



Universidade de Brasília
Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e
Gestão de Políticas Públicas - FACE
Departamento de Economia

DEMANDA RESIDENCIAL DE ÁGUA NO DISTRITO FEDERAL: UM ESTUDO ECONOMÉTRICO

PEDRO LUÍS ESCOBAR BRUSSI FILHO

Brasília - DF
2017



Universidade de Brasília
Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e
Gestão de Políticas Públicas - FACE.
Departamento de Economia

DEMANDA RESIDENCIAL DE ÁGUA NO DISTRITO FEDERAL: UM ESTUDO ECONOMÉTRICO

PEDRO LUÍS ESCOBAR BRUSSI FILHO

Monografia apresentada ao Departamento
de Ciências Econômicas da Universidade
de Brasília, como requisito parcial para
obtenção do título de Bacharel em
Economia

Orientador: Prof. Dr. Moisés de Andrade Resende Filho

Brasília - DF
2017

BRUSSI FILHO, Pedro Luís Escobar.

Demanda residencial de água no Distrito Federal: um estudo econométrico/ Pedro Luís Escobar Brussi Filho. Brasília – DF, 2017,40 págs.

Monografia (bacharelado) – Universidade de Brasília, Departamento de Economia, 2017.

Orientador: Prof. Dr. Moisés de Andrade Resende Filho, Departamento de Economia.

1. Introdução 2. Capítulo 1: Modelos e impactos da precificação da água 3. Capítulo 2: Situação hídrica do Distrito Federal 4. Capítulo 3: Metodologia 5. Conclusão 6. Referências Bibliográficas.

Demanda residencial de água no Distrito Federal: um estudo econométrico

PEDRO LUÍS ESCOBAR BRUSSI FILHO

Banca Examinadora

.....
Prof. Dr. Michael Christian Lehmann
Membro

.....
Prof. Dr. Moisés de Andrade Resende Filho
Orientador

Brasília - DF
2017

Agradecimentos

Primeiramente agradeço à minha família por dar todo o apoio e possibilitar fazer tudo que conquisei durante a vida. Aos meus pais, Pedro Luís e Cibele, e minhas irmãs Juliana e Anna Luísa, por sempre incentivarem meus estudos e também assistirem os treinos de apresentação e me darem dicas para um melhor desempenho. Por dividirem comigo momentos alegres e tristes, pelas brincadeiras, brigas, implicações, pelos momentos inesquecíveis e pelos esquecíveis também, amo todos vocês.

Agradeço também aos meus tios, tias, primos, primas, avôs e avós, que também fizeram parte da minha formação e estavam dispostos a me ajudar com qualquer problema que apresentasse durante toda minha formação acadêmica.

Agradeço aos amigos que conheci durante o período da UnB e também aos amigos que me acompanham de tempos mais longínquos. Amigos que me ajudaram muito no meu processo de aprendizagem, escutaram minhas reclamação e comemorações, pois as emoções devem ser compartilhadas. Obrigado, principalmente, José Eduardo, Rafael Alcântara, Marcello Ponce, Pedro Vilela, Valeska Fialho, Rayane Beserra, Nathalia Morais, Nathália Mendes, Ingrid Ramalho, Thiago Campos, Emily Wanzeller, Daniel Rivas, Smailey Lucas e tantos outros.

Agradeço ao professor Moisés de Andrade Resende Filho, que me orientou nessa monografia e no trabalho de pesquisa anterior a ela, por sua paciência, disponibilidade e comprometimento e sem a sua ajuda esse trabalho não seria possível. Agradeço ao professor Michael Christian Lehmann, por sua disponibilidade e por me ensinar tanto em suas aulas e no trabalho de monografia.

Agradeço aos professores que passaram pela minha jornada, sendo eles do departamento de economia ou não, pois sairei do curso de uma maneira diferente de como eu entrei. As minhas escolas antes de entrar na universidade.

Um Muito Obrigado a Todos!

RESUMO

Esse estudo analisou a demanda residencial de água do Distrito Federal e o impacto de variações em preços e renda no consumo de água dos domicílios. Foi utilizada a Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios (PDAD) e o Anuário Estatístico do Distrito Federal como fontes dos dados. Estimaram-se modelos de demanda duplo log por Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) controlando-se para efeitos fixos de região administrativa e ano. A especificação do modelo econométrico permitiu obter efeitos de dois grupos, um que compreende as 16 regiões administrativas de renda alta e o outro grupo com as 13 regiões administrativas de renda baixa. Os resultados mostram que para o primeiro grupo de alta renda a elasticidade preço da água é -2,649 e para o segundo grupo, -0,627. Ademais, a estimativa da elasticidade renda para o grupo de alta renda foi -0,550 (bem inferior) e para o grupo de baixa renda foi 0,177 (bem normal).

Palavras-chave: Recursos hídricos, água, efeitos fixos, demanda residencial, avaliação de políticas públicas, Distrito Federal, tarifas em bloco.

Classificação JEL: C33, Q25, Q28.

ABSTRACT

This study analyzed the residential demand for water in the Federal District of Brazil and the impact of changes in prices and income on household water consumption. The District Household Sample Survey (PDAD) and the Statistical Yearbook of the Federal District were used as data source. Double log demand models were estimated by Ordinary Least Squares (OLS), controlling for fixed effects of administrative region and year. The specification of the econometric model allowed generating estimates for two income groups, the high income group that comprises 16 administrative regions and the low income group with 13 administrative regions. The estimates show that the own price elasticity of water is -2.649 for the high income group and -0.627 for the low income group. In addition, the estimates of income elasticity were -0.550 (inferior good) for the low income group and 0.177 (normal good) for the low income group.

Keywords: Water resources, water, fixed effects, residential demand, public policy evaluation, Federal District, block rate structure.

JEL Classification: C33, Q25, Q28.

Listas de Quadros

Quadro 1: Pontuação para classificação de imóveis residenciais.....	23
Quadro 2: Classificação dos imóveis residenciais.....	23
Quadro 3: Estrutura tarifária	24
Quadro 4: Tarifas dos serviços públicos de abastecimento de água e esgotamento sanitário a vigorar no período de 1º de março de 2011 a 29 de fevereiro de 2012...25	
Quadro 5: Tarifas dos serviços públicos de abastecimento de água e esgotamento sanitário a vigorar no período de 1º de março de 2012 a 28 de fevereiro de 2013...26	
Quadro 6: Estatísticas Descritivas	30
Quadro 7: Regressões sobre o consumo de água no Distrito Federal	33

Sumário

Introdução	9
Capítulo 1: Modelos e impactos da precificação da água	10
1.1. Precificação da água pelo custo médio	14
1.2. Precificação da água pelo preço de pico	14
1.3. Precificação da água pelo método de valoração contingente	15
1.4. Precificação da água pelo método da demanda tudo ou nada	15
1.5. Precificação da água pelo custo marginal	16
1.6. Precificação da água pelo custo marginal de longo prazo	16
1.7. Precificação da água com base na demanda por água como bem de consumo final	17
1.8. Precificação da água pelo método de preços hedônicos	18
1.9. Precificação da água pelo método <i>second best</i>	18
1.10. Precificação da água pelo método das tarifas em blocos	18
1.11. Considerações Finais	19
Capítulo 2: Situação hídrica do Distrito Federal	20
Capítulo 3: Metodologia	27
3.1. Modelo econométrico	31
Conclusão	36
Referências Bibliográficas	37

Introdução

A água é um bem essencial para a sobrevivência humana, mas que por muito tempo foi tratado como um bem de disponibilidade infinita. No entanto, devido ao aumento populacional e da poluição dos rios, mares e de água subterrâneas, a perspectiva muda no sentido de que a água deve ser tratada como um bem finito, sendo uma das medidas necessárias para se chegar ao consumo racional da água a sua precificação.

O Distrito Federal (DF) experimentou um aumento populacional de aproximadamente 25% de 2000 a 2010, segundo dados do Censo Demográfico de 2010. Nesse período, a oferta de água no DF não acompanhou esse crescimento populacional, tornando ainda mais importantes estudos sobre a demanda de água como subsídio ao planejamento e execução de investimentos com vistas a evitar racionamentos de água. Além disso, no ano de 2017 o DF foi obrigado a iniciar o racionamento de água em forma de rodízio sob pena de os reservatórios não conseguirem abastecer a região do DF durante o ano inteiro. Ademais, dentre os estados brasileiros, o Distrito Federal é o que apresenta o maior índice de Gini, de forma que é o estado mais desigual, segundo a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD, 2013). Dessa maneira o consumo e o crescimento do consumo não se dão da mesma forma em todas as regiões administrativas do Distrito Federal, de forma que isso também se torna extremamente importante para planejamento hídrico da região.

O presente trabalho tem como objetivo estimar a demanda por água do Distrito Federal (DF) no período de 2011 a 2014 para 29 das 31 regiões administrativas (RAs) do DF, utilizando-se as variáveis: consumo residencial, preço, número de residências, pessoas com pelo menos o ensino médio completo, média das temperaturas máximas, umidade relativa, número de dias de chuva, renda domiciliar, porcentagem de pessoas com mais de 60 anos na RA, porcentagem das pessoas com menos de 14 anos na RA. As regiões administrativas foram agrupadas em dois grupos: um de alta renda com 16 RAs e um de baixa renda com 13 RAs. Os dados foram retirados da Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios (PDAD) e o Anuário Estatístico do Distrito Federal. A demanda por água residencial no DF foi estimada como um modelo de painel de dados com efeitos fixos de RA e adotando-se uma especificação que possibilita captar diferenças das elasticidades entre os dois grupos de renda das RAs.

Capítulo 1: Modelos e impactos da precificação da água

No passado recente a água era tratada como um bem livre, devido a sua abundância na natureza. Entretanto, com o aumento da população e da poluição, a oferta de água diminuiu pela poluição e a demanda de água aumentou pelo aumento populacional, então passou a ser necessário considerar a água um bem econômico, ou seja, um recurso escasso. Por conta disso é importante que existam incentivos para que as pessoas utilizem racionalmente os recursos hídricos. Tais incentivos podem vir na forma de leis, regulamentos, pregações filosóficas, proselitismo cívico e campanhas educativas. Embora essas medidas sejam importantes para a mudança de comportamento da população, não têm se mostrado eficazes na racionalização do consumo de água. Por conta disso, é importante cobrar pelo uso da água, mas para isso, é necessário primeiro precificar a água. (FERNANDEZ e GARRIDO, 2002).

Há um debate sobre quem deve gerenciar a água, podendo este ficar a cargo do Estado ou da iniciativa privada com o Estado apenas garantindo o direito de propriedade e as regras do jogo. Um argumento para deixar o gerenciamento da água com a iniciativa privada é de que se há um mercado de água sem barreiras à entrada de empresas com a capacidade necessária para retirar e comercializar água, o custo e o preço resultantes seriam menores, pois, a competição entre empresas selecionaria as mais eficientes e que praticam menores preços, o que geraria ganhos para as empresas e consumidores. O argumento para o serviço ser estatal é que esse mercado tende ao monopólio natural por apresentar altos custos fixos. Além de que, normalmente, o fornecimento de água, devido aos elevados custos de transporte, acaba produzindo monopólios espaciais. Há ainda a questão da economia de escopo no setor, de forma que a integração de vários serviços, como fornecimento de água, esgoto e tratamento da água e esgoto, faça com que os custos diminuam, facilitando um monopólio (ABBOTT e COHEN, 2009).

No Brasil todas as nascentes, rios ou águas subterrâneas em terras nacionais pertencem à União, de forma que o Estado promove o serviço de abastecimento de água e saneamento básico, em algumas cidades com empresas de economia mista. O Estado pode outorgar o uso da água para algumas pessoas ou empresas, de forma que ele autoriza a retirada de determinada quantidade de água da natureza para uso próprio, entretanto, não autoriza sua venda (RESENDE FILHO et al., 2011). Um primeiro fator a ser observado na precificação da água diz respeito à sustentabilidade econômico-financeira do fornecimento de água, o qual deve arrecadar o suficiente para suprir os custos. A equidade é outro fator importante, por isso muitas vezes são concedidos

subsídios ao consumidor ou a adoção da cobrança por faixa de renda (FARIA e NOGUEIRA, 2004).

Entende-se por sustentabilidade financeira de uma empresa a capacidade desta de conseguir autoprover seus recursos financeiros, de modo que a empresa pense que terá meios de se sustentar e manter sua produtividade competitiva como se ela fosse durar para sempre, conseguindo enfrentar contratempos de forma que se mantenha sua estabilidade institucional, técnica, política e financeira, por um longo período de tempo, e conservando sua autonomia financeira, o equilíbrio do crescimento e o nível de negócio (FERNANDES e MEIRELLES, 2013). No caso da empresa que fornece os serviços de abastecimento e saneamento básico, esses fatores adversos podem ser secas, necessidades de investimentos para ampliação do serviço objetivando sua universalização; chuvas intensas; acidentes, de modo que se necessite de manutenção, avanços tecnológicos com o objetivo de diminuição do desperdício da água no seu trajeto, etc.

Os indicadores financeiros devem possuir algumas características importantes, são elas: a) induzir a estratégia em toda a organização e são, portanto, *top/down*, devendo induzir os comportamentos desejados nos funcionários da empresa; b) ser adequados para responder ao gestor se ele está ou não atingindo suas metas; c) reduzir a discordância de focos – desentendimentos quanto ao que é ou não importante; e d) disseminar o uso universal de conceitos, linguagem comum (FERNANDES e MEIRELLES, 2013).

Entretanto, normalmente se é cobrado o custo corrente gasto com a distribuição da água, onde não se inclui, por exemplo, o investimento para melhorar o serviço e a valorização da água bruta. Desse modo, o governo tem que custear esse investimento, ou o serviço prestado fica com uma qualidade inferior a desejada. De toda forma, para se ter uma boa precificação da água, é necessário saber como se comporta a demanda, de modo, a conseguir prever situações adversas e se antecipar a estas (MORAES et al., 2015; AIDAM, 2015; RENZETTI et al., 2015; e RESENDE FILHO et al., 2011).

Além disso, a precificação da água deve prezar pela justiça em suas três aproximações de processo distributivo, oportunidades e resultados, pela equidade ao levar em conta a capacidade de pagamento dos consumidores e suas vulnerabilidades e pelos custos inter geracionais, critério este que tem sido cada vez mais valorizado no caso de grandes construções de infraestrutura. Para poder planejar e calcular esses custos é importante saber a demanda de água daquela população e qual é a diferença de

comportamento entre as rendas, ou qualquer característica relevante que divirja grupos (COOPER et al., 2014).

É importante também para a empresa, que seu planejamento consiga se adaptar frente a mudanças sazonais tanto na demanda, como na oferta da água, fazendo mudanças de preços ou mais investimentos se for necessário. Além disso, o consumo de água não é uniforme durante o ano, pois vários fatores afetam a demanda por água, como por exemplo, clima, preço cobrado, localização e características do domicílio. O consumo de água também varia de acordo com o dia da semana e a hora do dia, sendo isso relevante em relação à distribuição de água, como a pressão sob os canos e a hora que ela varia. E para entender essas mudanças é importante compreender muito bem como preço, características da casa e localização afeta a demanda por água (GHIMIRE et al., 2016). A região do Distrito Federal é dividida em duas épocas do ano, sendo uma época chuvosa, e uma época de seca. Dessa forma, na época de seca a oferta de água diminui, pelo índice pluviométrico baixo, e a demanda por água aumenta, então, todos os fatores citados são importantes para o planejamento, objetivando não faltar água durante o ano todo, principalmente durante o período de seca.

A elasticidade preço da água é importante para uma política de precificação da água, pois mostra o quanto as pessoas vão economizar de água com um aumento de preço. Assim, os consumidores equalizam o custo marginal ao benefício marginal de consumir.

O nível de informação das pessoas também é um aspecto importante para se determinar o impacto dos preços. Por isso a transparência da política de preços é importante para seu funcionamento, de modo que um consumidor consiga saber como é o critério da cobrança da água e verificar seu funcionamento (MA et al., 2014).

A água pode ser tanto um bem público como um bem privado, pois em seu consumo ela é privada, e no seu consumo para lazer ela é um bem público, pois seu uso não é excludente. Neste trabalho trataremos da água em seus usos privados, ou seja, que seu uso faz com que outra pessoa não seja capaz de utilizá-la. Assim, para a precificação da água é importante abordar a questão dos usos múltiplos da água. Sendo os usos privados da água: abastecimento humano, incluindo coisas como beber água, tomar banho, lavar e casa e etc.; abastecimento industrial, que é a utilização da água para fazer os produtos da indústria; irrigação; geração de energia, pois quando a água está represada para se gerar energia, a utilização dela fica impedida, pois se necessita determinado nível da água para se conseguir a força de queda necessária para tal ato; fertirrigação, que é a utilização da água como diluidor do vinhoto liberado na

fertirrigação; diluição de poluentes industriais, pois a água é o maior diluidor que existe na superfície da terra; diluição de esgotamento sanitário, que é muito importante para a diminuição de doenças na cidade e grande responsável pelo aumento da expectativa de vida.

Assim, para cada uso da água, existe uma função de demanda, e conseqüentemente uma elasticidade preço diferente, e isso faz com que a precificação de cada uso da água tenha que ser diferente, pois para conseguir o resultado de consumo ótimo, é necessário que o preço reflita as condições de cada uso da água (FERNANDEZ e GARRIDO, 2002).

Além disso, para não causar reação contrária por parte dos usuários pagadores, nem um efeito indesejado nos custos dos produtos, os preços da água devem se situar dentro da capacidade de pagamento dos consumidores, preferencialmente inferior ao seu custo de oportunidade nas várias modalidades de uso (FERNANDEZ e GARRIDO, 2002). Assim, além de levar em conta a renda do usuário, é necessário olhar a modalidade de uso da água que está sendo vigente no momento para o usuário e também saber qual é a capacidade de pagamento dos consumidores.

A respeito da elasticidade-preço do consumo residencial, existe uma importante discussão sobre a percepção dos consumidores sobre os preços da água, onde alguns autores argumentam que o preço marginal é o que os consumidores levam em conta, pois isso faria com que eles calculassem o seu consumo ótimo de água, e outros autores argumentam que o preço médio é o utilizado, pela dificuldade e os custos de se entender as tarifas de água, onde os consumidores agiriam pela média dos preços cobrada.

MA et al. (2014) sugerem que as camadas mais pobres de Pequim respondem aos preços marginais, pois a mudança de preços impacta sua renda de forma mais forte que a classe média, pois a utilidade ganha com a economia de água supera os custos de se fazer os cálculos. E a classe média responde a média dos preços, pois os custos de se informar e fazer as contas, podendo ser esse custo o esforço de se fazer essa operação, são mais altos que a eventual perda de utilidade do consumo. As classes mais altas da cidade de Pequim não respondiam ao aumento de preços, por esse aumento na conta de água não impactar sua renda de forma relevante.

Olmstead et al. (2007) avaliaram um modelo de demanda de água comparando o aumento de preços em uma tarifa em bloco com o aumento de preços volumétricos uniformes e descobriu que a elasticidade-preço variou de acordo com diferenças na estrutura de preços. Entretanto, muitas vezes o método usado pode fazer com que as camadas mais pobres sofram uma redução de consumo bem maior que as mais altas, e

por isso aconteceria uma alta perda de bem-estar envolvida nesta operação. Renzetti et. al. (2015) utilizaram um modelo não linear de demanda com a população sendo dividida em decis. Esses autores encontraram que no caso de região de British Columbia no Canadá, com um aumento de preços com a tarifa volumétrica com preços constantes, os consumidores de renda maior diminuiriam mais o seu consumo que os de renda menor, conseguindo fugir mais dos preços mais altos e piorando a distribuição de renda, sendo que as camadas dos primeiros decis aumentaram seus gastos em água quase no mesmo montante dos aumentos dos preços. Isso fez com que um aumento linear dos preços não incentivasse o consumo ótimo e, ainda, aumentassem a desigualdade no local, penalizando mais as camadas mais pobres, que não conseguem substituir seu consumo de água.

1.1. Precificação da água pelo custo médio

O método que estabelece o preço da água de acordo com o custo médio permite que cada usuário pague uma proporção considerada “justa” do total de despesas geradas, isso para se considerar a capacidade de pagamento de cada usuário, e as variáveis de renda. Ademais, esse método tem as vantagens de garantir a recuperação dos custos envolvidos no fornecimento do serviço e de ser de fácil implementação. Entretanto o método pode fazer o preço desviar do preço marginal, fazendo com que o serviço não gere a alocação de recursos eficiente, pois como o custo de cada consumidor é difundido no preço de todos os consumidores, ou seja, esse método não é eficiente no ponto de vista de evitar racionamentos de água, pois as pessoas irão consumir mais água do que o socialmente desejado, gerando perdas de bem-estar intergeracionais, ou até racionamentos de água no presente (FARIA e NOGUEIRA, 2004).

Outro problema relacionado é que o método não precifica a água bruta, como cobranças pelo uso da água para geração de energia. Além disso, como o custo médio pode mudar muito de um ano para o outro, por exemplo, por conta de investimentos necessários, é difícil a mudança de preços de forma eficiente. A política também pode tratar os desiguais de forma igual, de forma que aumente a desigualdade da sociedade.

1.2. Precificação da água pelo preço de pico

Os preços de pico são uma mudança no preço em períodos onde a demanda está muito alta ou a oferta muito baixa (problemas sazonais). Por exemplo, em determinadas épocas do ano a oferta não é o bastante para cobrir toda a demanda, o que gera um custo adicional nessa época do ano e justifica o aumento do preço (FARIA e NOGUEIRA, 2004).

Esse é um método que sozinho não contém elementos o bastante para a precificação da água, pois não determina o preço dela, apenas fala para ter uma variação em épocas escassas. Entretanto é muito importante levar em consideração a sazonalidade da oferta de água, pois isso evita que aconteça racionamento e falta desse recurso indispensável para a vida. Além disso, Ghimire et al.(2016) achou uma relação de que em períodos secos a demanda de água também aumenta, sendo importante adotar táticas para que se criem mecanismos para que diminua o consumo de água nessas épocas, e para isso é importante saber qual o período com o gasto maior e a dimensão do impacto no consumo, para se conseguir chegar a um consumo condizente com a oferta de água. Assim, é importante que esse método esteja incluso em outros métodos.

1.3. Precificação da água pelo método de valoração contingente

O método de valoração contingente é utilizado principalmente quando não existe um mercado anterior, e é feita por meio de questionários perguntando qual seria a disposição a pagar de consumidor a respeito da provisão desse bem, a respeito de quantidade ou qualidade. Geralmente é feito ou com o entrevistador perguntado o valor máximo que seria pago pelo bem, ou perguntas de resposta sim ou não, se especificando um preço e perguntando se pagaria ou não pelo bem, e com um modelo logit estimando qual seria o valor médio do bem. O método tem a qualidade de poder ser aplicado nas mais diversas realidades, sendo possível ou ser utilizado o valor médio, ou se adaptar o preço as realidades das pessoas e sua disposição a pagar e sua riqueza, pois já se poderia avaliar isso através dos questionários (FERNANDEZ e GARRIDO, 2002).

O problema desse método é que ele não é atrelado à oferta de água, mas apenas à demanda, de forma que não é o adequado para épocas de pouca oferta de água. Além disso, como é baseado em questionários, seus resultados serão atrelados as respostas das pessoas nos questionários, e a tendência é elas subavaliarem o valor da água no questionário.

1.4. Precificação da água pelo método da demanda tudo ou nada

Esse método surge como um método que calcula o custo de oportunidade de se fazer o abastecimento de água. Assim ele iguala o preço de reserva da água ao custo que o agente teria para conseguir água por outras vias, sendo elas, por caminhão pipa ou conseguir bombear a água de um lençol freático (FERNANDEZ e GARRIDO, 2002).

O grande problema desse método é que nem todas as regiões têm lençóis freáticos e o transporte da água é muito caro, além de que é recomendado que o preço

da água fique abaixo do custo de oportunidade do agente. Outro grande problema do método é que ele não tem relação direta com a oferta de água, sendo que nem sempre esse custo será equivalente ao consumo ótimo de água. Além disso, em Dono et al. (2010) uma taxa muito próxima do custo de oportunidade pode fazer com que as pessoas utilizem mais os lençóis freáticos, e isso pode ter um efeito adverso na natureza, pois os recursos hídricos são interligados, de forma que uma alteração da oferta nos lençóis freáticos podem afetar os rios e o meio ambiente. Por não considerar esse fato, esse modelo não considera o preço bruto da água.

1.5. Precificação da água pelo custo marginal

A precificação pelo custo marginal é feita em relação ao custo marginal, ou seja, o preço da água muda dependendo da distância do consumidor, ou do uso dele, pois isso pode alterar os custos marginais para esses consumidores. Ou seja, segundo Fernandez e Garrido (2002) os preços são definidos pela maximização da função:

$$(\partial x_j / \partial p_j) [p_j - (\partial c_j / x_j)] = 0 \quad \forall j.$$

Desde que $(\partial x_j / \partial p_j)$ seja diferente de zero, e então se acha o preço marginal de produção:

$$p_j = CMg_j, \quad \forall j.$$

onde $CMg_j = \partial c_j / x_j$ é o custo marginal de produção do bem j .

Embora esse modelo gere uma alocação eficiente dos recursos do ponto de vista utilitarista, isso pode aumentar muito os custos, pois se deve gastar um custo para se conseguir todas as informações necessárias e também de monitoramentos. Além disso, ela pode não ser justa socialmente, fazendo com que a desigualdade social aumente, pois ela trata os desiguais de forma igual, já que ela se centra principalmente nos custos do serviço.

Além disso, ela pode ter os problemas que se a indústria apresenta custos médios declinantes, como acontece no gerenciamento da água com excedentes hídricos, ela não gera receita para cobrir os custos. E se existe uma indústria com custos médios crescentes, como acontece no gerenciamento da água com balanços hídricos críticos, a empresa terá lucros econômicos com a atividade. Assim no primeiro caso os contribuintes estariam financiando os usuários dos recursos hídricos, e no segundo caso, os usuários dos recursos hídricos, estariam gastando dinheiro com recursos que seriam utilizados com outras finalidades (FERNANDEZ e GARRIDO, 2002).

1.6. Precificação da água pelo custo marginal de longo prazo

O custo marginal de longo prazo leva em conta duas outras variáveis importantes, os custos e investimento e a não continuidade da função de custos, pois apenas um consumidor entrando no mercado de água não aumenta os custos de produção, sendo normalmente em blocos de pessoas que alteram os custos (FARIA e NOGUEIRA, 2004).

Então nesse método se leva em conta os custos de investimentos e manutenção, e a diferença do volume de água disponibilizado nos diferentes anos. Esse método acha uma relação inversa entre o preço a ser cobrado e a elasticidade da demanda, entretanto isso faz com que o método precise de informação de difícil acesso, que são os custos marginais e a elasticidade da demanda.

Os benefícios desse método são: (i) estimular o comportamento racional da demanda, através do aumento da produtividade dos recursos hídricos; (ii) evitar oscilações de preço de um ano para o outro; (iii) permitir a geração de recursos programados para financiar os investimentos necessários para aumentar a oferta de água, assim incorporando os custos futuros.

$$CMg^{LP} = [\sum (I_t + R_t) / (1 - \rho)^t] / [\sum x_t / (1 - \rho)^t]$$

Onde I_t é o investimento no ano t , R_t são os custos de operação e manutenção no ano t , x_t é a captação incremental de água bruta ou redução de carga orgânica no ano t , ρ é o custo de oportunidade do capital e T é o horizonte de planejamento. (FERNANDEZ e GARRIDO, 2002).

Entretanto, em uma economia caracteristicamente marcada por mercados com retornos crescentes de escala e externalidades tecnológicas, os quais não operam sob as condições padrão do bem-estar econômico, não é mais socialmente preterido ter preços refletindo custos marginais de produção, para alguns mercados, mas não para todos pois a economia pode se afastar do Pareto ótimo. Então, uma condição de menos mercados que operam a preços que reflitam os preços marginais, pode ser socialmente preterido.

1.7. Precificação da água com base na demanda por água como bem de consumo final

A demanda por água como bem de consumo final utiliza uma demanda Marshalliana, isso é, a partir de quantidade consumida anteriormente e os diferentes preços anteriores pode-se estimar a demanda da população, por meio econométrico. O impeditivo desse método é que deve se ter esse serviço já anteriormente fornecido para se coletar os dados.

A grande qualidade desse método é poder verificar diferenças e a relevância de variáveis socioeconômicas em relação ao consumo de água, como renda, número de pessoas na casa e etc. assim pode-se igualar a função demanda com a função de custos e atingir o preço ótimo.

O problema desse método é que não necessariamente ele analisa o preço da água bruta, então, se a empresa está com uma política de preços que faça com que a oferta de água diminua, caso não existam prejuízos financeiros a empresa, ela irá continuar.

1.8. Precificação da água pelo método de preços hedônicos

O método de preços hedônicos é estimar o valor da água com a variação do valor das propriedades com variações da qualidade da água ao redor, ou proximidade dela em relação a fontes de água, e isso pode ser avaliado de modo econométrico. O problema dessa abordagem é que ela se restringe a áreas agrícolas (FARIA e NOGUEIRA, 2004).

1.9. Precificação da água pelo método *second best*

A teoria do *second best* também se apoia no escopo utilitarista da economia, onde a metodologia de preços ótimos maximiza a diferença entre benefícios e custos sociais, e ao mesmo tempo, minimiza os impactos distributivos da economia. Ela admite que não é possível encontrar a melhor condição de otimização em todos os aspectos, e assim ela encontra uma segunda melhor condição (FERNANDEZ e GARRIDO, 2002).

Como para achar uma solução ótima para o problema a renda gerada com a precificação da água deve apenas cobrir os custos do sistema, tanto presentes como futuros, de modo que tanto uma arrecadação a mais como a menos gera um desequilíbrio entre os consumidores de água e os contribuintes de impostos. Assim se resolve as equações abaixo, para se achar o preço ótimo:

$$(p_j^* - CM_{gj})/p_j^* = \alpha/|\epsilon_j|, \quad \forall j$$

$$\sum_j p_j^* x_j - C = 0$$

Onde p_j^* é o preço ótimo da água na modalidade de uso j ; x_j é a respectiva quantidade de água demandada do sistema hídrico após os investimentos programados terem sido feitos; CM_{gj} é o custo marginal de gerenciamento no uso j ; $|\epsilon_j|$ é a elasticidade preço da demanda por água no uso j , em valor absoluto; C é o custo total da entidade gestora da bacia, o qual inclui a amortização dos investimentos planejados para expandir a quantidade e melhorar a qualidade da água; e α é uma constante de

proporcionalidade que reflete a diferença relativa entre benefícios e custos marginais (FERNANDEZ e GARRIDO,2002).

1.10. Precificação da água pelo método das tarifas em blocos

A tarifa por bloco é aquela que acontece uma mudança dos preços a partir de determinado blocos de consumo, ou seja, quanto mais m^3 se consome, caro se irá pagar pelo m^3 da água. Essa tarifa é utilizada para desencorajar o alto consumo de água, e em tempos de racionalização. Entretanto esse método pode não gerar a melhor eficiência alocativa (FARIA e NOGUEIRA, 2004).

Em Renzetti et al. (2015) foi dividida a população de British Columbia, no Canadá, em 5 decis de acordo com a renda, e baseado na elasticidade renda, se estima o consumo das casas usando como base a média das casas, para se fazer a simulação do impacto dos preços. Foi dividida a população em decis, sendo o último decil tem 1,2% da renda gasta com água, e o decil mais rico 0,4%, índice encontrado baseado nas elasticidades renda.

Foram realizadas duas simulações, onde uma se fez uma precificação uniforme, e outra por blocos, a precificação por blocos teve um impacto melhor no quesito de diminuição de consumo e em equidade, penalizando menos as camadas mais pobres, de forma que exista um tipo de subsídio cruzado em sua precificação.

Além disso em Ma (2014), foi achado que em Pequim, os efeitos da precificação da água residencial com tarifas residenciais em blocos mostram que a classe média responde pelo custo médio, os ricos não são sensíveis ao aumento de preços, e os consumidores mais pobres se importam com o custo marginal, de forma que comparam os preços entre os blocos da tarifa, de forma que um aumento do primeiro bloco não seria efetivo para a diminuição do consumo dos mais pobres, mostrando que a tarifa em bloco traz um benefício no quesito equidade.

1.11. Considerações Finais

Foram apresentados ao longo deste capítulo princípios e métodos que podem ser utilizados pelas autoridades gerenciadoras dos recursos hídricos, mostrando que alguns deles pecam em relação ao quesito de se financiar ao longo do tempo, gerando desequilíbrios financeiros à empresa, tal que para se evitar esse problema é necessário tanto o conhecimento dos custos, como do comportamento da demanda, para que se consiga planejar e executar projetos que consigam se autoprover. Outro problema recorrente foi a questão da não consideração do preço da água bruta, sendo que uma

precificação que não considera a oferta de água como um quesito na sua formulação de preços pode gerar racionamentos de água. Ainda foi abordada a questão da equidade que um sistema de preço da água deve prezar, de forma que algumas soluções, mesmo que atinjam uma alocação ótima dos recursos, pode não ser desejável por aumentar a desigualdade, sendo o primeiro passo para contornar tal problema o conhecimento da função de demanda dos distintos grupos de renda.

Capítulo 2: Situação hídrica do Distrito Federal

O Distrito Federal é abastecido por sete bacias hidrográficas, quais sejam: Bacia do Descoberto, Bacia do São Bartolomeu, Bacia do Rio Preto, Bacia do Rio Maranhão, Bacia do Rio Corumbá, Bacia do Paranoá e Bacia do Rio São Marcos. Ao todo há quatro sistemas de abastecimento na região do DF, quais sejam: o Torto/Santa Maria que é abastecido pelas barragens Santa Maria e Ribeirão do Torto, fica na Bacia do Paranoá e abastece as Regiões Administrativas de Brasília, Cruzeiro, Lago Norte, Lago Sul e Paranoá; o Sistema do Rio Descoberto que é abastecido pela Barragem do Rio Descoberto, fica na Bacia do Rio Descoberto e abastece as Regiões Administrativas de Brasília, Candangolândia, Ceilândia, Cruzeiro, Gama, Guará, Lago Sul, Núcleo Bandeirante, Recanto das Emas, Riacho Fundo, Samambaia, Santa Maria, Taguatinga; o sistema Sobradinho/Planaltina que é abastecido pelas água superficiais (Pipiripau e outros), fica na Bacia do São Bartolomeu e abastece as regiões administrativas de Planaltina e Sobradinho; o sistema de Brazlândia que é abastecido por água superficiais e subterrâneas e abastece Brazlândia e fica na Bacia do Rio Descoberto; e o sistema de São Sebastião que é abastecido por poços, e abastece a cidade de São Sebastião e fica na Bacia do Rio Preto.

As sete bacias que abastecem o DF são divididas em três comitês de bacias hidrográficas (CBH), quais sejam: CBH do Lago Paranoá que contém a Bacia do Descoberto, a Bacia do Rio Corumbá, a Bacia do Paranoá, a Bacia do Rio São Marcos e a Bacia do Rio Bartolomeu; o CBH Afluentes do Rio Preto que contém a Bacia do Rio Preto; e o CBH Afluentes do Rio Maranhão que contém a Bacia do Rio Maranhão. A situação mais crítica em termos de abastecimento ocorre na Bacia do Descoberto, pois esta abastece a maioria dos moradores do Distrito Federal e a sua capacidade de produção se encontra muito próxima da demanda de água, o que torna necessário a implantação de novos sistemas de abastecimento e redução de perdas na distribuição e de desperdícios no consumo (PAVIANE e BRANDÃO, 2015).

Agravando o problema de abastecimento de água do Distrito Federal, de 2000 a 2010 a população aumentou de 2.051.146 habitantes para 2.570.160 habitantes, segundo o Censo Demográfico 2010, o que correspondeu a um crescimento de cerca de 25,30%. Estima-se que houve ainda um aumento populacional no DF de 15% de 2011 até 2016. Ademais, o investimento para o fornecimento do serviço de água não acompanhou o crescimento populacional (PAVIANE e BRANDÃO, 2015), tornando ainda mais importante a estimação da demanda de água tanto para se precificar a água, tanto para fazer um melhor planejamento dos investimentos no DF.

A empresa responsável pelo abastecimento de água no Distrito Federal foi criada pelo decreto-lei nº524, de 8 de abril de 1969, com o nome de Companhia de Água e Esgotos de Brasília (CAESB) para execução, operação, manutenção e exploração dos sistemas de abastecimentos de água e de coleta de esgotos sanitários no Distrito Federal, o controle da poluição das águas e a conservação, proteção e fiscalização das bacias hidrográficas utilizadas ou reservadas para o abastecimento de água.

Por meio do Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANASA), que foi criado no começo da década de 70, os estados que estavam construindo empresas para implantação, prestação e expansão dos serviços de saneamento por meio de entidades da administração direta, passaram a ter acesso a recursos do Sistema Financeiro de Saneamento (SFS), a fim de se aproveitar da vantagem da economia de escala e a operacionalização de subsídios. Assim com essa prática as empresas de saneamento básico conseguiram ampliar a cobertura dos serviços, especialmente em áreas deficitárias (GALVÃO JUNIOR e XIMENES, 2008).

Pela lei Nº 2.416, de 6 de julho de 1999 a CAESB passou a ser uma sociedade de economia mista e teve o seu nome mudado para Companhia de Saneamento do Distrito Federal. Em seguida, a lei nº 3.559 de 18 de janeiro de 2005 alterou novamente o seu nome para Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal e continua com esse nome até hoje, sendo que a sigla CAESB nunca foi mudada.

Com a Lei Distrital nº 3.365, de 16 de junho de 2004, foi criada a Agência Reguladores de Águas e Saneamento do Distrito Federal (ADASA/DF), como uma autarquia de regime especial, com autonomia patrimonial, administrativa e financeira. Ela teve suas competências ampliadas pela Lei Distrital nº 4.285, de 26 de dezembro de 2008. A ADASA é responsável pela regulação dos serviços de saneamento básico e regula e fiscaliza o ciclo completo do uso da água, com especial atenção na sua retirada e na devolução ao corpo hídrico, tendo poder de polícia. Além disso, sua área de atuação se estende aos serviços de energia, distribuição de gás canalizado, do petróleo e seus derivados.

Segundo a lei 4.285/08, são atribuições da ADASA:

“Regular, controlar, fiscalizar, com poder de polícia, a qualidade e quantidade dos corpos de água, superficiais ou subterrâneos, fluentes, emergentes, contidos ou acumulados, de domínio distrital ou delegados pela União e Estados, bem como os serviços públicos de abastecimento de água e esgotamento sanitário no Distrito Federal; disciplinar, em caráter normativo, a implementação, a operacionalização, o controle e a avaliação dos instrumentos das Políticas de Recursos Hídricos e de Saneamento do Distrito Federal; garantir a qualidade dos serviços públicos de energia e saneamento básico; buscar canais para relacionamento com usuários, consumidores e

prestadoras de serviço; e, promover a participação do cidadão no processo decisório” (ADASA, 2017).

A definição tarifária é feita pelo ente regulador, que no caso do Distrito Federal é a ADASA, o qual tem a obrigação de analisar os custos, controlar a alocação dos recursos, os investimentos necessários, a qualidade do serviço, o cumprimento de metas, dentre outras ações, de forma que garanta a adequada fiscalização dos serviços, e conciliem o interesse econômico e o caráter social (GALVÃO JUNIOR e XIMENES, 2008).

Os usuários dos serviços de água e esgoto são classificados em quatro categorias, quais sejam: residencial, comercial, industrial e pública. Essas categorias só podem ser subdivididas em relação à suas características de demanda e consumo, sendo vedada qualquer outra subdivisão pela lei nº442, de 10 de maio de 1993 e a subdivisão agirá de forma que os grandes consumidores subsidiem os pequenos, fazendo com que aspectos econômicos ajam em comunhão com os objetivos sociais. A conta mínima de água será o produto da tarifa mínima pelo consumo mínimo, que é de 10m³ mensais por economia, para todas as categorias de consumo.

Com relação ao consumo residencial, há quatro classes, quais sejam: classe A (Rústica), classe B (Popular), classe C (Padrão) e classe D (Especial) e os imóveis rústicos e populares têm o direito de pagar a tarifa popular, que consiste em um preço menor na conta de água. A classificação da categoria da residência se dá analisando as características do imóvel, se considerando o material das paredes, material do piso, material do forro, material do telhado, largura da frente do lote, número de pavimentos e a área por apartamento em edifícios residenciais. Os critérios e pontuações são estabelecidos pela Resolução ADASA nº 14/2011, segundo os Quadros 1 e 2.

Quadro 1: Pontuação para classificação de imóveis residenciais.

1. PAREDES		2. PISO	
Material	Pontos	Material	Pontos
Taipa, lona ou palha	0	Terra Batida	0
Madeirite ou madeira rústica	10	Cimentado	10
Pré-moldado	30	Cerâmica	40
Alvenaria ou concreto	50	Mármore, granito ou granilite	60
3. FORRO		4. TELHADO	
Material	Pontos	Material	Pontos
Sem forro	0	Palha ou lona	0
Madeira ou gesso	20	Zinco	10
PVC	30	Fibrocimento	20
Laje	50	Argila (cerâmica)	50
5. LARGURA DA FRENTE DO LOTE		6. PAVIMENTOS	
Largura (metros)	Pontos	Números	Pontos
Até 8	0	1 (um)	0
9 a 12	20	Mais de 1 (um)	20
12 a 19	40		
Maior que 19	60		

Fonte: Resolução ADASA nº 014/2011. Disponível em: <http://www.adasa.df.gov.br/images/stories/anexos/8Legislacao/Res_ADASA/Resolucao014_2011.pdf> Acesso em: 08 jun. 2017.

Quadro 2: Classificação dos imóveis residenciais.

CASAS		EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS	
Pontuação	Classe	Área por apartamento (m ²)	Classe
Até 60	Rústica	Até 60	Popular
De 70 a 140	Popular	Acima de 61	Normal
Acima de 150	Normal		

Fonte: Resolução ADASA nº 014/2011. Disponível em: <http://www.adasa.df.gov.br/images/stories/anexos/8Legislacao/Res_ADASA/Resolucao014_2011.pdf> Acesso em: 08 jun. 2017.

Quando existem duas características de uma mesma categoria em uma residência deve ser considerada aquela de maior pontuação e esses quadros de pontuação não se aplicam a templos e entidades declaradas de utilidade pública.

No ano de 2011 apenas 0,0539% das unidades de consumo estavam nas categorias que pagaram a tarifa popular, sendo um percentual muito baixo da população, sendo um indício que os critérios para o pagamento da tarifa popular podem estar muito rígidos (COSSENZO, 2013).

A estrutura tarifária em relação ao consumo de água do Distrito Federal tem sua organização apresentada no Quadro 3.

Quadro 3: Estrutura tarifária

TARIFA	FAIXA	VOLUME (m³)
Residencial Normal	1	0 – 10
	2	11 – 15
	3	16 – 25
	4	26 – 35
	5	36 – 50
	6	Acima de 50
Residencial Popular	1	0 – 10
	2	11 – 15
	3	16 – 25
	4	26 – 35
	5	36 – 50
	6	Acima de 50
Comercial	1	0 – 10
	2	Acima de 10
Irrigação	1	0 – 10
	2	Acima de 10
Industrial	1	0 – 10
	2	Acima de 10
Pública	1	0 – 10
	2	Acima de 10

Fonte: Resolução ADASA n° 014/2011. Disponível em: <http://www.adasa.df.gov.br/images/stories/anexos/8Legislacao/Res_ADASA/Resolucao014_2011.pdf> Acesso em: 08 jun. 2017.

Assim, o consumo residencial é dividido em 6 faixas de consumo, sendo que na primeira faixa, todas as residências que se encontrarem nessa faixa de consumo pagam 10 m³, independente do quanto foi consumido, somente o preço diferencia as contas de água entre as residências normais e as populares. Se o consumo de uma residência for 55 metros cúbicos, os 10 primeiros metros cúbicos de água terão o preço da primeira faixa, os 5 metros cúbicos seguintes terão o preço da segunda faixa de preços, os 10 metros cúbicos seguintes terão o preço da terceira faixa de consumo, os 10 metros cúbicos seguintes terão o preço da quarta faixa, os 15 metros cúbicos seguintes terão o preço da quinta faixa, e somente os últimos 5 metros cúbicos terão o preço da sexta faixa de consumo.

A Resolução n° 14/2011 da ADASA estabeleceu a estrutura tarifária e as classificações residenciais, de forma que o preço é apenas ajustado anualmente. Como exemplo, observa-se o Quadro 4 a seguir, que contém as tarifas para o serviço público de abastecimento de água do Distrito Federal que entrou em vigor em 1° de março de 2011, e vigorou até 29 de fevereiro de 2012, estabelecido pela Resolução n° 08, de 25 de fevereiro de 2011 da ADASA.

Quadro 4: Tarifas dos serviços públicos de abastecimento de água e esgotamento sanitário a vigorar no período de 1º de março de 2011 a 29 de fevereiro de 2012.

Para Atividades Residenciais		
Faixa de Consumo (m³)	Tarifa Popular (R\$)	Tarifa Normal (R\$)
0 a 10	1,28	1,70
11 a 15	2,38	3,16
16 a 25	3,11	4,03
26 a 35	5,94	6,50
36 a 50	7,18	7,18
Acima de 50	7,86	7,86
Para Atividades Comerciais, Públicas e Industriais		
Faixa de Consumo (m³)	Tarifa Comercial e Pública (R\$)	Tarifa Industrial (R\$)
0 a 10	4,31	4,31
Acima de 10	7,12	6,49

Fonte: Resolução ADASA n° 08/2011. Disponível em: <http://www.adasa.df.gov.br/images/stories/anexos/8Legislacao/Res_ADASA/Resolucao008_2011.pdf>. Acesso em 03 jul. 2017.

Como podemos ver pelo Quadro 4, a tarifa popular é cerca de 25% menor nas duas faixas de consumo, na terceira ela fica cerca de 23% menor, na quarta faixa, que é até 35 metros cúbicos ela se aproxima do preço da tarifa popular ficando apenas cerca de 10% menor, e depois de 35 metros cúbicos elas se igualam.

A tarifa que a ADASA estipula não apresenta mudança de preço sazonal, pois não aumenta nos períodos de seca sendo constante nos períodos de seca e chuva. De fato, o reajuste de preços, via de regra, é realizado durante os três primeiros meses do ano e somente uma vez ao ano. De 2011 a 2014 a tarifa foi reajustada afim de corrigir a inflação em relação ao ano anterior medido pelo IPCA, incorporar a remuneração e a recomposição dos ativos imobilizados, e cobrir o bônus-desconto dado aos usuários pela CAESB com o objetivo de incentivar a redução do consumo de água no Distrito Federal consoante à Lei Distrital n° 4.341 de 22 de junho de 2009.

O aumento de preços segue um padrão durante o período, a porcentagem que o preço aumenta é uniforme entre todas as faixas de consumo, entre as tarifas populares e normais, e todas as categorias de consumo. Como podemos ver no exemplo no Quadro 5, pois em 2012 ocorreu um reajuste de preços com a Resolução n. 01 de 2012, foram reajustados todos os preços em 11,20%, e isso pode ser notado pelo Quadro 5, em que todos os valores contidos nele são os valores do Quadro 4 reajustados com a taxa de 11,20%, sendo esse reajuste igual para todas as categorias de consumo.

Quadro 5: Tarifas dos serviços públicos de abastecimento de água e esgotamento sanitário a vigorar no período de 1º de março de 2012 a 28 de fevereiro de 2013

Para Atividades Residenciais		
Faixa de Consumo (m³)	Tarifa Popular (R\$)	Tarifa Normal (R\$)
0 a 10	1,42	1,89
11 a 15	2,65	3,51
16 a 25	3,46	4,48
26 a 35	6,61	7,23
36 a 50	7,98	7,98
Acima de 50	8,74	8,74
Para Atividades Comerciais, Públicas e Industriais		
Faixa de Consumo (m³)	Tarifa Comercial e Pública (R\$)	Tarifa Industrial (R\$)
0 a 10	4,79	4,79
Acima de 10	7,92	7,22

Fonte: Resolução ADASA n.01/2012. Disponível em:

<http://www.adasa.df.gov.br/images/stories/anexos/8Legislacao/Res_ADASA/Resolucao001_2012.pdf>. Acesso em 03 jul. 2017

Capítulo 3: Metodologia

O Distrito Federal é dividido em 31 regiões administrativas, mas no presente estudo foram consideradas apenas 29 RAs. A razão para isso foi porque a RA Fercal se tornou uma RA em 2012 e, assim, não possuía dados para todo o período de análise que é 2011 a 2014. A RA Setor de Indústria e Abastecimento (SAI) também não entrou na amostra, pois em 2011 apresentou o menor consumo por residência dentre as RAs e 2 anos depois foi a RA como maior que mais consumiu água no DF. Diante da suspeita sobre a qualidade dos dados para essa RA, optou-se por retirá-la da amostra.

Os dados utilizados compreendem o período de 2011 até 2014 e os dados são anuais, de forma que o estudo tem 116 observações. As variáveis consideradas foram consumo residencial, preço, número de residências, número de pessoas no domicílio com pelo menos o ensino médio completo, média das temperaturas máximas na RA, umidade relativa do ar na RA, número de dias de chuva na RA, renda domiciliar, porcentagem média de pessoas com mais de 60 anos no domicílio na RA, porcentagem média das pessoas com menos de 14 anos no domicílio na RA.

O consumo residencial foi obtido utilizando o volume faturado de água residencial por RA, obtida no Anuário estatístico 2016, Capítulo 6 - Habitação e Saneamento (CODEPLAN, 2016), dividido pelo número de residências da Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios (PDAD) de 2011, 2013 e 2015. Como os dados de volume faturado são anuais de 2011 a 2014 e o número de residenciais são de 2011, 2013 e 2015, os anos de 2012 e 2014 são a média dos anos de 2011 e 2013, e 2013 e 2015 respectivamente.

Os preços foram obtidos consultando-se os preços das resoluções da ADASA de primeiro de março até o último dia de fevereiro do ano seguinte, selecionando aquele que vigorou durante a maior parte do ano, ou seja, de março a dezembro. Dessa forma, o preço de 2011 foi o preço da Resolução ADASA n° 08/2011, o preço de 2012 foi o preço da Resolução ADASA n° 01/2012, o preço de 2013 foi o preço da Resolução ADASA n° 02/2013 e o preço de 2014 foi o preço da Resolução ADASA n° 01/2014. Pelo pequeno número de pessoas que utilizam a tarifa popular, por motivos já discutidos, a tarifa considerada foi a tarifa normal. Como a tarifa é por metro cúbico por mês, para se chegar ao preço por ano, dividiu-se o consumo anual por 12, e esse foi o valor considerado para a metodologia de cálculo do preço. O preço foi deflacionado, sendo que o ano base da amostra foi o ano de 2011, com base no Histórico de Metas para a Inflação no Brasil (BANCO CENTRAL, 2017). Além disso, como os preços são em bloco e para não acontecer o efeito de que em uma RA o aumento de consumo

resulte em um aumento de preço, o preço foi definido considerando o bloco de maior consumo que a RA atingiu nos 4 anos da pesquisa. Dessa forma calcula-se o preço médio da seguinte forma:

Se a RA teve seu maior consumo médio entre 11 m³ e 15 m³ o preço médio utilizado é o preço do primeiro bloco multiplicado por dois terços, somado ao preço do segundo bloco multiplicado por um terço, tal que.

$$P_{a1}*(2/3) + P_{a2}*(1/3)$$

Se a RA teve seu maior consumo médio entre 15,01 m³ e 25 m³ o preço utilizado é o preço do primeiro bloco multiplicado por dois quintos, somado ao preço do segundo bloco multiplicado por 1 quinto, somado ao preço do terceiro bloco multiplicado por 2 quintos, tal que:

$$P_{a1}*(2/5) + P_{a2}*(1/5) + P_{a3}*(2/5)$$

Se a RA teve seu maior consumo médio entre 25,01 m³ e 35 m³ o preço utilizado é o preço do primeiro bloco multiplicado por dois sétimos, somado ao preço do segundo bloco multiplicado por um sétimo, somado ao preço do terceiro bloco multiplicado por dois sétimos, somado ao preço do quarto bloco multiplicado por 2 sétimos, tal que:

$$P_{a1}*(2/7) + P_{a2}*(1/7) + P_{a3}*(2/7) + P_{a4}*(2/7)$$

Se a RA teve seu consumo maior que 35m³, o preço utilizado é o preço do primeiro bloco multiplicado por dois décimos, somado ao preço do segundo bloco multiplicado por um décimo, somado ao preço do terceiro bloco multiplicado por dois décimos, somado ao preço do quarto bloco multiplicado por dois décimos, somado ao preço do quinto bloco multiplicado por três décimos, tal que:

$$P_{a1}*(2/10) + P_{a2}*(1/10) + P_{a3}*(2/10) + P_{a4}*(2/10) + P_{a5}*(3/10)$$

em que P_{aj} é o preço do j-ésimo bloco no ano.

As proporções dos preços utilizadas foi a proporção que a variação de consumo do bloco engloba em relação ao maior consumo do último bloco. Por exemplo, o terceiro bloco tem seu consumo máximo de 25 m³, e a variação do primeiro bloco é de 10 m³, então ele será contabilizado como 2/5 para o preço médio para as RAs que consomem de 15,01 m³ até 25 m³. E como o aumento de preços foi proporcionalmente uniforme entre os blocos, todos os preços variaram na mesma proporção durante os anos.

A variável de ensino médio foi retirada da Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios de 2011, 2013 e 2015. E ela é a porcentagem de pessoas que tem ensino médio na RA, então ela foi obtida através de um somatório: no ano de 2011 ela foi a soma das porcentagens de pessoas com ensino médio completo, ensino superior incompleto e ensino superior completo; no ano de 2013 e 2015 ela foi a soma das

porcentagens de pessoas com ensino médio completo, educação de jovens e adultos (EJA) do ensino médio completo, ensino superior incompleto e ensino superior completo, pois em 2011 não existia a diferenciação do EJA na PDAD. Como a análise é de 2011 a 2014 os anos de 2012 e 2014 são a média dos anos de 2011 e 2013, e 2013 e 2015 respectivamente.

As variáveis de média das temperaturas máximas, média da umidade relativa do ar no ano e o número de dias de chuva no ano, ou seja, as variáveis climáticas, foram retiradas do Anuário estatístico 2016, Capítulo 1 - Caracterização do Território (CODEPLAN, 2016), serão utilizados os anos de 2011 a 2014 do anuário.

A variável porcentagem das pessoas com menos de 14 anos na RA foi retirada da Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios de 2011, 2013 e 2015. Sendo que em 2011 ela foi a soma das porcentagens das pessoas de 0 a 4 anos, de 5 a 9 anos e de 10 a 14 anos, em 2013 e 2015 ela foi a soma das porcentagens das pessoas de 0 a 4 anos, de 5 a 6 anos, 7 a 9 anos e de 10 a 14 anos. Como a análise é de 2011 a 2014 os anos de 2012 e 2014 são a média dos anos de 2011 e 2013, e 2013 e 2015 respectivamente.

A variável porcentagem de pessoas com mais de 60 anos na RA foi retirada da Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios de 2011, 2013 e 2015. Sendo que em 2011 foi exatamente as informações das porcentagens de pessoas com 60 anos ou mais disponíveis no documento, em 2013 e 2015 foi a soma das porcentagens de pessoas de 60 a 64 anos, e com 65 anos ou mais. Como a análise é de 2011 a 2014 os anos de 2012 e 2014 são a média dos anos de 2011 e 2013, e 2013 e 2015 respectivamente.

A informação de renda domiciliar foi retirada da Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios de 2011, 2013 e 2015. A renda foi deflacionada na amostra, sendo que o ano base foi o ano de 2011, e a inflação foi retirada do Histórico de Metas para a Inflação no Brasil (BANCO CENTRAL,2017). Como a análise é de 2011 a 2014 os anos de 2012 e 2014 são a média dos anos de 2011 e 2013, e 2013 e 2015 respectivamente.

As estatísticas descritivas das variáveis e das variáveis logaritmizadas são apresentadas no Quadro 6.

Quadro 6: Estatísticas Descritivas das variáveis dos modelos econométricos.

Variável	Observações	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
<i>consumo</i> (m ³ /ano*domicílio)	116	205,5016	88,9541	109,1207	551,9855
<i>preco</i> (R\$/ m ³)	116	2,9536	0,8108	2,1900	5,3900
<i>ensinomediop</i> (%/domicílio*ano)	116	0,4808	0,2023	0,1375	0,8434
<i>mtempmax</i> (Ceusius/ano)	116	27,1500	0,1507	26,9000	27,3000
<i>umidade</i> (%)	116	69,2500	10,3250	62,0000	87,0000
<i>chuvadias</i> (dias por ano)	116	131,7500	5,4260	125,0000	138,0000
<i>rendadomic</i> (R\$/ano*domicílio)	116	5549,2500	4367,9060	1263,010	18950,960
<i>peassoasmais60</i> (%/domicílio*ano)	116	0,1358	0,0614	0,0264	0,3165
<i>peassoasmenos14</i> (%/domicílio*ano)	116	0,2017	0,0565	0,0936	0,3519
<i>lconsumo</i>	116	5,2592	0,3387	4,6925	6,3135
<i>lpreco</i>	116	1,0515	0,2430	0,7839	1,6845
<i>lprecot</i>	116	2,6666	1,4217	0,7839	6,7382
<i>lensinomediop</i>	116	-0,8321	0,4678	-1,9841	-0,1703
<i>lmtempmax</i>	116	3,3014	0,0056	3,2921	3,3069
<i>lumidade</i>	116	4,2277	0,1387	4,1271	4,4659
<i>lchuvadias</i>	116	4,8801	0,0413	4,8283	4,9273
<i>lrendadomic</i>	116	8,3516	0,7233	7,1413	9,8496
<i>lpeassoasmais60</i>	116	-2,1129	0,5155	-3,6344	-1,1504
<i>lpeassoasmenos14</i>	116	-1,6408	0,2875	-2,3687	-1,0444

Fonte: Elaboração própria.

Observa-se pelo Quadro 6 que média do consumo residencial foi 205,5 m³ por ano, o maior consumo encontrado na amostra foi do Lago Sul em 2011, 551,9855 m³ por domicílio no ano e o menor consumo foi do Setor Complementar de Indústria e Abastecimento (SCIA), que inclui a Estrutural, com cerca de 109,12 m³ por domicílio no ano de 2014. A maior renda da amostra também foi Lago Sul em 2011, sendo R\$18950 por domicílio e a menor também foi do SCIA em 2011, com R\$1263,01.

A respeito das variáveis relacionadas a característica dos domicílios, a observação com maior porcentagem de pessoas com ensino médio foi a do Lago Sul, com 84,34% da população em 2011, e a menor foi a do Itapoã com 13,75% da população. A RA com menor proporção de pessoas acima de 60 anos foi o SCIA com 2,64% em 2013, e a RA com maior proporção foi o Lago Sul em 2014, com 31,65%. E a observação com maior porcentagem de pessoas com menos de 14 anos foi o SCIA em 2011, com 35,19%, e a com menor proporção foi o Lago Sul, com 9,36%.

Como podemos ver o Lago Sul esteve em todas as variáveis como a RA com maior ou menor números, e na outra ponta o SCIA esteve em quase todas, tendo como exceção apenas o número de pessoas com ensino médio que a menor porcentagem foi do Itapoã.

3.1. Modelo econométrico

Os dados analisados estão em painel, sendo 29 RA analisadas por quatro anos. E para fazer a regressão a estratégia escolhida foi fazer uma regressão utilizando mínimos quadrados ordinários (MQO) controlando as variáveis pelo método de transformação de efeitos fixos.

Esse trabalho tem como variáveis: consumo residencial, preço, pessoas com pelo menos o ensino médio completo, média das temperaturas máximas, umidade relativa, número de dias de chuva, renda domiciliar mensal, porcentagem de pessoas com mais de 60 anos na RA, porcentagem das pessoas com menos de 14 anos na RA.

Além disso foram criadas variáveis *dummy* que separam as RAs em duas categorias: o grupo das RAs com rendas altas e o grupo das RAs com baixa renda. Assim, a variável *grupos* recebe um quando se trata de RAs de alta renda, ou de média-alta renda na PDAD de 2011 e zero caso contrário. A variável *dummy grupos* recebe o valor um quando se tratam de RAs de média-baixa renda e baixa renda na PDAD de 2011 e zero, caso contrário. No grupo “a” ficaram 16 RAs com valor 1, e no segundo grupo 13 RAs. Para não ter problemas de colinearidade perfeita, apenas o grupo “b” incluído na regressão.

O modelo de regressão é duplo log e é dado por:

$$\begin{aligned}
 lconsumo_{it} = & \alpha_i + \beta_1 lpreco_{it} + \beta_2 grupos \times lpreco_{it} + \\
 & \beta_3 lrendadomic_{it} + \beta_4 grupos \times lrendadomic_{it} + \beta_5 ltempmax_{it} + \beta_6 grupos \times \\
 & ltempmax_{it} + \beta_7 lumidade_{it} + \beta_8 grupos \times lumidade_{it} + \beta_9 lchuvadias_{it} + \\
 & \beta_{10} grupos \times lchuvadias_{it} + \beta_{11} lensinomedio_{it} + \beta_{12} grupos \times \\
 & lensinomedio_{it} + \beta_{13} lpessoasmais60_{it} + \beta_{14} grupos \times lpessoasmais60_{it} + \\
 & \beta_{15} lpessoasmenos14_{it} + \beta_{16} grupos \times lpessoasmenos14_{it} + u_{it}
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

em que $i=1,2,\dots,29$ denota a Região Administrativa (RA); $t = 1, 2, \dots, 4$ tal que t é 1 em 2011, 2 em 2012, 3 em 2013 e 4 em 2014; α_i é o efeito fixo não observável e invariante no tempo da RA i (GREENE, 2012; WOOLDRIDGE, 2010); $lpreco$ é o logaritmo natural do preço; $lrendadomic$ é o logaritmo natural da renda domiciliar mensal; $ltempmax$ é o logaritmo natural da média das temperaturas máximas no ano;

lumidade é o logaritmo natural da média da umidade do ano; *lchuvasdias* é o logaritmo natural do número de dias com chuvas no ano; *lensinomediop* é o logaritmo natural da proporção de pessoas que tenham pelo menos o ensino médio; *lpeessoasmais60* é o logaritmo natural da proporção de pessoas com 60 anos ou mais no domicílio; *lpeessoasmenos14* é o logaritmo natural da proporção média de pessoas que tenham até 14 anos no domicílio; *grupob* é uma variável *dummy* que recebe 1 se a RA pertence ao Grupo III (médio-baixa renda) ou Grupo IV (baixa renda) segundo a PDAD/DF-2011 e zero, caso pertença ao Grupo I (alta renda) ou Grupo II (média-alta renda); e u_{it} é um termo de erro aleatório.

Primeiramente, o modelo (1) foi estimado por Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) incluindo ainda uma variável tendência que não se mostrou significativa pelo teste t a pelo menos 10% de significância (vide estimativas na coluna Modelo 1 do Quadro 7). Diante de tal resultado, o modelo (1) foi estimado incluindo efeitos fixos de tempo (vide estimativas na coluna Modelo 2 do Quadro 7), os quais se mostraram conjuntamente significantes pelo teste F a 10% com p-valor de 0,0577. Apesar disso, as variáveis relacionadas ao clima (*ltempmax*, *lumidade* e *lchuvasdias*) foram retiradas pelo Stata durante o processo de estimação devido a colinearidade perfeita com os efeitos fixos de tempo, o que nos levou a optarmos por estimar o modelo sem efeitos fixos de tempo, o que permite manter as variáveis *ltempmax*, *lumidade* e *lchuvasdias* (vide estimativas na coluna Modelo 3 do Quadro 7). Com base neste modelo, realizaram-se os testes F da significância conjunta: (i) Das variáveis relacionadas ao clima *ltempmax* e *grupob*×*ltempmax*, p-valor de 0,1969; *lumidade* e *grupob*×*lumidade*, p-valor de 0,1930; e *lchuvasdias* e *grupob*×*lchuvasdias*, p-valor de 0,1959. Com base nesses resultados, optamos por manter no modelo apenas o par com o menor p-valor, *lumidade* e *grupob*×*lumidade*. De fato, espera-se que a umidade do ar seja importante para explicar o consumo de água no DF, pois a região apresenta índices muito baixos de umidade do ar durante metade do ano. (ii) Das variáveis relacionadas às características dos domicílios *lensinomediop* e *grupob*×*lensinomediop*, p-valor de 0,6989; *lpeessoasmais60* e *grupob*×*lpeessoasmais60*, p-valor de 0,0211; e *lpeessoasmenos14* e *grupob*×*lpeessoasmenos14*, p-valor de 0,8391, o que nos levou a optar por manter no modelo apenas o par conjuntamente significativo, *lpeessoasmais60* e *grupob*×*lpeessoasmais60*. Assim, chegou-se a especificação do Modelo (4) no Quadro 7 que será utilizado para efetuar as análises sobre a demanda residencial de água no DF.

Quadro 7: Regressões sobre o consumo de água no Distrito Federal

	Modelo (1)	Modelo (2)	Modelo (3)	Modelo (4)
<i>lpreco</i>	-18,208 (1,09)	-18,208 (1,09)	-18,208 (1,09)	-2,649 (5,44)***
<i>grupob×lpreco</i>	-15,526 (0,58)	-15,526 (0,58)	-15,526 (0,58)	2,022 (2,71)***
<i>lrendadomic</i>	-0,808 (2,16)**	-0,808 (2,16)**	-0,808 (2,16)**	-0,550 (1,93)*
<i>grupob×lrendadomic</i>	0,856 (1,69)*	0,856 (1,69)*	0,856 (1,69)*	0,727 (2,10)**
<i>lmtempmax</i>			-274,937 (0,88)	
<i>grupob×lmtempmax</i>	-357,074 (0,71)	-357,074 (0,71)	-357,074 (0,71)	
<i>lumidade</i>	1,790 (1,12)		14,976 (0,90)	0,220 (2,54)**
<i>grupob×lumidade</i>	18,320 (0,69)	18,320 (0,69)	18,320 (0,69)	-0,182 (1,43)
<i>lchuvadias</i>	-4,573 (1,00)		-49,391 (0,89)	
<i>grupob×lchuvadias</i>	-61,686 (0,69)	-61,686 (0,69)	-61,686 (0,69)	
<i>lensinomedio</i>	0,434 (0,60)	0,434 (0,60)	0,434 (0,60)	
<i>grupob×lensinomedio</i>	-0,214 (0,26)	-0,214 (0,26)	-0,214 (0,26)	
<i>lpeassoasmais60</i>	0,593 (2,53)**	0,593 (2,53)**	0,593 (2,53)**	0,586 (2,71)***
<i>grupob×lpeassoasmais60</i>	-0,852 (2,79)***	-0,852 (2,79)***	-0,852 (2,79)***	-0,847 (3,10)***
<i>lpeassoasmenos14</i>	-0,124 (0,33)	-0,124 (0,33)	-0,124 (0,33)	
<i>grupob×lpeassoasmenos14</i>	0,440 (0,59)	0,440 (0,59)	0,440 (0,59)	
<i>variável tendência</i>	0,322 (0,88)			
<i>Efeitos fixos de tempo</i>	Sem	Com	Sem	Sem
<i>Efeitos fixos de região administrativa</i>	Com	Com	Com	Com
<i>Intercepto</i>	677,522 (0,77)	662,760 (0,74)	1,748,967 (1,77)*	9,027 (5,28)***
R ²	0,39	0,39	0,39	0,35
Número de observações	116	116	116	116

Obs: *, **, *** denota significante à 10%, 5% e 1%. Todos os modelos foram estimados com efeitos fixos para as regiões administrativas. Os efeitos fixos de tempo foram significantes pelo teste F. Os efeitos fixos de região administrativa foram significativos em todos os modelos;

Com base nas estimativas do Modelo (4) no Quadro 7, observa-se que os coeficientes relacionados à elasticidade-preço da água foram significativos a 1%, tanto para o grupo “a” quanto para o grupo “b”, mostrando que o preço afeta o consumo de água. A elasticidade-preço da demanda por água no DF foi de -2,649 nas RAs de alta (Grupo I) ou média-alta renda (Grupo II) da PDAD de 2011 e $(-2,649+2,022) = -0,627$ no grupo de regiões de média-baixa renda (Grupo III) e baixa renda (Grupo IV). Isso pode ser explicado pelo fato de que pessoas de mais alta renda têm maiores condições de substituir o bem água por outros bens.

Os dois betas relacionados a elasticidade renda foram significativos a 10%, sendo que para o grupo “a” foi significativo a 10% e o grupo “b” a 5%. A elasticidades-renda da demanda por água no DF foi de -0,550 nas RAs do grupo “a” e de $(-0,550+0,727) = 0,177$ no grupo “b”. Isso mostra que para o grupo “a”, que já tem uma maior renda, a água é um bem inferior, de modo que com um acréscimo da renda, o domicílio diminui o seu consumo de água, o que pode ser porque a medida que a renda cresce a ordem de preferências das pessoas pode tender a priorizar o menor consumo de água por razões, por exemplo, de preocupação com o meio ambiente., além disso um acréscimo da renda pode fazer com que essas pessoas comprem equipamentos domésticos que gastem menos água, como descargas e máquinas de lavar mais produtivas e econômicas. Entretanto no grupo “b” as pessoas têm um leve aumento estimado de 0,17% se acontecer um aumento de 1% na renda. O que pode ser porque essa população tem um consumo já baixo de água, de modo que ao aumentar a renda, esta passa a poder utilizar mais água. Ainda é possível que domicílios de renda mais baixa tenham dificuldades de comprar equipamentos domésticos que utilizam menos água (mais eficientes)

A variável *umidade* somente é significativa ao nível de 5% e para o grupo “a”, não sendo significativa para o grupo “b” a pelo menos 10%. Para o grupo “a” a elasticidade da umidade impactou o consumo em 0,22%. No trabalho de Renzetti *et. al.* (2014) foi encontrado o valor negativo para a precipitação de -0,26% para o modelo duplo log, e em Ghimire *et. al.*(2016) foi encontrado uma correlação negativa para a precipitação na regressão incluindo todos os períodos do ano, e durante a seca a relação foi positiva, sendo que ambas as relações desse trabalho não foram significativas a 5%. Embora para esses estudos a variável analisada fosse precipitação, a precipitação tem relação direta com a umidade, sendo necessário mais estudos para a explicação desse resultado.

A variável de porcentagem pessoas com 60 anos ou mais foi significativa a 1% tanto para o grupo “a”, quanto a *dummy* de interação, sendo que para o grupo “a” ela foi de 0,586 e para o grupo “b” o efeito foi de $(0,586-0,847) = -0,261$. Isso mostra que uma população mais velha tem impactos diferentes para as regiões administrativas com renda mais alta e as RAs com renda mais baixa, enquanto um aumento da porcentagem de pessoas com mais de 60 aumenta o consumo de água nas áreas mais ricas, esse mesmo aumento diminui o consumo nas áreas mais pobres, isso mostra uma diferença de comportamentos, podendo ser tanto em relação a preocupação em relação a conta de água como diferenças no estilo de vida dos idosos dos dois grupos.

A criação da variável *dummy* dividindo as regiões administrativas em dois grupos foi extremamente importante para uma melhor compreensão da demanda de água, sendo que em dois casos, tanto a renda domiciliar como a proporção de pessoas com mais de 60 anos, tiveram sinais contrários entre o grupo de maior renda e o grupo de menor renda, mostrando que em regiões onde existem uma desigualdade grande, a divisão entre grupos pode ser importante para uma melhor análise. Somente a variável *luminidade* não teve uma diferença significativa a 10% entre os dois grupos.

Segundo esse estudo as políticas de aumento de preço visando a diminuição dos gastos de água tem um efeito de diminuição do consumo, entretanto esse efeito é muito maior em relação as RAs com renda maior, sendo aproximadamente 4 vezes maior. Entretanto se deve ser um cuidado em relação as RAs com baixa renda, pois a diminuição do consumo é pequena, e deve ser considerado a perda de bem-estar que um aumento de preços pode gerar, além de considerar a capacidade de pagamento da população.

Conclusão

O conhecimento sobre a demanda de água é extremamente importante para a maioria dos métodos de precificação de água, e essencial para se conseguir um planejamento que faça com que as empresas fornecedoras de saneamento básico consigam se autoprover. Além disso, é importante que se tenha conhecimento sobre a demanda dos diferentes grupos de renda, para que se consiga a equidade almejada.

A empresa que fornece o serviço de saneamento básico no Distrito Federal é a CAESB, entretanto a empresa que regula o serviço e fixa os preços é a ADASA. O Distrito Federal vem sofrendo de um aumento populacional considerável, e isso faz com que a demanda de água na região aumente, e se torne ainda mais importante um planejamento em relação aos recursos hídricos. Os preços são em blocos de consumo de forma que o preço pago aumenta com o consumo, além disso os reajustes anuais de preços são uniformes entre os blocos.

Foi feita uma regressão por MQO, um modelo de duplo log com efeitos fixos, com 29 Regiões Administrativas do DF classificadas em dois grupos quanto a renda domiciliar, um com alta renda domiciliar e o outro com baixa renda domiciliar. Os resultados indicaram que o preço tem um impacto negativo sobre o consumo nos dois grupos, mas o aumento do preço impacta cerca de 4 vezes mais o grupo de alta renda domiciliar. Outra grande diferença foi que a água se mostrou um bem inferior para o grupo de alta renda, e um bem normal para o grupo de baixa renda. O número de pessoas com 60 anos ou mais impactou os dois grupos de maneira inversa, de modo que o grupo de baixa renda um aumento da população com 60 anos ou mais diminui o consumo de água, enquanto no grupo de alta renda esse mesmo aumento, faz com que o consumo de água cresça. Os resultados indicaram ser realmente necessário a separação das RAs em grupos de alta e baixa renda, o que indica que políticas relacionadas ao abastecimento de água no DF devem levar tal separação em conta. De fato, os resultados obtidos indicaram que a divisão entre o grupo de alta renda e o grupo de baixa renda é necessária, pois houve diferenças significativas no impactos da maioria das variáveis na demanda com a grupo de renda, como, por exemplo, no caso das variáveis renda e preço Isso permitiu melhores resultados e uma melhor compreensão da demanda por água do Distrito Federal.

Referências Bibliográficas

ABBOTT, Malcolm; COHEN, Bruce. Productivity and efficiency in the water industry. **Utilities Policy**, v. 17, p. 233-244, 2009.

AGENCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Disponível em <<http://atlas.ana.gov.br/Atlas/forms/analise/RegiaoMetropolitana.aspx?rme=1>>. Acesso em: 23 abr. 2017.

AGÊNCIA REGULADORA DE ÁGUAS, ENERGIA E SANEAMENTO BÁSICO DO DISTRITO FEDERAL - ADASA, disponível em <<http://www.adasa.df.gov.br/institucional/perfil>>. Acesso em 07 jun. 2017.

AIDAM, Patricia. The impact of water-pricing policy on the demand for water resources by farmers in Ghana. **Agricultural Water Management**, v.158, p.10 -16, 2015.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. Histórico de metas para a inflação do Brasil. Disponível em: < <http://www.bcb.gov.br/Pec/metas/TabelaMetaseResultados.pdf>>. Acesso em 05 jul. 2017.

BRASIL. Decreto-Lei n. 524, de 8 de abril de 1969. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 9 abr. 1969. Seção 1, p. 2993.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Pesquisa nacional por amostra de domicílios: síntese de indicadores 2013** / IBGE, Coordenação de Trabalho e Rendimento. - 2. ed. - Rio de Janeiro : IBGE, 2015. 296 p. Disponível em: < <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv94414.pdf>>. Acesso em: 13 jul. 2017.

BRASIL. Lei n. 442, de 10 de maio de 1993. **Diário Oficial do Distrito Federal**. Brasília, DF, 11 mai. 1993. Seção 1, p, 1.

COMITÊS DE BACIAS HIDROGRÁFICAS. Disponível em <<http://www.cbh.gov.br/DataGrid/GridDistritoFederal.aspx>>. Acesso em: 23 abr. 2017.

COOPER, Bethany; CRASE, Lin; PAWSEL, Nicholas. Best practice pricing principles and the politics of water pricing. **Agricultural water management**, v. 145, p. 92-97, 2014.

COSENZO, Cássio. **Tarifa social dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário do Distrito Federal**. 2013. 118 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) - Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Rio de Janeiro, 2013.

DISTRITO FEDERAL. Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal – ADASA. **Resolução** n.01, de 17. Fev. 2012. Homologa o Reposicionamento Tarifário Provisório de março de 2012, a vigorar no período de 1º de março de 2012 a 28 de fevereiro de 2013, e dá outras providências. 5p.

DISTRITO FEDERAL. Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal – ADASA. **Resolução** n.02, de 28. Jan. 2013. Homologa o Reajuste Tarifário Anual de março de 2013, e dá outras providências. 4p.

DISTRITO FEDERAL. Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal – ADASA. **Resolução** n.08, de 25. Fev. 2011. Homologa o Reajuste Tarifário Anual Provisório de março de 2011, e dá outras providências. 4p.

DISTRITO FEDERAL. Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal – ADASA. **Resolução** n.14, de 27. Out. 2011. Estabelece as condições da prestação e utilização dos serviços públicos de abastecimento de água e de esgotamento sanitário no Distrito Federal. 61p.

DISTRITO FEDERAL. COMPANHIA DE PLANEJAMENTO DO DISTRITO FEDERAL - CODEPLAN. **Anuário Estatístico do Distrito Federal 2016**. Disponível em: <<http://www.codeplan.df.gov.br/areas-tematicas/anuario-estatistico-do-df.html>>. Acesso em: 04 jul. 2017.

DISTRITO FEDERAL. COMPANHIA DE PLANEJAMENTO DO DISTRITO FEDERAL - CODEPLAN. **Pesquisa Distrital Por Amostra De Domicílios – Distrito Federal – PDAD/DF 2011**. 2012. Disponível em: <<http://www.codeplan.df.gov.br/component/content/article/261-pesquisassocioeconomicas/257-pdad.html>> Acesso em: 05 abr. 2017.

DISTRITO FEDERAL. COMPANHIA DE PLANEJAMENTO DO DISTRITO FEDERAL - CODEPLAN. **Pesquisa Distrital Por Amostra De Domicílios – Distrito Federal – PDAD/DF 2013**. 2014. Disponível em: <<http://www.codeplan.df.gov.br/component/content/article/261-pesquisas-socioeconomicas/294-pdad-2013.html>>. Acesso em: 06 abr. 2017.

DISTRITO FEDERAL. COMPANHIA DE PLANEJAMENTO DO DISTRITO FEDERAL - CODEPLAN. **Pesquisa Distrital Por Amostra De Domicílios – Distrito Federal – PDAD/DF 2015**. 2016. Disponível em: <<http://www.codeplan.df.gov.br/component/content/article/261-pesquisas-socioeconomicas/319-pdad-2015.html>>. Acesso em: 07 abr. 2017.

DISTRITO FEDERAL. Lei n. 2.416, de 6 de julho de 1999. **Diário Oficial do Distrito Federal**. Brasília, DF, 07 jul. 1999. Seção 1,2 e 3, p. 3.

DISTRITO FEDERAL. Lei n. 3.365, de 16 de junho de 2004. **Diário Oficial do Distrito Federal**. Brasília, DF, 28 jun. 2004. Seção 1, p. 3.

DISTRITO FEDERAL. Lei n. 3559, de 18 de janeiro de 2005. **Diário Oficial do Distrito Federal**. Brasília, DF, 20 jan. 2005. Seção 1, p. 5.

DISTRITO FEDERAL. Lei n. 4.285, de 26 de dezembro de 2008. **Diário Oficial do Distrito Federal**. Brasília, DF, 29 dez. 2008. Seção 1, p.2.

DISTRITO FEDERAL. Lei n. 4.341, de 22 de junho de 2009. **Diário Oficial do Distrito Federal**. Brasília, DF, 24 jun. 2009. Seção 1, p.1.

DISTRITO FEDERAL. Resolução n.01, de 29 de janeiro de 2014. **Diário Oficial do Distrito Federal**. Brasília, DF, 31 jan. 2014. N.14, Seção 1, p 31.

DUARTE, Patrícia C.; LAMOUNIER, Wagner M.; TAKAMATSU, Renata T. Modelos econométricos para dados em painel: aspectos teóricos e exemplos de aplicação à pesquisa em contabilidade e finanças. In: CONGRESSO USP DE CONTROLADORIA E CONTABILIDADE, 7.; CONGRESSO USP DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA EM CONTABILIDADE, 4. 2007, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 2007. p. 1-15.

FARIA, Ricardo; NOGUEIRA, Jorge. Métodos de precificação da água e uma análise dos mananciais hídricos do Parque Nacional de Brasília. **Revista Econômica do Nordeste**, v.35, nº2. Pg 187-217.2004.

FERNANDES, Miriane de A.; MEIRELES, Manuel. Justificativa e proposta de indicador de sustentabilidade financeira. *Revista Contemporânea de Contabilidade*, Florianópolis, v. 10, n. 20, p. 75-96, ago. 2013. ISSN 2175-8069. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/contabilidade/article/view/2175-8069.2013v10n20p75>>. Acesso em: 01 jul. 2017.

FERNANDEZ, José C., GARRIDO, Raymundo José. **Economia dos Recursos Hídricos**. Salvador: EDUFBA, 2002.

GALVÃO JUNIOR, A. de C.; XIMENES, Marfisa M. de A. F.. **Regulação:** normatização da prestação de serviços de água e esgoto. Fortaleza: Agência Reguladora de Serviços Públicos Delegados do Estado do Ceará - ARCE, 2008. 82-83 p.

GHIMIRE, Monika; BOYER, Tracy A.; CHUNG, Chanjin; e MOSS, Justins Q. Estimation of Residential Water Demand under Uniform Volumetric Water Pricing.

Journal of water resources planning and management. Vol.: 142 iss.:2, 4015054-1 - 4015054-6 p, 2016.

GREENE, William. **Econometric analysis**, 7th edition. New York: Pearson, 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. 2017.

Disponível em:

<<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=530010&search=||infogr%Elficos:-informa%E7%F5es-completas>>. Acesso em 01 jul. 2017

MA, Xunzhou; ZHANG, Shiqiu; MU, Quan. How Do Residents Respond to Price under Increasing Block Tariffs? Evidence from Experiments in Urban Residential Water Demand in Beijing. **Water Resources Management**, v. 28, p. 4895-4909, 2014.

MORAES, Marcia; RIBEIRO, Márcia; Watkins, David; VIANA, Jorge; FIGUEIREDO, Luiz; SILVA, Gerald; CARNEIRO, Ana. Integrated economic models to support decisions on water pricing in biofuel production river basins: three case studies from Brazil. **Biofuels Bioproduct & Biorefining**. DOI: 10.1002/bbb.1581. 2015

OLMSTEAD, Sheila; HANEMANN, W. Michael; e STAVINS, Robert N. Water demand under alternative price structures. **J. Environ. Econ. Management**, v. 54, n. 2, p. 181–198, 2007.

PAVIANE, Aldo; BRANDÃO, Alexandre. **Consumo de água em Brasília: crise e oportunidade**. Texto para discussão - n. 8 (2015) - Brasília: Companhia de Planejamento do Distrito Federal, 2015.

RENZETTI, Steven; DUPONT, Diane P.; CHITSINDE, Tina. An empirical examination off the distributional impacts of water prining reforms. **Utilities Policy**, v. 34, p. 63-69, 2015.

RESENDE FILHO, Moisés; SILVA, Alexandre; ARAÚJO, Felipe A.; BARROS, Emanuel. Precificação da Água e Eficiência Técnica em Perímetros Irrigados: Uma Aplicação da Função Insumo Distância Paramétrica. **Estudos econômicos**, v. 41, n. 1, p. 143-172, 2011.

WOOLDRIDGE, Jeffrey. **Introdução à Econometria: Uma Abordagem Moderna**. Tradução de José Antônio Ferreira. São Paulo: Cengage Learning. 2010. p. 449-469.