



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

LARISSA FERNANDA SOUZA SANTOS

**DEMANDA DE ÁGUA URBANA NO SETOR COMERCIAL DA
MICRORREGIÃO DE ARARIPINA/PE**

SUMÉ-PB

2019

LARISSA FERNANDA SOUZA SANTOS

**DEMANDA DE ÁGUA URBANA NO SETOR COMERCIAL DA
MICRORREGIÃO DE ARARIPINA/PE**

Monografia apresentada ao Curso Superior 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.

SUMÉ-PB

2019

S237d Santos, Larissa Fernanda Souza.
Demanda de água urbana no setor comercial da Microrregião de Araripina - PE. / Larissa Fernanda Souza Santos. - Sumé - PB: [s.n], 2019.

41 f.

Orientador: Professor Dr. Paulo da Costa Medeiros.

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

1. Demanda de água urbana. 2. Abastecimento de água – Araripina - PE. 3. Gestão de recursos hídricos. 4. Curvas de demanda – água. I. Medeiros, Paulo da Costa. II. Título.

CDU: 556.18(043.1)

Elaboração da Ficha Catalográfica:

Johnny Rodrigues Barbosa
Bibliotecário-Documentalista
CRB-15/626

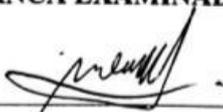
LARISSA FERNANDA SOUZA SANTOS

**DEMANDA DE ÁGUA URBANA NO SETOR COMERCIAL DA
MICRORREGIÃO DE ARARIPINA/PE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao 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

Aprovado em: 12, 12, 2017

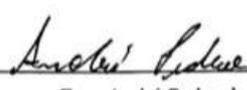
BANCA EXAMINADORA



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



Professor Dr. Hugo Morais de Alcântara
Examinador interno – UATEC/CDSA/UFCG



Eng. André Pedro da Silva
Examinador externo – Mestrando Prof. Água/UFCG

AGRADECIMENTOS

Começo agradecendo antes de qualquer um, a Deus, por ter me dado forças para superar cada obstáculo que apareceu durante minha trajetória no curso, por ser meu guia perante as aflições da vida acadêmica e por proteger minha família de todo mal durante minha ausência.

Em seguida agradeço a minha família, minha irmã Lays Fernanda Sousa Santos por ser minha advogada em momentos difíceis e a minha mãe Maria de Fatima de Sousa Henrique por ser o meu suporte, meu porto seguro, por ser a melhor mãe que uma filha poderia desejar e por cada gota de suor derramado para me ver formada, é imensurável o amor que sinto por vocês e saibam que enquanto existir vida em mim, nunca será para decepciona-las.

A minha amiga Jessika Tainá Selba da Silva, por ter me auxiliado com dicas e por estar comigo nas dificuldades acadêmicas e sociais, foi um ano de muito aprendizado e evolução, apesar de muito duro, nós estávamos juntas e isso tornou tudo mais simples. Aos meus amigos que contribuíram direta ou indiretamente com a minha formação, que estiveram comigo compartilhando dessa caminhada e que de alguma forma estão tão felizes tanto quanto eu para a realização desse sonho.

Ao MSc. João Virgílio Felipe Lima junto a toda equipe da Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA), com o enorme banco de dados, fundamental para a relação dessa monografia.

Agradeço, em especial, o meu Professor e orientador, Paulo da Costa Medeiros por ter me proporcionado um leque de informações e estar comigo nessa última etapa tão importante do meu curso, por ter contribuído com ensinamentos que vão além da faculdade e pelos conselhos e ética que levarei por toda minha vida.

Aos professores e mestrandos que aceitaram compor a minha banca e que contribuirão para minha evolução, Dr. Hugo Morais de Alcântara e André Pedro da Silva, obrigada.

E por fim agradecendo a Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido e a pequena cidade de Sumé, pois foram o pivô central para formação da Larissa que sou hoje. Muito obrigada a todos.

“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu, mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre aquilo que todo mundo vê.” (Arthur Schopenhauer)

RESUMO

Nas últimas décadas, a atenção especial voltada aos recursos hídricos tem sido destacada como uma questão de necessidade, não só por efeito das crescentes demandas, mas, pelos impactos negativos consequentes do mau uso dos recursos naturais. Numa escala particular, no semiárido do Nordeste brasileiro, a integração de chuvas irregulares no tempo e no espaço, elevados índices evaporimétricos e deficientes reservas superficiais e subterrâneas em qualidade e quantidade, torna a gestão complexa e desafiadora. Diante dos múltiplos usos dos recursos hídricos, um dos capítulos fundamentais nos estudos relacionados à gestão das águas, refere-se a análise das demandas. No contexto econômico, numa relação oferta *versus* demanda, quanto mais se eleva o valor de um bem, normalmente, o consumidor reduz a demanda. O presente trabalho refere-se a análise de demanda para usuário comercial urbano em municípios na microrregião de Araripina, localizada no semiárido do estado de Pernambuco através do parâmetro elasticidade-preço da demanda, conferindo a sensibilidade do usuário quanto a referida redução de consumo, nas vertentes: inelástica, unitária e elástica. Foi identificado os registros de micromedição mensais consecutivos nos principais municípios do Polo Gesseiro do estado de Pernambuco, com expressivo domínio em Araripina. Dentre as condições de cálculo, em média, o comportamento perfeitamente inelástico e elástico foram os mais expressivos. Espera-se com os resultados apoiar estudos de demanda no setor usuário comercial tendo em vista que, a análise da sensibilidade de consumo frente ao aumento de preço, configura-se capítulo primário nas proposituras de modelos econômicos de cobrança pelo uso da água.

Palavras Chave: Gestão de Recursos Hídricos. Curvas de demanda. Elasticidade-Preço da Demanda.

ABSTRACT

In the last decades, special attention to water resources has been highlighted as a necessity, not only due to the increase in demands, but also due to the negative impacts of the misuse of natural resources. On a particular scale, in the semi-arid region of Northeast Brazil, the integration of irregular rains in time and space, high evaporation values and few surface and underground reserves in quality and quantity, makes management complex. In view of the multiple uses of water resources, the analysis of demands represents one of the fundamental topics in studies related to water management. In the economic context, in a relationship between supply and demand, the higher the value, the consumer usually reduces the demand. The present work is about the demand analysis for urban commercial user in municipalities in the Araripina microregion, located in the semi-arid region of the state of Pernambuco/Brazil, through the elasticity-price parameter of demand, indicating the user's sensitivity regarding demand reduction, in: inelastic, unitary and elastic. The quantitative domain of the consecutive monthly data records was identified in the main municipalities of the state's Plasterer Pole, especially in Araripina. Among the calculation conditions, on average, perfectly inelastic and elastic situations were the most expressive. The results are expected to support demand studies in the semiarid region in the commercial user sector, considering that the analysis of consumption sensitivity in the face of price increases is a primary step in proposing economic models for charging for water use.

Keywords: Water Resource Management. Demand Curves. Price Elasticity of Demand

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Estrutura tarifária para o usuário comercial aplicada pela Companhia Pernambucana de Saneamento – COMPESA (Período: 2006 a 2015).....	30
Tabela 2- Proporção (%) dos registros de micromedição e dos usuários - categoria comercial (Período Janeiro de 2007 a Dezembro de 2015), segundo dados fornecidos pela Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA, 2017).....	31
Tabela 3- Variação da Tarifa para usuário comercial segundo estrutura tarifaria da Companhia Pernambucana de Saneamento – COMPESA (Período: 2007 a 2015).....	32
Tabela 4- Resumo do comportamento da demanda dos cinco municípios da área de estudo (Polo Gesseiro), onsiderando o universo de resultados obtidos (Em porcentagem) (Período: Janeiro de 2007 a Dezembro de 2015).....	33

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA – Agência Nacional das Águas

APAC – Agência Pernambucana de Água e Clima

COMPESA – Companhia Pernambucana de Saneamento

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

EE – Estação Elevatória

EPA – Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos

ETA – Estação de Tratamento de Água

GI – Grupo de Bacias de Pequenos Rios Interiores

GIAU– Gestão Integrada das Águas Urbanas

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IBNET – Rede Internacional de Benchmarking para Serviços de Água e Saneamento

ONU – Organização das Nações Unidas

SNIS – Sistema Nacional de Informação Sobre Saneamento

SNSA– Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental

UNDESA – Departamento de Assuntos Econômicos e Sociais das Nações Unidas

UP – Unidade de Planejamento Hídrico

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcentagem
'	Referência de representação para localização geográfica relacionada à minutos
''	Referência de representação para localização geográfica relacionado à segundos
ΔP	Variação de preço
ΔQ	Variação de demanda
°	Grau(s)
E	Elasticidade
Km	Quilômetro
Km ²	Quilômetro quadrado
m ³	Metro cúbico
mm	Milímetros
P	Preço
P_I	Preço final
P_o	Preço inicial
Q	Demanda
Q_I	Quantidade demandada, na situação menos cara
Q_o	Quantidade demandada, na situação mais cara

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
1.1	OBJETIVOS	15
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
2.1	ÁGUA NA NATUREZA	16
2.2	ABASTECIMENTO URBANO DA ÁGUA.....	17
2.3	DEMANDA URBANA DE ÁGUA EM DIFERENTES USOS	21
2.4	ELASTICIDADE PREÇO DA DEMANDA.....	24
3.	MATERIAIS E MÉTODOS	27
3.1	ÁREA DE ESTUDO.....	27
3.2	VISÃO GERAL E SOCIOECONÔMICA	29
3.3	MATRIZ DE DADOS DE MICROMEDIÇÃO E ESTRUTURA TARIFARIA	30
4.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	31
5.	CONCLUSÕES.....	36
	REFERÊNCIAS.....	37

1 INTRODUÇÃO

Diante da importância da preservação ambiental no Planeta, encontram-se os desafios de garantir os recursos naturais para as gerações atual e futuras (CHAVES e RODRIGUES, 2006), onde os aspectos legais e institucionais vêm sendo implementados objetivando uma gestão do uso racional desses recursos.

Em função do crescimento populacional e das demandas, o gerenciamento das águas configura-se tarefa dentre as mais complexas nesse arcabouço legal e institucional, podendo-se destacar, dentre as adversidades naturais: a heterogeneidade espaço-temporal de ocorrência, abrangendo extremos, ora com escassez ora com abundância (CRUZ, 2015; SALES, 2015) a falta padrões físico-químicos ideais de consumo (METCALF e EDDY, 2003; MOTA, 2003; RICHTER e NETTO, 2007; GOMES e CAVALCANTE, 2017; SILVA e PEREIRA, 2019), em muitos casos a forte interrelação com os demais recursos naturais (RODRIGUES et al., 2017; MARINHO et al., 2016). Integram-se a essas dificuldades, os impactos negativos consequentes das atividades antrópicas, através do mau uso no solo (PEIXINHO, 2010; COELHO et al., 2014), na água (ESTÊVEZ e NUCCI, 2015; TONETTI; GOUVÊA e PEREIRA, 2018) e na atmosfera (SIERRA; BARRIOS e MORALE, 2014; SEQUEIRA, 2016). Enfatiza-se aqui, derivada queda de qualidade de vida sob o contexto ambiental e socioeconômico (SILVA, 2013; SCHAEFER, 2015).

Nesse sentido a ótica nas últimas décadas, quanto a necessidade de gestão não só dos recursos hídricos mas, também, dos recursos naturais, tem sido necessária e, ao mesmo tempo, desafiadora (ROSA e CAUDURO, 2018).

Um dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei N. 9433/97), a cobrança pelo uso da água, tem caráter econômico, condicionando valorar a água para o uso sob os aspectos quantitativo (captação e consumo) (VERA, 2014) e qualitativo (lançamento de efluentes), numa conscientização de que esses recursos são escassos, devendo-se minimizar desperdícios, objetivando o uso racional (SOUZA, 2014). Em função de múltiplos usos, estruturar critérios para a cobrança em uma bacia hidrográfica é tecnicamente bastante laboral, envolvendo aspectos físicos, socioeconômicos, do próprio sistema de gestão, hidroclimatológicos, ecológicos (VERA, 2014).

Duas grandes áreas conferem os modelos de cobrança: os de cunho arrecadatório, também conhecidos como financeiros, bastante empregados no país (ASSIS, 2016; ALMEIDA e CURI, 2016), e os de cunho econômico, voltados à teoria econômica de preço e demanda (BRAGA, 2014; SILVA; HESPANHOL e LEMOS, 2016). A análise de pares preço e respectiva demanda de um bem, representa informação basal na modelagem econômica, mensurando-se quanto proporcionalmente o consumidor estaria sensível ao aumento de preço.

O presente trabalho, trata sobre a variação da demanda do usuário na categoria comercial em dados de micromedição na Região metropolitana do Araripina/PE. Espera-se que com os resultados desse trabalho no setor comercial, em meses subsequentes, apoie sobre o controle de uso, como outorga (FARIAS, 2014; SOUSA, 2016) e também possa apoiar na tomada de decisão como valor o econômico dos recursos hídricos, cobrança (NORILLER, 2015; SANTOS et al., 2019).

1.1 OBJETIVOS

Analisar a variação da demanda em relação ao aumento tarifário no setor comercial em municípios da microrregião de Araripina/PE para o período de janeiro de 2007 a dezembro de 2015.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Definir os municípios e períodos a serem avaliados
- Detalhar as demandas por código usuário e meses sequenciais
- Calcular a variação do consumo, identificando períodos com aumento, decaimento e sem alteração da demanda
- Calcular a elasticidade-preço da demanda nos períodos de aumento de preço conforme estrutura tarifária.
- Identificar as ocorrências de demanda: elástica, inelástica e unitária.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 ÁGUA NA NATUREZA

O ciclo hidrológico, como sistema fechado global de circulação da água, ocorre entre a superfície terrestre em que, 10 % do total do vapor é reciclado diariamente (MIRANDA; OLIVEIRA e SILVA, 2010). Contempla processos de precipitação, transpiração, evaporação, infiltração e drenagem (VILLELA e MATTOS, 1975). Esse ciclo representa o principal agente que atua na distribuição das fontes renováveis de água doce no planeta, o aporte hídrico ocupa cerca de 75% da superfície terrestre, porém apenas 0,3% do volume total da água doce está disponível em lagos, reservatórios e bacias hidrográficas, esta água é classificada como de fácil acesso (SILVA; PEREIRA, 2019).

A água apresenta três estados distintos, sólido, líquido e gasoso, é o componente inorgânico com maior proporção, compõe dois terços do corpo humano e 98% em alguns animais aquáticos, frutas legumes e verduras, conhecida como solvente universal, pois consegue dissolver a maioria das substâncias, podendo modificá-las ou ser modificadas em função delas (LIBÂNIO, 2010; SOUZA e AMBROGI, 2019).

Segundo Silva (2016) a água é um bem primordial para a existência do ser humano na Terra, assim como também na economia e meio ambiente (garante a sobrevivência dos bióticos e abióticos). A enorme importância da água se dá por que, ela é um recurso natural único, limitado e essencial para qualquer tipo de vida existente no planeta (SPERLING, 2006).

Historicamente, o advento da Revolução Industrial e a instituição dos grandes centros urbanos aumentaram a utilização da água, exigindo-se que medidas mais eficazes fossem tomadas a respeito de sua gestão, incluindo tratamento de esgoto e controle de problemas de saúde resultantes da falta de saneamento (CARNEIRO et al., 2018).

A cada ano o uso da água toma diversas proporções, em função da dinâmica populacional, êxodo rural, variações das demandas, uso na agricultura, indústrias e municípios (SILVA; PEREIRA, 2019). A necessidade de água de boa qualidade, em todos os ambientes, tanto rurais quanto urbanos, foi definida pela ONU como o principal desafio mundial nos anos 80. As ações antrópicas e seus respectivos impactos negativos ao meio ambiente têm condicionado ao uso racional (GRASSI, 2001).

Já em nível nacional, o Brasil utiliza em média 12% da água disponível no planeta, com maiores reservas de recursos hídricos superficiais/subsuperficiais, porém distribuída não de forma homogênea, com área semiárida apresentando déficit hídrico, Região Norte com abundância, mas com baixa população e vice-versa no Sudeste (GOMES, 2009). As chuvas não ocorrem de maneira igualitária em toda sua extensão, algumas regiões possuem baixos índices pluviométricos como a Região Nordeste (SILVA, 2019).

2.2 ABASTECIMENTO URBANO DA ÁGUA

O abastecimento urbano da água torna possível o acesso nos centros urbanos, para que este recurso seja utilizados das mais variadas formas, o que nos leva a conclusão que sem a sua existência, não ocorreria desenvolvimento das populações, um bem natural indispensável para sobrevivência do ser humano e do meio ambiente (MENDES, 2008).

A importância do sistema de abastecimento urbano de água, pode ser entendida em dois aspectos: os sociais e sanitários e econômicos. Dentre os aspectos e sociais e sanitários, o abastecimento melhora as condições de vida da sociedade e sua saúde, quando a água é tratada, diminuição da mortalidade em destaque a infantil, diminuição no índice de doenças que estão vinculadas a água, a limpeza pública é facilitada pela presença deste recurso, entre outros atributos onde a água é primordial (MENDES, 2008). Pelas afirmações de Barros (1995) a relação da água com os principais aspectos econômicos são: Aumento da produtividade vital de pessoas economicamente ativas, diminuição com os gastos por pessoa em consultas e internações em hospitais, isso serve, tanto para hospitais particulares quanto para os públicos, ajuda muito na instalação de indústrias e em seus processos.

Com objetivo de melhorar as condições dos sistemas aquáticos, foi necessário elaborar algumas medidas para sua proteção e o uso consciente. Com isso no ano de 1997 a Política Nacional do Recursos Hídricos criou a Lei Federal nº 9.433 a qual traz, dentre seus instrumentos o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água. Este enquadramento tem por obrigação assegurar às águas, uma qualidade igual ou superior aos usos mais exigentes a que forem destinadas e diminuir os custos para combater à poluição, em forma de ações preventivas permanentes. No ano 2005, o enquadramento dos corpos de água foi reformulado com o intuito de alcançar os

padrões de potabilidade adequadas da água a ser utilizada nas mais diversos seguimentos, conforme estabelecido pelas Resoluções Conselho Nacional do Meio Ambiente nº 274 e nº 357 (BRASIL, 2000; 2005).

Segundo a Organização da Meteorologia Mundial, em menos de um século o consumo de água aumentou mais de seis vezes, em comparação com o crescimento populacional, esses dados são mais que o dobro de maneira crescente, e por ai não para, com o crescimento populacional e dos setores agrícolas, industriais e domésticos a demanda por água também aumenta (FREITAS E SANTOS, 1999).

Pelas afirmações da UNDESA (2017) a população mundial apresentará grandes aumentos nas próximas décadas, estima-se que em 2050 a população alcançará 9,8 bilhões de pessoas e 11,2 bilhões em 2100. Destaca-se que a maior parte vive nas cidades, em crescimento urbano cada vez mais expressivo (UNDESA, 2018)

Soriano *et al.* (2016) relataram que, grandes cidades estão sujeitas a variação de precipitação, com isso desencadeia problemas no sistema de abastecimento. Contudo, uma crise hídrica atinge diretamente as pessoas, pela ausência da água em suas residências e indiretamente pelo aumento nos preços de produtos onde haja uma dependência na sua disponibilidade. Cortês et al. (2015) cita que as questões climáticas têm uma grande influência na disponibilidade, sendo parâmetro a ser levado em consideração, para que se possa traçar estratégias organizacionais e políticas públicas relacionadas a gestão desse recurso.

A falta de disponibilidade de água em algumas regiões e a variedade das condições de suprimento de água à população urbana brasileira, vem sendo estudada durante muitos anos, apesar de não existir soluções globais, que erradiquem os déficits de abastecimento, o sistema de abastecimento tem como dever, além de proporcionar a água para consumo humano, promover a qualidade da mesma para proteção da saúde humana (SÉRGIO R; AYRIMORAES S, 2010).

Na região Nordeste do Brasil, pode-se mencionar o município de Campina Grande-PB que, entre os anos de 1998 a 2000, sofreu uma crise no abastecimento urbano de água devido aos períodos de estiagem e à total ausência de gerenciamento dos recursos hídricos (RÊGO et al., 2001). Essa crise resultou num rigoroso racionamento de água, que se materializou pela implantação da interrupção no fornecimento entre os anos 1998

e 1999. Esse não foi um evento isolado apenas em uma única região, a exemplo de Recife e São Paulo, fazendo-se o uso do racionamento com frequência, frente as condições hídricas desfavoráveis, nível de desenvolvimento econômico baixo e pouca presença de sustentabilidade (TUCCI et al. 2000). No entanto, a má gestão perdurou, sendo consequente a maior crise histórica da Região Metropolitana de Campina Grande (RÊGO et al., 2015), atenuada com o Projeto de Integração das Águas do Rio São Francisco, através do eixo Leste em 2017 (GERMANO, 2017).

No Brasil o Ministério Cidades no seu organograma consta a Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental que tem como objetivo institucional promover um significativo avanço, no menor prazo possível, rumo à universalização do abastecimento de água potável, esgotamento sanitário (coleta, tratamento e destinação final), gestão de resíduos sólidos urbanos (coleta, tratamento e disposição final), além do adequado manejo de águas pluviais urbanas, com o consequente controle de enchentes (SNSA, 2014).

A composição de um sistema de abastecimento de água, nada mais é do que uma certa quantidade de infraestruturas, onde cada uma delas corresponde a um objetivo/função no sistema como um todo. A constituição das infraestruturas são basicamente, obras de construção civil, equipamentos elétricos e eletromecânicos, acessórios, instrumentação e equipamentos de automação e controle (SOUSA, 2016).

O sistema de abastecimento é composto por unidades e dividido por etapas, como: Captação, adução de água bruta e água tratada, tratamento, reservatórios e rede de distribuição (MENESES, 2011). Iniciando pela etapa de captação, Mendes (2008) explica que, o local de captação de água geralmente são, barragens e servem para regular a vazão ou para manutenção do nível de água, nesta etapa se faz presente alguns equipamentos para que o fluido transmita de forma livre, sem sólidos em suspensão, dispositivos que controlam o fluxo de entrada de água, canais, tubulações, acessórios, isso tudo para que a água percorra de um ponto de origem a um ponto de chegada.

A Adução, é a condução da água do ponto de captação até a Estação de Tratamento de Água (ETA) bem como, à jusante desta até os reservatórios de distribuição, ocorrendo a condução por água bruta, condicionada a uma ETA e, conseqüentemente, transportada

para reservatórios de distribuição. Nessas fases podem ocorrer o escoamento por gravidade ou utilizando-se de sistemas de recalque (BARROS, 1995).

Os tratamentos de água conhecidos como convencionais, utilizados para consumo humano, são um tipo de padrão não obrigatório, servem de modelo para a maioria dos sistemas. Apesar da existência desse modelo, para a implantação, deve-se levar em consideração dentre alguns fatores, a qualidade da água bruta, ou seja, água do ponto de origem e o volume de água ser tratada (MARTINS, 2014). Lembrando que os processos de tratamentos de águas executados, variam de acordo com a origem da água, assim como sua qualidade, geralmente as águas subterrâneas precisam de um tratamento menos complexo do que as superficiais (SIMAS et al., 2005).

Segundo um artigo publicado pela EPA (2012), o sistema de tratamento de água mais convencional segue as seguintes etapas unitárias: Coagulação, Floculação, Sedimentação e Filtragem, seguido de uma Desinfecção. Normalmente estes sistemas são antecedidos de uma pré oxidação seguindo da adição de carvão ativado, seja ele em pó ou em granulado, com esse tipo de operação unitária facilita o crescimento das partículas e posteriormente a adsorção.

Os principais processos de tratamento de água, são divididos em 10 etapas: Sedimentação ou decantação, que tem como principal função remover os sólidos em suspensão; Coagulação ou flotação, com agentes químicos que coagulam, de maneira que partículas dificilmente sedimentáveis se aglomeram com a substância, com isso fica mais fácil sua remoção; Filtração, remove as impurezas leve ou finamente divididas através da passagem pela areia, antracito, diatomita entre outros, e são retiradas na sedimentação; Desinfecção, uma etapa muito importante, pois, tem a capacidade de remover patógenos, através da adição de cloro ou composto de cloro; Remoção da dureza ou abrandamento, remove os sólidos dissolvidos na água, através de troca iônica e são precipitados; Aeração, utilizado para remover substâncias voláteis, que por ventura venham a ter influência no sabor e odor da água e também atua geralmente na remoção de sais de ferro; Remoção de ferro e manganês, como o próprio nome já diz, esse método só deve ser utilizado em águas que possuem alta concentração de ferro e manganês; Remoção de sabor e odor, apesar de já citado anteriormente, existem outros métodos de retirada como, adsorção ou oxidação; controle de corrosão, pode ser feito tanto por aeração para retirada do dióxido de carbono, quanto pela aplicação de produtos químicos como cal ou carbonato de sódio

alcalinos para aumentar a alcalinidade da água e por fim, a fluoretação, consiste na adição de flúor para dar a população uma maior resistência contra caries (BRAGA, 2010).

A penúltima etapa é o armazenamento do fluido ou reservação essa etapa supre uma variedade de necessidades, como variação de consumo e manutenção da pressão mínima da rede. Normalmente esses reservatórios de distribuição ficam entre, o tratamento e o consumo, sendo assim, têm capacidade para atender às variações de consumo na rede de modo geral; também são utilizados para dar continuidade no abastecimento da população em casos estiagem e falta do recurso e combate a incêndios. Em contrapartida, a qualidade da água, fica em segundo plano, após, a manutenção dos reservatórios (MENDES, 2008).

A rede de distribuição entra como última etapa do sistema inteiro e nada mais é que caminho percorrido, desde o sistema de abastecimento até as residências, através de tubulação proporcionadas por órgão públicos, ou seja, a rede de distribuição serve para conduzir a água tratada (dentro dos padrões de potabilidade) do sistema até o ponto de consumo. É de suma importância que esta rede entenda devidamente em dias com sua manutenção e limpeza, assim evita-se a corrosões e proliferações de microrganismos (MENDES, 2008).

No ano de 1992 ocorreu a Conferência Internacional a sobre a Água e Desenvolvimento Sustentável, onde um dos principais temas foi o preço e o acesso da água de boa qualidade e do saneamento, firmando como o um direito de todo ser humano (ONU, 1977). Os objetivos do desenvolvimento sustentável é proporcionar água com acesso universal, justo e seguro para todos até 2030 (ONU, 1977).

2.3 A DEMANDA URBANA DE ÁGUA EM DIFERENTES USOS

A gestão integrada das águas urbanas (GIAU ou IUWM, sigla em inglês) visa reduzir estes impactos nas cidades na busca da sua sustentabilidade hídrica e ambiental. As medidas devem fazer parte dos serviços de saneamento básico: abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem urbana e inundações e resíduos sólidos, como prevê a legislação brasileira (BRASIL,2017).

Segundo Brouwer e Hofkes (2008), existem modelos matemáticos que calculam a complexidade das interações entre a água e a economia e fazem as ligações dos processos hidrológicos com às leis econômicas de oferta e demanda. Esses modelos foram desenvolvidos porque a água também despenha funções econômicas e tem grande impacto, sendo utilizada com insumos em linhas de produção nas mais diversas áreas. Nesse sentido, o impacto da disponibilidade hídrica de boa qualidade, sua captação, tratamento e distribuição são sempre relevantes, não importa o tempo e isso tudo agrega valor na cobrança para tornar esse insumo acessível e fazer com que ele seja distribuído.

O modelo tarifário mais utilizado no Brasil é o de blocos crescentes, onde é cobrado uma taxa mínima que diz respeito a primeira faixa de consumo. A instituição de tarifas sociais garante o acesso do abastecimento urbano e uso racional da água para a regiões de pobreza. Contudo, as tarifas cobradas para pessoas com renda mais baixa são diferenciadas com objetivos de tornar esse recurso acessível, porém, não existe comprovação da sua eficácia (FRACALANZA et al., 2013; BRITTO, 2015).

Embora um aumento de tarifa comprometa a renda dos mais pobres, o maior problema é na verdade outro: a desigualdade de renda acarreta a diminuição dos níveis de consumo em regiões com índice de pobreza (ausência de renda é um fator relevante para a classe de baixa renda), enquanto as famílias que possuem maior renda continuam consumindo de maneira elevada (BRANDÃO; PAVIANI, 2016).

Outro parâmetro que deve ser levado em consideração é o desperdício de água, das mais diversas maneiras, sabendo que ela pode se tornar escassa e o Brasil possui várias regiões onde a disponibilidade de água é baixa (AGENCIA NACIONAL DE ÁGUA – ANA, 2010).

A fim de encontrar solução para o problema de abastecimento e de pressão de água o Atlas Brasil emitiu um relatório onde foi explícito a necessidade de investimentos em água e esgotos, onde o valor para o chegou em torno de R\$ 70 bilhões (ANA, 2010).

A demanda pela água é crescente em todo território, a preocupação é com as regiões de déficit hídrico (maior incidência na região nordeste). Segundo Atlas Brasil a estimativa da demanda de abastecimento de água para a população em 2025 comparado com o ano de 2005 será em média 28% (vinte e oito por cento) a mais (ANA, 2010).

Segundo Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental–SNSA (2017), o consumo per capita médio no Brasil, para uso doméstico, comercial, público e industrial com relação ao volume consumido, mostra divergências de distribuição igualitária. Segundo o Diagnósticos dos Serviços de Águas e Esgotos dados coletados no ano 2015 mostraram um consumo médio per capita dos três anos anteriores de “192,2 litros por habitante/dia na região Sudeste, 158,7 litros no Centro-Oeste, 155,3 litros no Norte, 150,9 litros no Sul e 125,3 litros na região Nordeste.

Quando se faz a avaliação da oferta e demanda o objetivo é estudar as fontes de água disponíveis e sistemas de abastecimento público, assim como, também a disponibilidade e qualidade das águas. O foco é analisar a capacidade do sistema de produção de água como um todo, desde o manancial até as infraestruturas de redes de distribuição da água tratada (ATLAS BRASIL, VOL1, 2010).

A junção do manancial e do sistema devem garantir a disponibilidade da água nos municípios, mas, para isso se faz necessário conhecer as práticas de gestão, gerenciamento de outorgas, vazões de referência e controle de perda, se essas práticas não forem suficientes, a única saída será através de investimentos (ATLAS BRASIL, VOL1, 2010).

As perdas nos sistemas de abastecimento, não é um problema presente só no Brasil, mas, no mundo inteiro. O Brasil perde em média 0,33 m³/conexão/dia de água perdida, o que é aproximado de pais como, Ucrânia, Polônia, Coreia do Sul e Indonésia, que possuem média de 0,32, 0,39, 0,39 e 0,37 m³/conexão/dia (IBNET, 2016).

Já a Croácia e Dinamarca, são os pioneiros quando se trata de menores perdas, suas perdas com valores de 0,08, 0,06 m³/conexão/dia perdidos em média, já a Mongólia e a Geórgia possuem os maiores índices de perda com 4,22 e 3,96 m³ m³/conexão perdidos diariamente, logo após vem a Rússia e Venezuela, com 2,73 e 2,72 m³/conexão/dia (IBNET, 2016).

O Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2016) afirma a perda de água na distribuição do abastecimento de água é o principal problema encontrado para a eficiência do sistema no Brasil, que obtém uma média de 38% de perda. Como destaque o nordeste ganha em território nacional quando se trata de perdas, no ano de 2016 Recife apresentou uma média de 52,70% , superando grandes metrópoles nordestinas como Fortaleza/CE que chegou a uma média de 41,60% e Salvador/BA com

40,91%, e também metrópoles brasileiras como Paulo/SP obtendo 33,64% de perda , Rio de Janeiro/RJ com 30,14% e Belo Horizonte/MG com 35,93%.

2.4 ELASTICIDADE PREÇO DA DEMANDA

Elasticidade preço da demanda é um termo utilizado para medir uma determinada mudança na quantidade da demanda com a mudança de preço. A elasticidade dentro do produto água serve como uma medida econômica, visando analisar a qualidade de um sistema de preços, e serve como uma medida de controle e conservação da água, assim como também diminuição dos custos com o seu transporte (SCHEIERLING et al., 2006). Um dos componentes fundamentais nos estudos relacionados à gestão das águas, refere-se a análise na demanda de água (ASSAD, 2016; RUIZ, 2017; CASTRO, 2018; MORAES FILHO, 2018). A confecção de curvas com pares preço (P) versus demanda (Q), configura-se análise fundamental nos modelos de cobrança de caráter econômico (DAMÁSIO, 2004).

As curvas de demanda (Figura 1) obtidas através modelos matemáticos, podem ser utilizadas para análise de hidrográficas como, gestão de bacias, também pode ser utilizada para escassez, estabelecimento de prioridades, viabilidade econômica relacionada ao recurso utilizado, dentre outras finalidades. A água que é utilizada como um produto deve possuir curva de demanda para o controle de uso excessivo deste bem e manter sua qualidade e quantidade segundo uso racional (TILMANT et al., 2008).

O parâmetro elasticidade-preço da demanda por água, tem por definição a quantidade da demanda em relação à variação no preço (GRIFFIN, 2006; VARIAN, 2006; HAROU et al., 2009):

$$E = \frac{\frac{(Q_1 - Q_0)}{Q_0}}{\frac{(P_1 - P_0)}{P_0}} = \frac{\frac{\Delta Q}{Q_0}}{\frac{\Delta P}{P_0}} \quad (1)$$

Em que:

ΔQ = variação da demanda;

ΔP = Variação do preço;

E = elasticidade-preço da demandada;

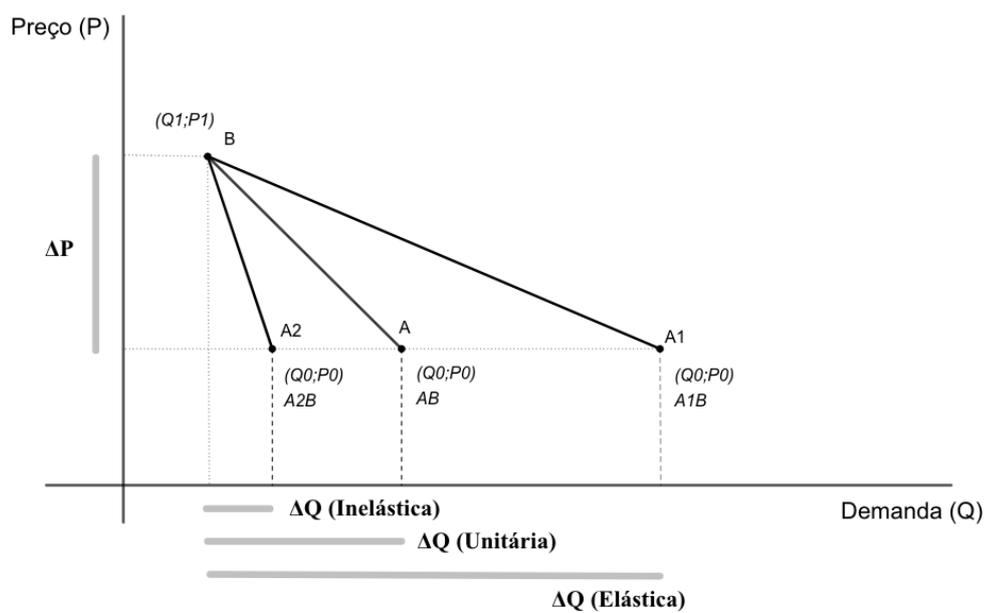
Q = demanda de
água; P = preço da
água.

Esse parâmetro é empregado para mensurar quão sensível o usuário está em reduzir a demanda, frente um eventual aumento de preço (KRUGMAN e WELLS, 2016; SEXTON, 2015; FRANK e BERNANKE, 2012) em três vertentes principais: demanda Unitária, quando essa redução é proporcionalmente igual ao aumento de preço; demanda Elástica, quando essa redução é proporcionalmente maior que o aumento de preço e; demanda Inelástica quando essa redução é proporcionalmente menor que o aumento de preço.

No Gráfico 1, observa-se as curvas de redução de demanda para um dado aumento de preço (ΔP) da diferença dos pares ordenados, demanda inicial e preço inicial ($Q_0; P_0$) e demanda final e preço final ($Q_1; P_1$) nas três vertentes: Unitária, com ΔQ do segmento AB; Elástica, com ΔQ do segmento A1B e; Inelástica, com ΔQ do segmento A2B.

Teoricamente ainda podem ser consideradas duas condições extremas: a perfeitamente inelástica quando, ao dado aumento de preço (ΔP), não há alteração da demanda e ($\Delta Q=0$); a perfeitamente elástica quando, sem nenhum aumento ($\Delta P=0$) ocorre a redução da demanda ($\Delta Q>0$).

Gráfico 1 - Vertentes da redução da demanda (ΔQ) em relação ao aumento de preço (ΔP) segundo teoria de Elasticidade-preço da demanda



Adaptado de Silva; Medeiros; Alcântara (2019)

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDO

Microrregião de Araripina (Mapa 1) contempla 10 cidades sendo elas: Araripina, Bodocó, Granito, Ipubi, Moreilândia, Ouricuri, Trindade, Exu, Santa Cruz e Santa Filomena, perfazendo 330.953 habitantes (IBGE, 2017). A maior parte dos municípios estão inseridos total/parcialmente na Bacia do rio Brígida, outra parte na Bacia Riacho das Garças e uma pequena área na parte do grupo de pequenos rios interiores 9 (APAC, 2019) (Gráfico 2). O Banco de dados de micromedição (COMPESA, 2017a) contempla dados de municípios e distritos abastecidos pela Companhia Pernambucana de Saneamento – COMPESA. A predominância desses dados se concentra nos principais municípios do Polo Gesseiro do estado de Pernambuco (Araripina, Bodocó, Ipubi, Ouricuri e Trindade) (SANTOS *et al.*, 2019). Nesse sentido, discussões gerais sobre a Microrregião de Araripina serão apresentadas, porém o aporte de dados dominante confere a esses municípios de forte base econômica consequente da extração da gipsita.

Mapa 1 - Microrregião de Araripina PE: Municípios do Polo Gesseiro e Perímetro da Bacia do Rio Brígida



Fonte: Adaptado de CPRH (2010) e Silva; Medeiros; Alcântara (2019)

A bacia do Rio Brígida possui uma área de 13.495,73 km², suas coordenadas estão entre 07° 19' 02" e 08° 36' 32" de latitude sul, e 39° 17' 33" e 40° 43' 06" de longitude oeste, localizada no alto sertão de Pernambuco, o seu rio nasce ao norte da cidade de Exu de sua desagua é no rio São Francisco após uma extensão de 193 km, correspondendo a 13,73% da superfície total do estado. do, Bodocó, Granito, Ipubi e Trindade municípios que estão totalmente inseridos na bacia, Cabrobó, Orocó, Santa Cruz, Santa Maria da Boa Vista, Santa Filomena e Serrita, os que estão parcialmente inseridos e os que possuem sede na bacia são: Exu, Moreilândia, Araripina, Ouricuri e Parnamirim. Os principais tributários menores são os riachos Tabocas, Alecrim, do Gentil, da Volta e São Pedro à margem direita, e os riachos dos Cavalos, Salgueiro, do Cedro e Carnaúba à margem esquerda. O rio São Pedro é o maior afluente com uma extensão de 160 km destacando-se também riacho Gravatá com 27 km (APAC, 2019).

Segundo a agência pernambucana de águas e clima (2019), à bacia do riacho das garças possui uma área de 4.094,10 km², que está totalmente inserida no Estado de Pernambuco (4,16% da área total do Estado), com ocupação parcial de áreas dos municípios: Lagoa Grande, Ouricuri, Parnamirim, Santa Cruz, Santa Filomena e Santa Maria da Boa Vista. Sua unidade correspondente é a UP12, sua localização é ao oeste Pernambucano, entre 08° 08' 48" e 08° 48' 00" de latitude sul, e 39° 41' 25" e 40° 47' 35" de longitude oeste. É limitada ao norte com a bacia do rio Brígida que pertence a unidade de planejamento 11 (UP11), ao sul com a bacia do rio do Pontal pertencente a UP13 e o grupo de bacias de pequenos rios interiores 7 - GI7 que contempla a UP26, a leste com o grupo de bacias de pequenos rios interiores 6 - GI6 (UP25) e o rio São Francisco, e a oeste com o Estado do Piauí.

A bacia hidrográfica do grupo de pequenos rios interiores 9 - GI9 possui uma área de 536,09 km², cerca de 0,55% da área total do estado de Pernambuco. A bacia banha 3 municípios que estão inseridos parcialmente sendo eles: Exú, Moreilândia e Serrita. A Unidade de Planejamento Hídrico UP28 corresponde ao grupo de bacias de pequenos rios interiores 9 - GI9. Localizada no noroeste do Estado de Pernambuco, sua localização fica entre 07° 18' 23" e 07° 40' 43" de latitude sul, e 39° 17' 56" e 39° 44' 01" de longitude a oeste de Gr. Seu limite é ao norte com o estado do Ceará, ao sul com a bacia do rio Brígida (UP11), a leste com o Estado do Ceará e a oeste com a bacia do rio Brígida (APAC, 2019).

O Sistema de Abastecimento, conforme COMPESA (2015), parte da captação a fio d'água em Orocó/PE, no Rio São Francisco, ao poço de sucção, Estação Elevatória (EE1),

seguida de adução para armazenamento em reservatório de 6000 m³, aduzindo posteriormente por gravidade até a EE2, localizada no povoado Jacaré I. Esta é distribuída por recalque para alguns distritos circunvizinhos e para duas Estações Elevatórias (EE3 e EE5). Desta, também por recalque, atende Bodocó e é redistribuída para municípios de Exú, Granito e Moreilândia. Da EE3 parte-se para reservatório que, por recalque alimenta os municípios de Ouricuri e Santa Cruz. Entre esse trajeto deriva-se para outra Estação Elevatória EE6, alimentando por gravidade Santa Filomena. Ainda desse último Reservatório, parte-se por gravidade para os três últimos municípios que fazem parte da Microrregião, Ipubi, Trindade e Araripina.

3.2 VISÃO GERAL E SOCIOECONÔMICA

A microrregião de Araripina possui um clima conhecido como semiárido, uma região que sofre ações de longas estiagens, mas que é rica em um minério chamado de gipsita, o bioma da região é a Caatinga. Essa região contempla 10 cidades, onde cinco delas são consideradas o maior ponto de produção/extração da gipsita, tornando a região conhecida com o Polo Gesseiro do Araripe, possui 42 minas de gipsita, 174 indústrias de calcinação, cerca de 750 indústrias de pré-moldados, seu impacto social e econômico chega a uma média de 13,9 mil empregos diretos, 69 mil indiretos, com um faturamento anual de R\$ 1,4 bilhões/ano (GRANJA *et al.*, 2017).

O Polo Gesseiro é composto pelos municípios: Araripina, Ipubi, Trindade, Bodocó e Ouricuri, que possuem um rendimento de produção de 95%, o gesso produzido é consumido em todo o Brasil devido a sua qualidade. A grande maioria das jazidas exploradas estão concentradas no município de Araripina que entra como a cidade pioneira, mais rica e importante dentre todas as outras cidades da microrregião, a jusante vem o município de Ouricuri (ALMEIDA, 2010).

Em Pernambuco as gipsitas mais importantes, ou seja, aquelas que pertencem a sedimentar cretácea, estão localizadas nos municípios de Araripina, Bodocó, Exu, Ipubi, Santa Filomena e Trindade, que fazem parte da microrregião de Araripina. A gipsita explorada nessa região é considerada a de melhor qualidade do mundo devido sua pureza que fica entre 88% e 98% (BALTAR *et al.*, 2003; ARAÚJO, 2004)

3.3 MATRIZ DE DADOS MICROMEDIÇÃO E ESTRUTURA TARIFÁRIA

O banco de dados na categoria comercial, na microrregião de Araripina, compreende informações mensais (74680 registros, de Janeiro de 2007 a Dezembro de 2015) dos municípios: Araripina e distritos Lagoa do Barro, Gergelim, Nascente, Moraes; Bodocó e distrito Sipauba; Exú e distrito Timorante; Granito; Ipubi e distrito Serra Branca; Ouricuri e os distritos de Barra de São Pedro, Santa Rita, Moreilândia; Trindade e distrito Mangueira; Santa Filomena e distrito de Socorro e por fim o município de Santa Cruz.

A análise da demanda (Q) esteve condicionada a existência de dados em meses consecutivos. Para vários consumidores, foram identificadas ausências de dados micromedidos (consumo medido e/ou faturado).

As tarifas mensais por cada metro cúbico de água consumido na categoria comercial, podem ser observadas na estrutura tarifaria correlacionada ao período analisado (janeiro de 2007 a dezembro de 2015) (Tabela 1) nas categorias: Mínimo (consumo até 10 m³) e Normal (consumo acima de 10 m³). Existe uma categoria de usuário intitulada “Não-medido”, cujos valores são os mesmos aplicados para categoria Mínimo.

Tabela 1 - Estrutura tarifária para o usuário comercial aplicada pela Companhia Pernambucana de Saneamento – COMPESA (Período: 2006 a 2015)

Vigência		Tarifas Categoria	
Ano	Mês	Mínima Até 10 m ³ (R\$/10 m ³)	Normal Acima de 10 m ³ (R\$/m ³)
2006	07	28,38	05,62
2007	09	29,48	05,84
2008	09	31,63	06,27
2009	11	34,34	06,82
2010	12	36,05	07,17
2011	12	38,57	07,67
2012		38,57	07,67
2013	03	40,59	08,05
2014	03	44,14	08,75
2015	03	47,83	09,48
2015	06	49,51	09,81

Fonte: Compesa.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Em função do contexto da teoria de Elasticidade-preço da demanda (Equação 1), foi observado para um mesmo usuário, a demanda no mês de vigência (Q_i) em relação às demandas do mês anterior (Q_{i-1}) e posterior (Q_{i+1}) da ocorrência do aumento tarifário (Tabela 1). Destarte, temos as variações das demandas (ΔQ): $Q_i - Q_{i-1}$ e $Q_{i+1} - Q_i$.

Assim sendo a matriz de dados foi reduzida em 9761 registros, referente a 1073 usuários. Desse filtro, não foram identificados registros dos distritos de Lagoa do Barro localizado no município de Araripina e Sipaúba pertencente ao município de Bodocó.

Na Tabela 2 podem ser observados a proporção dos registros de micromedição e de usuários em cada localidade. Destaca-se nessa Tabela, o quantitativo dominante do município de Araripina e distritos, sendo 76,71% dos registros e 46,51% dos usuários da matriz de dados reduzida filtrada.

Tabela 2 - Proporção (%) dos registros de micromedição e dos usuários - categoria comercial (Período: Janeiro de 2007 a Dezembro de 2015), segundo dados fornecidos pela Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA, 2017)

Município/Distrito	Proporção		Município/Distrito	Proporção	
	Registros	Usuários		Registros	Usuários
Araripina	75,68%	44,73%	Ouricuri	7,20%	18,20%
Gergelim	0,12%	0,28%	Barra de São Pedro	0,05%	0,09%
Nascente	0,31%	0,56%	Santa Rita	0,06%	0,09%
Morais	0,60%	0,93%	Moreilândia	0,38%	0,93%
Bodocó	2,55%	6,34%	Trindade	6,38%	14,91%
Exú	3,59%	6,71%	Mangeuira	0,25%	0,37%
Timorante	0,12%	0,19%	Santa filomena	0,66%	1,68%
Granito	0,25%	0,47%	Socorro	0,06%	0,09%
Ipubi	1,54%	2,70%	Santa Cruz	0,19%	0,65%
Serra Branca	0,01%	0,09%			

Em função dos dados da estrutura tarifária (Tabela 1) foi calculada a relação $\Delta P/P_0$, entre a Tarifa do Ano/mês vigente com a Tarifa do ano/mês anterior.

Tabela 3 - Variação da Tarifa para usuário comercial segundo estrutura tarifária da Companhia Pernambucana de Saneamento – COMPESA (Período: Janeiro de 2007 a Dezembro de 2015)

Vigência		Variação da Tarifa: ($\Delta P/P_0$)/ P_0
Ano	Mês	
2007	09	0,039
2008	09	0,073
2009	11	0,086
2010	12	0,050
2011	12	0,070
2012		-
2013	03	0,052
2014	03	0,088
2015	03	0,084
2015	06	0,035

A elasticidade-preço da demanda da categoria comercial das localidades da área de estudo desta pesquisa, foi calculada pela razão da variação da demanda ($\Delta Q/Q_0$) em relação ao aumento de preço $\Delta P/P_0$ de cada ano e mês (vigente, anterior e posterior - Tabela 3).

Na visão global, em 4845 registros foram observados resultados, conforme comparação entre demandas de meses consecutivos. Em 24,4% dos dados, a demanda foi elástica. Em apenas 0,2%, a demanda esteve próxima da característica unitária (redução na mesma proporção do aumento tarifário). Em 0,9% a redução da demanda foi inelástica, proporcionalmente menor que o aumento tarifário. Em 52,7% dos dados não houve alteração na demanda, transparecendo uma condição perfeitamente inelástica (sem variação de demanda após aumento de preço), mas possivelmente foi condicionada à categoria de usuários de tarifa mínima, cujo consumo é fixado em 10 m³ por mês, caso a demanda não ultrapasse esse valor. Os demais resultados, 21,8%, a demanda apresentou aumento, frente a alteração da tarifa, não caracterizando comportamento de consumo para cálculo da elasticidade.

O quantitativo de dados condicionantes para o cálculo da elasticidade é dominante nos principais municípios do Polo Gesseiro (94,94% dos dados), como supracitado. Nesse sentido, segue a análise da demanda e posterior cálculo da Elasticidade nos municípios de Araripina, Bodocó, Ipubi, Ouricuri e Trindade.

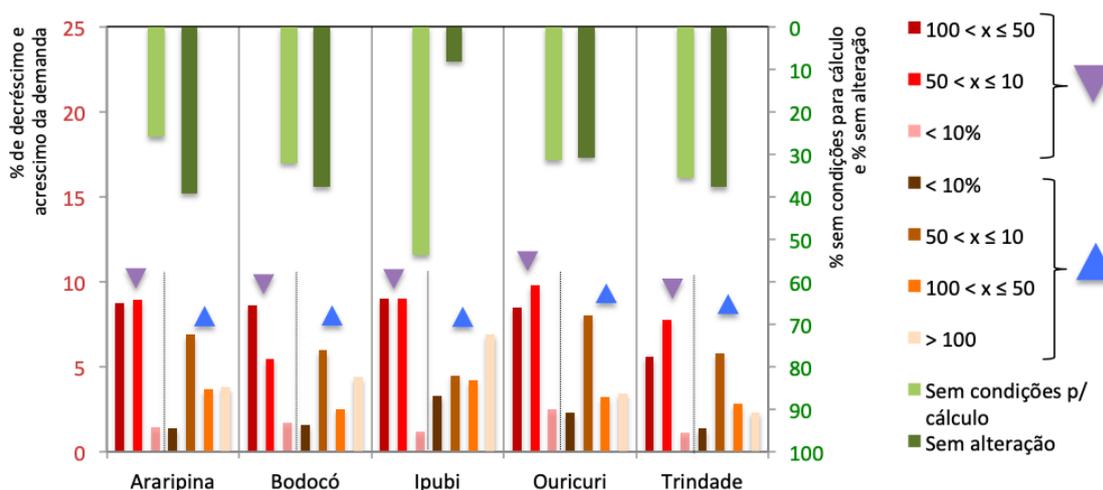
Na Tabela 4, podem ser observados, em termos percentuais, o resumo da demanda dos cinco municípios da área de estudo, considerando o universo de resultados obtidos.

Tabela 4 - Resumo do comportamento da demanda dos cinco municípios da área de estudo (Polo Gesseiro), considerando o universo de resultados obtidos (Em porcentagem) (Período: Janeiro de 2007 a Dezembro de 2015)

Município	Demanda		
	Redução	Inalterada	Aumento
Araripina	25,80	52,97	21,23
Bodocó	23,27	55,53	21,20
Ipubi	41,56	17,53	40,91
Ouricuri	30,33	44,92	24,75
Trindade	22,42	58,60	19,98

No Gráfico 2, as porcentagens: sem condição para o cálculo, demanda inalterada e, por faixas, as reduções e aumentos das demandas, podem ser observadas.

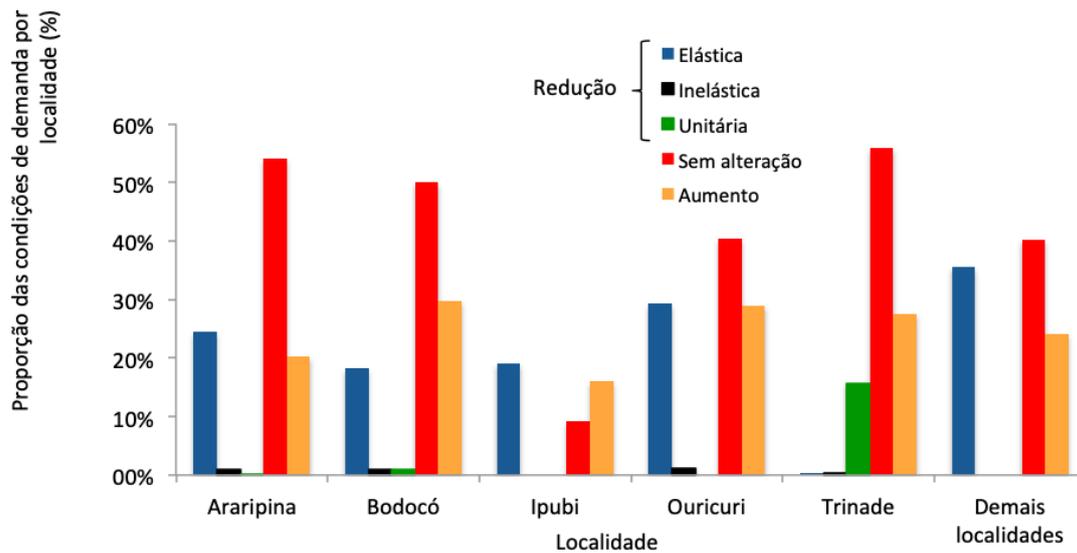
Gráfico 2 - Matriz de resultados (%): comportamento da demanda por faixas de redução/aumento e inalterada; ocorrências sem condições de cálculo - Período: Janeiro de 2007 a Dezembro de 2015



Fonte: Acervo do Autor (2019)

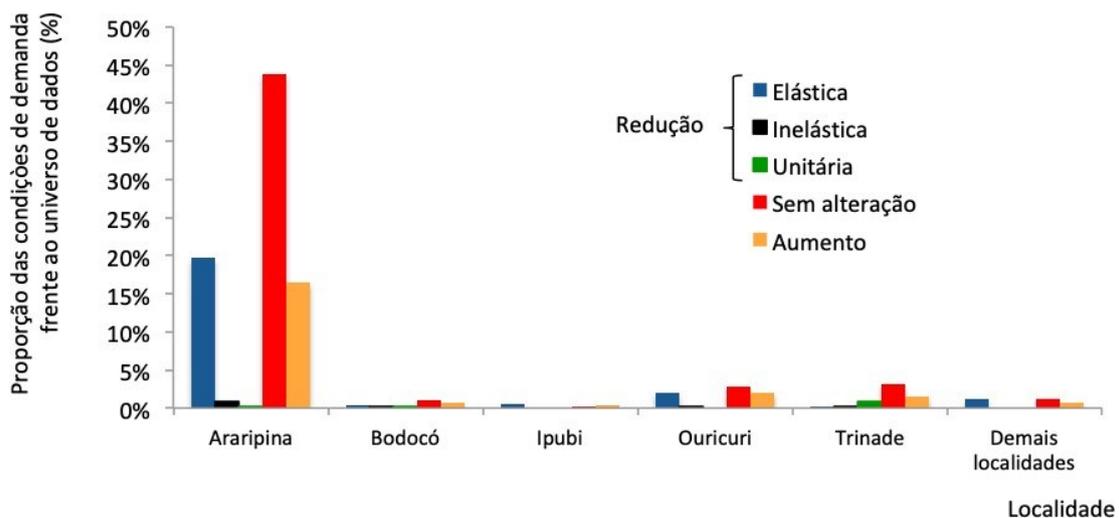
As elasticidades foram calculadas, no Gráfico 3 observam-se a proporção das demandas em cada município e nas demais localidades, frente aos aumentos tarifários. Em média ocorreu: redução de demanda na condição elástica em 21,2 % dos dados; apenas 0,6% inelástica; 2,8% na condição unitária; 41,7% sem alteração de demanda. A condição de aumento de demanda nos períodos de aumento tarifário, foi observado, em média, em 24,5% dos dados.

Gráfico 3 - Proporção das condições de demanda em localidades da Microrregião de Araripina/PE - Período: Janeiro de 2007 a Dezembro de 2015



Foi possível observar, por meio do Gráfico 4 como a proporção de informações de Araripina é expressiva diante de todas as localidades da Microrregião de Araripina bem como as expressivas porcentagens nas condições nos meses analisados – relacionados aos aumentos tarifários: demanda elástica; não variação do consumo e; o aumento da demanda.

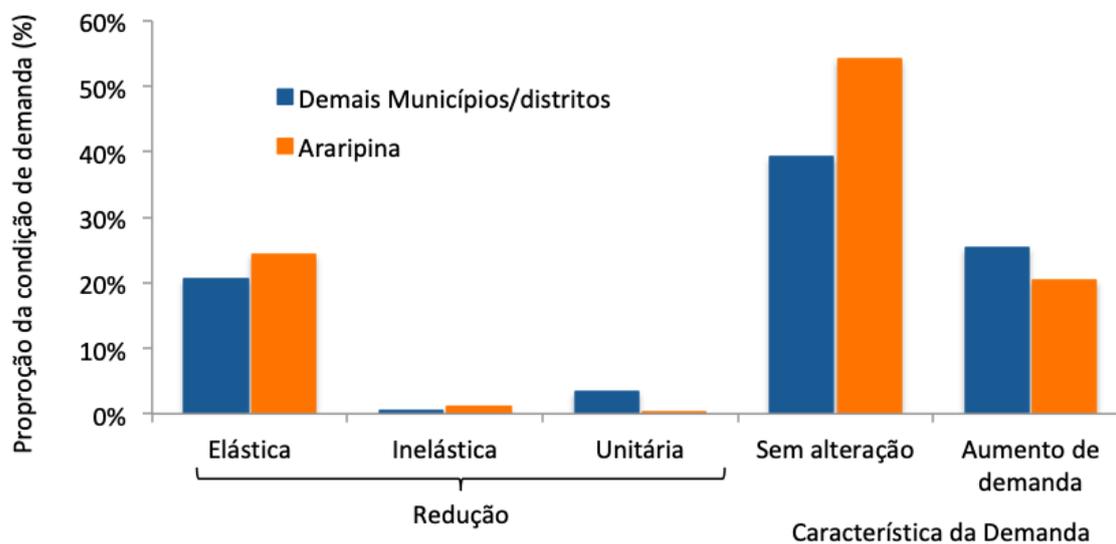
Gráfico 4 - Proporção das condições de demanda frente ao universo de dados de micromedição na microrregião de Araripina/PE - Período: Janeiro de 2007 a Dezembro de 2015



Foi possível observar, por meio do Gráfico 5 a comparação da demanda comercial entre o município de Araripina com a média dos resultados dos demais municípios/distritos da Microrregião em estudo. Destaca-se nessa Figura, as condições elástica, inelástica e sem alteração da demanda do município de Araripina superior às

demais localidades em: 18,87%, 98,84% e 38,11%, respectivamente.

Gráfico 5 - Proporção das condições de demanda entre os dados de micromedição de Araripina/PE e demais localidades da Microrregião de Araripina - Período: Janeiro de 2007 a Dezembro de 2015



5. CONCLUSÕES

As análises do consumo entre os meses consecutivos, representam uma pequena parte de um contexto mais amplo na gestão da demanda. Os resultados desta pesquisa, indicam as características da demanda no setor comercial urbano, em localidades do semiárido. Uma expressiva parte dos resultados, 24,5%, indicaram, em média, aumento de demanda frente ao aumento tarifário, condição divergente da teoria neoclássica da relação preço *versus* procura.

A confecção de curvas de demanda e a análise da sensibilidade de consumo frente ao aumento de preço, configura-se capítulo primário nas proposituras de modelos econômicos de cobrança pelo uso da água. As reduções de demanda elástica, isto é, maior quando comparadas com o aumento tarifário, foram as mais expressivas. As condições inalteradas nos meses de reajuste, possivelmente estavam relacionadas à categoria de usuário de consumo mínimo ou não medido.

O município de Araripina, em função de grande parte do banco de dados, foi dominante nos resultados. Uma abordagem mais expressiva na área de estudo pode ser obtida com análise de outras categorias de usuários, como as de consumidor residencial, prioritário na Política Nacional de Recursos Hídricos do setor industrial, este, talvez, bem relacionado com as demandas do Polo Gesseiro da região.

REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Águas – ANA - (Brasil) Atlas Brasil: abastecimento urbano de água: panorama nacional / Agência Nacional de Águas: Engecorp/Cobrape – Brasília: ANA : Engecorp/Cobrape, 2010, volume 1, 72 p.

ALMEIDA, Djalмира Sá. Microrregião de Araripina. 2010. Disponível em: <<https://www.webartigos.com/artigos/microrregiao-de-araripina/39035>>. Acesso em: 12 nov. 2019

ALMEIDA, Márcia Araújo de; CURI, Wilson Fadlo. Gestão do uso de água na bacia do Rio Paraíba, PB, Brasil com base em modelos de outorga e cobrança. **Ambiente e Agua - An Interdisciplinary Journal Of Applied Science**, [s.l.], v. 11, n. 4, p.989-1005, 25 out. 2016. Instituto de Pesquisas Ambientais em Bacias Hidrográficas (IPABHi). <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1820>.

ARAÚJO, S. M. S. D, **O Polo Gesseiro do Araripe**: Unidades geo-ambientais e impactos da mineração. Campinas, Universidade Estadual de Campinas, 276f. Tese de doutorado (Programa de Pós-graduação em Geociências. Área de Administração e Política de Recursos Minerais), 2004.

ASSAD, Eduardo Delgado. Eficiência do uso da água no Brasil: análise do impacto da irrigação na agricultura brasileira e potencial de produção de alimentos face ao aquecimento global (relatório completo). 2016

ASSIS, Wanessa Dunga de. **PROPOSIÇÃO DE MELHORIAS PARA O SISTEMA DE COBRANÇA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO**. 2016. 90 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil e Ambiental, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2016.

BALTAR, C. A. M.; BASTOS, F. F.; LUZ, A. B. **Diagnóstico do Polo Gesseiro de Pernambuco (Brasil)**: com ênfase na produção de gipsita para fabricação de cimento. 2003.

BARROS, Raphael T. de V. et al. Saneamento. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 1995. Manual de saneamento e proteção ambiental para os municípios.

BRAGA, Benedito et al. **Introdução à engenharia ambiental**: O desafio do desenvolvimento sustentável. 2. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2010. 318 p.

BRAGA, Nina Bordini. **GERENCIAMENTO PELO LADO DA DEMANDA EM ÁREAS RESIDENCIAIS**. 2014. 64 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

BRANDÃO, Alexandre. PAVIANI, Aldo. Consumo de água em Brasília: Crise e oportunidade. Texto para Discussão TD - n. 8 (2015). Brasília: Companhia de Planejamento do DF, n. 8, outubro, 2015. 28 p.

BRASIL, 2016 Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos -2014 Ministério das Cidades Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental SNSA 0212p.

BRASIL. Agência Nacional de Águas – ANA. Atlas Brasil: abastecimento urbano de águas: panorama nacional. Brasília: ANA: Engecorps/Cobrape, 2010. Disponível em: <[http://atlas.ana.gov.br/Atlas/downloads/atlas/Resumo_Executivo/Atlas Brasil - Volume 1 - Panorama Nacional.pdf](http://atlas.ana.gov.br/Atlas/downloads/atlas/Resumo_Executivo/Atlas_Brasil_-_Volume_1_-_Panorama_Nacional.pdf)>. Acesso em: 24 jun. 2017. p. 24.

BRASIL. Agência Nacional de Águas – ANA. Atlas Brasil: abastecimento urbano de águas: panorama nacional. Brasília: ANA: Engecorps/Cobrape, 2010. Disponível em: <[http://atlas.ana.gov.br/Atlas/downloads/atlas/Resumo_Executivo/Atlas Brasil - Volume 1 - Panorama Nacional.pdf](http://atlas.ana.gov.br/Atlas/downloads/atlas/Resumo_Executivo/Atlas_Brasil_-_Volume_1_-_Panorama_Nacional.pdf)>. Acesso em: 23 out. 2019. p. 67-68.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental –SNSA. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2015. Brasília: SNSA/MCIDADES, 2017. p. 36.

BRASIL. Resolução CONAMA n.º 274, de 29 de novembro de 2000. Define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras. Revoga os artigos 26 e 34 da Resolução n.º 20/86 (revogada pela Resolução n.º 357/05). Diário Oficial da República federativa do Brasil, Brasília, Seção 1, p. 70-71, 25 jan. 2001.

BRASIL. Resolução CONAMA n.º 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial da República federativa do Brasil, Brasília, Seção 1, p. 58-63. 2005.

BRITTO, A. L. Tarifas sociais e justiça social no acesso aos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário no Brasil. In: CASTRO, J. E. et al. O direito à água como política pública na América Latina: uma exploração teórica e empírica. Brasília: Ipea, 2015. Cap. 9, p. 209-226.

Browuer, R.; Hofkes, M. Integrated Hydro-Economic Modelling: Approaches, Key Issues And Future Research Directions, Ecological Economics, Vol. 66, P. 16-22, 2008.

CARNEIRO, Marta Camila Mendes de Oliveira et al. A GESTÃO DO SANEAMENTO NO BRASIL E SUA RELAÇÃO COM A GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS. Inovae, São Paulo, v. 6, p.100-116, jan./dez. 2018.

CASTRO, Maria Helena Faustino Martins de. Alocação quali-quantitativa de água em reservatórios de regiões semiáridas. 2018. Dissertação de Mestrado. Brasil.

CHAVES, Maria do Perpétuo Socorro Rodrigues; RODRIGUES, Débora Cristina Bandeira. Desenvolvimento Sustentável: limites e perspectivas no debate contemporâneo. **Interações**: Revista Internacional de Desenvolvimento Local, [s.i], v. 8, p.100-108, 20 jun. 2006.

COELHO, Eugênio F. et al. Concentração de nitrato no perfil do solo fertigado com diferentes concentrações de fontes nitrogenadas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, [s.l.], v. 18, n. 3, p.263-269, mar. 2014. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1415-43662014000300004>.

COMPESA - Companhia Pernambucana de Saneamento. Dados de micromedição Período de Janeiro de 2007 a Dezembro de 2015. Abril de 2017.

COMPESA - Companhia Pernambucana de Saneamento. Estrutura Tarifária. Período de Fevereiro de 2002 a Março de 2016. Abril de 2017b

COMPESA. Companhia Pernambucana de Saneamento. Elaboração de Estudos Projetos para Adequação e Ampliação do Sistema Adutor do Oeste a Partir do Stand Pipe 2: RELATÓRIO 2. [s.i]: Projetos e Consultoria de Engenharia Ltda., 2015.

CÔRTEZ, Pedro Luiz; Torrente, M. ; Alves Filho, A.P. ; RUIZ, Mauro Silva ; Dias, A. G. ; Rodrigues, R. . Crise de abastecimento de água em São Paulo e falta de planejamento estratégico. Estudos Avançados (Online), v. 29, p. 7-26, 2015.

CRUZ, Priscilla Ramos. **Variações de longo prazo nos atributos das assembleias de peixes em regiões litorâneas de lagos associados ao rio Paraná:** influência do nível hidrológico. 2015. 37 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Ambientais, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2015.

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.

EPA (2012). Treatment technologies. Acedido em novembro, 12, 2012 em <http://iaspub.epa.gov/tdb/pages/treatment/treatmentOverview.do>.

ESTÊVEZ, Laura Freire; NUCCI, João Carlos. A QUESTÃO ECOLÓGICA URBANA E A QUALIDADE AMBIENTAL URBANA. **Revista Geografar**, [s.l.], v. 10, n. 1, p.26-49, 4 dez. 2015. Universidade Federal do Paraná. <http://dx.doi.org/10.5380/geografar.v10i1.37677>.

FARIAS, Renata de Araujo Nobre. **AVALIAÇÃO DOS PROCEDIMENTOS DE AUTORIZAÇÃO E OUTORGA PARA IMPLANTAÇÃO DE PEQUENAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS.** 2014. 259 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

FRACALANZA, A. P.; JACOB, A. M.; EÇA, R. F. Justiça ambiental e práticas de governança da água: (re)introduzindo questões de igualdade na agenda. *Ambiente & Sociedade*, n.1, v. 16, p. 19-38, jan.-mar. 2013.

FRANK, R.H e BERNANKE, B. S. Princípios de Economia. Ed. AMGH 4ed, 2012. 928p.

FREITAS, M.A.V.; SANTOS, A.H.M. (1999). Importância da água e da informação hidrológica. In: Freitas, M.A.V. (Ed.). O estado das águas no Brasil; perspectivas de gestão e informações de recursos hídricos. Brasília: ANEEL/MME/ MMA-SRH/OMM. P.13-16.

GERMANO, E. Boqueirão acumula 27,3 milhões de m³ de água do Rio São Francisco - *Jornal da Paraíba*». *Jornal da Paraíba*. 18 de dezembro de 2017. Disponível em: http://www.jornaldaparaiba.com.br/vida_urbana/boqueirao-acumula-recarga-hidrica-de-271-milhoes-de-m%C2%B3-apos-oito-meses-da-chegada-das-aguas-sao-francisco.html

GOMES, M. A. (março de 2009). A água nossa de cada dia. *ECO21*, 1.

GOMES, Maria da Conceição Rabelo; CAVALCANTE, Itabaraci Nazareno. Aplicação da análise estatística multivariada no estudo da qualidade da água subterrânea. **Águas Subterrâneas**, [s.l.], v. 31, n. 1, p.134-149, 7 fev. 2017. Lepidus Tecnologia. <http://dx.doi.org/10.14295/ras.v31i1.28617>.

GRANJA, Camila Victória Alencar et al. Degradação Ambiental: Exploração de Gipsita no Polo Gesseiro do Araripe. Id On Line Revista de Psicologia, [s.l.], v. 11, n. 36, p.239-267, 30 jul. 2017. Lepidus Tecnologia. <http://dx.doi.org/10.14295/online.v11i36.782>.

GRASSI, M. T. (2001). Águas no planeta Terra. *Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola*, 40.

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.

IBNET. 6.3 - Non Revenue Water: Difference between water supplied and water sold expressed as a percentage of net water supplied; as volume of water “lost” per kilometer of water distribution network per day; and volume of water “lost” per water connection per day. 2016. Disponível em: <https://database.ib-net.org/Reports/Indicators/HeatMap?itemId=29>. Acesso em: 04 out. 2019.

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

LIBÂNIO, Marcelo. **Fundamentos de Qualidade e Tratamento de Água**. 3. ed. Campinas-sp: Átomo, 2010. 494 p.

MARINHO, Lígia Borges et al. DINÂMICA DA ÁGUA NO SISTEMA SOLO-PLANTA NO CULTIVO DA PIMENTA TABASCO SOB DÉFICIT HÍDRICO. *Irriga*, Botucatu, p.246-261, 15 ago. 2016.

MARTINS, Tiago José Carrilho. **Sistemas de Abastecimento de Água para Consumo Humano –**: Desenvolvimento e Aplicação de Ferramenta Informática para a sua Gestão Integrada. 2014. 100 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Tecnologia Ambiental, Instituto Politécnico de Bragança, Bragança, 2014.

MENDES, Djenane Coimbra Teixeira. **Abastecimento de Água Para consumo Humano na Área Urbana de São Luís: Onde Está a Qualidade?** 2008. 167 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Saúde e Ambiente, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2008.

MENESES, Ronaldo Amâncio. Diagnóstico operacional de sistemas de abastecimento de água: o caso de Campina Grande. 2011. 161 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) - Departamento de Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2011.

METCALF & EDDY. Wastewater engineering: Treatment and reuse. 4. ed. Boston: McGraw-Hill, 2003.

MIRANDA, R. C., OLIVEIRA, M. S., & SILVA, D. F. (2010). CICLO HIDROLÓGICO PLANETÁRIO: abordagens e Conceitos. *Geo UERJ*, 1, 11. Fonte: <file:///C:/Users/lenovo/Desktop/14615623-1-PB.pdf>.

MORAES FILHO, Marcelo Souza de et al. Avaliação da análise da qualidade da água de poços outorgados na cidade de Maceió. 2018.

- MOTA, Suetonio. Introdução a engenharia ambiental. Rio de Janeiro: ABES, 2003.
- NORILLER, Mateus Rigo. **ANÁLISE DA COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA: Uma Abordagem de Equilíbrio Geral**. 2015. 54 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Econômicas, Departamento de Economia e Relações Internacionais, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS – ONU. Report of the United Nations Water Conference. 1977. Disponível em: <https://www.internationalwaterlaw.org/bibliography/UN/Mar_del_Plata_Report.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2018.
- PEIXINHO, Frederico Cláudio. Gestão Sustentável dos Recursos Hídricos. **Anais... XVI Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas e XVII Encontro Nacional de Perfuradores de Poços**. São Paulo, 2010. Disponível em Acesso em: 10/12/2019.
- RÊGO, J. C. et al. A crise do abastecimento de Campina Grande: Atuações dos gestores, usuários, poder público, imprensa e população. (ABRH, Ed.) XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. **Anais...Brasília: 2015**
- RÊGO, J. C.; RIBEIRO, M. M. R.; ALBUQUERQUE, J. P. T.; GALVÃO, C. O. (2001). Participação da Sociedade na Crise 1998-2000 no Abastecimento d'água em Campina Grande – PB, Brasil. In: IV Diálogo Interamericano de Gerenciamento de Águas. Foz do Iguaçu, Brasil, ABRH/IWRA.
- RICHTER, Carlos A.; NETTO, José M. A. Tratamento de água: Tecnologia atualizada. São Paulo: Edgard Blücher, 2007.
- RODRIGUES, Rummenigge de Macêdo et al. GROWTH AND REGROWTH OF NEEM AFTER CUTTING IN SALINE: SODIC SOIL TREATED WITH ORGANIC INPUTS. **Caatinga**, Mossoró, v. 30, p.116-124, mar. 2017.
- ROSA, Gustavo Guimarães; CAUDURO, Flávia. **ESTUDO DE CASO DE DRENAGEM SUSTENTÁVEL PARA UMA CIDADE DE PEQUENO PORTE DO ESTADO DE SANTA CATARINA**. 2018. 18 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade do Extremo Sul Catarinense, [s.i], 2018.
- RUIZ, Mauro Silva et al. Conscientização pública sobre o consumo de água: uma análise da situação em Rio Claro-SP visando à proposição de medidas de conservação. **HOLOS**, v. 7, p. 127-147, 2017.
- SALES, Sabrina de Souza. **Determinação do efeito do regime hidrológico e da regularização do caudal na ecologia trófica do barbo do Norte (Luciobarbus bocagei Steindachner 1864)**. 2015. 57 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Gestão e Conservação de Recursos Naturais, Departamento de Biologia, Universidade de Évora, Évora, 2015.
- SANTOS, Bruno Raniely Gonçalves et al. Cobrança pelo uso da água no estado de São Paulo: o olhar do usuário de saneamento. **Brazilian Journal Of Development**, [s.l.], v. 5, n. 10, p.20098-20109, 2019. Brazilian Journal of Development. <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv5n10-208>.
- SANTOS, L. F. S.; SILVA, A. P.; LIMA, J. V. P.; ALCÂNTARA, H. M.; MEDEIROS, P. C. Consumo de Água Urbano no Setor Comercial dos Principais Municípios do Polo

Gesseiro de Pernambuco. I Congresso Internacional de Meio Ambiente e Sociedade. Novembro, 2019.

SCHAEFER, Gilmar Luiz. **RETENÇÃO E LIBERAÇÃO DE FÓSFORO EM SEDIMENTO DE FUNDO DE AÇUDES**. 2015. 87 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência do Solo, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.

SCHEIERLING, S. M.; LOOMIS, J. B.; YOUNG, R. A. Irrigation water demand: a meta-analysis of price elasticities. *Water Resources Research*, v. 42, n. 1, 2006. DOI: 10.1029/2005WR004009.

SEQUEIRA, Miguel Macias Marques. **Potencial de poupança de eletricidade no pequeno comércio e serviços – caso-estudo Telheiras**. 2016. 178 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia do Ambiente, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2016.

SÉRGIO R. AYRIMORAES SOARES (Brasília-df). Agência Nacional das Águas (ANA) (Ed.). **Panorama Nacional: Abastecimento Urbano de Água**. 2010. Disponível em: <http://atlas.ana.gov.br/Atlas/downloads/atlas/Resumo_Executivo/Atlas_Brasil_-_Volume_1_-_Panorama_Nacional.pdf>. Acesso em: 07 out. 2019.

SEXTON, R. L. *Exploring Microeconomics*. Ed. Cengage Learning, 7ed. 2015. 640p.

SIERRA, Carlos Alberto Severiche; BARRIOS, Rosa Leonor Acevedo; MORALE, José del Carmen Jaimes. Minería de rellenos sanitarios como alternativa de gestión para residuos sólidos. **Producción + Limpia**, [s.i], v. 9, p.115-123, jun. 2014.

SILVA, A. P.; MEDEIROS, P. C.; ALCÂNTARA, H. M. Análise na Demanda de Água de Abastecimento Público no Semiárido Brasileiro. III Seminário Nacional ProfÁgua: Pôsteres. Agosto, 2019. Disponível em: <<http://dspace.agencia.gov.br:8080/conhecerhana/1412>>.

SILVA, Jefferson Fernandes do Amaral; PEREIRA, Roberto Guimarães. Panorama global da distribuição e uso de água doce. **Revista Ibero-americana de Ciências Ambientais**, [s.l.], v. 10, n. 3, p.263-280, 31 jul. 2019. Escola Superior de Sustentabilidade. <http://dx.doi.org/10.6008/cbpc2179-6858.2019.003.0023>.

SILVA, Jessica de Lima. **Caracterização do Sistema de Abastecimento D'água na Área Urbana do Município de Itapororoca/PB**. 2016. 35 f. TCC (Graduação) - Curso de Geografia, Departamento de Geografia, Universidade Estadual da Paraíba, Guarabira, 2016.

SILVA, Maria Lúcia Maurício da. **Caracterização Biométrica de Frutos, Emergência e Vigor de Sementes de *Cryptostegia madagascariensis* Bojer ex Decne., Espécie Invasora no Bioma Caatinga**. 2013. 33 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Dept. de Fitotecnia e Ciências Ambientais, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2013.

SILVA, Murilo di Paula Sotocorno e; HESPANHOL, Rafael Medeiros; LEMOS, Felipe Kesrouani. PREVISÃO DE DEMANDA APLICADA À COMPRA DE PRODUTOS PARA REVENDA NO PEQUENO VAREJO DE CALÇADOS. In: XXIII SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 23., 2016, Bauru. **Artigo**. Bauru: N, 2016. p. 1 - 14.

SIMAS, L.; Gonçalves, P.; Lopes, J.L.; Alexandre, C. (2005). *Controlo da Qualidade da Água para Consumo Humano em Sistemas Públicos de Abastecimento*. Lisboa: IRAR.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (SNIS). *Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2014*. Brasília: SNSA/MCIDADES, 2016. 212 p.

SORIANO, E.; LONDE, L.; DI GREGORIO, L.; COUTINHO, M.; SANTOS, L. Water crisis in São Paulo evaluated under the disaster's point of view. *Ambiente & Sociedade* (Online), v. 19, p. 21-42, 2016.

SOUSA, Luciane Martins Carneiro de. Natureza jurídica da outorga onerosa do direito de construir e sua contraprestação. *Revista de Direito da Cidade*, [s.l.], v. 8, n. 1, p.193-224, 11 fev. 2016. Universidade de Estado do Rio de Janeiro. <http://dx.doi.org/10.12957/rdc.2016.18195>.

SOUZA, Marcos Rezende de Campos. **Conformidade na Política Nacional de Recursos Hídricos: limites impostos ao uso da cobrança pelo lançamento de efluentes**. 2014. 116 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Gestão Econômica do Meio Ambiente, Departamento de Economia, Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

SOUZA, Renan Ortega Celeghin de; AMBROGI, Vivian Bracalle. **Sustentabilidade: Vida na água**. 2019. Disponível em: <<https://www.pucsp.br/sites/default/files/download/eventos/bisus/13-vida-na-agua.pdf>>. Acesso em: 21 out. 2019.

SPERLING, E. v. (2006). Afinal, Quanta Água Temos no Planeta? *RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 10.

TILMANT, A.; PINTE, D.; GOOR, Q. Assessing marginal water values in multipurpose multireservoir systems via stochastic programming. *Water Resources Research*, v. 44, n. 12, 20 dez. 2008.

TONETTI, Emerson Luis; GOUVÊA, Patrícia Milla; PEREIRA, Leandro Ângelo. Potencialidade para a autonomia em Unidades de Paisagem na área urbana de Paranaguá no litoral do Paraná. *Revista Nacional D Gerenciamento de Cidades*, [s.i.], v. 6, p.76-90, 2018.

TUCCI, C. E. M.; HESPANHOL, I.; NETTO, O. M. C. (2000). Cenários da gestão da água no Brasil: uma contribuição para a visão mundial da água. *Revista ABRH*, 5(3), 31-43.

UNDESA. United Nations Department of Economic and Social Affairs, Population Division. *World Population Prospects: The 2017 Revision, Key Findings and Advanced Tables*. New York: UNDESA, 2017.

UNDESA. United Nations Department of Economic and Social Affairs, Population Division. *World Urbanization Prospects: The 2018 Revision*. New York: UNDESA, 2018.

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**

FRANCISCO. 2014. 165 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2014.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada.** São Paulo: Mc Graw Hill, 1975, 247p.