



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO SEMIÁRIDO
UNIDADE ACADÊMICA DE TECNOLOGIA DO DESENVOLVIMENTO
CURSO DE ENGENHARIA DE BIOSISTEMAS**

ANDRÉ PEDRO DA SILVA

**ELASTICIDADE–PREÇO DA DEMANDA POR ÁGUA: USUÁRIO
COMERCIAL DO MUNICÍPIO DE ARARIPINA/PE**

**SUMÉ - PB
2018**

ANDRÉ PEDRO DA SILVA

**ELASTICIDADE-PREÇO DA DEMANDA POR ÁGUA: USUÁRIO
COMERCIAL DO MUNICÍPIO DE ARARIPINA/PE**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Biosistemas do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Biosistemas.

**Orientador: Professor Dr. Paulo da Costa Medeiros
Co-orientador: Dr. Rummenigge de Macêdo Rodrigues**

**SUMÉ - PB
2018**

S586e Silva, André Pedro da..

Elasticidade-preço da demanda por água: usuário comercial do município de Araripina/PE. / André Pedro da Silva. - Sumé - PB: [s.n], 2018.

33 f.

Orientador: Professor Dr. Paulo da Costa Medeiros. Co-orientador: Dr. Rummenigge de Macêdo Rodrigues.

Monografia - Universidade Federal de Campina Grande; Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido; Curso de Engenharia de Biosistemas.

1. Gestão de recursos hídricos. 2. Demanda pelo uso da água. 3. Araripina – PE, gestão da água. I. Título.

CDU: 556.18 (043.1)

ANDRÉ PEDRO DA SILVA

**ELASTICIDADE–PREÇO DA DEMANDA POR ÁGUA: USUÁRIO
COMERCIAL DO MUNICÍPIO DE ARARIPINA/PE**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Biosistemas do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Biosistemas.

BANCA EXAMINADORA:



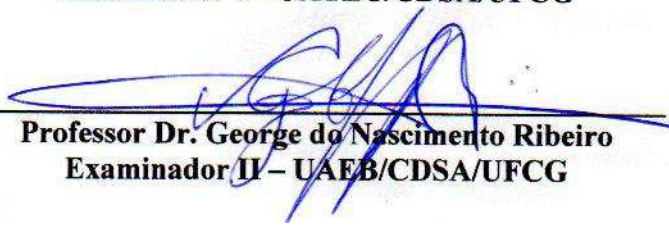
Professor Dr. Paulo da Costa Medeiros
Orientador – UATEC/CDSA/UFCG



Dr. Rummenigge de Macêdo Rodrigues
Co-orientador – UATEC/CDSA/UFCG



Professor Dr. Hugo Moraes de Alcântara
Examinador I – UATEC/CDSA/UFCG



Professor Dr. George do Nascimento Ribeiro
Examinador II – UAEB/CDSA/UFCG

Trabalho aprovado em: 21 de março de 2018.

**SUMÉ – PB
2018**

A Deus, pois é sábio, bondoso e nunca desampara seus filhos.

Ao meu pai, Antônio Pedro da Silva, e madrasta, Maria Isabel da Conceição, os quais serão sempre minha base.

A toda minha família, em especial às minhas irmãs e minha mãe, que mesmo distantes sempre me apoiaram e ajudaram.

À minha namorada, Heloísa Ramos Mendes, e aos meus amigos pelas trocas de conhecimentos e apoio em momentos difíceis.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus pelo dom da vida, pela vontade de vencer e de seguir com meus sonhos, conseguir alcançar meus objetivos e poder ajudar minha família.

A toda minha família, meus pais, Antônio Pedro da Silva e Maria Isabel da Conceição, minhas irmãs, Amanda Amiriela Ferreira da Silva e Ana Vitória Pedro da Silva, e a minha namorada, Heloísa Ramos Mendes, que juntos me ajudaram em todos os aspectos e sempre acreditaram no meu potencial.

À Universidade Federal de Campina Grande, em especial ao Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, onde tive a oportunidade de cursar Engenharia de Biosistemas com ensino de qualidade, me capacitando para a vida profissional.

Ao MSc. João Virgílio Felipe Lima, gerente da Unidade de Negócios da Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA), pela disponibilidade do banco de dados da região do Araripe, possibilitando a construção deste trabalho de conclusão de curso.

Aos meus amigos de caminhada acadêmica e irmãos que a vida me deu, Fabiano da Silva, Vinícius Ferreira, Kaique Muniz, Bruno Pierre, Paulo César Batista, Adriana Moura, Laurinete Pinheiro, Camila Cristina e a todos os outros que não citei.

A todos os professores e técnicos que fazem parte dessa instituição e que fizeram parte durante minha caminhada na graduação.

Em especial, ao meu Professor, amigo e orientador, Paulo da Costa Medeiros por ter confiado e acreditado na minha capacidade, para juntos desenvolvermos o trabalho de conclusão de curso.

Aos professores que aceitaram participar da banca de defesa, Dr. George do Nascimento Ribeiro e Dr. Hugo Morais de Alcântara, meu sincero obrigado.

“Quem é correto nunca fracassará e será lembrado para sempre.” (Salmos 112:6)

RESUMO

A problemática quanto aos recursos hídricos é crescente em todo o mundo. No Brasil, apesar da quantidade de água doce ser superior, comparando-se com várias nações, sua distribuição é heterogênea no tempo e no espaço. O semiárido nordestino, em função dos altos índices evaporimétricos e crescimento nas demandas, configura-se a região com maior ocorrência de escassez de água no país e, conseqüentemente, conflitos de uso são recorrentes. Para tal, foi implementada em 1977 a Política Nacional dos Recursos Hídricos, Lei nº 9.433, que utiliza-se de cinco instrumentos de gestão, dentre eles, a cobrança, que apoia a dotação do valor econômico da água. Muitas são as dificuldades para implementação da cobrança pelo uso da água, tendo em vista a inexistência de mercados desse recurso. Nesse sentido, a análise da sensibilidade do usuário frente ao aumento do valor do metro cúbico da água consumido, representa capítulo fundamental dentro da estimativa dos valores a serem cobrados. O presente trabalho refere-se ao cálculo de um dos parâmetros que mensura tal sensibilidade, a elasticidade-preço da demanda. Foram utilizados dados de micromedições em usuários da zona urbana, do setor comercial no município de Araripina, localizado no estado de Pernambuco. Os dados foram fornecidos pela Companhia Pernambucana de Saneamento – COMPESA/PE, para o período de janeiro de 2007 a dezembro de 2015. Foram considerados pares de valores (consumo e preço) nos meses seguintes ao aumento tarifário. Com os resultados, observou-se que, em média, a variação percentual da redução da demanda excedeu a variação percentual do aumento tarifário, caracterizando demanda elástica. Espera-se com os resultados, apoiar estudos de cobrança pelo uso da água em modelos de cunho econômico.

Palavras-chave: Gestão de Recursos Hídricos. Curvas de demanda. Cobrança pelo uso da água.

ABSTRACT

The problem of water resources is growing worldwide. In Brazil, although the amount of fresh water is higher, its distribution is irregular in time and space. The Northeastern semi-arid region, due to high evaporimetric indexes and growth in demand, has the region with the highest occurrence of water scarcity in the country and conflicts of use are recurrent. In 1977, the National Policy on Water Resources was implemented, Law N°. 9,433, which uses five management tools, such as raw water charges, which supports the allocation of the economic value of water. Many are the difficulties to implement the charge for the use of water, because there are no markets for this resource. The analysis of the sensitivity of the user to the increase of the cubic meter of water consumed represents a fundamental chapter within the estimation of the values to be charged. The present work refers to the calculation of one of the parameters that measures this sensitivity, the Price elasticity of demand. Micromediation data were used in urban users of the commercial sector in the municipality of Araripina / PE in Brazil. The data were provided by Pernambucana Sanitation Company (Companhia Pernambucana de Saneamento – COMPESA/PE), for the period from January 2007 to December 2015. Pairs of values (demand and price) were considered in the months of tariff increase. With the results, it was observed that, on average, the percentage variation of the demand reduction exceeded the percentage variation of the tariff increase, characterizing elastic demand. With the results, we hope to support studies on the collection of water for use in economic models.

Keywords: Water Resources - Management. Demand curves. Raw water charges.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1.	Comportamento da demanda segundo curvas de demanda.....	20
Cartografia 1.	Bacia Hidrográfica do rio Brígida (GI19).....	21
Cartografia 2.	Região do Araripe, estado de Pernambuco.....	22
Cartografia 3.	Mapa dos municípios do Pernambuco, destacando a delimitação territorial do Município de araripina.....	23
Gráfico 1.	Quantitativo dos registros de micromedição em função da demanda mensal no abastecimento de água - usuário comercial do município de Araripina/PE (Período: janeiro 2007 a dezembro 2015).....	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Tarifas de água - usuário comercial do abastecimento público de água do município de Araripina/PE (Período: janeiro 2007 a dezembro 2015).....	25
Tabela 2.	Porcentagem do aumento tarifário no abastecimento público de água - usuário comercial do município de Araripina/PE (Período: janeiro 2007 a dezembro 2015).....	26
Tabela 3.	Quantidade de usuários de abastecimento público de água analisados por período - setor comercial do município de Araripina/PE (Período: janeiro 2007 a dezembro 2015).....	26
Tabela 4.	Valores médios da proporção da demanda e da elasticidade frente ao aumento tarifário no abastecimento público - município de Araripina/PE (Período: janeiro/2007 a dezembro de 2015).....	27

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

COMPESA – Companhia Pernambucana de Saneamento

ONU – Organização das Nações Unidas

ANA – Agência Nacional das Águas

FIEP – Federação das Indústrias do Estado da Paraíba

ECO-92 – Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento de 1992

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

FUNASA – Fundação Nacional de Saúde

CBH – Comitê de Bacia Hidrográfica

CNRH – Conselho Nacional de Recursos Hídricos

CERH – Conselho Estadual de Recursos Hídricos

BR 232 – Rodovia Federal Brasileira

BR 316 – Rodovia Federal Brasileira

LISTA DE SÍMBOLOS

XXI	Vinte e um
%	Porcentagem
mm	Milímetros
m ³	Metro cúbico
Km	Quilômetro
Km ²	Quilômetro quadrado
m ³ /mês	Metro cúbico por mês
°	Grau(s)
'	Referência de representação para localização geográfica relacionada à minutos
''	Referência de representação para localização geográfica relacionado à segundos
ϵ	Elasticidade
Δx	Variação de demanda
Δp	Variação de preço
X_0	Quantidade demandada, na situação mais cara
x_1	Quantidade demandada, na situação menos cara
p_0	Preço inicial
p_1	Preço final

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 OBJETIVOS	16
2.1 OBJETIVO GERAL.....	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
3.1 GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS.....	18
3.2 SISTEMA DE ABSTECIMENTO D'ÁGUA	19
3.3 COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA.....	20
3.4 ELASTICIDADE-PREÇO DA DEMANDA.....	21
3.4.1 CURVAS DE DEMANDA POR ÁGUA.....	21
4 MATERIAL E MÉTODOS	23
4.1 ÁREA DE ESTUDO	23
4.1.1 REGIÃO DO ARARIPE	24
4.1.2 MUNICÍPIO DE ARARIPINA/PE	25
4.2 BANCO DE DADOS DE MICROMEDIÇÃO	26
4.3 DEFINIÇÃO DOS PREÇOS E DEMANDAS	27
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	29
6 REFERÊNCIAS.....	33

1 INTRODUÇÃO

A água é o elemento mais abundante da Terra, com aproximadamente 70% de composição da superfície do planeta. No entanto, apenas 2% pode ser considerada doce. Sua distribuição não chega a ser de forma igualitária para todas as partes do globo, sendo assim, algumas regiões possuem maior disponibilidade de água e outras, conseqüentemente, possuem menor. As ocorrências de eventos extremos de cheias e de secas severas comprometem o uso adequado dos recursos hídricos. Integra-se também, o aumento populacional e, por conseguinte, o aumento das demandas nas diferentes modalidades de usos e usuários de água.

Dáí decorre, então, a necessidade de gestão dos recursos hídricos como controle das demandas e suas aplicações sob a ótica da sustentabilidade, incorporando-se contextos social, econômico e ambiental frente as disponibilidades cada vez mais reduzidas.

Para tal, no Brasil, a Lei 9.433/97 (Política Nacional das Águas) utiliza-se de cinco instrumentos de gestão: enquadramento dos corpos d'água em classes de uso, planos de recursos hídricos, sistema de informações, outorga e cobrança. Este último explana o valor econômico da água. A cobrança propõe passar ao usuário a ciência de que a água é um bem finito, público, dotado de valor econômico e que represente como um meio indicativo do seu real valor. Além disso, incentiva o uso racional e sustentável da água obtendo assim recursos financeiros para financiamentos de programas e intervenções contemplados nos planos de recursos hídricos e saneamento.

Um dos capítulos intrínsecos na análise econômica refere-se a confecção de curvas de demanda, que relaciona valores de consumo e respectivo preço. Várias abordagens podem ser feitas a partir desses pares de dados, a exemplo da mensuração de quanto o usuário estaria sensível frente ao aumento de preço do metro cúbico da água consumida.

A presente pesquisa, refere-se ao cálculo da elasticidade-preço da demanda por água, parâmetro que mensura tal sensibilidade, para usuários do setor comercial na cidade de Araripina, no estado de Pernambuco/Brasil.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o comportamento da demanda dos usuários de água no setor comercial, frente ao aumento tarifário por parte da Companhia Pernambucana de Saneamento – COMPESA/PE.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Coletar banco de dados de localidade (consumo e tipo de usuário de água, e estrutura tarifária);
- Definir períodos para análise dos dados;
- Calcular a elasticidade preço da demanda.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Historicamente, o desenvolvimento das civilizações se deu nas proximidades de corpos d'água disponível ao homem. A presença ou ausência da água foi e ainda é um dos elementos responsáveis por escrever a história do mundo, criar culturas e hábitos, determinar a ocupação de territórios, extinguir e dar vida às espécies, determinar o futuro das gerações. Com uso humano, muitas vezes indiscriminado e irresponsável, esqueceram de avaliar as consequências que a sua falta poderia causar no futuro (BACCI; PATACA, 2008).

A água, apesar de estar ativamente presente nas mais variadas formas de atividade humana como elemento imprescindível não só para a existência humana, mas também para a saúde, qualidade de vida e para o desenvolvimento econômico, nem sempre recebeu o adequado e efetivo reconhecimento acerca desta sua fundamental importância (FERREIRA e FERREIRA, 2006).

Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), a escassez de água é o principal problema mundial do século XXI, pois a cada dia que passa a população mundial aumenta e, infelizmente, a natureza não consegue acompanhar o mesmo ritmo do consumo. O Brasil é o país com a maior quantidade de água doce no mundo. No entanto, há uma diferença significativa entre suas regiões hidrográficas no que diz respeito a oferta e a demanda de água. Nesse contexto, enquanto bacias localizadas em áreas com uma combinação de baixa disponibilidade e grande utilização dos recursos hídricos podem enfrentar situações de escassez e estresse hídrico, outras se encontram em situação confortável, com o recurso em abundância (SERRANO; CARVALHO, 2013).

Devido a esse e outros problemas de cunho ambiental, autoridades políticas de países ocidentais, no final dos anos 1960, começaram a reunir-se para discutir sobre a forma de utilização dos recursos explorados pelos humanos anteriormente julgados como infinitos. Por isso, hoje fala-se que a água passou a ser vista como um recurso hídrico e não como um bem natural disponível ilimitado (SERRANO; CARVALHO, 2013).

No cenário mundial, o Brasil possui posição privilegiada em relação às demais nações, pois, segundo o Acompanhamento Municipal dos Objetivos do Milênio, o país detém aproximadamente 12% da água doce superficial do planeta, sendo que pouco mais de 70% do potencial hídrico estão concentrados na bacia Amazônica e o restante é distribuído entre as demais regiões brasileiras (FIEP, 2010).

Nesse sentido, tal “privilégio” se perde por essa não homogeneidade da distribuição das águas no país. O Nordeste brasileiro é um exemplo dessa má distribuição devido a sua localização geográfica.

O estado Pernambucano vem sofrendo drasticamente com as secas dos últimos anos. Em 2017, boa parte dos 185 municípios estava em situação de emergência, a perda chega a R\$ 1,5 bilhão só na pecuária. O rebanho bovino, formado por 2,5 milhões de cabeças em 2011, diminuiu em 554 mil cabeças no ano passado (2016). Ainda que caprinos e ovinos tenham sofrido com a estiagem, o rebanho cresceu por ter substituído o gado, que é menos resistente à seca. O número de cabras, bodes e cabritos passou de 1,9 milhão para 2,4 milhões em quatro anos. O de ovinos saltou de 1,8 milhão para 2,4 milhões (SILVA, 2017).

3.1 GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

Foi devido a necessidade mundial e a criação de normas que gerassem leis relacionadas a água que muitos países se viram na necessidade de criar seu próprio modelo para fazer com que o sistema maior funcionasse. Desse modo, em 08 de janeiro de 1997, institui-se a Política Nacional dos Recursos Hídricos, criando-se um sistema nacional para gerenciá-los.

A criação de um sistema de gerenciamento responde às exigências postas internacionalmente, mas também a uma evolução institucional interna. No plano internacional, a aprovação da Lei de Águas coincide com a consolidação da noção de sustentabilidade, consequência direta do relatório da Comissão *Brundtland* de 1987 e da ECO-92, noção retomada e aprofundada em encontros subsequentes (SERRANO; CARVALHO, 2013).

Os princípios fundamentais desta Lei (Art. 1) estabelecem que a água é um bem de domínio público, limitado e dotado de valor econômico, e que a gestão dos recursos hídricos deve-se priorizar, em situações de escassez, o abastecimento público e a dessedentação de animais, além de que sua gestão deve ser descentralizada e contar com a participação do poder público, dos usuários e da sociedade.

A referida Lei utiliza-se de cinco instrumentos de gestão (Art. 5): planos de Recursos Hídricos; enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água; a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos; a cobrança pelo uso de recursos hídricos; e o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos. Os pontos abordados nesta pesquisa estão relacionados ao instrumento de cobrança pelo uso da água.

3.2 SISTEMA DE ABSTECIMENTO D'ÁGUA

Como uma grande parte da população do mundo já vem, atualmente, enfrentando problemas de escassez de água, os serviços de água urbanos enfrentam desafios substanciais para a gestão dos recursos hídricos (RISCH *et al.*, 2014). Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no ano de 2010 o número de domicílios atendidos por rede de abastecimento de água no Brasil passou de 78% para 83%. Apesar de verificado um crescimento quanto ao atendimento no fornecimento de água tratada no país, a avaliação da eficácia desse serviço torna-se necessária para possíveis adequações.

Dentre as infraestruturas relacionadas às comunidades humanas (sistema de rede de energia elétrica, sistemas de drenagem, ruas, serviços de coleta/destino de resíduos sólidos, sistemas de coleta/tratamento de esgoto), uma das mais fundamentais confere ao sistema de abastecimento de água potável, atendendo o consumo nos usos doméstico, comercial, industrial e público.

“O sistema de abastecimento de água para consumo humano é a instalação composta por conjunto de obras civis, materiais e equipamentos, destinados à produção e à distribuição canalizada de água potável para populações, sob a responsabilidade do poder público, mesmo que administrada em regime de concessão ou permissão.” (FUNASA, 2006).

Um sistema de abastecimento d'água, de uma maneira geral é composto de: manancial, captação, adutoras, estações elevatórias, estação de tratamento, reservatórios e rede de distribuição.

A rede de distribuição é um conjunto de tubulações e de suas partes acessórias destinado a colocar a água a ser distribuída a disposição dos consumidores de forma contínua e em pontos tão próximos quanto possível de suas necessidades (MEDEIROS FILHO, 2009).

Os hidrômetros, são os pontos de consumo da rede (MENESES, 2011), peças especiais que realizam micromedição (FUNASA, 2014).

O consumo de água dos usuários pode variar em função de condições climáticas ou sazonalidade, da modalidade de usuário (comercial, industrial, público e doméstico), de fatores socioeconômicos (padrão de vida), aspectos qualitativos, perdas no sistema, qualidade da água, hora e dia da semana, entre outros (MENESES, 2011).

3.3 COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA

De acordo com o art. 19 da Lei de Política Nacional de Recursos Hídricos, a cobrança pelo direito de uso da água tem por objetivos: i) reconhecer os recursos hídricos como “bens” dotados de valor econômico e indicar seu real valor para os usuários; ii) incentivar o uso racional; e iii) servir de instrumento para a captação de recursos financeiros com o objetivo de financiar as ações definidas no plano de bacia (BRASIL, 1997).

A cobrança será apenas sobre os recursos hídricos sujeitos a outorga, tais como: derivação ou captação para uso final (inclusive abastecimento público) ou como insumo produtivo; extração de aquífero para uso final ou como insumo produtivo; lançamento de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, tratados ou não em corpos d'água; uso hidroelétrico; qualquer uso que altere o regime, a quantidade e a qualidade do recurso hídrico (THOMAS, 2008).

Como não existem mercados de água, estimar o preço do metro cúbico consumido/esgotado torna-se difícil, pois há dificuldade em se cobrar o valor de quanto os usuários em seus respectivos tipos de uso estariam dispostos a pagar pela água retirada ou lançada nos corpos hídricos.

Por lei é estipulado que a cobrança pelo uso da água somente poderá ser implantada se for aprovada pelo Comitê de Bacia Hidrográfica (CBH) e pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) e/ou pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH). A execução da cobrança decorrerá de um “pacto” firmado entre os poderes públicos (federal, estadual e municipal), os setores usuários e as organizações civis, com apoio técnico da Agência Nacional das Águas (ANA). Os mecanismos e valores podem ser propostos pelo CBH, mas devem ser aprovados pelo respectivo Conselho de Recursos Hídricos - Nacional ou Estadual (ANA, 2009).

Segundo Motta (2000), os instrumentos econômicos atuam, justamente, no sentido de alterar o preço (custo) de utilização de um recurso, internalizando as externalidades e, portanto, afetando seu nível de utilização (demanda). Nesse sentido, de forma geral, dois tipos de modelos são apresentados pela literatura na cobrança pelo uso da água bruta: o arrecadatório (também conhecido por “financeiro” ou por *ad hoc*) e o econômico.

Os modelos *ad hoc* são formulados utilizando o produto do volume de água retirado/lançado em um dado período, pelo seu respectivo preço público unitário, ponderados por um ou mais coeficientes que associam fatores externos (tipo de uso e usuário, condições físicas da região, sociais, etc.). Os modelos *ad hoc* não apresentam regras relacionadas à

teoria econômica, obedecendo unicamente critérios técnicos. Eles são considerados ineficientes sob o ponto de vista da eficiência econômica, entretanto, são os mais utilizados em bacias estaduais e federais do Brasil (Ribeiro & Lanna, 2001; Silva Júnior & Diniz, 2003; Magalhães *et al.*, 2003; Macêdo *et al.*, 2005 e Forgiarini, 2006).

3.4 ELASTICIDADE-PREÇO DA DEMANDA

3.4.1 Curvas de demanda por água

Através da curva da demanda, podemos perceber se uma demanda por certo produto é sensível ou não a sua variação de preço, ou seja, sua elasticidade-preço da demanda. Assim como existe a demanda, que pode ser elástica ou inelástica, também temos curvas de demanda para representar essas elasticidades.

Conforme a “lei da oferta e demanda”, quando o preço aumenta, a quantidade procurada, normalmente, decresce, e vice-versa. O parâmetro elasticidade-preço mede a variação percentual da demanda “ x ” em resposta a uma variação percentual no preço da água “ p ”. Verifica-se em quanto o consumidor estaria disposto a reduzir o seu consumo de água caso ela sofresse um aumento de preço.

A elasticidade-preço da demanda é medida pela relação (Equação 1).

$$\varepsilon = \frac{\Delta x / x}{\Delta p / p} \quad (1)$$

Sendo:

x_0 = quantidade demandada, na situação mais cara;

x_1 = quantidade demandada, na situação menos cara;

p_0 = preço inicial (mais cara);

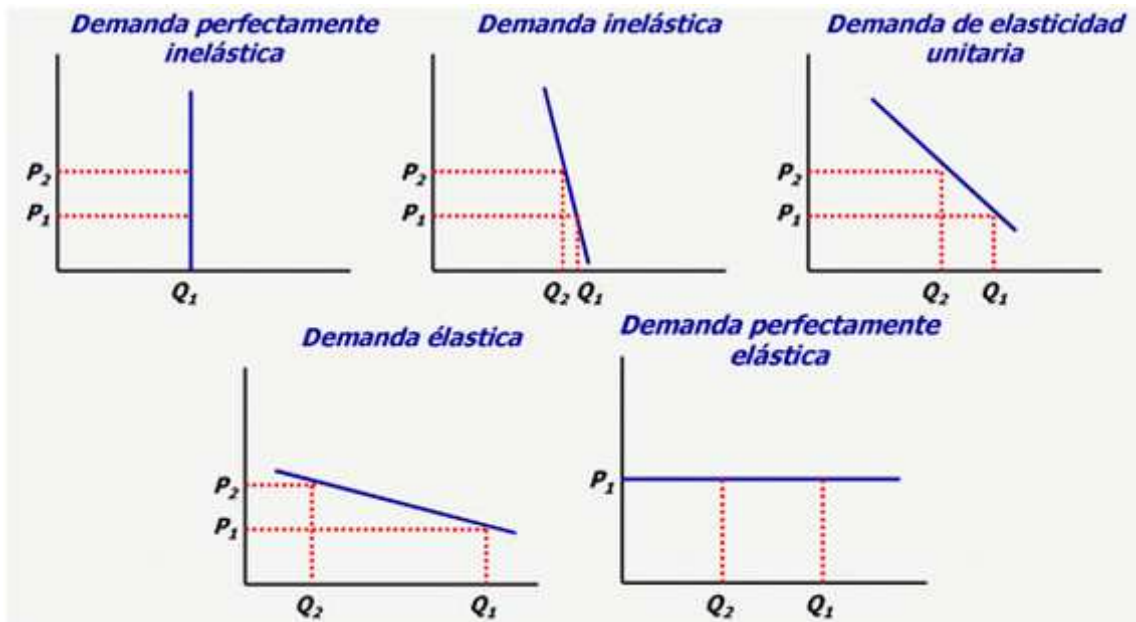
p_1 = preço final (menos cara);

$$\Delta x = x_1 - x_0 \quad \square$$

$$\Delta p = p_1 - p_0$$

Ela será sempre um número negativo em função da relação inversa entre uma variação no preço e a variação na quantidade demandada. Verifica-se então, se a demanda do produto tem grande sensibilidade à variação do preço, ou seja, se a variação da quantidade demandada supera ou não a do preço (Figura 1).

Figura 1 - Comportamento da demanda segundo curvas de demanda.



Fonte: (ANGIE, 2010).

Quando ao módulo da elasticidade assume valores superiores a 1, a variação de demanda supera a variação do preço, a demanda é dita elástica. O consumidor é bastante sensível, um aumento no preço da água (Δp) acarretará uma redução na demanda (Δx) maior que a proporção Δp .

Quando o módulo da elasticidade se encontra entre 0 e 1, a demanda é dita inelástica, ou seja, a variação de preço supera a variação da demanda, o consumidor não é tão sensível à variação de preço quanto na demanda elástica. Para um dado aumento Δp no preço do metro cúbico da água, o consumidor reduzirá a demanda em Δx , mas menos que proporcionalmente.

A demanda é dita unitária quando a variação da demanda é proporcional à variação do preço, ou seja valor Δp é igual ao valor Δx .

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 ÁREA DE ESTUDO

A bacia hidrográfica do rio Brígida (Cartografia 1) 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.

Cartografia 1 - Bacia hidrográfica do rio Brígida (GI19).



Fonte: (Adaptado de SRHE, 2018).

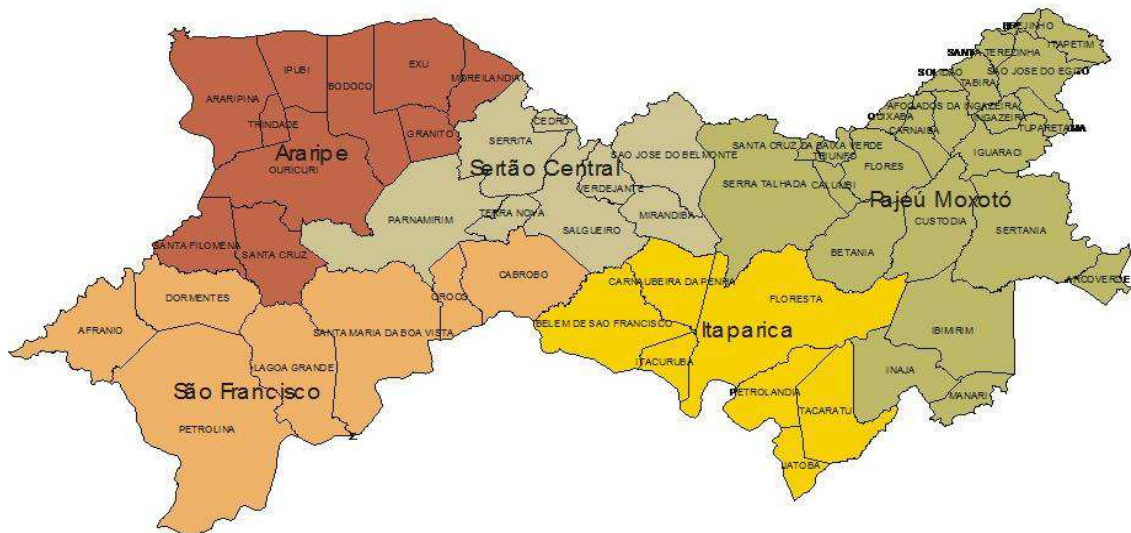
O rio Brígida nasce ao norte no município de Exú no estado de Pernambuco e apresenta uma extensão aproximada de 193 km e abrange uma área de 13.495,73 km², o que corresponde a 13,73% da superfície total do estado, até desaguar no rio São Francisco. Os principais afluentes são os riachos Tabocas, Alecrim, do Gentil, da Volta e São Pedro, pela

margem direita, e os riachos dos Cavalos, Salgueiro, do Cedro e Carnaúba pela margem esquerda. O rio São Pedro é o maior tributário com uma extensão de 160 km destacando ainda o riacho Gravatá tem 27 km.

4.1.1 Região do Araripe

A Região do Araripe localiza-se entre os paralelos $7^{\circ}18'40''$ e $8^{\circ}38'26''$, na latitude sul, e os meridianos $39^{\circ}06'09''$ e $40^{\circ}51'29''$ na longitude oeste, situada na porção semiárida (Cartografia 2), onde a precipitação anual varia entre 450 mm e 600 mm, tendo como principal característica a irregularidade na sua distribuição têmporo-espacial, refletida pela vegetação predominante de caatinga hiperxerófila.

Cartografia 2 - Região do Araripe do estado de Pernambuco.



Fonte: <http://dopernambuco.com/sertao-pernambucano/>

O levantamento da área foi realizado no raio de abrangência de 120 km, aproximadamente, a partir da sede municipal de Araripe, no Estado de Pernambuco, abrangendo uma área total de 17.894,97 km².

A região compreende 15 (quinze) municípios de Pernambuco: Araripe, Trindade, Ipubi, Bodocó, Exu, Granito, Ouricuri, Santa Filomena, Santa Cruz, Moreilândia, Parnamirim, Cedro, Serrita, Terra Nova e Dormentes.

4.1.2 Município de Araripina/PE

O município de Araripina está localizado na mesorregião do Sertão e na microrregião de Araripina do Estado de Pernambuco, limitando-se ao norte com Estado do Ceará, ao sul com Ouricuri, ao leste com Ipubi e Trindade, e ao oeste do Estado do Piauí (Figura 4). A área municipal ocupa 1.906,3 km², representando 1,93% do Estado de Pernambuco, e segundo o último censo (IBGE 2010), o município possui 77.302 habitantes.

Cartografia 3 - Mapa dos municípios do Pernambuco, destacando a delimitação territorial do município de Araripina.



Fonte: (Adaptado de MAPASBLOG (2018)).

A sede do município tem uma altitude aproximada de 622 metros e coordenadas geográficas de 07°34'34" S e 40°29'54" O, com distância de 683,2 km da capital, cujo acesso é feito pela BR-232 ou BR-316. Está inserido na unidade geoambiental da depressão Sertaneja, que representa a paisagem típica do semiárido nordestino, caracterizada por uma superfície de pediplanação bastante monótona, relevo predominantemente suave-ondulado, cortada por vales estreitos, com vertentes dissecadas (TONIOLO, 2008).

Toniolo (2008) afirma, ainda, que a vegetação é basicamente composta por Caatinga Hiperxerófila com trechos de Floresta Caducifólia e o clima é do tipo Tropical Semiárido, com chuvas de verão. O período chuvoso se inicia em novembro com término em abril. A precipitação média anual é de 431,8mm. O município de Araripina encontra-se inserido nos domínios da Bacia Hidrográfica do Rio da Brígida. Seus principais tributários são os riachos: da Ventania, dos Moraes, dos Cocos, São José, Marinheiro, Bom Jardim, São Pedro, Grande, Pitombeira, Conceição, Jatobá e do Bonito. Os principais corpos de acumulação são as lagoas: do Crispim, da Onça, Redonda, do Barro, do Alvino, Fechada, Seca, do Perigo, da Manga e

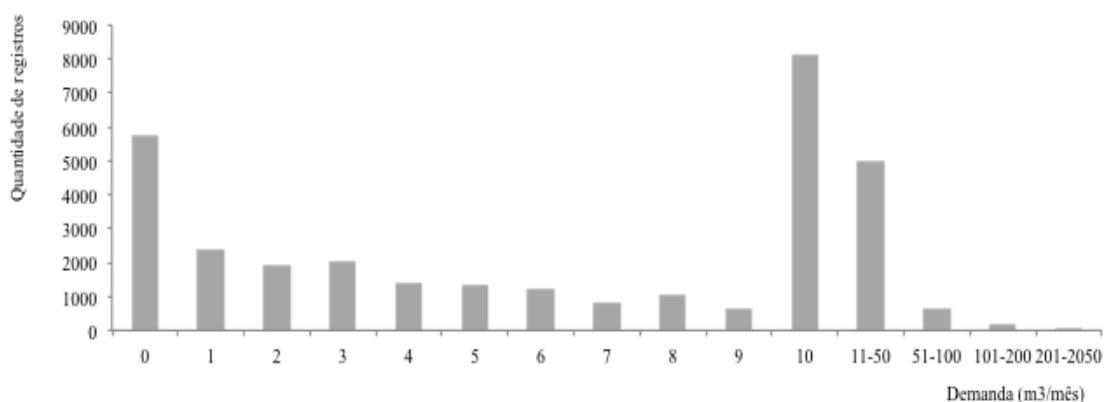
do Arroz, além dos açudes: Lagoa do Barro (13.161.975m³), Barriguda (1.617.979m³), Araripina (Baixio) 3.702.230m³) e Rancharia (1.042.810m³). Todos os cursos d'água no município têm regime de escoamento intermitente e o padrão de drenagem é o dendrítico.

4.2 BANCO DE DADOS DE MICROMEDIÇÃO

O banco de dados da micromedição da Região do Araripe contempla informações das cidades (incluindo distritos): Araripina, Bodocó, Exu, Granito, Ipubi, Moreilândia, Ouricuri, Santa Cruz, Santa Filomena e Trindade. Perfazendo mais de 4 milhões de registros (Período: janeiro de 2007 a dezembro de 2015), a matriz de dados inclui: categorias (público, comercial, residencial, industrial), consumos e valores faturados. Para a presente pesquisa, foram considerados apenas os dados do usuário na categoria comercial da cidade de Araripina (COMPESA, 2017).

As informações dos usuários tipo comercial para o período supracitado representam 1,98% do banco de dados da Região do Araripe. Dessa porcentagem, 40% (32.652 registros) referem-se à Araripina. No Gráfico 1, observa-se o quantitativo de registros por faixas de demanda: em 17,6 % dos registros, a demanda foi nula; em 25% das informações a demanda foi de 10 m³/mês; e em 15,2 %, observa-se demandas entre 11 e 50 m³/mês.

Gráfico 1 - Quantitativo dos registros de micromedição em função da demanda mensal no abastecimento de água - usuário comercial do município de Araripina/PE (Período: janeiro 2007 a dezembro 2015).



Fonte: Autoria própria.

4.3 PREÇOS E DEMANDAS

Em função da metodologia, os dados relevantes, as demandas e os preços estão associados às informações de consumos e respectivas tarifas.

Duas vertentes de análise podem ser consideradas: comparação entre meses em anos diferentes (demanda e preço de determinado mês/ano em comparação com o mesmo mês de ano anterior) ou; comparação entre meses na ocorrência do aumento tarifário. Para a presente pesquisa optou-se por essa última forma de análise comparativa.

Em muitos registros não são informados os consumos médios, nesses casos foram considerados o consumo faturado.

Segundo dados tarifários da COMPESA (2017b), duas faixas de tarifas são destacadas: até 10 m³/mês, como tarifa mínima, computando-se como valor faturado para consumo de 10 m³, independente do usuário usufrui-lo ou não; e acima de 10 m³/mês, como tarifa normal, sendo relação linear do aumento do valor a ser pago concordante com o consumo mensal.

Assim sendo, nessa pesquisa foram consideradas duas categorias para modalidade de demanda comercial: usuário com consumo mínimo (referente ao de tarifa/demanda mínima) e o usuário de consumo normal (referente ao de tarifa/demanda normal).

Na Tabela 1 observa-se os valores das tarifas segundo consumo (COMPESA, 2017). Nota-se que não houve aumento tarifário no ano de 2012, e em 2015 verifica-se duas ocorrências, reajustes tarifários nos meses de março e em junho. Na Tabela 2, observa-se o aumento tarifário em porcentagem para cada ano/mês concernente ao período de estudo desta pesquisa.

Tabela 1 - Tarifas de água - usuário comercial do abastecimento público de água do município de Araripina/PE (Período: janeiro 2007 a dezembro 2015).

Ano	Tarifa mínima R\$/ 10m ³	Tarifa normal R\$/ m ³	Início da Vigência
2007	29,48	5,84	Setembro
2008	31,63	6,27	Setembro
2009	34,34	6,82	Novembro
2010	36,05	7,17	Dezembro
2011	38,57	7,67	Dezembro
2012	38,57	7,67	s/aumento
2013	40,59	8,05	Março
2014	44,14	8,75	Março
2015.1	47,83	9,48	Março

2015.2	49,51	9,81	Junho
--------	-------	------	-------

Fonte: (COMPESA, 2017b).

Tabela 2 - Porcentagem do aumento tarifário no abastecimento público de água - usuário comercial do município de Araripina/PE (Período: janeiro 2007 a dezembro 2015).

Ano	Mês	Aumento tarifário
2007	Setembro	3,88%
2008	Setembro	7,31%
2009	Novembro	8,60%
2010	Dezembro	5,00%
2011	Dezembro	6,97%
2013	Março	5,19%
2014	Março	8,75%
2015	Março	8,35%
2015	Junho	3,51%

Fonte: (COMPESA, 2017b).

Nesse sentido, foram utilizados no cálculo da elasticidade pares de valores de preço e demanda relacionados aos meses quando da ocorrência do aumento tarifário, reduzindo-se assim a matriz para 7.386 registros.

Posteriormente, foram retirados registros com ausência de dados ou erros (valores incomuns de demanda), nos meses específicos (anterior/posterior aos citados da Tabela 1), reduzindo-se a matriz para aproximadamente 3.320 linhas de informações de micromedição (77,1% para tarifa mínima e 22,9% para tarifa normal). Esses registros referem-se a uma média de 281 usuários por período analisado (meses relacionados ao aumento tarifário) (Tabela 3).

Tabela 3 - Quantidade de usuários de abastecimento público de água analisados por período - setor comercial do município de Araripina/PE (Período: janeiro 2007 a dezembro 2015).

Período	Quantidade de usuários
Agosto a outubro de 2007	275
Agosto a outubro de 2008	301
Outubro a Dezembro de 2009	318
Novembro/2010 a Janeiro/2011	332
Novembro/2011 a Janeiro/2012	338
Fevereiro a abril de 2013	360
Fevereiro a abril de 2014	380
Fevereiro a abril de 2015	100

Fonte: Aatoria própria.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os valores da variação da demanda frente o aumento tarifário foram calculados quando o usuário apresentava pelo menos pares ordenados de demanda (consumo) e preço (tarifa). Atenta-se que a sensibilidade da variação da demanda foi associada ao aumento tarifário e não ao valor pago.

Com a aplicação da metodologia verificou-se que em muitos casos não houve redução da demanda frente ao aumento tarifário, não seguindo a “*Lei da oferta versus demanda*”, não expressando valores de elasticidade preço da demanda.

Assim sendo, na Tabela 4 verifica-se valores médios do comportamento da demanda para os consumos de tarifa mínima e de tarifa normal para cada ano/mês que ocorreu o aumento tarifário no usuário comercial do abastecimento público do município de Araipina/PE (Período de janeiro de 2007 a dezembro de 2015). Nessa Tabela observa-se: o valor global médio da proporção da redução/aumento da demanda frente ao aumento tarifário “ $\Delta x = f(\Delta P)$ ”; bem como o valor da elasticidade “ E ”. Este último, relativo aos casos em que ocorreram redução de demanda frente ao aumento tarifário (valores negativos).

Tabela 4 - Valores médios da proporção da demanda e da elasticidade frente ao aumento tarifário no abastecimento público - município de Araripina/PE (Período: janeiro/2007 a dezembro de 2015).

Ano/mês	Consumo							
	Mínimo				Normal			
	$\Delta x = f(\Delta P)$	Registros	E	Registros	$\Delta x = f(\Delta P)$	Registros	E	Registros
2007/09	2,14	302	-5,27	54	39,28	95	-7,59	24
2008/09	0,42	389	-5,89	58	17,82	93	-3,44	40
2009/11	0,05	395	-4,79	54	5,38	82	-3,21	23
2010/12	0,78	390	-8,34	57	5,9	99	-4,58	33
2011/12	1,25	356	-6,57	93	5,61	104	-4,35	38
2013/03	1,03	321	-7,05	103	8,91	126	-5,03	46
2014/03	1,02	345	-5,1	118	4,17	124	-3,14	56
2015/03	-1,86	32	-4,7	13	3,63	14	-2,03	4
2015/06	0,04	29	-2,68	7	1,78	24	-1,41	7
Total		2559		557		761		271

Fonte: Aatoria própria.

Como já citado, duas categorias de consumo foram analisadas distintamente: consumo mínimo de até 10m³/mês (tarifa mínima), com 2.560 registros; e consumo normal, acima de 10m³/mês (tarifa normal), com 761 registros. Desses, as ocorrências de redução de demanda diante do aumento tarifário corresponderam a 21,76% e 35,61% dos registros de dados, respectivamente para consumo de tarifa mínima e consumo de tarifa normal.

A média global de todos os dados da proporção da demanda de consumo mínimo (no período de janeiro de 2007 a dezembro de 2015) frente ao aumento tarifário foi de 0,54, ou seja, em média, em um dado aumento de 10% no preço do metro cúbico da água, corresponderia um aumento de demanda em 5,4%. Contudo, entre esses dados, o aumento tarifário de março de 2015 caracterizou-se com média de demanda elástica, $E=-1,86$, ou seja, em um dado aumento de preço de 10% a demanda reduziria 18,6% (redução em 86% a mais, proporcionalmente).

Para os consumidores de tarifa normal a média global de todos os dados da proporção da demanda, foi bastante elevada (10,28).

No entanto, na análise da elasticidade, foco deste trabalho, verifica-se que, em média, o comportamento que a variação percentual da redução da demanda excedeu a variação percentual do aumento tarifário.

Para o consumo mínimo os usuários se comportaram, em média, com demanda elástica, $E=-5,60$, ou seja, para um aumento de 1% no preço, a demanda reduziria 5,6%. A demanda mais elástica ocorreu no aumento tarifário do mês de dezembro de 2010 ($E=-8,34$). A demanda elástica de menor valor ocorreu no aumento tarifário de junho de 2015 ($E=-2,68$).

Para os usuários de consumo normal a demanda, em média, também teve característica elástica ($E=-3,86$), com demanda mais elástica com o aumento de tarifa do mês de setembro de 2007 ($E=-7,59$) e demanda elástica mais reduzida, também no aumento tarifário de junho de 2015 ($E=-1,54$).

Enfatiza-se que, nesses dados, o número de registros foi bastante reduzido no ano de 2015, em função das secas severas nos anos anteriores até aquele período.

Atenta-se que, diante do histórico de aumento de preços e com o cálculo da elasticidade resume-se para os usuários de tarifa mínima, em 66,20% dos registros não houve alteração na demanda; não houve registros de demanda inelástica; em 21,41% as demandas foram elásticas; em 12,39% das informações, houve aumento de demanda. Por outro lado, referente aos usuários de tarifa normal: em 15,15% dos registros, a demanda ficou inalterada; em 4,87% dos registros, a demanda foi inelástica; e em 49,14% houve aumento da demanda

frente o aumento tarifário. O restante dos usuários, que equivalem a 30,84%, não foram avaliados devido os mesmos não se enquadrarem no perfil da pesquisa, e outro motivo é que alguns destes apresentaram resultados extrapolados que foram considerados erros.

Os valores elevados da não alteração da demanda do usuário de consumo mínimo entre meses consecutivos se deve ao fato de que, na maior parte dos registros (consumo faturado), a demanda é de 10 m³/mês.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise de curvas de demanda, juntamente com o cálculo da elasticidade-preço da demanda reflete o comportamento de quanto o usuário está proporcionalmente sensível ao aumento no valor do metro cúbico da água consumido. Diante dos dados obtidos, para os usuários que reduziram a demanda frente o aumento tarifário, no geral são consumidores de demanda elástica. Permite-se assim, com a observação conjunta dos quantitativos de registros e valores de elasticidade, apoiar estudos de cobrança pelo uso da água em modelos de cunho econômico.

Sugere-se para trabalhos futuros, a análise do comportamento da demanda dos usuários com uso do banco de dados matriz desta pesquisa, considerando modalidades de consumo: doméstico, público e industrial.

Também poderão ser calculadas as elasticidades comparando-se os pares de preço e consumo entre meses semelhantes em anos diferentes.

REFERÊNCIAS

ALVES, Rodrigo Flecha Ferreira et al (Org.). **Agência de Água: o que é, o que faz e como funciona**. 4. ed. Brasília: ANA, 2014. 85 p. (ISBN: 978-85-89629-95-9). Disponível em: <<http://www.cbhriodoisrios.org.br/downloads/capacitacao-vol4.pdf>>. Acesso em: 03 mar. 2017.

BACCI, Denise de La Corte; PATACA, Ermelinda Moutinho. **Educação para a água**. Estudos Avançados, São Paulo, v. 22, n. 63, p. 211-226, jan. 2008. ISSN 1806-9592. Disponível em: <<http://www.journals.usp.br/eav/article/view/10302/11957>>. Acesso em: 02 jul. 2017. doi:<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142008000200014>.

BRASIL. **Decreto nº 5.440, de 04 de maio de 2005**. Estabelece definições e procedimentos sobre o controle de qualidade da água de sistemas de abastecimento e institui mecanismos e instrumentos para divulgação de informação ao consumidor sobre a qualidade da água para consumo humano. Brasília, DF. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/decreto/d5440.htm>. Acesso em: 04 maio 2017.

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997**. Institui A Política Nacional de Recursos Hídricos, Cria O Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, Regulamenta O Inciso XIX do Art. 21 da Constituição Federal, e Altera o Art. 1º da Lei Nº 8.001, de 13 de Março de 1990, Que Modificou A Lei Nº 7.990, de 28 de Dezembro de 1989. Brasília, DF, Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/CCivil_03/Leis/L9433.htm>. Acesso em: 04 maio 2017.

Encarte Especial Sobre a Crise Hídrica: Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil. 2015. Disponível em: <<http://www3.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/crisehidrica2014.pdf>>. Acesso em: 02 jul. 2017.

FERREIRA, Gabriel Luis Bonora Vidrih; FERREIRA, Natália Bonora Vidrih. **Fundamentos da Política Nacional de Recursos Hídricos**. Bauru, SP. p.1-11, nov. 2006. Disponível em: <http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais_13/artigos/810.pdf>. Acesso em: 17 mar. 2017.

FIEP. **Portal ODM traz indicadores sociais de todos os municípios brasileiros**. 2010. Disponível em: <<http://www.fiepr.org.br/nospodemosparana/News2028content92161.shtml>>. Acesso em: 17 jul. 2017.

FORGIARINI, Francisco; SILVEIRA, Geraldo; CRUZ, Jussara. **Modelagem da Cobrança pelo uso da Água Bruta na Bacia do Rio Santa Maria/RS: - II - Aplicação em Escala Real e Validação.** Revista Brasileira de Recursos Hídricos, [s.l.], v. 13, n. 1, p. 79-89, jan./mar. 2008. Trimestral. Associação Brasileira de Recursos Hídricos - ABRH. <http://dx.doi.org/10.21168/rbrh.v13n1.p79-89>.

FUNSA. **Manual de Saneamento.** 3. ed. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006. 408 p. (ISBN: 85-7346-045-8). Disponível em: <<https://wp.ufpel.edu.br/ccz/files/2016/03/funasa-manual-saneamento.pdf>>. Acesso em: 03 mar. 2017.

IBGE. **População residente, total, urbana total e urbana na sede municipal, em números absolutos e relativos, com indicação da área total e densidade demográfica, segundo as Unidades da Federação e os municípios.** 2010. Disponível em: <<https://censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?dados=1&uf=26>>. Acesso em: 21 jul. 2017.

MACÊDO, Renato Mahon. et al.. **Cobrança pela retirada da água bruta e impactos no setor usuário urbano.** 2005. Anais do XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. João Pessoa: ABRH. Disponível em CD-ROM.

MAGALHÃES, Paulo Canedo. et al.. **Estudo Comparativo de Quatro Metodologias para Cobrança pelo Uso da Água.** XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos - ABRH, Curitiba, 2003.

MEDEIROS FILHO, Carlos Fernandes de. **Abastecimento de Água.** Campina Grande: Universidade Federal de Campina Grande - UFCG. 147 p. Disponível em: <<http://www.dec.ufcg.edu.br/saneamento/Abastece.pdf>>. Acesso em: 08 mar. 2018.

MENESES, Ronaldo Amâncio. **Diagnóstico Operacional de Sistemas de Abastecimento de Água: o caso de Campina Grande.** 2011. 161 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil e Ambiental, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2011. Disponível em: <http://www.coenge.ufcg.edu.br/publicacoes/Public_420.pdf>. Acesso em: 03 mar. 2018.

MOTTA, Ronaldo Seroa da. **O uso de Instrumentos Econômicos na Gestão Ambiental.** p.1-35, abr. 2000. Disponível em: <https://www.cepal.org/ilpes/noticias/paginas/1/35691/JA_Instr_Econ_Gestion_Ambiental_R_Seroa_da_Motta.pdf>. Acesso em: 03 jul. 2017.

RIBEIRO, Márcia; LANNA, Antonio. **Instrumentos Regulatórios e Econômicos - Aplicabilidade à Gestão das Águas e à Bacia do Rio Pirapama, PE.** Revista Brasileira de Recursos Hídricos, [s.l.], v. 6, n. 4, p.41-70, out. 2001. Associação Brasileira de Recursos Hídricos - ABRH. <http://dx.doi.org/10.21168/rbrh.v6n4>. p. 41-70.

RISCH, Eva; LOUBET, Philippe; NÚÑEZ, Montserrat; ROUX, Philippe. **How environmentally significant is water consumption during wastewater treatment?: Application of recent developments in LCA to WWT technologies used at 3 contrasted geographical locations.** Water Research, Vol 57, pp 20–30, 2014.

SERRANO, Laura Mendes; CARVALHO, Matheus Valle de. **Cobrança pelo uso de Recursos Hídricos e Tarifas de Água e de Esgoto: uma proposta de aproximação.** Revista da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, v. 20, n. 2, p. 306-333, jul./dez. 2013. Semestral. Disponível em: <<https://seer.ufmg.br/index.php/revistadaufmg/article/view/1806/1303>>. Acesso em: 03 jul. 2017.

SILVA JÚNIOR, Osmar Barbosa. ; DINIZ, Laudízio. da Silva. **Simulação da Cobrança pelo uso dos Recursos Hídricos no Estado da Paraíba.** In: XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2003, Curitiba. Anais do XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Porto Alegre: ABRH, 2003.

SILVA, Cleide. **Nordeste enfrenta maior seca em 100 anos:** Reservatórios de água da região têm, em média, 16,3% capacidade de armazenamento; rios e açudes estão secos. 2017. Economia - Estadão. Disponível em: <<http://economia.estadao.com.br/noticias/geral,nordeste-enfrenta-maior-seca-em-100-anos,10000098878>>. Acesso em: 03 mar. 2018.

TONIOLO, E. R. **Mapeamento Florestal na Caatinga.** In: Ministério do Meio Ambiente.; Secretaria de Biodiversidade e Florestas.; Programa Nacional de Florestas. (Ed). **Curso Sobre Análise de Planos de Manejo Florestal Sustentável no Bioma Caatinga.** Patos, Paraíba: MMA/PNUD/GEF/BRA/02/G31, 2008. p. 2-13.