. Price elasticity of residential demand for water: A meta-analysis. **Water Resources Research**, v. 33 (6) p. 1369-1374, Jun,1997.

MARTINS, E. et al. **Crise hídrica e direitos humanos – Relatório de violação de direitos humanos na gestão hídrica do estado de São Paulo.** Outubro 2015. Aliança pela Água, Greenpeace Brasil, Coletivo de Luta pela Água Disponível em https://www.aliancapelaagua.com.br/wp-content/uploads/2016/10/greenpeace_relatorio_hidrica_A4.pdf

MARINHO, M. Do S. J. **Regulação Dos Serviços De Saneamento No Brasil (Água e Esgoto).** Tese (doutorado) - Programa de Pós Graduação em Desenvolvimento Econômico - Universidade Federal do Paraná. Curitiba, PR, p. 230. 2006. Disponível em <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/6194>

NOGUEIRA, J. M.; MEDEIROS, M. A. A.; ARRUDA, F. T. Valoração Econômica Do Meio Ambiente: Ciência Ou Empiricismo? **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, V.17, Maio/Agosto 2000. 81-115.

RODRIGUES, C.; VILLELA, F. N. J. Disponibilidade e escassez de água na Grande São Paulo: elementos-chave para compreender a origem da atual crise de abastecimento. **Geosp – Espaço e Tempo (Online)**, v. 19, n. 3, p. 399-421, dez. 2015

Disponível em <https://www.revistas.usp.br/geosp/article/view/111496>

SARCINELLI, O. **Custo efetividade na conservação dos serviços ecossistêmicos: Estudo de caso no Sistema Produtor de Água Cantareira.** 2015. 111 p. Tese

(Doutorado em Desenvolvimento Econômico) - Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP. 2015.

SCRIPTORE, J. S. **A parceria público-privada no saneamento básico brasileiro: uma proposta para o desenvolvimento do setor.** 2010. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) - Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto. 2010. Disponível em <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/96/96131/tde-05052010-162539/pt-br.php>

SORIANO, É. et al. Crise hídrica em São Paulo sob o ponto de vista dos desastres. **Scielo - Ambient. Soc.**, v. 19, n. 1, p. 21-42, Mar. 2016. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-753X2016000100003&lng=en&nrm=iso>. <https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc150120r1v1912016>.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. As Múltiplas dimensões da Crise Hídrica. **Revista USP**, São Paulo, SP, v. 106, p. 21-30, Jul/Ago/Set 2015.
