

Camila Rocha Gomes

**Uma análise da variação do efeito preço na função de demanda
residencial por água para diferentes níveis de consumo.**

Goiânia - GO

4 de abril de 2020



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO, CIÊNCIAS CONTÁBEIS E CIÊNCIAS ECONÔMICAS

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO (TECA) PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES

E DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a [Lei 9.610/98](#), o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo das Teses e Dissertações disponibilizado na BDTD/UFG é de responsabilidade exclusiva do autor. Ao encaminhar o produto final, o autor(a) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

1. Identificação do material bibliográfico

[X] Dissertação [] Tese

2. Nome completo do autor

Camila Rocha Gomes

3. Título do trabalho

Uma análise da variação do efeito preço na função de demanda residencial por água para diferentes níveis de consumo

4. Informações de acesso ao documento (este campo deve ser preenchido pelo orientador)

Concorda com a liberação total do documento [X] SIM [] NÃO*

[1] Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante:

- a) consulta ao(a) autor(a) e ao(a) orientador(a);
- b) novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo da tese ou dissertação. O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

Obs. Este termo deverá ser assinado no SEI pelo orientador e pelo autor.



Documento assinado eletronicamente por **Sandro Eduardo Monsueto, Professor do Magistério Superior**, em 20/07/2020, às 13:20, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).

Documento assinado eletronicamente por **CAMILA ROCHA GOMES, Discente**, em 20/07/2020, às 20:28, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).

https://sei.ufg.br/sei/controlador.php?acao=documento_imprimir_web&acao_origem=arvore_visualizar&id_documento=1561211&infra_sistema=1... 1/2

21/07/2020

SEI/UFG - 1446593 - Termo de Ciência e de Autorização (TECA)



[8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1446593** e o código CRC **2C4A6425**.

Camila Rocha Gomes

**Uma análise da variação do efeito preço na função de demanda residencial
por água para diferentes níveis de consumo.**

Dissertação a ser apresentada pela discente Camila Rocha Gomes na FACE da Universidade Federal de Goiás, para a obtenção do título de Mestre em Economia Aplicada.

Goiânia - GO

4 de abril de 2020

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do
Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Gomes, Camila Rocha

Uma análise da variação do efeito preço na função de demanda
residencial por água para diferentes níveis de consumo. [manuscrito]
/ Camila Rocha Gomes. - 2020.

LXIII, 63 f.

Orientador: Prof. Dr. Sandro Eduardo Monsueto.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás,
Faculdade de Administração, Ciências Contábeis e Ciências
Econômicas (FACE), Programa de Pós-Graduação em Economia, Goiânia,
2020.

Bibliografia. Anexos.

Inclui siglas, gráfico, tabelas, lista de figuras, lista de tabelas.

1. Efeito Preço. 2. Demanda Residencial por água em Goiás. 3.
Regressão Quantílica . I. Monsueto, Sandro Eduardo, orient. II.
Título.

CDU 33



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO, CIÊNCIAS CONTÁBEIS E CIÊNCIAS ECONÔMICAS

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Ata nº 1 da sessão de Defesa de Dissertação de Camila Rocha Gomes, que confere o título de Mestra em Economia, na área de concentração em Economia Aplicada.

Aos dezesseis dias do mês de abril do ano de dois e vinte, a partir das 9 horas, por meio de videoconferência, realizou-se a sessão pública de Defesa de Dissertação intitulada "Uma análise da variação do efeito preço na função de demanda residencial por água para diferentes níveis de consumo". Os trabalhos foram instalados pelo Orientador, Professor Doutor Sandro Eduardo Monsueto (PPGECON/FACE/UFG), com a participação dos demais membros da Banca Examinadora: Professor Doutor Waldemiro Alcântara da Silva Neto (PPGECON/FACE/UFG), membro titular interno e Professora Doutora Adriana Ferreira Silva (FACE/UFG), membro titular externo. Durante a arguição os membros da banca não fizeram sugestão de alteração do título do trabalho. A Banca Examinadora reuniu-se em sessão secreta a fim de concluir o julgamento da Dissertação, tendo sido a candidata APROVADA pelos seus membros. Proclamados os resultados pelo Professor Doutor Sandro Eduardo Monsueto, Presidente da Banca Examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, lavrou-se a presente ata que é assinada pelos Membros da Banca Examinadora, aos dezesseis dias do mês de abril do ano de dois mil e vinte.

TÍTULO SUGERIDO PELA BANCA



Documento assinado eletronicamente por Sandro Eduardo Monsueto, Professor do Magistério Superior, em 16/04/2020, às 20:44, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 69, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por Adriana Ferreira Silva, Professor do Magistério Superior, em 17/04/2020, às 12:12, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 69, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por Waldemiro Alcântara Da Silva Neto, Coordenador de Pós-graduação, em 17/04/2020, às 15:20, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 69, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador 1272161 e o código CRC 1CED0F07.

Referência: Processo nº 23070.016087/2020-61

SEI nº 1272161

Agradecimentos

A Deus toda honra e toda a glória por me permitir chegar até aqui. Aos meus pais que sempre me apoiaram e não duvidaram da minha capacidade mesmo quando eu duvidei. À minha amada irmã, que mesmo longe sempre trouxe palavras de paz ao meu coração. À minha tão estimada Tia Lú por sua infindável compreensão e paciência. Ao meu orientador que me aturou durante vários surtos psicóticos e sempre teve um caminhão de paciência para comigo. Aos companheiros do LAM que sempre me fazem rir e lembrar que a vida acadêmica apesar de sofrível vale muito a pena. À equipe da Face que diretamente ou indiretamente me ajudou a completar minha caminhada. A todos vocês o meu muitoobrigado!

"Há uma teoria que indica que sempre que qualquer um descobrir exatamente o quê, para quê e porquê o universo está aqui, o mesmo desaparecerá e será substituído imediatamente por algo ainda mais bizarro e inexplicável... Há uma outra teoria que indica que isto já aconteceu." O

Guia do Mochileiro das Galáxias- Douglas Adams

Lista de ilustrações

Figura 1 – Disponibilidade de água doce no mundo	20
Figura 2 – Representação das áreas contínuas do Cerrado em relação às regiões hidrográficas brasileiras.....	21
Figura 3 – Principais bacias hidrográficas e rios do estado de Goiás	22
Figura 4 – Estrutura de Blocos de Consumo Crescente (IBP) mensal da Saneago em 2016	28
Figura 5 – Revisão e Reajustes tarifários da Saneago de 2014 a 2016.....	34
Figura 6 – Evolução do consumo total e per capita em metros cúbicos de 2014 a 2016	37
Figura 7 – Número de ligações de consumidores da Saneago e da densidade demográfica do estado de Goiás entre 2014 a 2016	38
Figura 8 – Comparação do consumo total e a população entre a Região Metropolitana e demais regiões do estado de Goiás.....	38
Figura 9 – Histograma do logaritmo do consumo médio per capita.	39
Figura 10 – Distribuição de frequência do logaritmo do consumo per capita da região metropolitana e demais regiões.	39
Figura 11 – Consumo médio per capita dividida em quantis	40
Figura 12 – Efeito Preço nos diferentes níveis de consumo de água na região metropolitana de Goiânia e no estado de Goiás.....	42
Figura 13 – Política de incentivo positivo e negativo na Costa Rica	44
Figura 14 – Resolução Normativa Nº 0063/2016 - CR	52
Figura 15 – Resultado de todos os Quantis	55

Lista de tabelas

Tabela 1 – Os países mais ricos em água	20
Tabela 2 – Distribuição hídrica no território brasileiro.....	21
Tabela 3 – Revisão de Literatura Dada as Especificações de Diferentes Preços e as Suas Elasticidade.....	29
Tabela 4 – Estatística Descritiva	35
Tabela 5 – Resultado das regressões.....	41

Lista de abreviaturas e siglas

AGR Agência Goiana de Regulação, Controle e Fiscalização de Serviços Públicos

ETA Estação de Tratamento de Água

CS Cross-Section

IBP Increasing Block Price

IV Variável Instrumental

LIN Linear LOGLogarítmica

MQO Mínimos Quadrados Ordinários

OLS Ordinary Least Square

Saneago Saneamento de Goiás

SLS2S Ordinary Least Square 2 Stage

SLS3S Ordinary Least Square 3 Stage

TS Time Series

Sumário

1	INTRODUÇÃO	19
1.1	A Disponibilidade Hídrica.....	20
1.2	A água como um bem econômico	23
2	REVISÃO DE LITERATURA	25
2.1	A função de demanda por água	25
3	DADOS E METODOLOGIA.....	33
4	RESULTADO E DISCUSSÕES	37
4.1	Estatística Descritiva.....	37
4.2	Modelagem Econométrica.....	41
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	45
	Referências.....	47
	ANEXOS.....	49
	ANEXO A – ESTRUTURA TARIFÁRIA SANEAGO	51
	ANEXO B – RESULTADO TOTAL DA REGRESSÃO QUANTÍLICA	53

RESUMO

Esta dissertação tem o objetivo de estimar a função de demanda residencial de água para o estado de Goiás, considerando as prováveis variações do efeito preço em diferentes níveis de consumo. A análise se desenvolve a partir da hipótese de usuários com maior quantidade consumida são menos sensíveis a variações no preço. Para tal, utiliza-se a técnica de regressão quantílica em dados em painel não balanceado do consumo mensal de água de cada bairro atendido pela Saneago. Os resultados mostram que consumidores com menor volume consumido possuem um efeito preço maior do que aqueles que demandam uma maior quantia de água, confirmando a hipótese base do estudo. Dada essa variabilidade, é possível afirmar que somente a política tarifária empregada pela Saneago, IBP, não promove o uso racional e não é eficiente na universalização do abastecimento de água. Uma vez que, ao aumentar o preço, a diminuição ocorrerá naquelas localidades que por natureza consomem menos e, usualmente, para fins de subsistência.

Palavra Chave: Efeito Preço, Demanda Residencial por água em Goiás, Regressão Quantílica

Abstract

This paper aims to estimate a residential water demand function to the State of Goiás, considering the probable variations of the price effect at the different levels of consumption. The analysis is based on the assumption that users with greater amount consumed are less sensitive to the price variations. For this purpose, the quantile regression technique is used in an unbalanced panel data of monthly water consumption for each neighborhood served by Saneago. The results show that consumers with a lower volume consumed have a higher price effect than those that demand a larger amount of water, confirming the basic hypothesis of the study. Given this variability, it is possible to affirm that only the tariff policy used by Saneago, IBP, does not promote the rational use and is not efficient in the universalization of water supply. Since, by increasing the price, the decrease will occur in those locations that by nature consume less and, usually, for subsistence purposes.

Keywords: Price Effects, Goiás Residential Water Demand, Quantile Regression.

1. Introdução

A água desempenha um papel fundamental para a manutenção da vida, além de ser de essencial importância para a produção e desenvolvimento econômico. Entretanto, este é um recurso natural escasso, com a disponibilidade finita e gerador de conflitos para seu acesso, dada a sua natureza substancial para as atividades humanas e o fato de que seu uso envolve várias externalidades positivas, estudos acerca de sua alocação ótima são de grande importância. Além de que, o processo de captação, transporte, tratamento, reservação e distribuição de água estão envolvidos em uma série de custos econômicos. A demanda por este bem natural é crescente, associada à expansão demográfica e ao seu uso desenfreado nas atividades produtivas, desse modo, a sociedade se depara com um cenário de crise e escassez hídrica. Por se tratar de um bem esgotável, a oferta de água pode não conseguir acompanhar a sua demanda crescente. Em vista de potencial escassez, a alocação ótima da água na economia pede uma ação governamental.

A compreensão da água como um bem econômico, ao invés de um bem livre, colabora na conscientização da população, que sem uma trava de consumo por meio de pagamentos, tende a consumir mais (Cândido, 2015). Presumindo que o uso desordenado dos recursos hídricos se origina, de modo geral, pelo fato deles apresentarem custo zero, isso acarreta que o consumidor não estabeleça limites para seu consumo. Portanto, é necessário haver a concepção da água como um bem econômico, isto é, um bem que tem um preço de mercado, que supra os princípios do poluidor-pagador¹ e de disposição a pagar, que refletem o processo de escolha do consumidor.

A política de tarifação de água no Brasil aplicada pelas concessionárias baseia-se em dois princípios, o da tarifa social e o do sistema de preços crescentes em bloco, por quantidade consumida de água. No primeiro, é instituído um preço único, aplicado até um dado consumo máximo, visando a universalização do acesso à água conforme prerrogativa da legislação nacional. A segunda, existe uma relação entre o consumo e a tarifa em que maiores quantidades consumidas implicam em taxas crescentes correspondentes, estrutura denominada *Increasing Block Price* (IBP). Porém, alguns estudos como Arbués et. al (2003), Hajispyrou et al. (2002) e Agthe e Billings (1987) questionam a eficiência dessa estrutura tarifária. Dessa forma, diante da escassez desse recurso, surge o questionamento de quais são os fatores que influenciam o consumo de água no Brasil e se a discriminação de preço nas estruturas tarifárias residenciais promove um consumo racional e eficiente.

De um modo geral, o principal objetivo desse trabalho é explorar a relação do sistema de preços crescentes em bloco (IBP) e o impacto das variações de preço em usuários de diferentes níveis de consumo de água. Tendo como partida a literatura econômica é preciso investigar os fatores determinantes da demanda residencial de água da Saneamento de Goiás (Saneago), empresa que abastece 223 municípios do estado de Goiás. Então, esse trabalho estima a função de demanda residencial de água para o estado de Goiás e para a Região Metropolitana de Goiânia, atendendo 2.613.491 habitantes o que corresponde a 37,76% da população do estado. A demanda será estimada para diferentes níveis de consumo e verifica a influência desses fatores no consumo. Para a estimação da demanda a metodologia de regressão quantílica combinada com técnicas de dados em painel que determinará o efeito marginal do preço e renda e a variação desses efeitos ao longo da distribuição condicional. A hipótese considerada é a de que o efeito preço varia de acordo com o nível de consumo, de forma mais clara, que quanto maior for o volume consumidor menor será o efeito preço para esse usuário.

Essa introdução se divide em duas partes, uma que aborda a disponibilidade hídrica no mundo,

¹ O princípio do "poluidor-pagador" é uma norma do direito ambiental que consiste em obrigar o poluidor a arcar com os custos da reparação do dano por ele causado ao meio ambiente. Para mais informações ver a Política Nacional do Meio Ambiente (Lei n.º 6.938/91) artigo 4º

no Brasil, e em Goiás, e outra discute a construção da água como um bem econômico. De um modo geral, esse trabalho é composto pela introdução, considerações finais e mais 3 capítulos. O Capítulo 2 traz a uma revisão bibliográfica da literatura empírica a respeito, principalmente sobre a estimativa da demanda por água. No Capítulo 3 se apresenta a base de dados e a metodologia usada para alcançar os objetivos propostos nessa pesquisa. Por sua vez, o Capítulo 4 é feita uma apresentação dos resultados e uma discussão sobre estes. Por fim, tem-se as considerações finais com um apanhado geral do trabalho, dos métodos, dos resultados e das aplicações

1.1 A Disponibilidade Hídrica

Os recursos globais renováveis de água doce são de cerca de 4 bilhões de quilômetros cúbicos por ano, o que equivale a 5.700 metros cúbicos per capita por ano. Nove países, entre os quais o Brasil está incluído, detém 60% desse recurso. A Tabela 1 demonstra os 7 países mais "ricos" em recurso hídrico.

Tabela 1 – Os países mais ricos em água

País	Precipitação média 1961-1990 km^3/ano	Recursos totais km^3/ano	Índice per capita m^3/ano
Brasil	15.536	8.233	31.795
Rússia	7.855	4.507	29.642
Canadá	5.352	2.902	92.662
Indonésia	5.147	2.838	13.381
China	5.995	2.830	2.245
Estados Unidos	5.800	2.701	7.193
Índia	3.559	1.897	1.249

Fonte: FAO (2011)

Se por um lado há nove países detentores de 60% da água potável mundial, por outro existe um terço da população mundial sem acesso à água limpa, o que gera prejuízos incontáveis ao seu desenvolvimento. Já em outros países, menos de 40% da população tem disponibilidade à água potável. A distribuição de água doce pelo planeta Terra está ilustrado na Figura 1.

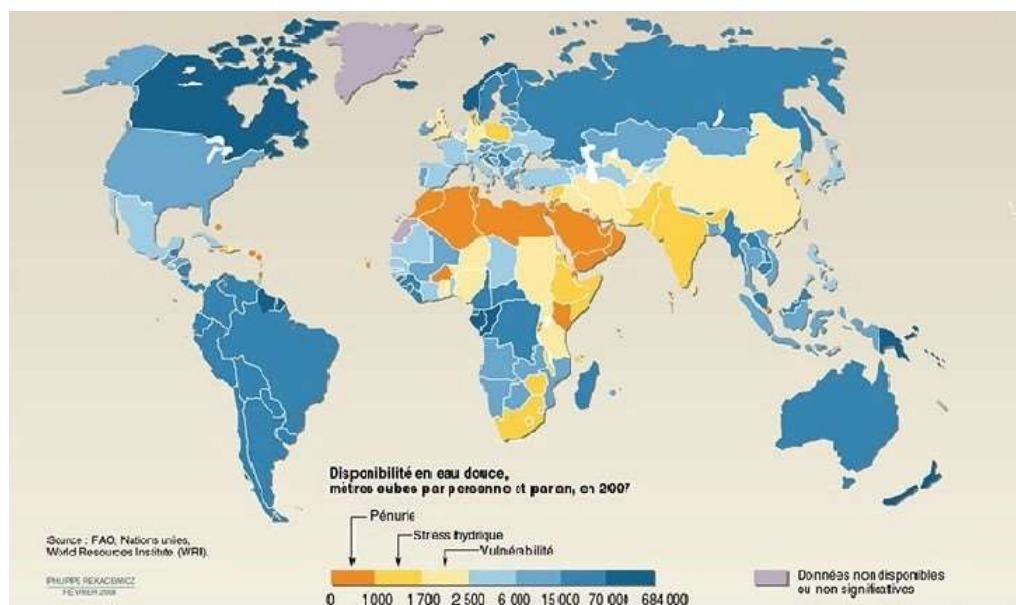


Figura 1 – Disponibilidade de água doce no mundo

Fonte: Cieau (2013)

Não há dúvidas de que o Brasil está entre os países com a maior reserva de água doce do mundo, com 13,8% do deflúvio mundial e uma disponibilidade hídrica per capita variando de 1.835 metros cúbicos/habitantes/ano, na bacia do Atlântico Leste, a 628.938 metros cúbicos/habitantes/ano, na bacia Amazônica (Brito;Silva;Porto, 2007). É perceptível que apesar de toda essa disponibilidade, o acesso à água de qualidade é extremamente desigual. Pois ao comparar a região Norte, que possui 68,5% da água disponível no Brasil e baixa densidade demográfica, tem-se também a região Nordeste, que é populosa, tem um clima semiárido e um solo permeável resultando na frequente a interrupção da fluência dos rios e apenas 3,3% de água disponível no território nacional. A Tabela 2 mostra a divisão da disponibilidade de água nas cinco regiões brasileiras. Alocar esse recurso natural de forma equitativa é um pressuposto necessário para garantir justiça social, e nesse sentido, conforme a Lei das águas nº 9.433 de 1997, as políticas de preço são uma opção, seja por concessão de subsídios ou a adoção de preços escalonados por faixas de renda e/ou consumo (FARIA E NOGUEIRA, 2004).

Tabela 2 – Distribuição hídrica no território brasileiro

Região	Quantidade de água %	Fonte: FAO (2011).
Norte	68,5	
Centro Oeste	15,7	
Sul	6,5	
Sudeste	6,0	
Nordeste	3,3	

O estado de Goiás, por sua vez, está inserido dentro do bioma Cerrado, que é o segundo maior bioma brasileiro ocupando cerca de 24% do território nacional. Ele se localiza, em sua maior parte, no Planalto Central. Assim, esse bioma desempenha um papel primordial no regime de distribuição dos recursos hídricos pelo país, sendo o local de origem das grandes regiões hidrográficas brasileiras e do continente sul-americano, fenômeno denominado de "efeito guarda chuva", como mostra a figura 2.



Figura 2 – Representação das áreas contínuas do Cerrado em relação às regiões hidrográficas brasileiras

Fonte: LIMA (2007)

Nesse sentido, o estado tem uma posição estratégica no Centro Oeste brasileiro. Ele é depositário de vários mananciais de grande, médio e pequeno porte, que drenam quase de maneira uniforme a região, apesar de se encontrar em uma posição aparentemente confortável em disponibilidade hídrica, o setor de

abastecimento apresenta problemas, como a degradação dos corpos hídricos e conflitos de disponibilidade hídrica. A figura 3 traz a distribuição geográfica dos principais rios goianos.

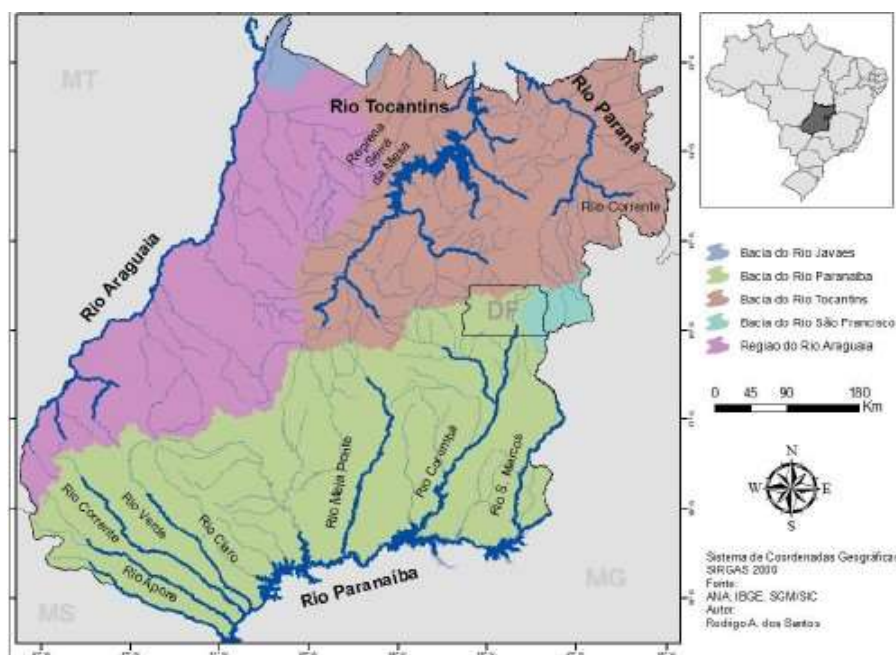


Figura 3 – Principais bacias hidrográficas e rios do estado de Goiás

Fonte: Santos (2017)

Apesar da aparente abundância, estudos indicam que o desequilíbrio entre oferta e demanda será um transtorno a ser enfrentado pela humanidade em um futuro não muito distante (FAO, 2011). Em Goiás, durante o ano de 2017, o estado enfrentou uma crise hídrica que levou o setor produtivo a buscar alternativas para a melhor alocação de água no estado, tanto para o abastecimento humano, quanto para as atividades econômicas. A grave situação hídrica do estado levou o governo em agosto daquele ano a decretar situação de emergência por um período de 90 dias no Rio Meia Ponte. Esse decreto durou até dezembro de 2017 e estabeleceu aos setores industriais e agrícolas uma redução de 50% nas vazões de captação, outorgas de forma direta ou em barramentos, na porção da bacia hidrográfica no total do ponto de captação da Saneago (FAEG, 2018). Estima-se ainda, que em 2025, a nível mundial, cerca de três bilhões de pessoas não terão acesso à água potável, o que corresponderá a 60% da população global (Glenn et. al, 2009).

Diante desse cenário de escassez iminente, surgiu a preocupação com a implementação de políticas que objetivassem combater a provável falta de água. O combate à crise hídrica pode ser feito por meio de políticas de gerenciamento da oferta de água e pelo controle da demanda. Até meados do século passado, essas políticas concentravam-se no lado da oferta, com ações de criação e ampliação de reservatórios com a finalidade de ampliar o acesso à água potável (Árbues et. al, 2013). Porém, a progressiva expansão da demanda, associado ao crescimento demográfico e econômico, leva à conclusão de que a melhor maneira de combater a escassez hídrica é através do controle sobre a demanda. Cohim et. al (2009) afirma que caracterizar o consumo em uma residência é fundamental para a decisão de quais ações são primordiais para alcançar o uso racional de água. Isto é, quanto mais detalhado for as informações a respeito do consumo, mais eficiente será a gestão da demanda.

1.2 A água como um bem econômico

No passado, a água não era precificada. Ela era considerada um bem comum e estava disponível para o uso de todos. Na escola de pensamento da economia clássica, não apenas a água, mas os recursos naturais, como um todo, são considerados como fatores determinantes da produção econômica. Ela se apoia em três pilares: trabalho, capital e terra, nessa perspectiva a terra pode ser compreendida como os recursos naturais. Esses pensadores admitem que a escassez desses recursos restringem o crescimento econômico e que o constante aumento da produção iria consumir os recursos naturais e a economia convergiria para um estado estacionário. Todavia, apesar da admissão de que a escassez dos recursos naturais limita o crescimento econômico, o pensamento clássico têm esses bens como comuns de livre acesso (BARROS; AMIN, 2008).

No pensamento neoclássico, os recursos naturais já não são mais vistos como um entrave ao crescimento econômico, pois a crescente incorporação da tecnologia nos processos produtivos contornaria o problema da escassez destes, de modo que, o crescimento econômico seria contínuo e indefinido. Além do mais, os pensadores neoclássicos consideram os recursos naturais como abundantes e imutáveis, nunca havendo escassez. Por isso, esses bens são considerados bens comuns sem valor econômico, à disposição para o uso de todos, na quantia que desejassem. Dessa maneira, os recursos naturais, e consequentemente, a água, estariam sujeitos à tragédia dos comuns, uma circunstância na qual um recurso é sobre utilizado (desperdiçado), e causando ineficiência e, como resultado, o bem se esgotaria (BARROS; AMIN, 2008).

Posto isso, até a metade dos anos de 1950, as políticas de enfrentamento à falta de água se concentra no lado da oferta (Arbués et al., 2003), com ações no sentido de aumentar a disponibilidade através de criação e ampliação de reservatórios, postergando a questão da demanda para outro momento. Na década de 1960, com os estudos de Gottlieb (1963) e Howe e Linaweaver (1967) a percepção de como combater a escassez de água começa a mudar. O controle da demanda passa a ser uma melhor opção para evitar o desperdício e para aumentar a eficiência no uso desse bem. Para Milutinovic (2006), há três meios de se controlar a demanda por água. A primeira é via preço, partindo do princípio de que a tarifação levaria ao consumo racional, a segunda é por políticas públicas de conscientização, restrição ao uso, dentre outras, e a terceira é via avanços tecnológicos, mudanças nos processos que aumente a eficiência no uso da água e diminuição do consumo. O enfoque aqui, é no controle via preço.

A lei federal 9.433/97 estabelece no território brasileiro a política nacional dos recursos hídricos, nela fica determinado que a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico e estabelece a cobrança pelo uso desta. A tarifação tem a finalidade de reconhecer a água como um bem econômico e dar ao usuário um indicação de seu real valor, racionalizar o uso e obtenção de recursos financeiros para o financiamento de programas e intervenções contemplados na lei 9.433/97. Para compreender como a cobrança afeta o consumo de água é necessário conhecer os fatores que influenciam a demanda, por isso, a caracterização do consumo residencial é importante na determinação de ações prioritárias para racionalizar o uso. Isto é, quanto mais detalhado o conhecimento a respeito do consumo, mais eficiente será a gestão. Nessa perspectiva, será analisado o comportamento da função de demanda residencial por água em contexto da tarifação IBP e o efeito preço em diferentes níveis de consumo.

2 Revisão de Literatura

Nesse capítulo será apresentado a evolução empírica dos estudos de demanda por água ao longo do tempo. Assim como as variáveis que foram sendo incluídas como fatores determinantes, a discussão de qual é o preço correto a entrar na função de demanda, se o médio ou o marginal, e os demais detalhes que dizem respeito ao assunto da pesquisa. Sem deixar para trás as diversas metodologias usadas na estimação da demanda de água e a ausência de um consenso sobre qual é a metodologia mais eficiente, variando sempre com os objetivos propostos pela pesquisa.

2.1 A função de demanda por água

Inúmeras variáveis explicativas são usadas na literatura empírica para elucidar os determinantes da demanda residencial de água, tais como fatores climáticos, características demográficas e regionais, além de *proxies* de renda e preço. Há, também, uma heterogeneidade nos métodos econométricos de estimação, variando desde o tradicional Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) à aplicações com variáveis instrumentais e dados em painel, conforme a disponibilidade e o nível de desagregação das bases de dados

Os primeiros estudos sobre a estimação da demanda residencial por água se concentram, principalmente, nos Estados Unidos, devido a um período de seca enfrentado na década de 1960 (Howe e Linaweaver, 1967; Gibbs, 1978; Foster e Beattie, 1979). Nos anos oitenta houve um crescimento no número de estudos (Billings, 1982; Chicoine e Ramamurthy, 1986; Nieswiadomy e Molina, 1989), evidenciando um interesse pelo aspecto econômico e métodos econométricos. Já na década seguinte os trabalhos do período contribuem com novos *insights* e variáveis explicativas, como o número de famílias usuárias de equipamento de baixo fluxo, regulamentação dos preços e análises das consequências sobre o bem-estar (Point, 1993; Agthe e Billings, 1996; Höglund, 1999). O continente europeu, por sua vez, frente à necessidade de racionalizar o uso dos recursos hídricos, difunde a importância de pesquisas com a finalidade de obter uma função de demanda. Na França, por exemplo, Naughes e Thomas (2000, 2003) utilizam uma amostra de dados em painel para o período de 1988 a 1993 em 116 comunidades. Os alemães Schleich e Hillenbrand (2009) exploram econometricamente como fatores econômicos, ambientais e sociais afetam a demanda por água em 600 áreas de abastecimento do país.

No Brasil, pesquisas com a mesma intenção começam apenas na década de 1990, com autores como Andrade et al. (1995) que trabalham com dados de uma amostra de 27 municípios do Paraná, e Mattos (1998), que estima uma equação de demanda residencial para o município de Piracicaba. Para a cidade de Belo Horizonte, Dias et al. (2010) examinam o impacto que uma alteração na renda familiar causa no consumo de água tratada. Ainda no contexto nacional, é possível encontrar estudos dessa temática para outras regiões como o Ceará (Fontenele et al., 2009), a bacia do Rio Paraíba do Sul (Feres et al., 2008) e Minas Gerais (Melo e Neto, 2007). Dias, Martinez e Libânio (2010) avaliam o efeito renda no consumo domiciliar de água, enquanto, André e Carvalho (2014) estimam da demanda residencial na cidade de Fortaleza-CE e Negri (2016) analisa o processo de urbanização e a demanda de recursos hídricos de 40 municípios do estado de São Paulo. Outros municípios de diversos estados como Araripina – PE (Silva, 2018), Jequié – BA (Nascimento, 2018), Recife – PE e Cuiabá – MT (Cardoso, Melo e Zavala, 2018), Uberlândia – MG também foram alvos de estudos nesse sentido (Cavalcante, 2019). No geral, os artigos destacam a importância do tema para a construção de políticas públicas de conservação e estruturação tarifária apropriadas para cada região, apesar da ausência de consenso sobre o impacto de uma série de fatores sobre a demanda por água no país.

Entre as variáveis usadas pela literatura empírica para explicar a demanda, as de aspecto climáticas figuram entre as mais recorrentes. Uma revisão realizada por House-Peters, Pratt e Chang (2010) sobre mais de 20 estudos, aponta que os fatores climáticos mais comuns nos modelos de estimação de demanda por água são a temperatura, a precipitação pluviométrica e a velocidade do vento. Foster e Beattie (1979, 1981a), por exemplo, empregam a pluviosidade no período chuvoso, enquanto outros autores utilizam o nível de evaporação da grama Bermuda¹ menos o índice pluviométrico (Billings e Agthe, 1980; Billing, 1982, Agthe et al., 1986; Nieswiadomy e Molina, 1988; Hewitt e Hanemann, 1995). Al-Quanibet e Johnston (1985) explicam uma função da temperatura, minutos de sol e a velocidade do vento. A temperatura média mensal é usada por Billings (1997) e Griffin e Chang (1990), ao passo que Stevens et al. (1992) e Agthe e Billings (1997) aplicam a temperatura anual e a quantidade de chuva. De modo geral, os autores encontram que as variáveis relacionadas à sazonalidade climática são estatisticamente significativas e que temperaturas mais altas e menor precipitação aumentam a quantidade de água consumida (Yoo et al., 2014). Clarke et al. (2017) atestam ainda que o número de dias chuvosos é mais significativo que o índice de precipitação, uma vez que um dia chuvoso diminui o consumo de água em 0,21 metros cúbicos. Apesar de toda essa diversidade, estudos recentes ressaltam que considerar o clima e suas respectivas mudanças é fundamental para o estudo (Cardoso, 2016; Jiménez et al., 2017; Acuña, 2017; Reynaud, Pons e Pesado, 2018; Nascimento, 2018; Silva, 2018; Cardoso, Melo e Zavala, 2018; Cavalcante, 2019), sendo mais comuns a utilização da temperatura e precipitação como determinantes da demanda.

Além do fator climático, há também outros que devem ser levados em consideração como é o caso das características físicas e demográficas da região. Höglund (1999) emprega o número de pessoas por habitação, enquanto Billings e Day (1989) a distribuição etária dos residentes. Mazzanti e Montini (2006) constatarem que aspectos socioeconômicos como número de habitantes do município, densidade demográfica, tamanho do domicílio, número de habitantes jovens e idosos, não são estatisticamente significativos, porém apresentam os sinais esperados. Por sua vez, Schleich e Hillenbrand (2009) estimam que um aumento de 50% no agregado familiar, ou seja, o crescimento de duas pessoas para três, aumenta o dispêndio per capita em aproximadamente 22%/dia, enquanto Hoyos e Artabe (2016) encontram um valor de 9% de acréscimo na quantidade de água consumida a cada novo integrante. De uma forma geral, estudos recentes tentam, através de dummies, identificar e classificar o tipo de moradia, casa, apartamento ou outro, o tamanho da residência, através da quantidade de cômodos e banheiros, e o agregado familiar, por meio do número de moradores, de crianças e idosos (Acuña, 2017; Jiménez et al., 2017; Cardoso, Melo e Zavala, 2018; Reynaud, Pons e Pesado, 2018).

O resultado de estudos que analisam o impacto de variações na renda do consumidor e na tarifa de água mostram que a demanda por esse bem, apesar de representar uma pequena porcentagem no orçamento familiar, é positiva e inelástica (Arbues et al., 2003). Portanto, o rendimento é uma variável que também deve ser considerada nos estudos. De um modo geral, considera-se uma estimativa direta ou alguma *proxy*, como o valor avaliado da casa (Howe e Lineweaver, 1967; Danielson 1979; Hewitt e Hanemann, 1995; Dandy et al., 1997; e Arbues et al., 2000; Gaudin, Griffin, e Sickles 2001; Harlan et al. 2009; Mansur e Olmstead, 2012; Yoo et al. 2014). Lyman (1992) e Barbatullah (1996) adicionam o rendimento familiar como forma de avaliar o estilo de vida e a riqueza enquanto, Jones e Morris (1984) desenvolvem uma *proxy* para a receita familiar baseada no nível educacional do chefe de domicílio, do preço do carro e da propriedade. Apesar da maior parte das estimações mostrar uma elasticidade renda do consumo positiva, alguns autores argumentam que ela pode ser negativa, uma vez que maiores níveis de renda associam-se a um maior nível educacional, de forma que a renda poderia capturar o efeito das medidas de preservação da água (Worthington e Hoffman, 2008).

¹ Gramas Bermudas (*Cynodon dactylon*) são próprias para clima temperado a tropical, e pleno sol, não suportando qualquer sombreamento (BrSeeds, 2019).

Hanke e de Maré (1982) e Agthe e Billings (1987, 1997) analisam o efeito renda através da estimação de uma função para diversos níveis de rendimento, concluindo que usuários mais ricos possuem uma menor percepção da estrutura tarifária. Para Agthe e Billings (1987) esse é um fator determinante importante no consumo, os autores argumentam que maiores níveis de renda nem sempre implicam em um consumo maior como também possuem menores elasticidades de demanda. Portanto, a questão de qual grupo de rendimento tem a menor elasticidade preço deve ser determinada empiricamente. Acuña (2017) ao calcular o efeito renda do consumo para o Chile obteve estimadores estatisticamente significativos e com os sinais esperados, sendo que os coeficientes da elasticidade rendam são menores nos meses quentes e secos, implicando que o consumo de água é afetado por mudanças no comportamento e não unicamente por fatores econômicos. Acuña, 2017; Jiménez et al., 2017; Clarke et al., 2018; Cardoso, Melo e Zavala, 2018). Mazzanti e Montini (2006), por outro lado, não encontram significância do efeito renda sobre o consumo residencial na região Emilia-Romagna na Itália. Agthe e Billings (1987) destacam a existência de uma queda constante na elasticidade preço à medida que a renda aumenta. Por exemplo, a sensibilidade cai de -0,565 para -0,397 para o grupo de baixa renda investigado.

Apesar da diversidade de variáveis empregadas, o preço é o componente mais discutido pela literatura, onde os autores têm como principal preocupação encontrar estimativas da elasticidade-preço da demanda. Do ponto de vista da teoria microeconômica o preço representa a síntese do processo de igualar receita e custo marginal. Marshall (1890) afirma ainda que o ele é o instrumento fundamental para controlar a demanda, sendo crucial para nortear políticas públicas. Em geral, os resultados dessa variável têm mostrado sinais negativos e significativos, variando, contudo, na magnitude do impacto. Os estudos de Hoyos e Artabe (2016) e Schleich e Hillenbrand (2009) concluem que as elasticidades preço e renda da demanda por água são estatisticamente significantes e inelásticas, ou seja, um aumento na renda ou no preço tem um efeito relativamente pequeno na quantidade consumida.

Contudo, a estrutura de aplicação dos preços deste tipo de serviço gera uma dificuldade na especificação e correta estimação de seus impactos sobre o consumo. Em geral, de acordo com Griffin (2016), várias companhias de abastecimento aplicam os denominados blocos tarifários crescentes ou *Increasing Block Price* (IBP), elevando o valor unitário do bem segundo intervalos específicos de consumo. A empresa Saneamento de Goiás (Saneago) é um exemplo de blocos tarifários crescentes, conforme apresentado na Figura 4 que exemplifica os grupos tarifários e a cobrança para outubro de 2016 de acordo com o nível consumido pela unidade usuária da categoria residencial padrão. Ela adota uma estrutura tarifária do tipo IBP que é a cobrança de preços marginais mais elevados para maiores quantidades consumidas, resultando em uma função de preços que se assemelha a uma escada ascendente da esquerda para a direita, conforme apresentado na Figura 4. Clarke (2017) argumenta que essa configuração da tarifa acarreta preços marginais não lineares, que deveriam, em tese, ser de amplo conhecimento dos consumidores para que os mesmos saibam qual o preço real a qual estão sujeitos.

Portanto, a estrutura tarifária IBP implica em uma sequência de preços marginais para diferentes níveis de consumo que, segundo Cardoso (2016), é mais eficaz no uso moderado da água. Porém, Arbues et al. (2003) enfatiza que os IBP's não assegura a equidade do abastecimento de água em países em desenvolvimento, pois a alta densidade populacional nas habitações afetam negativamente grupos vulneráveis da sociedade, a exemplo do caso de usuários que por alguma eventualidade demandem um uso intensivo de água por questões de saúde, sanitárias e/ou de higiene. Além da discussão a respeito equidade, oriunda desta estruturação, há ainda uma questão econométrica, uma vez que os blocos crescentes de preços geram uma percepção imperfeita da tarifa real resultando em problemas de correlação com os resíduos do Mínimo Quadrado Ordinário (MQO). Dada a estrutura em painel, uma alternativa para solucionar o problema pode ser utilizar os dados em primeira diferença, tal como Ornaghi e Tonin (2018), Clarke et al. (2017), Klaiber et al. (2012), Yoo et al. (2014) e Schleich e Hillenbrand (2008).

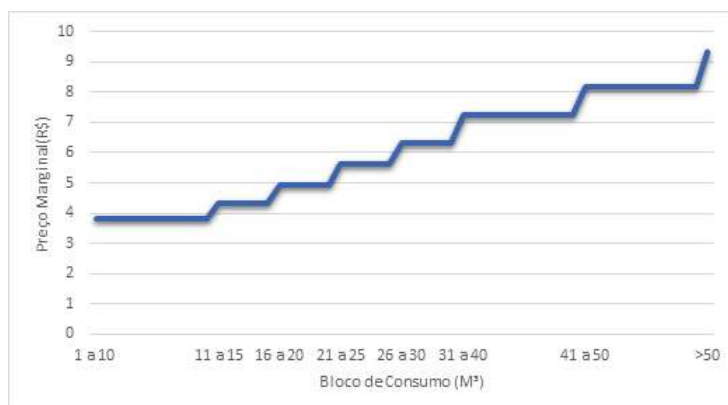


Figura 4 – Estrutura de Blocos de Consumo Crescente (IBP) mensal da Saneago em 2016

Fonte: Elaboração Própria com dados da Saneago

Segundo Andrade et al. (1995), uma primeira dificuldade na estimação da demanda na presença do IBP, seria distinguir entre si os preços médio e marginal, uma vez que, existe a dúvida de se a função deve ser estimada considerando a média dos preços praticados entre todos os consumidores ou aquele que define o valor unitário dentro de cada bloco de consumo, sendo este último o marginal. Esta dificuldade é ainda maior quando são utilizados dados agregados, sem o nível de consumo e características de cada domicílio atendido pelo serviço. O segundo problema seria o fato de que tanto o preço médio como o marginal são também determinados pelo nível de consumo em uma estrutura do tipo IBP. Do ponto de vista econométrico, isso tem potencial para gerar uma correlação entre o termo de erro e as variáveis explicativas inviabilizando o uso de MQO. Esta relação conflituosa entre o preço e a demanda têm gerado uma diversidade de métodos e especificações na literatura empírica.

Taylor (1975), por exemplo, propõe que o preço marginal não é afetado por variações nas taxas intramarginais ou entre os blocos de consumo. O impacto dessas alterações sobre a demanda corresponderia, na verdade, ao efeito renda. Desta forma, a maioria dos estudos iniciais segue a sugestão de Taylor, e emprega o preço marginal correspondente ao bloco em que o usuário consome (Gottfried, 1963; Howe e Linaweaver, 1967; Gibbs, 1978; Carver e Boland, 1980; Jones e Morris, 1984; Nieswiadomy, 1992; Höglund, 1999). Posteriormente, Nordin (1976) faz uma adaptação e sugere a inclusão de mais uma variável na equação, denominada de “diferença intramarginal”, que é a diferença entre a conta paga e o produto do preço marginal pela quantidade consumida. Ela captaria o efeito renda proveniente da mudança da faixa de consumo, principalmente nos casos em que há cobrança de um custo fixo e/ou subsídios gratuitos.

A aplicação da metodologia Taylor-Nordin é controversa porque assume que os consumidores têm informação perfeita sobre o preço marginal que enfrentam no momento do consumo². Caso essa hipótese seja verdadeira, os usuários reagiriam ao preço marginal (Billings e Agthe, 1984; Bachrach e Vaughan, 1994) e, em caso contrário, eles responderiam ao preço médio (Arbués et al., 2003), implicando novamente em dúvida sobre qual componente utilizar na função de demanda. Kenney et al. (2008) afirmam que mesmo as pessoas bem informadas não conseguiriam identificar o preço marginal associado com as quantidades específicas consumidas a partir das informações de faturamento do provedor de água. Outro possível efeito decorrente da assimetria de informação é que o recebedor dos serviços de abastecimento de água poderia responder aos preços médios desfasados (Charney e Woodard, 1984; Opaluch, 1984), visto que as faturas do dispêndio são recebidas em um período após a medição. Apesar de todo o conflito envolto na abordagem Taylor-Nordin, vários estudos baseiam-se nele para estimar a demanda por água (Agthe e Billings, 1980; Billings e Agthe 1980; Nieswiadomy e Molina, 1989; Hewitt e Hanemann, 1995;

² Para mais detalhes ver Billings e Agthe (1980); Foster e Beatie (1981 a b); Houston (1982,1983)

Andrade et al., 1995; Renwick e Green, 2000).

Ainda do ponto de vista econométrico, os métodos usados para estimar a elasticidade preço apresentam grande variedade em função da disponibilidade de informações. O mais comum tem sido a aplicação de variações do modelo de Variáveis Instrumentais (IV), onde o preço é instrumentalizado em função de fatores não diretamente relacionados com o nível de consumo. Autores como McFadden et al. (1977), Agthe e Billings (1987), Jones e Morris (1984) e Renzetti (1992) usam como instrumento, por exemplo, a própria estrutura de custo fixo da rede de atendimento, as diferenças entre as tarifas de cada bloco de consumo e as características do domicílio. Hoyos e Artabe (2016) introduzem dois instrumentos à regressão, uma variável que identifica se os domicílios estão localizados em áreas com mais de 5 mil habitantes e outra variável para as residências que possuem água quente. Estes métodos têm sido usados, contudo, principalmente para a existência de microdados, ou informações que permitem identificar a demanda de cada unidade consumidora ou tendência, bem como a faixa de preço correspondente. Para dados mais agregados, por grupo de consumidores (cidades, regiões, bairros, etc) se destaca a abordagem em dados em painel (Billings e Agthe, 1980; Chicoine e Ramamurthy, 1986; Nauges e Thomas, 2000; Martinez-Espiñera, 2002; Schleich e Hillenbrand, 2009; Klaiber et al., 2010; Yoo et al., 2014; Jiménez, 2017; Acuña, 2017. A Tabela 3 traz um apanhado geral dos estudos, com os métodos econométricos aplicados e a elasticidade preço obtidos como resultado.

Tabela 3 – Revisão de Literatura Dada as Especificações de Diferentes Preços e as Suas Elasticidade

Estudo	Técnica Econométrica	Tipo de Dados	Elasticidade Preço
Agthe e Billings (1980)	IV/ Série Temporal	TS (LIN/LOG)	0.179 a 0.705
Billings e Agthe (1980)	OLS/ Série Temporal	TS (LIN/LOG)	0.267 a 0.49
Billings (1982)	IV/ Série Temporal	TS (LIN/LOG)	0.56 a 0.66
Agthe et al. (1986)	OLS/ Série tempo- ral	TS (LIN/LOG)	0.26 a 0.62
Billings (1987)	OLS/Cross Section/Série Tempo- ral	CS-TS (LIN)	0.06 a 0.5
Billings e Day (1989)	OLS/Cross Section/ Série Temporal		
Nieswiadomy e Molina (1989)	OLS/Cross Section/Série Tempo- ral	CS-TS (LIN)	0.52
Hewitt e Hanemann (1995)	IV/ Cross Section/ Série Temporal	CS-TS (LIN)	0.09 a 0.86
Andrade et al. (1995)	OLS2S/ Cross Section	CS-TS (LOG)	1.57 a 1.63
Barkatullah (1996)	OLS /IV/ Painel	CS (LIN)	> 1
Agthe e Billings (1996)	IV/ Cross Section/Série Tempo- ral	PAINEL (FE) e ML CS-TS(LIN/LOG/SLOG)	0.23 a 0.28 0.39 a 0.57
Dandy et al. (1997)	Dados em Painel	CS-TS (LIN)	0.12 a 0.86

Mattos (1998)	OLS/ OLS2S/IV/ Cross Section/Série Temporal	CS-TS (LIN)	-0,21
Corral et al. (1998)	OLS/ Cross Sec- tion/ Série Tempo- ral	CS-TS (LIN)	0.11 a 0.17
Renwick e Archibald (1998)	IV/ Cross Section/ Série Temporal	CS-TS (LIN)	0.33 a 0.53
Renwick e Green (2000)	3SLS/ Cross Sec- tion/ Série Tempo- ral	CS-TS (LOG)	0.16
Martínez-Espiñeira (2002b)	Dados em Painei	CS-TS (LIN)	0.12 a 0.28
Howe e Linaweaver (1967)	OLS/ Cross Sec- tion/ Série Tempo- ral	CS-TS (LIN/CD)	0.21 a 1.57
Gibbs (1978)	OLS/ Cross Sec- tion/ Série Tempo- ral	CS	0.51 e -0,62
Carver e Boland (1980)	OLS/ Cross Sec- tion/ Série Tempo- ral	CS-TS(LIN)	0.02 a 0.70
Jones e Morris (1984)	IV/ Cross Section	CS (LIN/LOG/SLOG)	0.07 a 0.21
Nieswiadomy e Molina (1988)	OLS/ 2SLS/ IV/ Cross Section	CS (LIN)	(- 0.09) *
Lyman (1992)	OLS/ Cross Sec- tion/ Série Tempo- ral	CS-TS(LOG-LIN)	0.39 a 3.33
Nieswiadomy (1992)	IV/ Cross Section/ Série Temporal	CS-TS (LOG)	0.02 a 0.17
Höglund (1999)	Dados em Painei	CS-TS (LIN)	0.10 e -0,20
Melo e Neto (2007)	OLS/ Máxima Verossimilhança/ Cross Section	CS (LIN)	0,437625127
Pint (1999)	Dados em Painei	CS-TS (LIN)	0.04 a 1.24
Foster e Beattie (1979)	OLS/ Cross Sec- tion/ Série Tempo- ral	CS-TS (LIN)	0.27 a 0.76
Hanke e de Maré (1982)	OLS/ Cross Sec- tion/ Série Tempo- ral	CS-TS (LIN)	0.15
Jones e Morris (1984)	IV/ Cross Section	CS(LIN/LOG/SLOG)	0.18 a 0.34
Billings e Day (1989)	OLS/ Cross Sec- tion/ Série Tempo- ral	CS-TS (LIN)	0.70
Griffin e Chang (1990)	OLS/ Cross Sec- tion/ Série Tempo- ral	CS-TS (LIN)	0.16 a 0.38

Stevens et al. (1992)	OLS/ Cross Section	CS (LIN)	0.10 a 0.69
Point (1993)	Dados em Painel	CS (SLOG)	0.167
Nauges e Thomas (2000)	Dados em Painel	CS-TS	0.22
Al-Quanibet e Johnston	Modelo Stone-Geary	CS (LIN; LOG-LOG)	-0,771
Chicoine e Ramamurthy (1986)	OLS/ Cross Section/ Série Temporal	CS-TS (LIN)	0.47
Griffin e Chang (1990)	OLS/ Cross Section/ Série Temporal	CS-TS (LIN)	0.01 a +0.035
Renzetti (1992)	IV/ Cross Section/ Série Temporal	CS-TS(SLOG)	0.01 a 0.65
Bachracha e Vaughan (1994) (2) Free allowances	(1) /blocks (2)	CS (SLOG)	0.03 a 0.47
Arbués et al. (2000)	Técnica para Dados em Painel	CS-TS(LOG)	0.002 a 0.655
Schleich e Hillenbrand (2009)	Dados em Painel Painel (FE)	(LOG-LOG; SEMI-LOG)	-0,24
Fontenele et al. (2009)	OLS/ Cross Section	CS (LIN; SEMI-LIN; LOG-LIN)	-0,318

Fonte: Elaboração Própria ³

Um problema adicional da estrutura IBP é que ela pode não ser eficiente do ponto de vista equitativo. Existe evidências de que a elasticidade preço diminui à medida que a renda cresce, conforme o exposto por Agthe e Billings (1987) e Andrade et al. (1995). Uma hipótese, a ser testada nesse trabalho, é que consumidores de diferentes níveis de consumo apresentam diferentes reações ao efeito preço. A literatura empírica sobre a demanda residencial de água faz as inferências do efeito preço sob a média, o que não possibilita a percepção de variações significativas ao longo da amostra. A metodologia escolhida para testar essa hipótese é o da regressão quantílicas, no intuito de encontrar estimativas de como a elasticidade preço varia em diferentes quantis. Agthe e Billings (1987) encontram que uma variação na renda mensal familiar varia também o efeito preço em magnitude de que um aumento de 100 dólares na renda mensal aumenta o consumo mensal em 1,33 metros cúbicos no consumo mensal⁴. E por sua vez, Andrade et al. (1995) confirma a hipótese da inelasticidade preço da tarifa, porém ressalta que a hipótese de que o efeito preço é constante a qualquer nível de renda não se sustenta. Portanto, se o efeito preço varia com o nível de renda do consumidor, será que ele também não varia de acordo com o nível de consumo? A metodologia escolhida para testar essa hipótese é a de regressão quantílicas, no intuito de encontrar estimativas de como a elasticidade preço varia em diferentes quantis. O estudo avança sobre a literatura de duas formas. Primeiro, traz para o cenário brasileiro uma análise do IBP comumente usados pelas companhias de água e energia do país, porém, ainda pouco discutida. Segundo, ao longo de toda a literatura usada, não houve nenhum estudo que fez uso dessa metodologia para captar a sensibilidade do consumidor de acordo com o nível de consumo como Zeng et al. (2018) fez para o setor de gás natural na China.

³ As siglas na tabela significam: CS: cross-section; TS: séries temporais; OLS: Mínimos Quadrados Ordinários; IV: Variáveis Instrumentais; 2SLS: Mínimos Quadrados em 2 Estágios; 3SLS: Mínimos Quadrados em 3 Estágios; N.E: não especificado; LIN: Função linear; LOG: Função logaritmica; SLOG: Função Semi-log; *: não significativo

⁴ Um metro cúbico equivale a 35,3 pés cúbicos ou 1,3 jardas cúbicas. Para mais informações acessar: <https://www.metric-conversions.org/pt-br/volume/galoes-americanos-liquido-em-metros-cubicos.htm>

Para obter informações sobre a dinâmica do comportamento do consumo, os dados desse estudo estão organizados no formato de um painel não balanceado em que as localidades (bairros) são acompanhadas mensalmente ao longo de 2014 a 2016, e apesar das técnicas de estudo desse método diminuir a dificuldade inerente a possíveis variáveis omitidas ainda assim não capta os movimentos das variáveis explicativas em quantis distintos. Nesse sentido as técnicas econométricas de mínimos quadrados ordinários (MQO) e dados em painel não captam a possibilidade de variação do efeito preço de acordo com o nível de consumo, mas as regressões quantílicas sim, conforme introduzido por Koenker e Bassett (1978 e 1982). Essa metodologia possibilita a compreensão das mudanças nos estimadores do modelo em distintos quantis e da distribuição da variável dependente retrata o comportamento da variável endógena (Monsueto, 2003). A combinação entre as técnicas de dados em painel e regressões quantílicas é uma abordagem apresentada por Machado e Silva (2019) que utiliza métodos válidos na estimativa das médias condicionais e possibilita a diferenciação dos efeitos individuais em modelos de dados em painel, além de fornecer informações sobre a forma de como os regressores afetam toda a distribuição condicional. É por meio dessa metodologia que o presente irá avançar sobre atual literatura empírica empregando esse método, ainda inédito para o setor de saneamento e abastecimento de água, no intuito de compreender o efeito preço em diferentes níveis de consumo.

O próximo capítulo apresenta com uma maior riqueza de detalhes o processo da escolha da metodologia dessa pesquisa, a construção do banco de dados e a definição da função de demanda residencial de água em Goiás.

3 Dados e Metodologia

Esse capítulo, em um primeiro momento, apresenta a composição do banco de dados e os procedimentos para a sua constituição. Depois se apresenta o modelo econométrico e a função de demanda residencial de água em Goiás, que será estimada para todo o estado e para a região metropolitana de Goiânia.

A principal base de dados usados nessa dissertação corresponde a informações cedidas pela Companhia de Saneamento de Goiás (Saneago). Ela é uma empresa de economia mista com administração pública que atua em 225 municípios do estado de Goiás, com 188 estações de tratamento de água (ETAs), 870 poços artesianos e 471 sistemas de abastecimento compondo 30 mil quilômetros de rede de distribuição de água. Essa estrutura permite o atendimento de 80,55% da população goiana produzindo um volume total de 384.650,91 metros cúbicos de água somente no ano de 2016. Ainda assim, apenas, 133 municípios do estado têm abastecimento satisfatório, ao mesmo tempo, os investimentos em abastecimento da companhia se reduziu em 45,74%, o que ajuda a entender esses resultados, conforme aponta o relatório da ANA (2017).

As informações estão disponibilizadas agregadas por bairro atendido, impossibilitando, assim, a identificação das unidades consumidores. Os dados não permitem identificar a categoria de consumo (residencial, social, comercial e industrial), porém traz a informação da quantidade de unidades consumidores para cada modalidade. Dessa forma, em busca de uma maior homogeneidade os bairros 100% comerciais são eliminados. São ao todo 4.858 bairros distribuídos ao longo de todo o estado com informações mensais de janeiro de 2014 a dezembro de 2016, permitindo a construção de um painel não balanceado, com o total de 140.209 observações válidas. Posteriormente, obtém-se o nível de consumo per capita através da divisão do consumo total de cada bairro por sua respectiva quantidade de unidades consumidoras ativas em cada mês. Este consumo é usado em um modelo de dados em painel como variável dependente, em função de uma série de fatores explicativos. Dentre esses fatores, o principal interesse é capturar o efeito da tarifa de água sobre o nível de consumo per capita dos bairros. Em particular, se deseja também averiguar se este impacto se diferencia segundo o nível de consumo.

Dada a estrutura de dados em painel, uma estratégia usual seria a aplicação de um modelo em primeiras diferenças, com objetivo de contornar problemas de heterogeneidade e correlação dos resíduos. Contudo, dada as características dos dados, a estrutura tarifária, e considerando os objetivos da pesquisa, essa opção geraria dois problemas adicionais. O primeiro está na forma como as tarifas e seus reajustes são aplicados. A Saneago é uma empresa regulada por agências desde 2006 sendo elas a Agência Goiana de Regulação, Controle e Fiscalização de Serviços Públicos (AGR) de abrangência em todo o território estadual e a Agência de Regulação, Controle e Fiscalização de Serviços Públicos de Goiânia (AGR) com atuação municipal. A partir do período em que se iniciou a regulação na empresa, a Saneago já passou por um ciclo de revisão tarifária em 2015, duas revisões extraordinárias e treze reajustes anuais. Apesar da Saneago usar o IBP, as alterações na tarifa são aplicadas igualmente para todos os blocos tarifários são aplicados e ao longo de todo território atendido pela companhia. sem nenhuma alteração ao longo do território. Dessa mesma forma os reajustes e revisões tarifárias são aplicados simultaneamente para todas as categorias de consumo, isto é, eles são pontuais e atingem simultaneamente todos os grupos de consumidores. Portanto, a aplicação da primeira diferença sobre o preço gera uma variável com a maioria de valores iguais a zero e variações heterogêneas, o que prejudicaria a estimação e a correta interpretação

dos efeitos marginais ou elasticidades. Ao longo do período analisado, foram ao todo 6 alterações na tarifa¹, como mostra a figura 5, representando o percentual de reajuste aplicado à todos os blocos tarifários. Mesmo a utilização dos preços deflacionados, neste formato, estaria captando apenas o impacto da inflação sobre o consumo e não o verdadeiro impacto da tarifa. Então, ao invés de usar a primeira diferença se optou pela criação de uma variável binária que capta o mês em que há alteração nas tarifas de água, assumindo 1 para o mês de mudança e valor 0 em caso contrário.

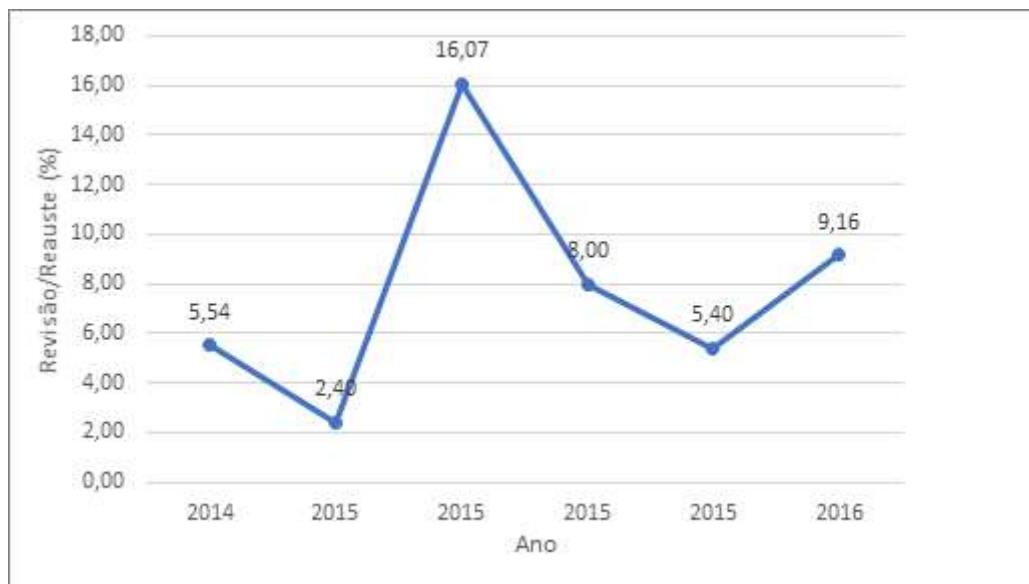


Figura 5 – Revisão e Reajustes tarifários da Saneago de 2014 a 2016

Fonte: Resultado da Pesquisa

O segundo problema seria gerado pela aplicação da primeira diferença sobre o consumo per capita. Como o objetivo envolve investigar as diferenças de impacto da tarifa segundo níveis de consumo, a diferenciação provocaria a perda desta informação. Como trabalha-se com um painel com grande número de unidade cross-section, é possível supor que problemas de autocorrelação e tendência temporal estão sob controle. Similarmente, seguindo estratégia empregada por Zeng et al. (2018) se aplica o método de regressões quantílicas adaptado a dados em painel. Uma vez que, o MQO fornece apenas uma descrição geral dos dados sem apresentar o detalhamento da reação dos diversos níveis de consumo diante de alterações no preço, o método de regressões quantílicas supre essa deficiência. Utiliza-se o comando *xtqreg* do software Stata14 em concordância com o estudo de Machado e Santos (2019), essa abordagem possui a vantagem de usar métodos válidos para estimar as médias condicionais fornecendo informações de como os estimadores afetam toda a distribuição condicional. Ao sintetizar a literatura existente, o modelo básico da demanda residencial por água é descrito na equação 1. As principais variáveis de interesse são o consumo per capita do bairro e a binária mudança.

¹ O reajuste tarifário anual oferece à concessionária a garantia de que, no período entre as revisões tarifárias, o equilíbrio econômico-financeiro da concessão não sofrerá com corrosões inflacionárias, enquanto a revisão tarifária é um processo de revisão de tarifas para a concessão de serviços públicos em que a agência reguladora redefine as tarifas cobradas dos consumidores. Elas podem ser classificadas como ordinárias que ocorrem a cada 4 ou 5 anos, ou extraordinária que pode ser solicitada a qualquer momento pela concessionária sempre que algum evento provoque algum desequilíbrio econômico financeiro da concessão.

$$\ln(CPC)_{ti} = MUDAN\dot{C}A_t + \ln(TARIFA - DE - ENERGIA)_t + \ln(\%COM\acute{E}RCIO)_{ti} + \ln(TAXA - DE - CRESCIMENTO - ANUAL - DA - RENDA)_{ti} + \ln(PRECIPITA\dot{C}A\tilde{O})_{ti} + \ln(N\acute{U}MERO - DE - CRIAN\dot{C}A)_{ti} + DTRIM\ 2_t + DTRIM\ 3_t + DTRIM\ 4_t \quad (1)$$

Onde:

(CPC)_{ti}: consumo per capita do bairro fornecida pela Saneago em metros cúbicos (m³) na localidade i no período t;

(MUDANÇA)_t: variável dummy que identifica o mês em que houve variação ou não na tarifa de água no período t.

(TARIFA-DE-ENERGIA)_t: tarifa média mensal de energia elétrica fornecida pela Celg (Compa- nhia de Energia Elétrica de Goiás) no período t;

(%COMÉRCIO)_{ti}: participação do comércio e indústria em cada bairro obtida pela divisão da soma do número de usuários comerciais e industriais pelo número total de consumidores na localidade i e período t;

(TAXA-DE-CRESCIMENTO-ANUAL-DA-RENDA)_{ti}: crescimento anual da renda municipal obtida pela renda municipal do ano atual dividida pela renda ano anterior disponíveis no site do Instituto Mauro Borges (IMB) na localidade i e no período t;

(PRECIPITAÇÃO)_{ti}: precipitação mensal municipal em milímetros (mm) encontrada na série histórica do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) na localidade t e período i;

(NÚMERO-DE-CRIANÇA)_{ti}: quantidade de crianças em idade entre 0 a 10 anos encontrada no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) na localidade i e período t;

(DTRIM2), (DTRIM3), (DTRIM4): são variáveis dummies de controle que indicam o segundo, terceiro e quarto semestre respectivamente no tempo t.

O consumo médio per capita de água é de 17,6 m³ e a tarifa média de energia é de R\$ 6,18, variando entre R\$ 5,91 e R\$ 6,39. A Tabela 4 apresenta as estatísticas descritivas das variáveis do modelo.

Tabela 4 – Estatística Descritiva

Variável	Observações	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Mudança	140.209	0,17	0,37	0	1
Tarifa de Energia	140.209	6,18	0,16	5,91	6,39
Ln(%comércio)	140.209	-3,02	0,96	-7,84	1,50
Taxa de Crescimento da Renda	140.209	0,01	0,07	-0,34	0,63
Ln Precipitação	140.209	3,65	2,00	0,00	6,19
Ln Número de Crianças	140.209	-1,98	0,14	-2,54	-1,4
Dtrim2	140.209	0,25	4,32	0	1
Dtrim3	140.209	0,25	4,34	0	1
Dtrim4	140.209	0,25	4,35	0	1

Fonte:

Resultado da Pesquisa.

4 Resultado e Discussões

O propósito deste capítulo é apontar as evidências empíricas do efeito preço da tarifa em diferentes níveis de consumo encontradas ao longo da pesquisa, para tal emprega-se o modelo de regressão quantílica para todo o estado de Goiás. Primeiro, é feita uma análise descritiva dos dados e, então, é feita a modelagem econométrica.

4.1 Análise das Estatísticas Descritivas

A base de dados é um painel não balanceado com 4.858 localidades e 36 meses que registra o consumo mensal dos bairros de todos os municípios atendidos pela Saneago. A Figura 6 traz a evolução do consumo total e per capita em m^3 ao longo de 2014 a 2016. As séries têm um comportamento parecido entre si com variações decorrentes das mudanças climáticas, um comportamento esperado dada a natureza desse bem. Os picos de maior consumo são referentes a setembro e outubro, meses caracterizados pelas mais altas temperaturas e baixíssima umidade relativa do ar, típicos da estação seca do cerrado, acarretando um aumento na demanda residencial de água.

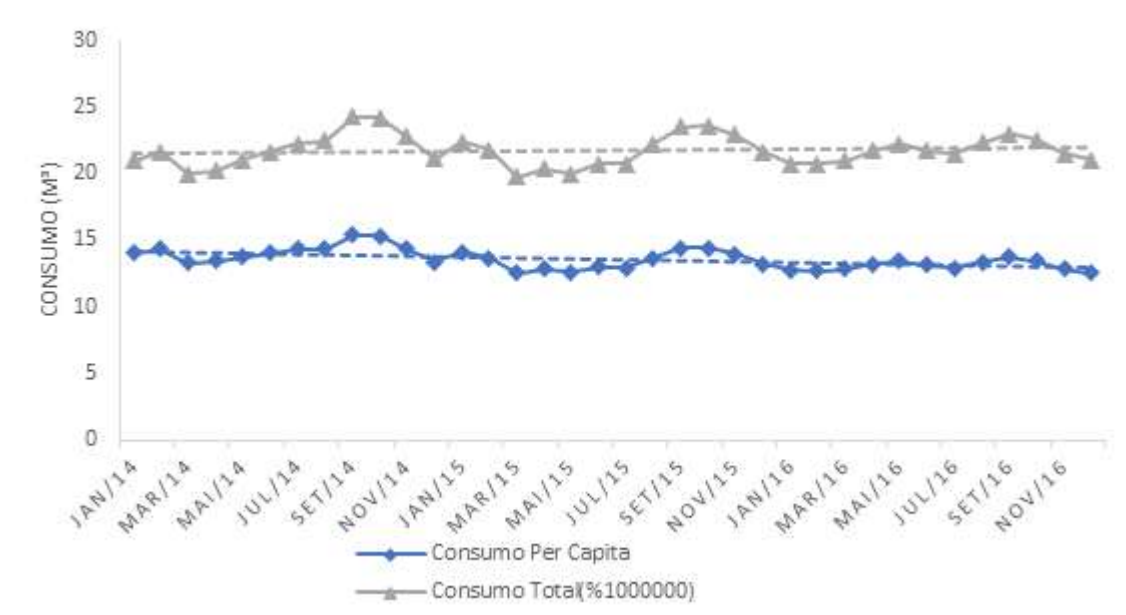


Figura 6 – Evolução do consumo total e per capita em metros cúbicos de 2014 a 2016

Fonte: Resultado da Pesquisa.

Apesar da similaridade das séries no período analisado, o consumo total apresenta uma sutil tendência de crescimento, enquanto o consumo per capita tende a uma queda, ambas evoluindo de forma monotônica. Um fator que também influencia na evolução do consumo de água são as questões demográficas, como demonstrado na Figura 7, que traz o crescimento da densidade demográfica do estado de Goiás nesse período, juntamente com o aumento do número de ligações de água da Saneago. A tênue diminuição do consumo per capita, mostrada na figura 6, em conjunto com o aumento de números de ligações evidencia que há uma maior quantidade de usuários consumindo uma menor parcela do volume de água produzido pela Saneago.

Outro componente fundamental da demanda é o clima, uma vez que, o uso da água é muito

A região metropolitana de Goiânia faz parte das dez regiões de planejamentos do estado de Goiás e corresponde a 2,2% da área territorial goiana. Essa região tem um consumo médio per capita 1,12 m³ maior que a média estadual, concentra 21,79% dos bairros do estado e possui uma média de unidades consumidoras 69,79% maior que o restante do estado. A Figura 9 mostra o histograma de distribuição da densidade de frequência do logaritmo do consumo médio per capita (lcpc). Como é perceptível a média do logaritmo do consumo per capita está entre 2 e 3 metros cúbicos, com valor mínimo de 0,24 e máximo de 3,61. Além disso, a cauda baixa da distribuição de densidade é mais longa do que a parte baixa, isso aponta para uma concentração de consumo na parte mais alta da distribuição.

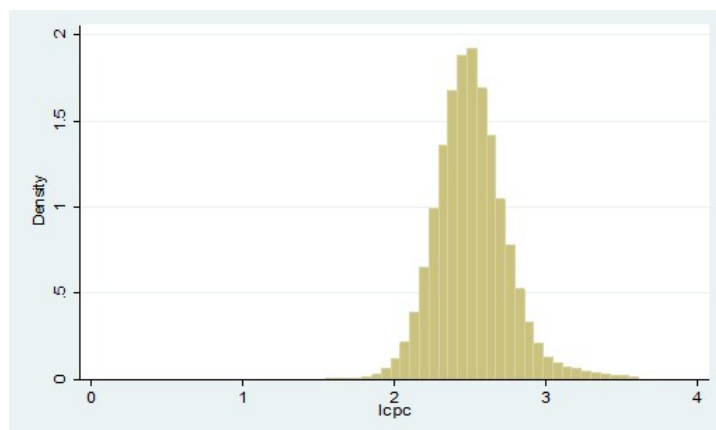


Figura 9 – Histograma do logaritmo do consumo médio per capita.

Fonte: Resultado da Pesquisa

Quando se compara o histograma da região metropolitana com o das demais regiões, conforme mostrado na Figura 9, verifica-se que essa região está posicionada na parte mais alta do gráfico. Isso implica em um maior consumo médio per capita, confirmando a importância dessa localidade na absorção do consumo de água no estado de Goiás.

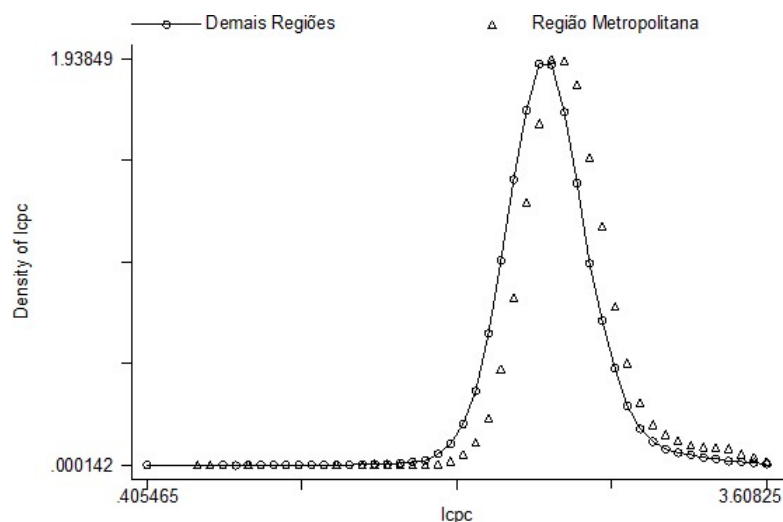


Figura 10 – Distribuição de frequência do logaritmo do consumo per capita da região metropolitana e demais regiões.

Fonte: Resultado da Pesquisa

A partir desse gráfico e do apontado nas referências empíricas é possível trabalhar com a hipótese de que usuários de diferentes localidades têm comportamentos de consumo diferentes e uma das principais explicações para essa variabilidade está diretamente relacionado com o rendimento do local. Assim sendo, é

possível ampliar o olhar para microregiões, que no caso desse trabalho são os bairros, isto é, os bairros que consomem uma maior quantidade de água são aqueles que, conseqüentemente, têm um maior rendimento médio, de forma que a reação dos consumidores frente a variações na tarifa se distinguem, também, de acordo com o nível de consumo.

Para obter uma melhor visualização dos níveis de consumo e como estes estão relacionados com o consumo médio per capita divide-se a amostra em quatro quantis, como mostra a Figura 10. À medida que o quantil aumenta, o nível de consumo médio per capita cresce. A variabilidade entre o primeiro quantil, que representa os 25% da amostra e que têm o menor consumo per capita, e o último, os 25% com o consumo per capita mais alto da amostra é de 54,84%, indicando que podem ser padrões distintos de consumo.

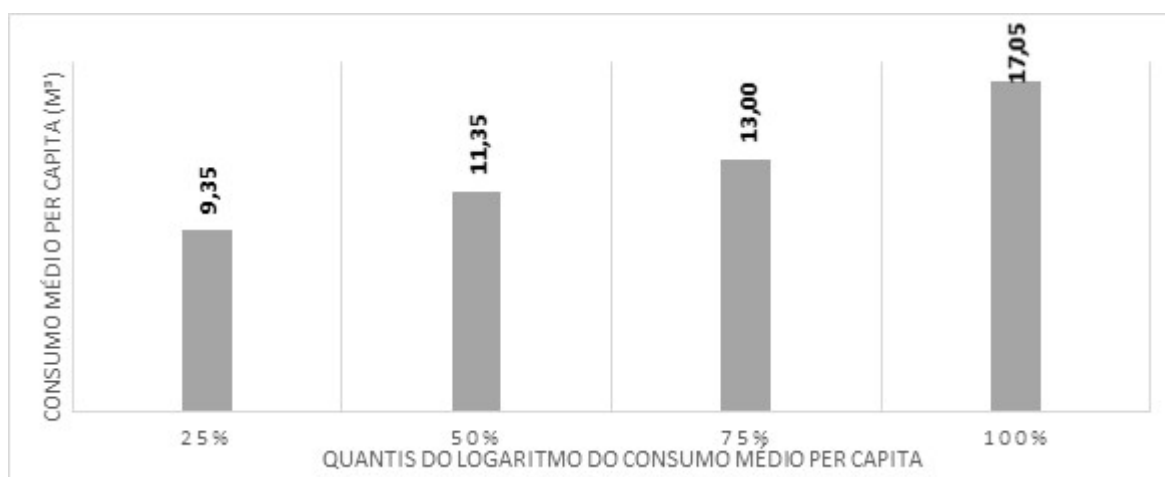


Figura 11 – Consumo médio per capita dividida em quantis.

Fonte: Resultado da Pesquisa

A Figura 11 ilustra o efeito preço nos diferentes níveis de consumo para a região metropolitana de Goiânia e para todo o estado de Goiás. O módulo do coeficiente do efeito preço, tanto para todo o estado de Goiás como para a região metropolitana de Goiânia, diminui do primeiro ao último quantil em 11,19% e 22,22% respectivamente. Esse resultado confirma a hipótese inicial de que usuários com menor níveis de consumo são mais sensíveis ao preço do que consumidores de níveis mais altos, essa sensibilidade é maior ainda para os usuários da região metropolitana de Goiânia.

4.2 Modelagem Econométrica

A equação (1), vista no capítulo anterior, é estimada através de regressão quantílica para a região metropolitana de Goiânia e para o estado de Goiás. Seguindo as orientações de Zeng et al. (2018) e Machado e Santos (2019) utiliza-se o comando *xtqreg* do software Stata 14 e se obtém a Tabela 7 com os valores estimados dos parâmetros das variáveis para três quantis selecionado¹. A coluna de 0,1 representa o primeiro quantil, com os 10% da amostra de menor consumo per capita. A de 0,5 indica os consumidores na mediana do consumo per capita, enquanto, a coluna identificada com 0,9 retrata o quantil com os 10% de maior consumo

Tabela 5 – Resultado das regressões

	Estado de Goiás			Região Metropolitana de Goiânia		
	Quantis			height		
	0,1	0,5	0,9	0,1	0,5	0,9
Mudança	-0,038*** [0,000]	-0,036*** [0,000]	-0,034*** [0,000]	-0,036*** [0,000]	-0,032*** [0,000]	-0,028*** [0,000]
Ln Tarifa de Energia	0,000 [0,237]	-0,017*** [0,000]	-0,04*** [0,000]	-0,014 [0,148]	-0,005 [0,325]	-0,027** [0,014]
Ln (%) Comércio	0,000 [0,000]	0,04*** [0,000]	0,06*** [0,000]	0,049*** [0,000]	0,076*** [0,000]	0,105*** [0,000]
Taxa de Crescimento Anual da Renda	0,000 [0,000]	0,03*** [0,000]	0,01*** [0,000]	0,115*** [0,000]	0,127*** [0,000]	0,14*** [0,000]
Ln Precipitação	0,000 [0,000]	-0,09*** [0,000]	-0,01*** [0,000]	-0,006*** [0,000]	-0,007*** [0,000]	-0,007*** [0,000]
Ln Nº de Crianças	0,000 [0,000]	1,12*** [0,000]	1,27*** [0,000]	1,296*** [0,000]	1,502*** [0,000]	1,729*** [0,000]
Ntrim2	-0,02*** [0,000]	-0,02*** [0,000]	-0,03*** [0,000]	-0,022*** [0,000]	-0,027*** [0,000]	-0,031*** [0,000]
Ntrim3	0,04*** [0,000]	0,04*** [0,000]	0,04*** [0,000]	0,018*** [0,000]	0,02*** [0,000]	0,021*** [0,000]
Ntrim4	0,03*** [0,000]	0,04*** [0,000]	0,05*** [0,000]	0,025*** [0,000]	0,03*** [0,000]	0,03*** [0,000]

Valores em colchete são referentes ao p-valor: (*), $p < 0,1$; (**), $p < 0,05$; (***), $p < 0,01$.
Fonte: Resultados da pesquisa

O efeito marginal da tarifa de água, ou efeito preço, é descrito pela variável mudança e reflete a reação do consumidor frente a variações positivas no preço do produto. Ela apresenta o sinal esperado pela literatura, negativo, e é estatisticamente significativo, de modo que, um aumento na tarifa diminui a quantidade consumida. Olhando para a mediana da distribuição, é possível afirmar que os reajustes tarifários tendem a reduzir o consumo em aproximadamente 3,6%, valor similar ao encontrado por Bachrach e Vaughan (1994), Andrade et al. (1995) e Clarke et al. (2017). Diante desse resultado, é possível analisar a eficiência da política tarifária da Saneago. Portanto, se o objetivo da política tarifária for unicamente frear o consumo, pode-se dizer que ela é eficaz, pois o coeficiente do efeito preço, de fato, diminui, porém essa política, por si só não é eficiente, dado que ela recai sobre aqueles que usualmente já consomem pouco.

¹ As tabelas com todos os quantis estimados, isto é, de 0,1 a 0,9 estão no Anexo

Isto é, os usuários situados nos quantis de menor consumo médio per capita são mais sensíveis à tarifa de água, sendo estes os que mais reduzem seu consumo dado um aumento no preço. A Figura 12 apresenta o comportamento do efeito preço em Goiás e na região metropolitana de Goiânia ao longo dos volumes consumidos.

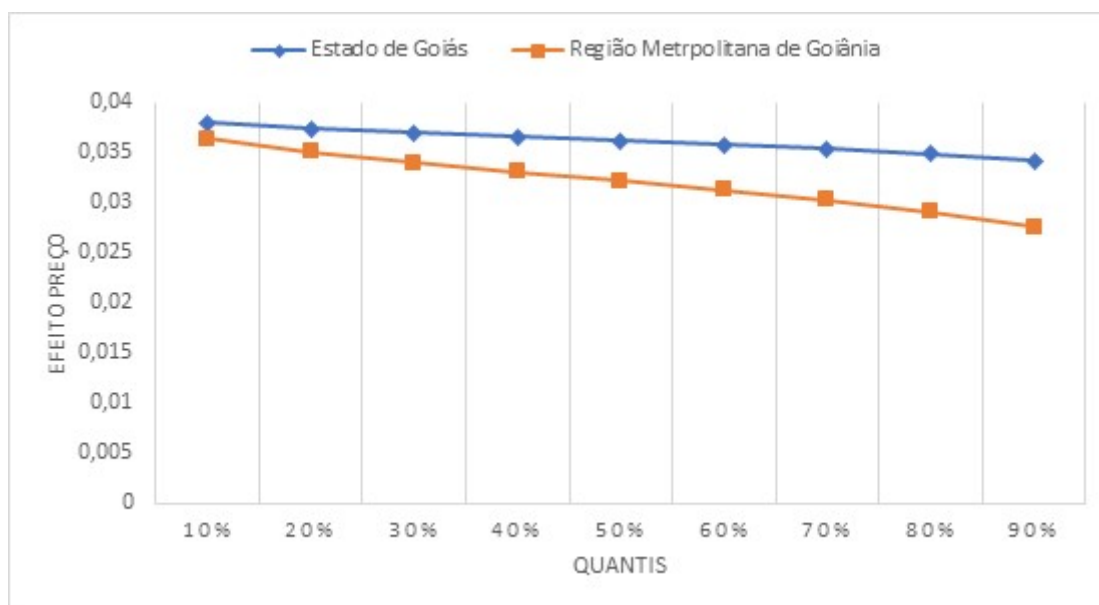


Figura 12 – Efeito Preço nos diferentes níveis de consumo de água na região metropolitana de Goiânia e no estado de Goiás

Fonte: Resultados da pesquisa

O módulo do coeficiente do efeito preço, tanto para todo o estado de Goiás como para a região metropolitana de Goiânia, diminui do primeiro ao último quantil em 11,19% e 22,22% respectivamente. Esse resultado confirma a hipótese inicial de que usuários com menor níveis de consumo são mais sensíveis ao preço do que consumidores de níveis mais altos, essa sensibilidade é maior ainda para os usuários da região metropolitana de Goiânia.

Com relação aos demais fatores de controle do modelo tem a energia elétrica pode ser considerada um bem complementar da água. Ou seja, a alteração no preço da energia tem influência na quantidade consumida de água. A variável de tarifa de energia está expressa em logaritmo e retrata a elasticidade da demanda dessa variável, isto é, como o usuário reage diante de alterações nela. Para o estado de Goiás ela é estatisticamente significativa e possui sinal negativo, a um intervalo de confiança de 10%, somente a partir do terceiro quantil, de modo prático, a tarifa de energia é um fator determinante da demanda de água somente para aqueles usuários que tem um consumo médio per capita acima de 9,79 metros cúbicos, já os usuários com uma demanda menor que esse valor o preço da energia elétrica não tem nenhum efeito sobre a quantidade demandada. Já na região metropolitana de Goiânia a energia elétrica não tem o comportamento de um bem complementar da água para usuários que consomem menos de 13,39 metros cúbicos, ou seja, ela influencia no consumo de apenas 40% da amostra com maior consumo médio per capita de água.

A taxa de crescimento anual da renda apresenta sinal positivo, esperado pela literatura, e é estatisticamente significativo em todos o quantis da amostra. O efeito dessa variável na demanda de água indica que um aumento na renda ocasiona um aumento na quantidade consumida, ou seja, a água é um bem normal, resultado similar aos estudos de Aghte e Billings(1987), Andrade et al. (1995), Melo e Neto (2007) e Acuña (2017). A participação do comércio em cada bairro é um fator que afeta positivamente a demanda, olhando para a mediana é possível inferir que o aumento de 1% dessa variável acarreta um

aumento de 4% na demanda de água para o estado de Goiás e de 7,6% na região metropolitana de Goiânia.

A precipitação, é o fator climático inserido no modelo, e o número de crianças com idade entre 0 e 10 anos, a característica demográfica do mesmo, eles, por sua vez, impactam de maneiras diferentes o uso da água. A elasticidade da precipitação é negativa, pois períodos chuvosos implicam em um maior conforto térmico e maior disponibilidade de água, principalmente se considerar o reuso da água da chuva, o que diminui a quantidade demandada. Entretanto, elasticidade do número de crianças é positiva, dado que crianças demandam um maior cuidado com a higiene para a prevenção de doenças e consequentemente, um maior gasto com recursos hídricos.

Do ponto de vista da teoria microeconômica há o conceito de utilidade marginal, que é definida como a satisfação obtida ao consumir uma unidade a mais de um determinado bem. Isto posto, pela perspectiva utilitarista, é possível afirmar então, que as localidades com maior nível de consumo têm uma satisfação menor em consumir um metro cúbico a mais de água do que as regiões com um menor volume consumido, pois a água é um bem normal e está sujeita a uma utilidade marginal decrescente. Ao considerar o caráter de essencialidade da água para a vida humana é válido dizer que cada unidade adicional para as áreas de maior sensibilidade ao efeito preço tem grande valia, uma vez que ela será destinada para a subsistência dos usuários, como por exemplo, melhorando a higiene pessoal e o saneamento. Em contrapartida, os bairros menos sensíveis à tarifa vão fazer uso desses metros cúbicos para fins decorativos e recreativos, como piscinas, irrigação de jardins e etc.

Por conseguinte, analisar a demanda de água apenas pela visão utilitarista pode não ser suficiente para a elaboração de políticas públicas eficientes com enfoque no consumo racional de água. É preciso compreender os aspectos socioeconômicos que envolvem a demanda. Nesse sentido, é concebível a ideia de que usuários que consomem mais água dispõem de um maior rendimento, por isto, serão menos sensíveis, ou elásticos, ao efeito preço. Logo uma política que queria diminuir o consumo residencial de água baseada somente no aspecto tarifário será ineficiente, pois níveis de consumo diferentes respondem de maneiras distintas ao preço, como mostrado na tabela de resultados. Isso ocorre porque os menores quantis, são aqueles que consomem só o imprescindível para sobreviver, de modo que um aumento tarifário causará uma economia maior nos bairros que, usualmente, já consome pouco. Sendo eles, em sua maioria, regiões periféricas, com grande densidade demográfica e número de criança, com pouca ou quase infraestrutura sanitária e pouco acesso à saúde. O aumento no preço restringirá o acesso a um bem essencial à vida para a parte mais vulnerável da população. Enquanto que a maior economia deveria ocorrer nos usuários de maior volume consumo e dispõe de sua utilidade marginal para finalidades que não são a sobrevivência ou produtiva. Contudo, a diferenciação entre os níveis de consumo, IBP, como política tarifária pode ser considerada eficaz na redução dos picos de grande quantidade consumida, mas ele é ineficiente em promover uma maior equidade no uso da água como suspeitavam Agthe e Billings (1987). Isso porque um aumento ao longo de todo o IBP, mesmo que diferenciado pelo consumo, tem um peso maior sobre os bairros de menor consumo que, frequentemente, são as regiões de maior fragilidade social.

Logo, a comprovação da hipótese dessa pesquisa é um instrumento para melhorar a gestão e elaboração de políticas ligadas aos recursos hídricos do estado, pois a política tarifária da água deve ser o mais eficiente possível, e em caso em que a eficiência não é alcançada, como é o caso do IBP, é preciso combinar políticas para alcançar o objetivo de racionalizar o consumo. Portanto, somente a política de preço adotada pela Saneago baseada na concessão de subsídios e na adoção de preços escalonados por faixa de consumo (IBP) não é suficiente para garantir um consumo racional de água no estado de Goiás. Desta maneira, políticas associadas ao comportamento do consumidor devem ser inseridas na gestão hídrica, como, por exemplo, baseado na média de consumo de cada localidade, é possível incluir nas contas de água estímulos positivos para aqueles consumidores que diminuíram seu consumo e negativos para os que

consumiram acima da média, como o apresentado no estudo de Miranda, Datta e Zoratto (2019), como mostrado na Figura 13.



Figura 13 – Política de incentivo positivo e negativo na Costa Ricas

Fonte: Resultado da Pesquisa.

5 Considerações finais

Este trabalho estima e explora o efeito preço em diferentes níveis de consumo de água no estado de Goiás e na região metropolitana. Para alcançar esse objetivo se investiga quais os fatores determinantes da demanda residencial por água para usuários de diferentes quantis de consumo. A princípio se considera a hipótese de que a sensibilidade ao preço diminui à medida que o volume consumido aumenta, e, portanto, provado os diferentes efeitos preço por quantil, somente a política tarifária discriminatória por IBP não promove um consumo racional e eficiente de água, do ponto de vista equitativo.

O trabalho se baseia em um painel não balanceado de informações mensais de consumo de água, os dados são agregados por bairros dos usuários da Saneago para o período de janeiro de 2014 a dezembro de 2016. As variáveis explicativas do modelo são a variação do preço de água, a tarifa de energia elétrica, a participação do comércio, a taxa de crescimento anual da renda, a precipitação e o número de crianças em cada localidade, em que todas elas são estatisticamente significativas. Após determinar esses fatores e os seus efeitos na demanda em cada nível consumido, é feita a análise do efeito da variação do preço ao longo dos quantis. Considerando as características dos dados, a estrutura tarifária e o objetivo de acompanhar o comportamento do efeito preço ao longo do volume consumido, a metodologia empregada é a das regressões quantílicas.

A variável que representa o efeito preço tem sinal negativo e é estatisticamente significativa em todos os níveis de consumo, mostrando que um aumento no preço leva a uma diminuição na demanda. Ao analisar essa variável ao longo dos quantis é possível ver que o valor do seu coeficiente diminui à medida que a quantidade de água consumida aumenta. Isto é, usuários que consomem grandes quantias de água são menos sensíveis a variações no preço do que aqueles que consomem pouco. Esse resultado confirma a hipótese principal desse trabalho que é a de que diferentes níveis de consumo têm sensibilidades diferentes ao preço. Ao compreender a natureza essencial da água, as externalidades positivas que o uso dela gera e a forma desigual de distribuição, é correto afirmar que as localidades que consomem menos, são justamente áreas de vulnerabilidade social, que tem o uso da água para o fim único de sobrevivência, enquanto aquelas regiões de maior consumo, utilizam esse bem para outras finalidades, como por exemplo a recreação. Com isto posto, é certo dizer que apenas a política tarifária não é eficiente em promover a equidade e racionalidade do uso racional de água. Isso porque, se o efeito preço é maior nas áreas que por natureza já consomem menos, sendo exatamente essas regiões que irão diminuir o consumo, enquanto as demais localidades, que utilizam a água para fins além da subsistência, vão economizar bem menos, quando comparados entre si.

Essa pesquisa demonstra a importância de um conhecimento detalhado da demanda residencial por água para a gestão dos recursos hídricos, uma vez que, a diversas variáveis que compõem o modelo tem diferentes efeitos em cada nível de consumo, confirmando que apenas uma política tarifária não é suficiente para restringir o consumo. Devido ao atual cenário de crise hídrica, estudos que incorporem uma análise distribucional mais profunda são de grande valia por apresentar mais detalhes à função de demanda para aumentar a assertividade das políticas destinadas ao uso dos recursos hídricos. Como apenas a política tarifária não promove um uso racional da água, uma solução seria combinar diferentes políticas, isto é, acrescentar uma política de incentivo positivo como o caso da Costa Rica Miranda, Datta e Zorato (2019).

A regressão quantílica, nesse trabalho, permite identificar a existência de diferentes efeitos preço dada a quantidade consumo, porém, apesar dos dados estarem agrupados por bairros não é possível haver uma identificação para a realização de políticas específicas. Por isso, como sugestão para estudos futuros

seria interessante incorporar os efeitos espaciais para explicar os padrões de consumo no estado de Goiás, pois ao conhecer o padrão de distribuição geográfica do consumo de água pode-se implementar políticas que incentivem o uso racional de água em regiões específicas, onde o consumo é alto, sem que haja efeito negativo em outras regiões.

Referências

- ACUÑA, Guillermo. Elasticidades de la demanda de agua en Chile. 2017.
- AGTHE, D.E.; BILLINGS, R.B. Dynamic models of residential water demand. **Water Resources Research** 16 (3), 476–480, 1980.
- AGTHE, D.E.; BILLINGS, R.B. Dynamic models of residential water demand. **Water Resources Research** 16 (3), 476–480, 1980.
- AGTHE, D.E.; BILLINGS, R.B. Equity, price elasticity, and household income under increasing block rates for water. **American Journal of Economics and Sociology** 46 (3), 273–286, 1987.
- AGTHE, D. E.; BILLINGS, R. B. Water-price effect on residential and apartment low-flow fixtures. **Journal of water resources planning and management** , v. 122, n. 1, p. 20-23, 1996.
- AGTHE, D.E.; BILLINGS, R.B. Equity and conservation pricing policy for a government-run water utility. **Journal of Water Supply Research and Technology** . AQUA 46 (5), 252–260, 1997.
- AL-QUANIBET, M.H.; JOHNSTON, R.S. Municipal demand for water in Kuwait: methodological issues and empirical results. **Water Resources Research** 2 (4), 433–438, 1985.
- ANA. Pacto Nacional pela Gestão das Águas: Construindo uma visão nacional. Brasília: Agência Nacional de Águas, v. 1, 2013a.
- ANDRADE, T. A. et al. Saneamento urbano: a demanda residencial por água. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v. 25, n. 3, p. 427-448, 1995.
- ARBUÉS, F.; GARCIA-VALIÑAS, M. Á.; MARTÍNEZ-ESPIÑEIRA, R. Estimation of residential water demand: a state-of-the art review. **Journal of Socio-Economics** 32, 2003.
- ARBUÉS, F.; BARBERÁN, R.; VILLANÚA, I. Water price impact on residential water demand in the city of Zaragoza. A dynamic panel data approach. Paper presented at the 40th European Congress of the European Regional Studies Association (ERSA) in Barcelona, Spain, 30–31 August, 2000.
- DE MARIA ANDRÉ, Diego; CARVALHO, José Raimundo. Spatial determinants of urban residential water demand in Fortaleza, Brazil. **Water resources management**, v. 28, n. 9, p. 2401-2414, 2014.
- BACHRACH, M.; VAUGHAN, W. J. Household water demand estimation. **Inter-American Development Bank**, 1994.
- BARROS, Fernanda Gene Nunes; AMIN, Mário M. Água: um bem econômico de valor para o Brasil e o mundo. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 4, n. 1, 2008.
- BARKATULLAH, N. OLS and instrumental variable price elasticity estimates for water in mixed-effects model under multiple tariff structure. **Working Papers in Economics**, Department of Economics, University of Sydney, 1996.
- BILLINGS, R.B. Specification of block rate price variables in demand models. **Land Economics** 58 (3), p. 386–393, 1982.
- BILLINGS, R. B.; DAY, W. M. Demand Management Factors in Residential Water Use: The Southern Arizona Experience. **Journal - American Water Works Association** , 81(3), 58–64, 1987.

- BRASIL. **Leinº9.433**, de 8 de janeiro de 1997 - Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Brasil: 1997.
- BRITO, L. T. L.; SILVA, A. S.; PORTO, E. R. Disponibilidade de água e a gestão dos recursos hídricos. In: BRITO; L. T. L.; MOURA, M. S. B.; GAMA, G. F. B. (Ed.). **Potencialidades da água de chuva no semiárido brasileiro**. Petrolina, PE: Embrapa Semiárido, 2007. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/159648/1/OPB1514.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2019.
- CANDIDO, A. F. D. C. **A água como bem econômico: o uso de instrumentos para combate da escassez na realidade brasileira** FEA- USP, (2015).
- CARDOSO, E. R. et. al. **Demanda Residencial Urbana De Água Sob Uma Estrutura De Preços Não Lineares Para Recife-Pe E Cuiabá-Mt**. In: Anais do XLIV Encontro Nacional de Economia [Proceedings of the 44th Brazilian Economics Meeting]. ANPEC-Associação Nacional dos Centros de Pós-Graduação em Economia [Brazilian Association of Graduate Programs in Economics], 2018.
- CARVER, P.H.; BOLAND, J.J. Short-run and long-run effects of price on municipal water use. **Water Resources Research** 16 (4), 609–616, 1980.
- CAVALCANTE, F. B. F. Consumo residencial de água em Uberlândia–Minas Gerais, Brasil (2006-2016): subsídios informacionais para gestão da demanda. 2019.
- CHARNEY, A.H.; WOODARD, G.C. A test of consumer demand response to water prices: comment. **Land Economics**, 60 (4), 414–416, 1984.
- CHICOINE, D.L.; RAMAMURTHY, G. Evidence on the specification of price in the study of domestic water demand. **Land Economics**, 62 (1), 26–32, 1986.
- CIEAU. CENTRE D'INFORMATION SUR L'EAU. Les ressources en eau dans le Monde, 7 ago. 2013. Disponível em: <<http://www.cieau.com/les-ressources-en-eau/dans-le-monde/ressources-en-eau-monde>>. Acesso em: 20 nov. 2019.
- CLARKE, J.M.; MCCAIG T.N. Excised-leaf water retention-capability as an indicator of drought resistance of Triticum geno-types. *Can. J. Plant Sci.* 62:571–578, 1982.
- COCHRAN, R.; COTTON, A. W. Municipal water demand study, Oklahoma city and Tulsa, Oklahoma. **Water Resources Research**, v. 21, n. 7, p. 941-943, 1985.
- COHIM, Eduardo. Consumo de água em residências de baixa renda, estudo de caso. In: 25 Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental-ABES—Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. 2009.
- CORRAL, L.; FISHER, A.C.; HATCH, N. Price and non-price influences on water conservation: an econometric model of aggregate demand under nonlinear budget constraint. Working Paper No. 881, Department of Agricultural and Resource Economics and Policy, University of California at Berkeley, 1998.
- DANDY, G.; NGUYEN T.; DAVIES, C. Estimating residential water demand in the presence of free allowances. **Land Economics**, 73 (1), 125–139, 1997.
- DANIELSON, Leon E. An analysis of residential demand for water using micro time-series data. **Water Resources Research**, v. 15, n. 4, p. 763-767, 1979.
- DIAS, D. M.; MARTINEZ, C. B.; LIBÂNIO, M. Avaliação do impacto da variação da renda no consumo domiciliar de água. **Engsanit ambient**, Belo horizonte, v. 15, n. 2, p. 155-166, abr./jun. 2010.

- FAO. ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA ALIMENTAÇÃO E AGRICULTURA. Corporate Document Repository. World Water Resources by Country. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/005/y>> Acesso em: 20 nov. 2019.
- FARIA, R. C. e NOGUEIRA, J. M. Métodos de precificação da água e uma análise dos mananciais hídricos do Parque Nacional de Brasília. *Revista Econômica do Nordeste*, Fortaleza, v. 35, nº 2, abr-jun. 2004.
- FERES, J.; REYNAUD, A.; ALBAN, T.; MOTTA, R. S. "Competitiveness and effectiveness concerns in water charge implementation: a case study of the Paraíba do Sul River Basin", *Water Policy*, v. 10, p. 595, 2008.
- FAEG. Preservação e Conservação da Água e do Solo: Estudo estratégico com proposta para enfrentar o desafio da escassez hídrica, 2018.
- FONTENELE, S.B. et al. Análise de agrupamento como suporte à gestão qualitativa da água subterrânea no semiárido cearense. *Revista Agro-ambiente On-line*, v. 4, n. 2, p. 86-95, 2010.
- FOSTER, H.S.J., BEATTIE, B.R., 1979. Urban residential demand for water in the United States. *Land Economics* 55 (1), 43–58, 1979.
- FOSTER, H.S.J.; BEATTIE, B.R., 1981a. On the specification of price in studies of consumer demand under block price scheduling. *Land Economics* 57 (2), 624–629, 1981^a.
- GARCÍA-RUIZ, J. M. et al. Mediterranean water resources in a global change scenario. *Earth- Science Reviews*, v. 105, n. 3-4, p. 121-139, 2011.
- GAUDIN, S.; GRIFFIN, R. C.; SICKLES, R. C. Demand specification for municipal water management: evaluation of the Stone-Geary form. *Land Economics*, v. 77, n. 3, p. 399-422, 2001.
- GIBBS, K.C. Price variable in residential demand models. *Water Resources Research* 14 (2), 15–18, 1978.
- GLENN, J.; GORDON, T.; FLORESCU, E. State of the Future. [S.l.]: MillenniumProject , 2009.
- GRIFFIN, R. C. **Water resource economics: The analysis of scarcity, policies, and projects**. MIT press, 2016.
- GRIFFIN, R. C.; CHANG, C. Pretest analyses of water demand in thirty communities. *Water Resources Research*, v. 26, n. 10, p. 2251-2255, 1990.
- GOTTLIEB, Manuel. Urban domestic demand for water: A Kansas case study. *Land Economics* , v. 39, n. 2, p. 204-210, 1963.
- HAJISPYROU, S.; KOUNDOURI P. PASHARDES, P. Household demand and welfare: implications of water pricing in Cyprus. *Environment and Development Economics* 7:659-685, Cambridge University Press. Printed in the United Kingdom, 2002.
- HANKE, S. H.; MARE, L. RESIDENTIAL WATER DEMAND: A POOLED, TIME SERIES, CROSS SECTION STUDY OF MALMÖ, SWEDEN 1. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association*, v. 18, n. 4, p. 621-626, 1982.
- HARLAN, S. L. et al. Household water consumption in an arid city: affluence, affordance, and attitudes. *Society and Natural Resources*, v. 22, n. 8, p. 691-709, 2009.
- HEWITT, J. A.; HANEMANN, W. M. A discrete/continuous choice approach to residential

water demand under block rate pricing. *Land Economics*, p. 173-192, 1995.

HÖGLUND, L., 1999. Household demand for water in Sweden with implications of a potential tax on water use. **Water Resources Research** 35 (12), p.3853–3863.

HOUSE-PETERS, L.; PRATT, B.; CHANG, H. Effects of urban spatial structure, sociodemographics, and climate on residential water consumption in hillsboro, oregon 1. **JAWRA Journal of the American Water Resources Association**, v. 46, n. 3, p. 461-472, 2010.

HOWE, C. W.; LINAWEAVER JR, F. Pierce. The impact of price on residential water demand and its relation to system design and price structure. **Water Resources Research** , v. 3, n. 1, p. 13-32, 1967.

HOWE, C. W. The impact of price on residential water demand: Some new insights. **Water Resources Research** v. 18, n. 4, p. 713-716, 1982.

HOYOS, D.; ARTABE, A. Regional differences in the price elasticity of residential water demand in Spain. *Water resources management*, v. 31, n. 3, p. 847-865, 2017.

JIMÉNEZ, D. F. et al. Efecto de la variabilidad climática sobre la demanda de agua para uso residencial urbano: el caso de la ciudad de Manizales, Colombia. **Revista Desarrollo y Sociedad**, n. 79, p. 91-124, 2017.

JOHANSSON, R. C. Pricing irrigation water: a literature survey. Washington, DC: World Bank, 2000. (Policy research working paper, n. 2449).

JONES, C. V.; MORRIS, J. R. Instrumental price estimates and residential water demand. *Water Resources Research*, v. 20, n. 2, p. 197-202, 1984.

KLAIBER, H. A. et al. Estimating the Price Elasticity of Demand for Water with Quasi Experimental Methods. 2010. KLAIBER, H. Allen et al. Estimating the Price Elasticity of Demand for Water with Quasi Experimental Methods. 2010.

KLEIBER, William; KATZ, Richard W.; RAJAGOPALAN, Balaji. Daily spatiotemporal precipitation simulation using latent and transformed Gaussian processes. **Water Resources Research**, v. 48, n. 1, 2012.

KULSHRETHA, S.N. Residential water demand in Saskatchewan communities: role played by block pricing system in water conservation. *Canadian Water Resources Journal* 21 (2), 139–155, 1996.

LIBÂNIO, P. A. C. Iniciativas de cooperação para GIRH e o Pacto Nacional. *Anais do XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*. ABRH, Bento Gonçalves-RS, 2013.

Lima, J.E.F.W.; Silva, E.M. “**Estimativa da contribuição hídrica superficial do Cerrado para as grandes regiões hidrográficas brasileiras**”. In: *Anais do XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*, 2007, São Paulo: ABRH, 2007.

LYMAN, R.A. Peak and off-peak residential water demand. *Water Resources Research* 28 (9), 2159–2167, 1992.

MANSUR, Erin T.; OLMSTEAD, Sheila M. The value of scarce water: Measuring the inefficiency of municipal regulations. **Journal of Urban Economics**, v. 71, n. 3, p. 332-346, 2012.

ALFRED, Marshall. **Principles of economics**. 1890.

MARTÍNEZ-ESPIÑEIRA, R., NAUGES, C., 2001. Residential water demand: an empirical analysis using cointegration and error correction techniques. Paper presented at the 35th Meetings of the

Canadian Economic Association, Montreal, June 1–3, 2001.

MARTÍNEZ-ESPIÑEIRA, R. Estimating water demand under increasing block tariffs using aggregate data and proportions of users per block. In: Pashardes, P., Swanson, T., Xepapadeas, A. (Eds.), *Current Issues in the Economics of Water Resource Management: Theory and Policy*. Kluwer Academic Publishers, Amsterdam, Chapter 2, pp. 27–46, 2002a.

MARTÍNEZ-ESPIÑEIRA, R. Residential water demand in the Northwest of Spain. *Environmental and Resource Economics* 21 (2), 161–187, 2002b

MATTOS, Z. P. B. Uma análise da demanda residencial por água usando diferentes métodos de estimação. *Pesquisa e planejamento econômico*, Rio de Janeiro, v. 28, n. 1, p. 207–224, abr. 1998.

MAZZANTI, M.; MONTINI, A. The determinants of residential water demand: empirical evidence for a panel of Italian municipalities. *Applied Economics Letters*, v. 13, n. 2, p. 107–111, 2006.

MCFADDEN, D.; PUIG, C.; KIRSCHNER, D., 1977. Determinants of the long-run demand for electricity. *American Statistical Association Proceedings of the Business and Economics Section* 72 (358), 109–113.

MELO, J. A. M., NETO, P. M. J. Estimação de funções de demanda residencial de água em contexto de preços não-lineares. *Pesquisa e Planejamento econômico [ppe]*, v.37, n. 1, abril 2007.

NASCIMENTO, D. S. Oferta e demanda de água potável em bairros do município de Jequié-BA. 2018.

NAUGHES, C., THOMAS, A. Privately-operated water utilities, municipal price negotiation, and estimation of residential water demand: the case of France. *Land Economics* 76 (1), 68–85, 2000.

NAUGES, C.; THOMAS, A. Dynamique de la consommation d'Eau potable des ménages: une étude sur un panel de communes françaises. *Economie et Prevision Numéro spécial 'Economie de l'Environnement et des Ressources Naturelles'*, 2001.

NEGRI, B. Urbanização e demanda de recursos hídricos na bacia do rio Piracicaba no Estado de São Paulo. *Anais*, p. 65–77, 2016.

NIESWIADOMY, M.L.; MOLINA, D.J., 1989. Comparing residential water estimates under decreasing and increasing block rates using household data. *Land Economics* 65 (3), 280–289.

NORDIN, J.A. A proposed modification on Taylor's demand–supply analysis: comment. *The Bell Journal of Economics* 7 (2), 719–721, 1976.

OECD. Governança dos Recursos Hídricos no Brasil. OECD Publishing. Paris. 2015 c. OPALUCH, James J. A test of consumer demand response to water prices: reply. **Land Economics**, v. 60, n. 4, p. 417–421, 1984.

ORNAGHI, Carmine; TONIN, Mirco. The effects of the universal metering programme on water consumption, welfare and equity. **Oxford Economic Papers**, 2018.

PINT, E., 1999. Household responses to increased water rates during the California drought. **Land Economics** 75 (2), 246–266, 1999.

POINT, P. Partage de la ressource en eau et demande d'Alimentation en eau potable. *Revue Economique* 44 (4), 849–862, 1993.

RENWICK, M.E.; ARCHIBALD, S.O. Demand side management policies for residential water use: who bears the conservation burden? **Land Economics** 74 (3), 343–359, 1998.

- RENWICK, M. E.; GREEN, R. D. Do residential water demand side management policies measure up? An analysis of eight California water agencies. **Journal of environmental economics and management**, v. 40, n. 1, p. 37-55, 2000.
- REYNAUD, A.; PONS, M.; PESADO, C. Household water demand in Andorra: impact of individual metering and seasonality. **Water**, v. 10, n. 3, p. 321,
- RENZETTI, Steven. Estimating the structure of industrial water demands: the case of Canadian manufacturing. **Land Economics**, p. 396-404, 1992.
- SCHLEICH, J.; HILLENBRAND, T. Determinants of residential water demand in Germany. **Ecological economics**, v. 68, n. 6, p. 1756-1769, 2009.
- SECIMA. Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Goiás. Goiânia: Secretaria Estadual de Meio Ambiente, Recursos Hídricos, Infraestrutura, Cidades e Assuntos Metropolitanos, 2015a.
- SEWELL, W.R.D.; ROUCHE, L. Peak load pricing and urban water management: Victoria, BC, a case study. *Natural Resources Journal* 14 (3), 383–400, 1974.
- SHIN, J. S. Perception of price when price information is costly: evidence from residential electricity demand. *The review of economics and statistics*, p. 591-598, 1985.
- SILVA, A. P. et al. Elasticidade-preço da demanda por água: usuário comercial do município de Araripina/PE. 2018.
- STEVENS, T.H.; MILLER, J., WILLIS, C. Effect of price structure on residential water demand. *Water Resources Bulletin* 28 (4), 681–685, 1992.
- SILVEIRA F. R.E.; TELES R. A. L.; GONDIM N.A, Cláudio André. Estimativa da Demanda de Água Residencial Urbana no Estado do Ceará. *Organizações Rurais Agroindustriais*, v. 11, n. 3, 2009
- Taylor, L.D. The demand for electricity: a survey. *The Bell Journal of Economics* 6 (1), 74–110, 1975.
- Taylor, L.D., Blattenberger, G.R., Rennhack, R.K. Residential energy demand in the United States. Tech. Rep., Report to the Electric Power Research Institute, Data Resource, Inc, 1981.
- WEF.ReportsHighlight.WorldEconomicForum,2016b.Disponivelem:<<http://reports.weforum.org/global-risks-2016/eos/country/BRA>>. Acesso em: 17 mai. 2019.
- WILLIAMS, M., 1985. Estimating urban residential water demand for water under alternative price measures. *Journal of Urban Economics* 18 (2), 213–225.
- WILLIAMS, M., SUH, B., 1986. The demand for urban water by customer class. **Applied Economics** 18 (2), 1275–1289.
- WORTHINGTON, A. C.; HOFFMAN, M. An empirical survey of residential water demand modelling. **Journal of Economic Surveys**, v. 22, n. 5, p. 842-871, 2008. WEF. The Global Risks Report. World Economic Forum. Geveva, p. 103. 2016 a. (REF: 080116).
- YOO, James et al. Estimating the price elasticity of residential water demand: the case of Phoenix, Arizona.**Applied Economic Perspectives and Policy**, v. 36, n. 2, p. 333-350, 2014.

Anexos

ANEXO A – Estrutura tarifária Saneago

Nesse anexo é apresentado a resolução normativa que autoriza o reajuste tarifário da Saneago para o ano de 2016. Na Figura ?? também é possível observar os blocos de consumo para todas as categorias de usuários.

1- TARIFAS BÁSICAS (Lei 14.939, Artigo 57, Parágrafo 8) - custo mínimo fixo:

Serão cobradas por economia de água faturada, e na ausência desta, por economia de esgoto faturada, as seguintes Tarifas Básicas:

Categoria Residencial Social	R\$ 5,79/mês
Categoria Residencial Normal	R\$ 11,57/mês
Categoria Comercial I	R\$ 11,57/mês
Categoria Comercial II	R\$ 5,79/mês
Categoria Industrial	R\$ 11,57/mês
Categoria Pública	R\$ 11,57/mês

2- TARIFAS / CONSUMO:

CATEGORIAS	Faixas de consumo / economia	T A R I F A S		
		ÁGUA (R\$/m³)	ESGOTO (R\$/m³)	
	(m³/mês)		Coleta e afastamento	Tratamento
Residencial Social	1 - 10	1,91	1,53	0,38
	11 - 15	2,16	1,73	0,43
	16 - 20	2,47	1,98	0,49

Sed mattis, erat sit amet gravida malesuada, elit augue egestas diam, tempus scelerisque nunc nisl vitae libero. Sed consequat feugiat massa. Nunc porta, eros in eleifend varius, erat leo rutrum dui, non convallis lectus orci ut nibh. Sed lorem massa, nonummy quis, egestas id, condimentum at, nisl. Maecenas at nibh. Aliquam et augue at nunc pellentesque ullamcorper. Duis nisl nibh, laoreet suscipit, convallis ut, rutrum id, enim. Phasellus odio. Nulla nulla elit, molestie non, scelerisque at, vestibulum eu, nulla. Ut odio nisl, facilisis id, mollis et, scelerisque nec, enim. Aenean sem leo, pellentesque sit amet, scelerisque sit amet, vehicula pellentesque, sapien.



CATEGORIAS	Faixas de consumo / economia	T A R I F A S		
		ÁGUA (R\$/m³)	ESGOTO (R\$/m³)	
	(m³/mês)		Coleta e afastamento	Tratamento
Residencial Normal	1 - 10	3,82	3,06	0,76
	11 - 15	4,32	3,46	0,86
	16 - 20	4,94	3,96	0,99
	21 - 25	5,61	4,49	1,12
	26 - 30	6,34	5,07	1,27
	31 - 40	7,23	5,78	1,45
	41 - 50	8,17	6,53	1,63
	+ 50	9,32	7,46	1,86
Pública	1 - 10	7,23	5,78	1,45
	+ 10	8,17	6,53	1,63
Comercial I (Médio e Grande Porte)	1 - 10	8,17	6,53	1,63
	+ 10	9,32	7,46	1,86
Comercial II (Pequeno Porte)	1 - 10	4,09	3,27	0,82
Industrial	1 - 10	8,17	6,53	1,63
	+ 10	9,32	7,46	1,86

Reajuste Linear: 9,16% para as tarifas e para o custo mínimo fixo

Figura 14 – Resolução Normativa Nº 0063/2016 - CR

Fonte: AGR

ANEXO B – Resultado total da Regressão Quantílica

Nesse anexo se apresenta os resultado da regressão quantílica para os quantis de 0,1 a 0,9 e os coeficientes das variáveis independentes estimados para todo o estado de Goiás e a Região Metropolitana.

Regressão Quantílica para o Estado de Goiás										
Variável	Quantis									
	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	
Mudança	(-0,030227***)	(-0,0374207***)	(-0,0369635***)	(-0,036555***)	(-0,0361649***)	(-0,0357594***)	(-0,0353434***)	(-0,0348543***)	(-0,0341952***)	
	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	
	0,0050924	(-0,0019416)	(-0,0072846*)	(-0,0120569***)	(-0,016616***)	(-0,0213544***)	(-0,0262155***)	(-0,0319304***)	(-0,0396316***)	
Ln Tarifa de energia	[0,237]	[0,565]	[0,009]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	
	0,166055***	0,24171***	0,0299175***	0,0350503***	0,0399539***	0,0450503***	0,0502786***	0,0564251***	0,0647081***	
	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	
Ln (%) Comércio	0,0408395***	0,0374839***	0,0349355***	0,0326583***	0,0304833***	0,0282229***	0,0259038***	0,0231775***	0,0195036***	
	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	
	(-0,0090152***)	(-0,0088928***)	(-0,0087998***)	(-0,0087167***)	(-0,086374***)	(-0,0085549***)	(-0,0084703***)	(-0,0083708***)	(-0,0082368***)	
Ln Precipitação	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	
	0,9760644***	1,2244***	1,57666***	1,8913***	1,119189***	1,150429***	1,182479***	1,220157***	1,270931***	
	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	
Ln N° de Criança	(-0,0203783***)	(-0,021277***)	(-0,0219596***)	(-0,0225693***)	(-0,0231517***)	(-0,0237571***)	(-0,0243781***)	(-0,0251082***)	(-0,0260921***)	
	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	
	0,0363089***	0,0369224	0,0373885***	0,0378048	0,0382025***	0,0386158***	0,0390398***	0,0395383***	0,0402101***	
Durim3	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	
	0,0289215***	0,0318721	0,0341134***	0,0361152	0,0380277	0,0400153	0,0420544***	0,0444516***	0,0476821***	
	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	
Dtrim4	(-0,0203783***)	(-0,021277***)	(-0,0219596***)	(-0,0225693***)	(-0,0231517***)	(-0,0237571***)	(-0,0243781***)	(-0,0251082***)	(-0,0260921***)	
	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	
	0,0363089***	0,0369224	0,0373885***	0,0378048	0,0382025***	0,0386158***	0,0390398***	0,0395383***	0,0402101***	
Dtrim3	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	
	0,0289215***	0,0318721	0,0341134***	0,0361152	0,0380277	0,0400153	0,0420544***	0,0444516***	0,0476821***	
	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	
Dtrim2	(-0,0203783***)	(-0,021277***)	(-0,0219596***)	(-0,0225693***)	(-0,0231517***)	(-0,0237571***)	(-0,0243781***)	(-0,0251082***)	(-0,0260921***)	
	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	
	0,0363089***	0,0369224	0,0373885***	0,0378048	0,0382025***	0,0386158***	0,0390398***	0,0395383***	0,0402101***	
Durim4	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	
	0,0289215***	0,0318721	0,0341134***	0,0361152	0,0380277	0,0400153	0,0420544***	0,0444516***	0,0476821***	
	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	[0,000]	
Valores em colchete são referentes ao p-valor. (*) p<0,1; (**) p<0,05; (***) p<0,01%.										
Fonte: Resultado da Pesquisa										

Região Metropolitana											
Variável	Quantis										
	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%		
Mudança	(-0,036402***) [0,000]	(-0,0350406) [0,000]	(-0,034019) [0,000]	(-0,0331014) [0,000]	(-0,0321902) [0,000]	(-0,0312615) [0,000]	(-0,0302719) [0,000]	(-0,0291332) [0,000]	(-0,0275732) [0,000]		
Ln Tarifa de energia	-0,0145203 [0,148]	0,0080365 [0,309]	0,0031714 [0,631]	(-0,0011981) [0,838]	(-0,0055378) [0,325]	(-0,0099603) [0,097]	(-0,0146732) [0,036]	(-0,0200962) [0,019]	(-0,027525) [0,014]		
Ln (%) Comércio	0,0494579 [0,000]	0,0580924 [0,000]	0,0645713 [0,000]	0,0703902 [0,000]	0,0761693 [0,000]	0,0820588 [0,000]	0,0883351 [0,000]	0,0955569 [0,000]	0,1054499 [0,000]		
Taxa de Crescimento Anual da Renda	0,1146983 [0,000]	0,1186444 [0,000]	0,1216055 [0,000]	0,1242648 [0,000]	0,126906 [0,000]	0,1295976 [0,000]	0,132466 [0,000]	0,1357665 [0,000]	0,1402878 [0,000]		
Ln Precipitação	(-0,0062725) [0,000]	(-0,0064192) [0,000]	(-0,0065292) [0,000]	(-0,0066281) [0,000]	(-0,0067263) [0,000]	(-0,0068263) [0,000]	(-0,006933) [0,000]	(-0,0070557) [0,000]	(-0,0072237) [0,000]		
Ln N° de Criança	1,29592 [0,000]	1,36264 [0,000]	1,41271 [0,000]	1,45767 [0,000]	1,5023 [0,000]	1,54785 [0,000]	1,596346 [0,000]	1,63215 [0,000]	1,72860 [0,000]		
Dtrim2	(-0,0220659) [0,000]	(-0,0235268) [0,000]	(-0,024623) [0,000]	(-0,0256075) [0,000]	(-0,0265853) [0,000]	(-0,0275818) [0,000]	(-0,0286437) [0,000]	(-0,0298656) [0,000]	(-0,0315394) [0,000]		
Dtrim3	0,0182772 [0,000]	0,0187261 [0,000]	0,019063 [0,000]	0,0193655 [0,000]	0,0196659 [0,000]	0,0199721 [0,000]	0,0202984 [0,000]	0,0206739 [0,000]	0,0211882 [0,000]		
Dtrim4	0,0246098 [0,000]	0,0263658 [0,000]	0,0276834 [0,000]	0,0288668 [0,000]	0,0300421 [0,000]	0,0312398 [0,000]	0,0325162 [0,000]	0,0339849 [0,000]	0,0359968 [0,000]		
Valores em colchete são referentes ao p-valor. (*) p<0,1; (**) p<0,05; (***) p<0,01%.											
Fonte:Resultado da Pesquisa											

Figura 15 – Resultado de todos os Quantis

Fonte:AGR