



ELASTICIDADE-PREÇO DA DEMANDA POR ÁGUA NO ABASTECIMENTO URBANO NO POLO GESSEIRO DO ARARIPE/PE

Adriel Wesley Nascimento Melo ¹, Paulo da Costa Medeiros ²

RESUMO

Na Política Nacional de Recursos Hídricos do Brasil, destaca-se, dentre outros fundamentos, a escassez das águas, que deriva do caráter econômico no sistema de gestão. Focaliza-se assim, o uso racional da água, através de cinco instrumentos, dentre eles, a cobrança pelo uso da água bruta. A valoração da água no país é bastante complexa, tendo em vista a multiplicidade de usos/usuários e inexistência de mercados de água. A presente pesquisa trata sobre a análise comportamental do consumidor frente o aumento tarifário, através do parâmetro elasticidade-preço da demanda para os usuários do setor urbano abastecidos pela Companhia Pernambucana de Saneamento – COMPESA, nos principais municípios do Polo Gesseiro do Araripe, no período de Janeiro de 2007 a Dezembro de 2019. As elasticidades calculadas, indicaram demanda elástica com valor médio de 1,4989 e, demanda inelástica, de 0,7579. Nos casos de demanda elástica, as médias nos anos de 2013 e 2015, foram mais distintas em relação à média global. Já para demanda inelástica, os valores médios mais diferenciados nessa relação, ocorreram em 2013 e 2017. Os resultados visam apoiar modelos econômicos de cobrança, como abordagem primária do consumidor frente alternativas comumente utilizadas em períodos de escassez hídrica, cujos custos (por metro cúbico da água) apresentam-se bem mais onerosos.

Palavras-chave: Área urbana, Tarifa de água, Semiárido

¹Aluno do Curso de Estatística, Unidade Acadêmica de Estatística, UFCG, Campina Grande, PB, e-mail: adriel123wesley@gmail.com

²Doutor, Professor Associado, Unidade Acadêmica de Tecnologia do desenvolvimento, UFCG, Campina Grande, PB, e-mail: medeirospc@gmail.com; paulo.costa@professor.ufcg.edu.br

PRICE ELASTICITY OF WATER DEMAND IN URBAN SUPPLY IN THE GYPSUM POLE OF ARARIPE/PE, BRAZIL

ABSTRACT

In Brazil's National Water Resources Policy, among its foundations, the scarcity of water stands out, which conditions the economic character of the management system. Among the objectives, there is the rational use of water, through five instruments, among them, the charge for the use of raw water. The valuation of water in Brazil is quite complex, given the multiplicity of uses/users and the lack of water markets. This research deals with the behavioral analysis of the consumer facing the tariff increase, through the price-elasticity parameter of demand for users in the urban sector supplied by the Pernambuco Sanitation Company - COMPESA, in the main municipalities of Gypsum Pole of Araripe/PE, Brazil, in the period of January from 2007 to December 2019. The calculated elasticities indicated elastic demand with an average value of 1.4989 and inelastic demand of 0.7579. In cases of elastic demand, the averages in the years 2013 and 2015 were more different from the global average. For inelastic demand, the most differentiated average values occurred in 2013 and 2017. The results aim to support economic models of water charging, as basic support for the consumer in face of common alternatives used in periods of water scarcity, whose costs are much more onerous.

Keywords: Urban area, Water tariff, Semiarid.

INTRODUÇÃO

A água predominantemente necessária às atividades no mundo, encontra-se de forma escassa em sua qualidade e quantidade, cujo crescimento das demandas condiciona a necessidade de gestão hídrica cada vez mais complexa. Tal recurso foi tema sempre presente no histórico de debates ambientais desde a década de 1970 (POTT e ESTRELA, 2017), tendo em vista a crescente degradação alavancada nos períodos das guerras mundiais (MANRIQUE et al., 2020), também é tema intrínseco em muitas metas para o desenvolvimento sustentável - Agenda 2030 (ONU, 2015) com destaque de que a água potável e de qualidade, bem como as instalações sanitárias, é um direito humano, indispensável para o pleno gozo do direito à vida (ONU, 2010). Nos debates de cunho internacional incorpora-se aspectos como saúde humana, ambientais, segurança alimentar e questões energéticas, sendo o recurso hídrico fundamental para as melhorias no bem estar social e crescimento inclusivo, como meio de subsistência de bilhões de pessoas (WWDR, 2015). O desenvolvimento adequado de instrumentos de gestão, com foco na proteção e planejamento (MMA, 2015) configura-se como fundamental ao sistema hídrico.

No Brasil, a Lei 9.433/97 (Política Nacional de Recursos Hídricos - PNRH), considera a bacia hidrográfica como unidade de gerenciamento e planejamento das águas, apoiada por cinco instrumentos de gestão, dentre eles a cobrança pelo uso da água bruta, este, objetivando: obter recursos financeiros para o financiamento dos programas e intervenções contemplados nos planos de recursos hídricos; o reconhecimento econômico da água e; o incentivo ao uso racional. Objetivando-se assegurar a geração atual e futuras, disponibilidade da água com qualidade para as diferentes modalidades de usuários. Os múltiplos usos estão relacionados aos atendimentos simultâneos (como consumo humano ou doméstico, agrícola, industrial e atividades recreativas) e, nesse sentido, as proposições de critérios para a cobrança é tecnicamente bastante complexa, envolvendo diferentes aspectos, como os hidroclimatológicos, ecológicos e socioeconômicos (VERA, 2014).

O instrumento da cobrança é de fundamental para obtenção de recursos financeiros na melhoria, conservação e recuperação da qualidade e quantidade de água. Os principais determinantes do consumo de água, de acordo com LINS (2018), são preço/tarifa, renda familiar, população e clima. O autor salienta que razões comportamentais como costumes pessoais e valores culturais poderão

induzir, visto que os essenciais pontos de demanda residencial são a descarga do vaso sanitário, o banho e a lavagem de roupas. Um instrumento econômico, como a cobrança, pode maximizar o bem-estar econômico e social, auxiliar na resolução de conflitos de uso da água e corrigir as externalidades (HEERDEN; BLIGNAUT; HORRIDGE, 2008; QIN et al., 2012; MORAES et al., 2015), ao mesmo tempo, incentiva a racionalização do seu uso e arrecada recursos financeiros para o financiamento dos programas e das intervenções contempladas nos planos de recursos hídricos (BRASIL, 1997). Os modelos de cobrança conferem duas grandes vertentes: os de caráter arrecadatório ou financeiro, que utilizam coeficientes segundo fatores físicos e de gestão, na ponderação do valor total a ser cobrado - incluindo o preço unitário e o volume consumido, no entanto, não possuem a eficiência econômica (GARRIDO, 2018) e; os de caráter econômico, que incorporam os princípios da teoria econômica, considerando a relação neoclássica entre oferta e demanda em função da variação do preço de um bem, incluindo aspectos como a eficiência econômica, a disposição à pagar, custo de oportunidade, entre outros (FGV, 2018).

A elasticidade-preço da demanda é um dos parâmetros derivados da ótica neoclássica da interação entre demanda e oferta (KRUGMAN e WELLS, 2016). Tradicionalmente conhecido na ciência microeconômica em vários setores, incluindo de prestação de serviços de saneamento urbano. Trata-se de um importante indicador que mede a reação da demanda frente às alterações no preço de um bem ou serviço. Isto é, mede a variação percentual na quantidade demandada em resposta a variação no preço do bem (VARIAN, 2006)

A presente pesquisa objetiva-se na estimativa da suscetibilidade do consumo diante do aumento de preço do metro cúbico de água no abastecimento público urbano, utilizando-se do indicador elasticidade-preço da demanda, mensurado em curvas de demanda por água (consequente à modelagem de cunho econômico), a partir de dados de micromedição de usuários dos municípios localizados no Polo Gesseiro do Araripe, no estado de Pernambuco. Espera-se com os resultados, apoiar estudos ligados à modelos econômicos de cobrança pelo uso de água bruta, especialmente na abordagem inicial de funções de demanda por água, especialmente em regiões com particularidades hidro climatológicas e socioeconômicas similares.

MATERIAIS E MÉTODOS

Estrutura tarifária

A estrutura tarifária apresenta taxas segundo condições de serviços – captação, transporte e tratamento da água de abastecimento público. Os valores das taxas são diferenciados por faixas de consumo/esgotamento para modalidade de usuário, calculado em forma de “cascata” (ANDRADE e LOBÃO, 1996). A revisão tarifária está relacionada com as despesas e investimentos necessários à prestação dos serviços (SABESP, 2018), o sistema tarifário tem que considerar na composição de tarifas, meios para acolher a diversidade sociocultural e os princípios de universalidade da água. Para a presente pesquisa foram utilizados dados da estrutura tarifária disponibilizados pela COMPESA - Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA, 2017a; COMPESA, 2017b; COMPESA, 2019), Nas estruturas tarifárias dos anos de: 2012, não ocorreu aumento; 2018, não foi observada variação de preço na categoria analisada nesta pesquisa – consumo normal residencial (COMPESA, 2018) e; 2020 a aplicação se deu a partir de 3 de janeiro de 2021, conforme Resolução ARPE Nº 170 (APE, 2020).

No caso da estrutura tarifária da COMPESA, verificam-se os valores (R\$/m³) cobrados por faixas de consumo de água em anos correlacionados à série de dados de demanda abordada nesta pesquisa – consumo residencial. Para categoria “Mínimo” (valor é expresso em R\$/10m³), faixa até 10m³, tarifa-se pelos 10m³, acima desse valor, parte para categoria “Normal”, sendo tarifados por cada metro cúbico consumido, segundo faixas diferenciadas.

Banco de dados de micromedição

As informações de micromedição foram fornecidas pela COMPESA, nos períodos: de Janeiro de 2007 a Dezembro de 2015, através de COMPESA (2017c) e; no período de Janeiro de 2016 a Dezembro de 2020, através do Programa Conecta (COMPESA, 2021). O banco de dados de micromedição considerados para a Região do Araripe contempla várias informações das cinco cidades da área de estudo dentre elas: localidade, matrícula, referência (ano e mês), perfil (normal, grande e tarifa social), categoria (residencial, público, comercial e industrial), consumos medido/faturado.

Análise da demanda segundo o índice elasticidade-preço

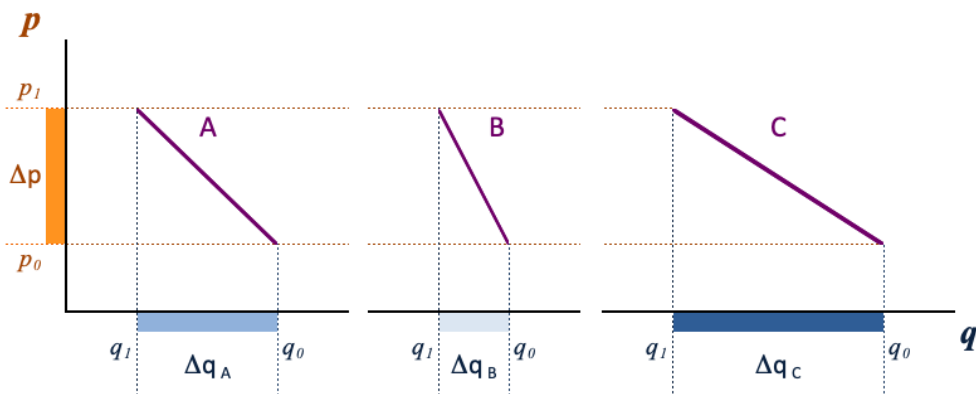
Na “lei da oferta e demanda”, princípio da economia neoclássica, quando o preço de um bem aumenta, a quantidade procurada, habitualmente, decresce e vice-versa. A elasticidade-preço da demanda (GRIFFIN, 2006; HAROU et al., 2009) é o parâmetro que informa, em termos proporcionais, quanto o consumidor reduziu a demanda diante do aumento de preço, através de três linhas principais: demanda elástica, demanda unitária ou demanda inelástica. Os pares de preço versus demanda em momentos diferentes condicionam os traçados das curvas de demanda. A elasticidade-preço (E) mede a variação percentual da demanda “x” em resposta a uma alteração percentual no preço da água “p”, através da Equação 1, em que: $\Delta q = q_1 - q_0$ e $\Delta p = p_1 - p_0$; em que os índices 1 e 0 as condições inicial e final, respectivamente.

$$E = (\Delta q/q_0)/(\Delta p/p_0) \quad (1)$$

Essas três vertentes -“resposta” (redução) da demanda ($\Delta q = q_1 - q_0$) à variação (aumento) de preço ($\Delta p = p_1 - p_0$) é ilustrada na Figura 1: demanda unitária, curva A, $\Delta q_A = \Delta p$ em que determinado percentual de variação no preço ocasiona uma mesma variação percentual na quantidade demandada; demanda inelástica, curva B, $\Delta q_B < \Delta p$, na qual, determinado percentual de mudança no preço irá causar uma redução percentual menor na quantidade demandada ou ofertada; demanda elástica, curva C, $\Delta q_C > \Delta p$, indica que a quantidade demandada responde mais que proporcionalmente ao aumento de preço, ou seja, a variação na demanda é maior do que a variação do preço.

Esses pares ordenados representam as curvas de demanda, no caso, quanto aos recursos hídricos, curva de demanda por água com os pontos demanda e preço: inicial (q_0 ; p_0) e final (q_1 ; p_1) (DAMÁSIO et. al, 2004). A determinação dos coeficientes angular e linear, derivam a confecção da função de demanda.

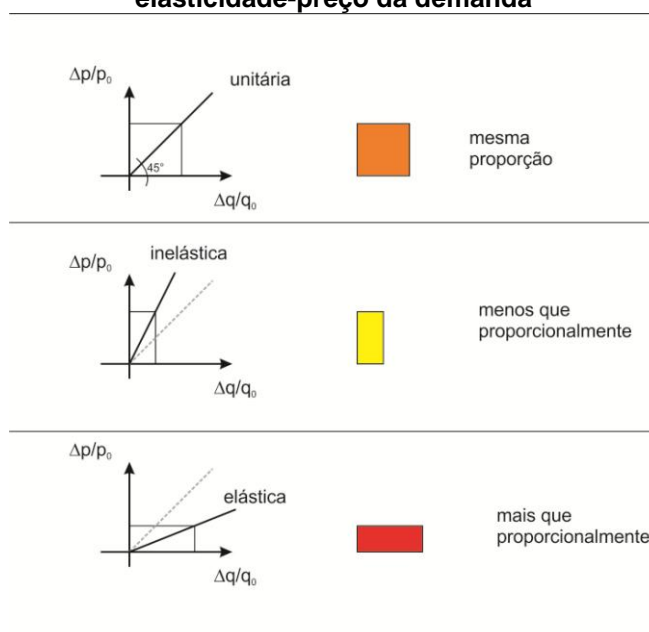
Figura 1: Comportamento da demanda em relação ao aumento do preço, segundo o princípio da economia neoclássica: A, unitária; B, inelástica e; C, elástica



Fonte: autoria própria

Na Figura 2, observa-se a proporção da redução da demanda ($\Delta q/q_0$) frente ao aumento de preço ($\Delta p/p_0$), segundo a teoria da elasticidade-preço da demanda, nas modalidades: unitária, inelástica e elástica. A mesma proporção de redução da demanda em relação ao aumento tarifário limita-se à condição de demanda unitária, quanto mais íngreme (aproximação à ordenada $\Delta p/p_0$) essa proporção mais inelástica será a demanda, por outro lado, quanto mais se aproxima do plano (aproximando-se da abscissa $\Delta q/q_0$), mais elástica será a demanda frente o aumento tarifário.

Figura 2: Proporção da redução da demanda frente ao aumento de preço, segundo a teoria da elasticidade-preço da demanda



Fonte: autoria própria

A elasticidade-preço da demanda (KRUGMAN & WELLS, 2016), o qual apresenta, em termos proporcionais (percentuais), o quanto o usuário reduziu o consumo frente ao aumento do preço do metro cúbico de água ofertado, ou seja, serve para avaliar quanto os consumidores estão dispostos a deixar de comprar determinado bem à medida que seu preço aumenta. Essa proporção, tem por definição a quantidade da demanda em relação à variação no preço (HAROU et al., 2009). A relação entre o aumento tarifário, foco deste trabalho e a demanda no abastecimento público, pode ser utilizada como análise primária nesses modelos.

Variação do preço

Foram considerados dados da estrutura tarifária do estado de Pernambuco conforme referências e períodos supracitados. Na Tabela 1, observam-se valores vertente inferior da Equação 1 (variação do preço sobre o preço inicial, $\Delta p/p_0$) nas vigências (meses) dos aumentos tarifários para faixa de consumo residencial normal, entre os anos de 2007 a 2019, período de interesse desta pesquisa. Como supracitado, não ocorreram aumentos tarifários nos anos de 2012, 2018 (na modalidade analisada nesta pesquisa) e 2020.

Tabela 1: Vigência e variação entre os valores tarifários (vertente $\Delta p/p_0$) para o consumidor residencial normal, segundo a Estrutura Tarifária da COMPESA entre os anos de 2007 e 2019.

Vigência		$\Delta p/p_0$
Ano	Mês	
2007	09	0,0390
2008	09	0,0730
2009	11	0,0860
2010	12	0,0500
2011	12	0,0700
2012		-
2013	03	0,0520
2014	03	0,0880
2015	03	0,0840
2015	06	0,0350
2016	03	0,1069
2017	03	0,0788
2018		-
2019	08	0,0971

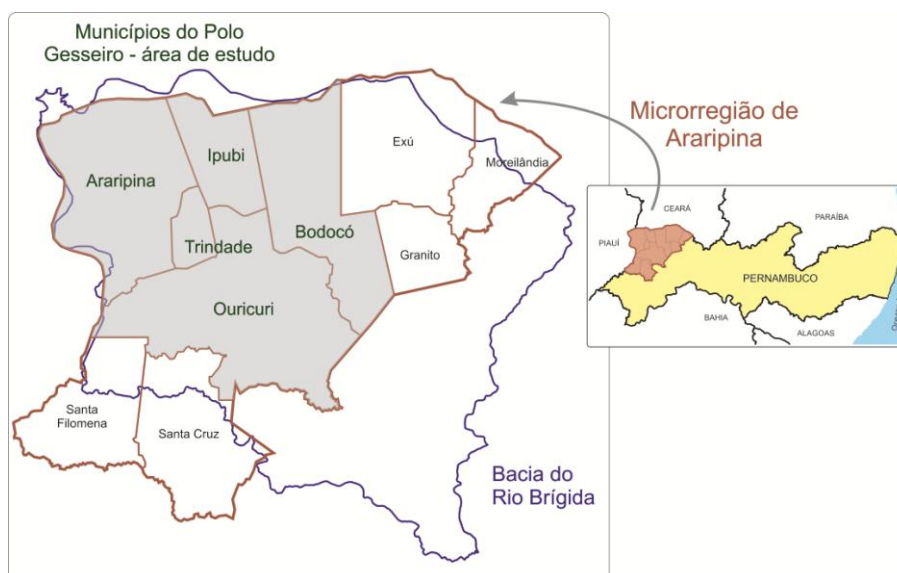
Fonte: autoria própria

Área de estudo

O Polo Gesseiro do estado de Pernambuco conhecido, também, como Polo Gesseiro do Araripina, está localizado na Microrregião de Araripina, contempla cinco cidades principais: Araripina, Bodocó, Ipubi, Ouricuri e Trindade com população total estimada em 253.398 habitantes (IBGE,2019). A região faz fronteira com os estados do Piauí, Ceará, com ênfase na produção desse recurso natural (aproximadamente 97% do gesso consumido no país), em área sedimentar cretácea (ARAÚJO, 2004). A gipsita extraída e o gesso produzido são comercializados em nível nacional e internacional. No processo utilizam a lenha como fonte de energia, predominantemente retirada de forma ilegal. A falta de gestão socioambiental condiciona fortes degradações no ecossistema, agregando-se ainda, problemáticas de saúde e condições laborais aos trabalhadores, potencializada pela dependência econômica dessa atividade (minas, indústrias de calcinação/pré-moldados), contemplando aproximadamente 14 mil empregos diretos e 60 mil indiretos (GRANJA et al., 2017), com domínio do município de Araripina, seguido de Ouricuri (ALMEIDA, 2010).

Salvo o município de Araripina que contempla pequenas áreas de drenagem à Oeste, todos os municípios estão totalmente inseridos na Bacia hidrográfica do rio Brígida (Figura 3).

Figura 3: Bacia do Rio Brígida e Principais Municípios do Polo Gesseiro do Araripe.



Fonte: (Adaptado de SRHE, 2019)

Segundo a APAC (2020), a Bacia Hidrográfica do rio Brígida está localizada no alto Sertão de Pernambuco, entre 07° 19' 02" e 08° 36' 32" de latitude sul, e 39°

17' 33" e 40° 43' 06" de longitude oeste, limitando-se ao norte com os Estados do Ceará e Piauí e com o grupo de bacias de pequenos rios interiores 9 - GI9 (UP28), ao sul com a bacia do riacho das Garças (UP12) e com o grupo de bacias de pequenos rios interiores 6 - GI6 (UP25), a leste com a bacia do rio Terra Nova (UP10) e o grupo de bacias de pequenos rios interiores 5 - GI5 (UP24), e a oeste com o Estado do Piauí. O rio Brígida nasce ao norte no município de Exú no estado de Pernambuco e apresenta uma extensão aproximada de 193 km e abrange uma área de 13.495,73 km², o que corresponde a 13,73% da superfície total do estado, até desaguar no rio São Francisco.

Resultados

Contemplando o banco de dados de micromedição para toda a microrregião de Araripina que agrega dados mensais de consumo de água (m³) urbano em usuários de 5 municípios, para o período de Janeiro de 2007 a Dezembro de 2019, foram procedidos filtros de forma à separação de interesse desta pesquisa: aos municípios do Polo Gesseiro (Araripina, Bodocó, Ipubi, Ouricuri e Trindade); aos meses vigente e posterior ao aumento tarifário, segundo Tabela 1 (anos de 2007-2011, 2013 a 2017 e 2019); ao perfil de consumidor normal (dentre os outros tarifa social e grande consumidor) e; à categoria residencial (ante os outros disponíveis: público, industrial e comercial).

Destarte foram calculadas as razões do aporte superior da Equação 1, ou seja, $\Delta q = (q_1 - q_0) / q_0$, relacionados à vigência e posterior à esta. Este, tendo em vista provável mudança no comportamento do consumidor, quando da percepção do acréscimo tarifário reativo ao mês anterior (início do reajuste).

Após os cálculos, o quantitativo dos resultados sobre o comportamento do consumidor, segundo o parâmetro da elasticidade contemplava caracteristicamente: em torno de 25% dos dados como demanda inalterada; mais de 60%, com acréscimo da demanda no período de aumento tarifário, sendo descartados já que esse evento é incomum para princípio da economia neoclássica; abaixo de 15% dos resultados, com elasticidades, sendo nestes, predominantemente elástico (mais de 85%), alguns com valores bem elevados, provavelmente por erro no processo de leitura e; não foram observadas demandas unitárias, salvo entre os meses de Dezembro de 2010 e Janeiro de 2011, com alguns casos (0,05% dos dados), não sendo considerado nesta pesquisa.

Nas Tabelas 2, 3 e 4, verificam-se os valores das elasticidades médias (meses da vigência e posterior ao aumento tarifário) nas modalidades elástica (até o dobro da redução em proporção ao aumento tarifário) e inelástica (redução da demanda numa proporção menor que a porcentagem do aumento tarifário), nos municípios e períodos de interesse nesta pesquisa (meses vigentes e seguintes ao aumento tarifário), respectivamente para os anos: 2007 a 2009; 2010-2011 e 2013; 2014, 2015a, 2015b; 2016-2017 e 2019.

Em função da relação inversa da demanda em relação ao preço, a elasticidade apresenta valores negativos, no entanto, elas estão dispostas nas Tabelas como módulo.

A decisão de apresentar o comportamento elástico limitando-se ao dobro da redução da demanda foi tomada, tendo em vista reduções com valores bastante expressivos em alguns casos, provavelmente por algum erro na leitura, como supracitado.

Na Tabela 2, verificam-se os valores das elasticidades para os anos de 2007 a 2009, o comportamento elástico pode ser resumido com $E = 1,539$, ou seja, o consumidor apresentou redução de 53,9% proporcionalmente a mais que a porcentagem do aumento tarifário (ou, para um aumento de 10%, em média, a redução será de 15,39%), os valores médios das elasticidades dos municípios foram: $E = 1,625$, para 2007; $E = 1,489$, para 2008; $E = 1,502$, para o ano de 2009. Nesses anos a variação da tarifa foi, respectivamente de 3,9%, 7,3% e 8,6%, um pouco diferenciada em 2007.

Ainda na Tabela 2, para a condição inelástica, não foi identificada no município de Ipubi, com média das elasticidades de 0,761 ($E = 0,782$, em 2007; $E = 0,767$ em 2008 e; $E = 0,736$ em 2009), ou seja, mesmo com a diferença na proporção do aumento tarifário de 2007, a redução da demanda ficou próximo da média (para um dado aumento de 10% no preço, haveria uma redução de 7,61% na demanda).

Tabela 2: Característica da demanda segundo os valores das elasticidades médias nos municípios do Polo Gesseiro de Pernambuco nos anos de 2007 a 2009

Localidade	Setembro e Outubro		Setembro e Outubro		Novembro e Dezembro	
	2007		2008		2009	
	Demanda*					
	elástica	inelástica	elástica	inelástica	elástica	inelástica
Araripina	1,657	0,804	1,520	0,763	1,479	0,695
Bodocó	1,572	0,832	1,487	0,770	1,469	0,713
Ipubi	1,639	-	1,378	0,752	1,593	0,774
Ouricuri	1,597	0,730	1,543	0,760	1,484	0,749
Trindade	1,658	0,760	1,518	0,788	1,484	0,750

* Sem ocorrências de demanda unitária

Na Tabela 3, a análise demanda considerou os períodos: meses de Dezembro de 2010 (aumento tarifário) e o mês seguinte, Janeiro de 2011; Dezembro de 2011 (aumento tarifário) e o mês seguinte, Janeiro de 2012; Junho e Julho de 2013. O ano de 2012 não houve aumento na tarifa da COMPESA. Para o comportamento elástico, as médias das elasticidades frente aos períodos de aumentos tarifários de 2010, 2011 e 2013 foram, respectivamente: 1,505; 1,466e; 1,578. O valor médio global dos casos elásticos, foi de 1,516. No município de Ipubi em 2013 foi identificado o valor mais expressivo da redução da demanda ($E = 1,619$). Nessa mesma tabela, os casos inelásticos, contemplaram uma média de 0,784, ou seja, para um dado aumento de 10% na tarifa, a redução da demanda estaria conferida em 7,84%, o município de Ipubi apresentou o menor valor da elasticidade nesse período ($E = 0,694$) no período de 2010/2011 e o valor mais expressivo foi em Trindade no ano de 2013, $E=0,839$ (12,43% acima da média).

Tabela 3: Característica da demanda segundo os valores das elasticidades médias nos municípios do Polo Gesseiro de Pernambuco nos anos de 2010, 2011 e 2013

Localidade	Dez/2010 e Jan/2011		Dez/2011 e Jan/2012		Junho e Julho	
	2010/2011		2011/2012		2013	
	Demanda*					
	elástica	inelástica	elástica	inelástica	elástica	inelástica
Araripina	1,487	0,756	1,467	0,776	1,584	0,785
Bodocó	1,487	0,798	1,482	0,755	1,556	0,789
Ipubi	1,467	0,694	1,430	0,832	1,619	0,794
Ouricuri	1,524	0,805	1,482	0,764	1,560	0,798
Trindade	1,558	0,805	1,468	0,763	1,570	0,839

* Ocorrências de demanda unitária - apenas em média de 0,05% dos dados

Referente à Tabela 4, a análise da demanda esteve relacionada aos aumentos tarifários dos anos de 2014 e 2015, este último em duas ocorrências em Março/Abril e em Junho/Julho, identificados como 2015a e 2015b, respectivamente. O comportamento inelástico foi observado: em todos os municípios nos meses de Março/Abril de 2014 e de 2015 com média da elasticidade de 0,746; em Junho e Julho de 2015 apenas no município de Ouricuri ($E=0,674$). A elasticidade média para a demanda elástica contemplou todos os municípios e períodos ($E_{\text{média}} = 1,574$).

Tabela 4: Característica da demanda segundo os valores das elasticidades médias nos municípios do Polo Gesseiro de Pernambuco nos anos de 2014, 2015a e 2015b

Localidade	Março e Abril		Março e Abril		Junho e Julho	
	2014		2015a		2015b	
	Demanda*					
	elástica	inelástica	elástica	inelástica	elástica	inelástica
Araripina	1,496	0,746	1,603	0,679	1,737	-
Bodocó	1,498	0,746	1,437	0,658	1,671	-
Ipubi	1,529	0,784	1,692	0,808	1,907	-
Ouricuri	1,498	0,766	1,600	0,814	1,334	0,674
Trindade	1,481	0,774	1,587	0,688	1,546	-

* Sem ocorrências de demanda unitária

Na Tabela 5, referente aos anos de 2016, 2017 e 2019, o comportamento da demanda: elástica ficou muito próximo da média geral nesses meses (variando de -2,4% a 3,68% em torno da média, $E = 1,466$) em que, para um dado aumento tarifário a redução da demanda seria proporcionalmente 46,6% maior em relação a esse aumento; inelástica, que apresentou valores próximos da média ($E = 0,781$), porém com amplitude maior, em relação à demanda elástica (variando de -6,82%, em Araripina em 2019, a 5,72% em Ipubi em 2016).

Tabela 5: Característica da demanda segundo os valores das elasticidades médias nos municípios do Polo Gesseiro de Pernambuco nos anos de 2016, 2017 e 2019

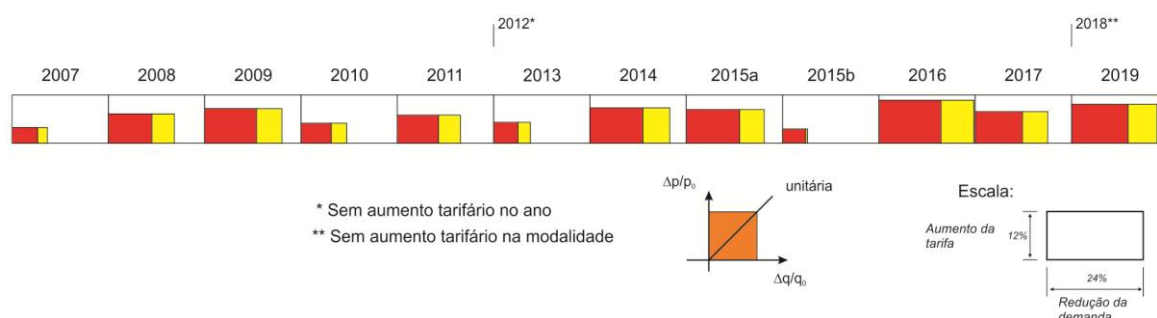
Localidade	Março e Abril		Março e Abril		Agosto e Setembro	
	2016		2017		2019	
	Demanda*					
	elástica	inelástica	elástica	inelástica	elástica	inelástica
Araripina	1,462	0,756	1,496	0,787	1,438	0,727
Bodocó	1,439	0,737	1,477	0,791	1,472	0,734
Ipubi	1,431	0,825	1,520	0,824	1,432	0,769
Ouricuri	1,464	0,734	1,496	0,780	1,450	0,728
Trindade	1,447	0,771	1,499	0,802	1,470	0,752

* Sem ocorrências de demanda unitária

A Figura 4 observa-se o resumo das proporções das reduções da demanda frente os aumentos tarifários para o período analisado na pesquisa. O segundo aumento do ano de 2015 foi o menos expressivo e no ano de 2016 com maior aumento tarifário de 2016.

A média global da condição elástica foi de 1,4989, representando que, para um dado aumento de 10% na tarifa, em média, ocorre uma redução de 14,98% na demanda. Por outro lado, na característica inelástica, $E_{média} = 0,7579$, ou seja, para um aumento de tarifa de 10%, o consumidor reduziu a demanda, em média, em 7,58%. Nos casos de demanda elástica, as médias nos anos de 2013 e 2015, foram mais distintas em relação à média global (5,3%). Já para demanda inelástica, os valores médios mais diferenciados em relação à média global ocorreram em 2013 e 2017: 5,7% e 5,1 %, respectivamente.

Figura 4: Proporções médias da redução da demanda dos usuários do abastecimento público, frente aos meses de aumento tarifário - municípios do Polo Gesseiro do Araripe/PE (Período: 2007 a 2019)



CONCLUSÃO

O parâmetro de elasticidade-preço da demanda aplicado na presente pesquisa é uma ferramenta que apoia na abordagem da sensibilidade do usuário ante o aumento tarifário. Tal análise auxilia na condição inicial do contexto econômico dos recursos hídricos, tendo em vista a escassez da água no planeta.

Os modelos de cobrança de caráter econômico simulam situações mais críticas, com preço do metro cúbico da água mais onerosos. A presente pesquisa auxilia na abordagem primária do comportamento do usuário nas situações comuns do consumo, no presente estudo de caso, abastecimento urbano em região semiárida do Nordeste brasileiro.

Sugere-se para pesquisas futuras a análise da elasticidade, discretizando-se o aspecto temporal, em anos de climatologias diferentes sob os efeitos de eventos precipitantes como El Niño e La Niña.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio do CNPq, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – Brasil, através do Programa PIBIC/CNPq da UFCG.

À COMPESA - Companhia Pernambucana de Saneamento, através do Programa CONECTA, pelo fornecimento dos dados de micromedição das localidades e períodos de estudo.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Djalмира Sá. Microrregião de Araripina. 2010. Disponível em: <www.webartigos.com/artigos/microrregiao-de-araripina/39035>.
- ANDRADE, A.A.; LOBÃO, W.J. de A. Tarifação Social no Consumo Residencial de Água. Texto para Discussão nº438. Rio de Janeiro, 1996. Disponível em <www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=3627>.
- APE, RESOLUÇÃO ARPE Nº 170, DE 03 DE DEZEMBRO DE 2020. Autoriza o Reajuste Tarifário Anual de 2020 dos serviços de abastecimento de água e de coleta e tratamento de esgotos sanitários do Estado de Pernambuco, prestados pela Companhia Pernambucana de Saneamento - COMPESA. Dezembro, 2020. Disponível em: <www.arpe.pe.gov.br/images/RESOLUCAO/RESOLUCOES2020/REARPE-N-170-COMPESA.pdf>.
- ARAÚJO, S. M. S. D, O Polo Gesseiro do Araripe: Unidades geo-ambientais e impactos da mineração. Campinas, Universidade Estadual de Campinas, 276f. Tese (Doutorado). Programa de Pós-graduação em Geociências. Área de Administração e Política de Recursos Minerais, 2004.
- COMPESA. Companhia Pernambucana de Saneamento. Estrutura tarifária de 2002 a 2016. Abril, 2017a.
- COMPESA. Companhia Pernambucana de Saneamento.. Estrutura Tarifária dos serviços prestados pela COMPESA. 2017b Disponível em: <www.arpe.pe.gov.br/images/NT/Estrutura_Tarifaria.pdf>.
- COMPESA. Companhia Pernambucana de Saneamento. Planilha de dados de micromedição - Período janeiro de 2007 a dezembro de 2015. Abril, 2017c.
- COMPESA. Companhia Pernambucana de Saneamento.. Estrutura Tarifária dos serviços prestados pela COMPESA. 2018. Disponível em: <www.arpe.pe.gov.br/images/NT/ESTRUTURA-TARIFARIA-12-05-2018_COMPESA_SITE.pdf>.
- COMPESA. Companhia Pernambucana de Saneamento.. Estrutura Tarifária dos serviços prestados pela COMPESA. 2019 Disponível em: <www.arpe.pe.gov.br/images/COORDENADORIAS/TARIFAS/Estrutura-Tarifaria_Site-ARPE.pdf>.

COMPESA. Companhia Pernambucana de Saneamento. Programa Conecta. Planilha de dados de micromedição - Período janeiro de 2016 a dezembro de 2020. Abril, 2021.

DAMÁSIO, J.; SILVEIRA, A. H. P. ; FERNANDEZ, J. C. ; TEIXEIRA, T. C. S.. Efeitos da Cobrança do Recurso Água Sobre Agregados da Economia Brasileira. 2004. Disponível em CD.

FGV. FUNAÇÃO GETÚLIO VARGAS. Instrumentos Econômicos Aplicados à Gestão de Recursos Hídricos. Caminhos para sua adoção em situações de conflito pelo uso da água no Brasil. 2018. Disponível em: < <http://www.gvces.com.br/instrumentos-economicos-aplicados-a-gestao-de-recursos-hidricos?locale=pt-br>>.

GARRIDO, R. J. S. Contribuições à Cobrança pelo Uso da Água no Brasil – Abordagem Econômica e Avaliação de Preços Ótimos Vis-à-Vis Preços Praticados na Bacia do Rio Paraíba do Sul. 2018. 265f. Tese (Doutorado em Economia). Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade. Departamento de economia, Universidade de Brasília, Brasília/DF. Disponível em: < <http://repositorio.unb.br/handle/10482/32163>>.

GRANJA, C. V. A.; CAVALCANTE, E. P.; CAFÉ FILHO, H. P.; SIQUEIRA, M. S.; NASCIMENTO, W. Degradação Ambiental: Exploração de Gipsita no Polo Gesseiro do Araripe. Revista de Psicologia. 2017. v. 11, n. 36, p.239-267. Disponível em: <<https://idonline.emnuvens.com.br/id/article/view/782>>. Acesso em: 28. Ju. 2020.

GRIFFIN, R. C. Water resource economics: the analysis of scarcity, policies, and projects. Cambridge: MIT Press, 2006

HAROU, J. J.; PULIDO-VELAZQUEZ, M.; ROSENBERG, D. E.; MEDELLIN-AZUARA, J.; LUND, J.; HOWITT, R. Hydro-economic models: concepts, design, applications, and future prospects. Journal of Hydrology, p. 627-643, 2009. DOI: 10.1016/j.jhydrol.2009.06.037.

HEERDEN, J.H.V.; BLIGNAUT, J.; HORRIDGE, M. (2008) Integrated water and economic modelling of the impacts of water market instruments on the South African economy. Ecological Economics, v. 66, p. 105-116. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.11.011>

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades. Disponível em: População estimada, 2019. <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/araripina/panorama>>.

KRUGMAN, P. WELLS, R. Introdução à Economia. Ed. 3ed. Elsevier Academic., 2016. 981p.

LINS, G. M. L. Análise de variáveis determinantes no consumo urbano de água de uso doméstico na cidade de Campina Grande – PB. Disponível em: <www.recursosnaturais.ufcg.edu.br/downloads/gledsnelimariadelimalins.pdf>..

MANRIQUE, H. N.; MACHADO, J. H. R.; SILVA, H. A. Os impactos ambientais em decorrência da interferência negativa humana arraçoada pelo progresso econômico. Brazilian Journal of Development, v. 6, p. 74935-74952, 2020.

MORAES, M.M.G.A.; RIBEIRO, M.M.R.; WATKINS JR., D.W.; VIANA, J.H.N.; FIGUEIREDO, L.E.N.; SILVA, G.S., CARNEIRO, A.C.G. (2015) Integrated economic models to support decisions on water pricing in biofuel production river basins: three

case studies from Brazil. *Biofuels, Bioproducts & Biorefining*, v. 10, n. 3, p. 255-269.
<https://doi.org/10.1002/bbb.1581>

MMA. Ministério do Meio Ambiente. *Cidades Sustentáveis*. Online. Disponível em:<
<https://www.gov.br/mma/pt-br>>.

ONU. Organização das Nações Unidas. Conselho de Direitos Humanos The Right to Water. Fact Sheet No. 35., 2010. Disponível em:
<www.ohchr.org/Documents/Publications/FactSheet35en.pdf>

ONU. ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. 17 Objetivos para Transformar Nosso Mundo. Setembro, 2015. Disponível em:
<<https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030>>.

QIN, C.; JIA, Y.; SU, Z.; BRESSERS, H.T.A.; WANG, H. (2012) The economic impact of water tax charges in China: a static computable general equilibrium analysis. *Water International*, v. 37, p. 279-292.
<https://doi.org/10.1080/02508060.2012.685554>

SABESP. Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. Relatório Simpósio sobre a Estrutura Tarifária, 2018. Disponível em:
<www.arsesp.sp.gov.br/Documentosgerais/seminario-revisao-tarifaria.pdf>.

VARIAN, H. R. *Microeconomia: conceitos básicos*. 7. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

VERA, Leonardo Henrique Andrade. Atuação da cobrança pelo uso da água de domínio da união como instrumento de gestão de recursos hídricos na bacia hidrográfica do rio SÃO 44 FRANCISCO. 2014. 165 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2014.

WWDR. Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos: Água para um Mundo Sustentável. 2015. Online. Disponível em:<
http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/images/WWDR2015ExecutiveSummary_POR_web.pdf>

POTT, C. M.IEL ; ESTRELA, C. C. . Histórico ambiental: desastres ambientais e o despertar de um novo pensamento. *Estudos Avançados*, v. 31, p. 271-283, 2017.



Paulo da Costa Medeiros

Orientador.

MAT. SIAPE 1253152



Adriel Wesley Nascimento Melo

Bolsista

MATRÍCULA 118210974