



Quantificando perdas hídricas em cidades paraibanas

Quantifying water losses in Paraíba cities

Ayuri Medeiros da Silva¹, Carolina Coeli Rodrigues Batista de Araújo², Flaubert Ruan Nobelino de Araujo³, Mikaele de Oliveira Candeia⁴ & Francisca Rozângela Lopes de Sousa⁵

Resumo: No último século tem-se debatido bastante sobre recursos hídricos e o seu desperdício, tendo em vista a necessidade de controle de perdas e conscientização por parte da população no tocante ao uso desses recursos. Desse modo, o presente artigo consiste em um estudo de caso, com análise quantitativa sobre as perdas físicas de água que ocorrem na companhia responsável pela distribuição de água no estado da Paraíba (CAGEPA). A pesquisa teve como objetivo analisar as perdas de água, ocorridas no processo de distribuição, nas cidades que compõem a regional do Espinharas no intervalo temporal de 2015 a 2017. Para tanto, fez-se necessária a obtenção dos dados, cedidos pela própria CAGEPA, para então calcular a quantidade anual de água produzida e água perdida da região. Para seleção dos dados utilizou-se um critério de enfoque nas cidades que têm perdas próximas da metade da quantia de água produzida ou maior que essa quantidade. Dentre os resultados alcançados, pode-se considerar que, de todas as cidades abastecidas na regional do Espinharas, sete se destacaram com os maiores índices de perdas, uma vez que são de pequeno porte, seja por sua área territorial ou sua população relativa. Vale ressaltar que o combate a perdas de recursos hídricos é um processo lento, que precisa de investimentos, mas que traz benefícios seja para a distribuidora e a população.

Palavras-chave: *Recursos Hídricos; Perdas de água; Distribuição de água; Paraíba.*

Abstract: In the last century there has been a lot of debate regarding water resources and its waste, keeping in mind the need to control losses and raise public awareness about the use of such resources. Thus, this article consists of a case study, with quantitative analysis on the physical losses of water that occur with the company responsible for water distribution in the state of Paraíba; CAGEPA. The research had as its objective to analyze the losses of water, occurred in its distribution process, on the cities that compose the Espinharas region in the time interval of 2015 to 2017. For such project, it was necessary to obtain data, provided by CAGEPA itself, to then calculate the annual quantity of water produced and water wasted in the region. For the data selection, a criteria of focus was utilized in the cities with losses nearing half the amount of water produced or bigger. Among the results archived, it can be considered that, of all cities supplied in the Espinharas region, seven stood out with the highest amounts of waste, since they are small cities, either because of their territorial area or their relative populace. It's worth noting that the combat against the wasting of water resources is a slow process, that needs investment, but one that brings benefits for both the distributor and the populace.

Keywords: *Water resources; Water losses; Water distribution; Paraíba.*

*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 08/06/2020; aprovado em 30/06/2021.

¹ Graduando, Estudante, Universidade Estadual da Paraíba, ayurims@gmail.com; *

² Doutora, Professora, Universidade Estadual da Paraíba, carolina_coeli@yahoo.com.br;

³ Graduando, Estudante, Universidade Estadual da Paraíba, rhuan44@hotmail.com;

⁴ Graduando, Estudante, Universidade Estadual da Paraíba, mikaelly33.mo@gmail.com;

⁵ Mestre, Professora, Universidade Estadual da Paraíba, rhozeadm@hotmail.com.

INTRODUÇÃO

Nas últimas quatro décadas o mundo se viu diversas vezes à frente de discussões, tanto empírica quanto cientificamente, em relação à escassez de recursos hídricos existentes no planeta e como preservá-los. Considerando o quão escassos são tais recursos, esses debates – muito bem-vindos, por sinal – evocam uma questão bastante urgente: quão grave é o desperdício?

O desperdício da água é um problema socioambiental que acontece em múltiplos setores da sociedade, visto que o ser humano, assim as outras formas de vida no planeta, é totalmente dependente da água, que, além do consumo, usa para muitas outras tarefas do dia a dia. No entanto, o problema vem a se tornar ainda mais extravagante quando se trata da agricultura, das grandes indústrias e dos sistemas de abastecimento, sendo este último o enfoque do presente artigo.

No Brasil, o tratamento e a distribuição de água potável, na maioria das cidades, são realizados por meio de sistemas de abastecimento. A partir de Brasil (2018), junto da Go Associados e Instituto Trata Brasil, apontam que em 2016 foi desperdiçado 38% da água potável tratada e distribuída, o que significou quase 7 piscinas olímpicas de água potável perdidas todos os dias e um prejuízo financeiro acima dos R\$ 10 bilhões/ano, onde, considerando a crise financeira que se sucede no Brasil, não é um valor a ser desprezado.

Nesse contexto, o artigo a seguir tem como objetivo analisar, quantitativamente, as perdas físicas em algumas cidades da região através de dados cedidos pela CAGEPA (Companhia de Água e Esgotos da Paraíba), além de realizar um estudo comparativo, para que, assim, usando da estatística para a construção de gráficos e tabelas e as comparações, seja possível ter uma melhor visualização e entendimento por parte do público.

DESENVOLVIMENTO

Recursos Hídrico

Um dos recursos mais abundantes da Terra é a água, considerada também como um recurso natural renovável, isto é, um recurso que ao decorrer do tempo se repõe. A maior porcentagem dessa água é inadequada para o consumo humano, neste caso são águas salgadas. Quando o assunto é a água doce disponível os números são bem menores, essa é representada por apenas 2,5% de toda a água disponível, desta quantidade de água doce 68,7% está armazenada nas calotas polares e nas geleiras e apenas 0,27% está localizada nos rios e lagos (LIMA, 2001). A distribuição por país ou região também é pouco igualitária, alguns países possuem percentuais elevados de água enquanto outros sofrem com insuficiência, e são vários os fatores que influenciam nessa divisão.

As crescentes demandas para os mais diferentes usos da água, sobretudo nos grandes centros urbanos, o uso desenfreado dos mananciais superficiais e subterrâneos; a exploração excessiva, aos poucos está desencadeando a sua degradação e escassez, ao passo que também é oneroso o processo de captação de águas em mananciais distantes, fato cada vez mais comum nessa crise hídrica (COSTA, 2013).

Segundo Pereira Júnior (2004), a escassez pode ser resultado de variações climáticas, poluição de mananciais, grande concentração populacional, atividades econômicas, entre outros impasses. O Brasil é um país com índices bastante consideráveis de água doce, em contrapartida suas taxas de escassez em algumas de suas regiões são também elevadas.

Um dos fatores que sucedem neste país é a desvantajosa distribuição hídrica em suas regiões. Geralmente ocorre quando o volume de água disponível não é condizente com o tamanho da população local. A região Nordeste, por exemplo, enfrenta dificuldades em relação à escassez, seja causada por essa má distribuição ou até mesmo por questões climáticas e ações humanas.

Partindo desse pressuposto, Rosa e Ribeiro (2014) mencionam que o problema da escassez de água afeta inúmeros usuários, tais como o abastecimento urbano, industrial, agricultura, aquicultura, navegação dentre outros, podendo prejudicar inúmeros seres, comprometendo inclusive, o desenvolvimento nacional. Nessa perspectiva, a crise hídrica não se limita apenas a sua escassez, envolve questões como a falta de conscientização e a negligência por parte dos usuários que poluem os mananciais, o que prejudica ainda mais a disponibilidade de água em padrões de qualidade desejáveis. A Lei nº 9.433/1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH), regulamenta de forma geral a gestão brasileira de recursos hídricos, desse modo, Viana (2011) acrescenta que a aprovação da referida Lei, trata-se de um marco regulatório da gestão dos recursos hídricos do país. A lei menciona a água como um bem de domínio público, de valor econômico e escasso, e por sua vez deve ter sua gestão descentralizada e participativa. Tendo ainda como objetivos, assegurar a disponibilidade de água para as gerações atuais e futuras, propondo inclusive a utilização racional e integrada deste recurso.

Perdas e desperdícios de recursos hídricos

O desperdício não é um problema recente enfrentado pela sociedade, o uso irresponsável e desenfreado, o aumento da população do planeta nos últimos 50 anos tem aumentado gradativamente e com isso a possibilidade de um colapso hídrico mundial se torna cada vez maior.

Tendo em vista que o aumento populacional provocou a adoção e a ampliação de diversas atividades nas quais é necessário o uso da água, a carência de uma melhor administração e reaproveitamento dela têm induzido a uma série de consequências às massas, especialmente as mais pobres, tornando o acesso à água

potável muitas vezes incerto. Segundo dados retirados do Instituto Trata Brasil, aproximadamente 633 milhões de pessoas no mundo continuam sem acesso à uma fonte de água potável mesmo que 90% da água usada pela população mundial não seja coletada e nem tratada, sendo 70% do total usada na agricultura, já que é preciso, em média, 1000 toneladas de água para produzir 1 tonelada de grãos, sendo este o setor que mais consome água doce (BRASIL, 2018).

De acordo com o estudo do Grupo de Trabalho Sobre Recursos Hídricos (2016, p.16), “As indústrias precisam se tornar mais independentes do fornecimento de água para os seus processos de produção, bem como aumentar a eficiência no uso do recurso”. Isso remete a uma realidade enfrentada hoje pelos órgãos encarregados da distribuição de água potável para a população em seus sistemas de abastecimento. As perdas hídricas por sua vez, são causadas pelos sistemas de abastecimento de água responsáveis pela retirada, tratamento, transporte e fornecimento à população, ocorrem com frequência.

No Brasil a situação não é diferente, de acordo com o Estudo Fundace (2013), no setor de abastecimento brasileiro, a pouca atenção dada aos investimentos da manutenção e modernização no serviço de abastecimento de água, resultou numa série de ineficiências na produção, dentre as quais, podem ser destacadas as elevadas perdas de água, tanto fisicamente quanto financeiramente. Ainda que seja praticamente impossível eliminar definitivamente a perda de água nos sistemas de abastecimento é fundamental procurar soluções, aplicar métodos e ferramentas de regularização cada vez mais precisas e efetivas para combater as perdas abundantes de água, sobretudo por se tratar de um bem tão essencial para a sobrevivência. As perdas nos sistemas de abastecimento são identificadas e classificadas, segundo a International water situation (AUGUSTO et al., 2012), de acordo com sua natureza, categorizando-as em físicas ou aparentes, como mostrado no Quadro 1.

QUADRO 1: Balanço de Água

Perdas de Água	Perdas Aparentes(Não Físicas)	Consumo não autorizado	Água não faturada
		Erro de medição	
	Perdas Reais (Físicas)	Vazamentos e extravasamentos em reservatórios	
		Vazamentos em adutoras e redes	
		Vazamentos em ramais até o ponto de medição do cliente	

FONTE: AUGUSTO *et al.* (2012).

As perdas aparentes (Não físicas), como mostrado no quadro acima, ocorrem por diversos fatores como ligações clandestinas, hidrômetros danificados ou parados, erros de manuseio (leituras e faturamento) entre outros. Nessas condições a água é consumida, porém não é faturada pela empresa de saneamento, gerando assim impactos financeiros sobre os provedores.

METODOLOGIA

O presente artigo trata-se de um estudo de caso quantitativo sobre as consequências das perdas físicas no abastecimento de água que compõem a Regional das Espinharas, a qual é composta pelas seguintes cidades: Patos, Água Branca, Igaracy, Condado, Itaporanga, Malta, Princesa Isabel, Piancó, Santa Luzia, São Mamede, Tavares, Taperoá, Teixeira, Santana dos Garrotes, Desterro, Olho D'água, Catingueira, Juru, Nova Olinda, Manaíra, São José do Bonfim, Imaculada, São do Sabugi, Várzea, Emas, São José de Espinharas, Santa Terezinha, Passagem, Quixaba, Salgadinho, São Bentinho, Maturèia, Areia de Baraúnas, Cacimbas, Vista Serrana, Cacimba de Areia, Cajazeirinhas, Santa Gertrudes, Assunção, Coremas, Junco do Seridó e Pedra Branca (CAGEPA, 2019).

De acordo com Gil (2002, p. 54), o estudo de caso “Consiste no estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento, tarefa praticamente impossível mediante outros delineamentos já considerados”. Levando em conta que este método é muito utilizado para “explorar situações da vida real cujos limites não estão claramente definidos” (GIL, 2002, pg. 54). Quanto à abordagem quantitativa, Fonseca (2002, p. 20) afirmam que é a mesma “[...] se centra na objetividade. Influenciada pelo positivismo, considera que a realidade só pode ser compreendida com base na análise de dados brutos, recolhidos com o auxílio de instrumentos padronizados e neutros.”.

De acordo com a finalidade deste artigo, pode-se afirmar ainda que se trata de uma pesquisa descritiva que segundo Vergara (2004, p. 47) “expõe características de determinada população ou de determinado fenômeno. Pode também estabelecer correlações entre variáveis e definir sua natureza. Não tem compromisso em explicar os fenômenos que descreve, embora sirva de base para tal explicação”.

Para a obtenção dos dados, foi protocolado na CAGEPA uma solicitação das tabelas que continham os dados de produção e macromedição da regional das Espinharas, do período de 2015 a 2017, que por sua vez, é redigida mensalmente para análise dos municípios que a CAGEPA provém o abastecimento de água e esgoto, sendo arquivada na empresa ao término do mês. A partir desses dados, tomando as tabelas de 2015 e começou-se a analisar as tabelas mês a mês, contabilizando as perdas anuais da seguinte forma: com a vazão nominal (m^3/h), multiplica-se pelas horas de um dia e

pela quantidade de dias do respectivo mês, assim, sendo possível adquirir a quantidade de água enviada pela CAGEPA (Companhia de Água e Esgotos da Paraíba) no mês. Logo após, foi feita a diferença do resultado obtido - quantidade de água enviada no mês - pela macromedição estimada total do mês, obtendo os valores numéricos de perdas mensais. Em seguida, tomando dos dados dos 12 meses foi realizado a média de perdas no ano (analogamente para 2016 e 2017).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

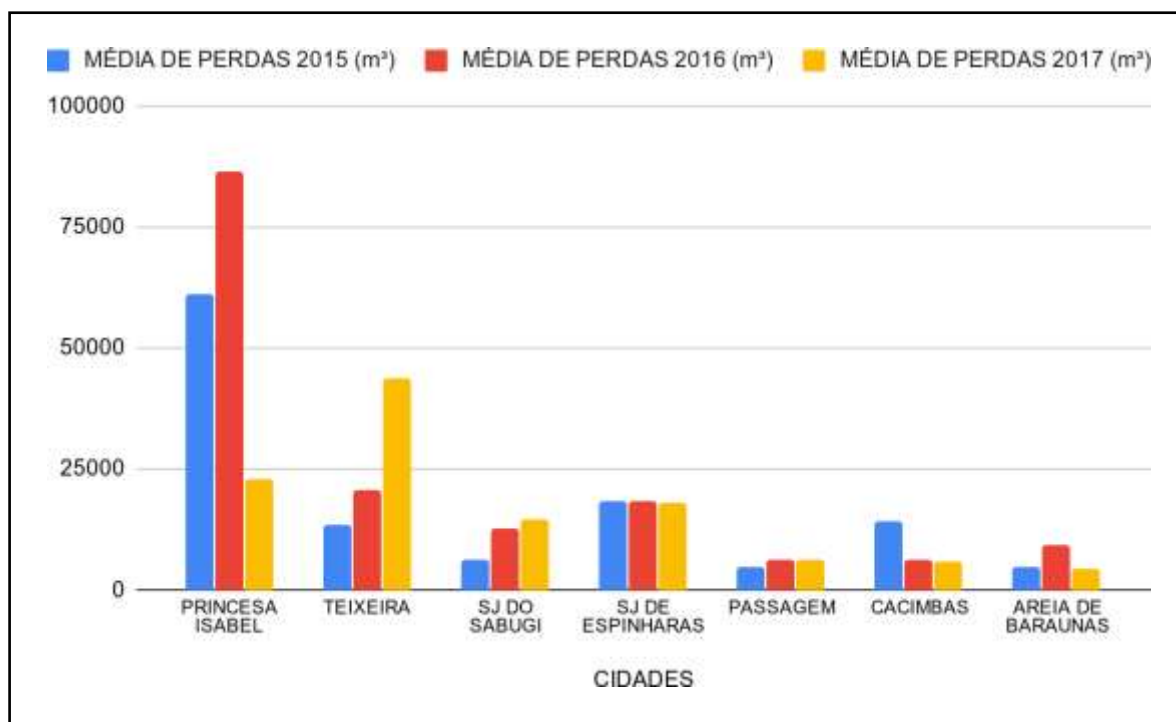
A partir da análise dos índices de perdas em todas as cidades que compõem a Regional das Espinharas, foi estabelecido um parâmetro para separar as cidades, que foi: as cidades que se destacaram com índices de perdas maior ou igual à média total de água produzida no seu respectivo ano. Dessa forma, obtemos às cidades: São José do Sabugi, Areias de Baraúnas, Princesa Isabel, Cacimbas, São José de Espinharas, Teixeira e Passagem, conforme o Quadro 2 e a Figura 2.

QUADRO 2 - Médias Anuais de Produção e Perdas de Água.

ANO	2015		2016		2017	
CIDADES	MÉDIA DE ÁGUA PRODUZIDA (m ³)	MÉDIA DE PERDAS 2015 (m ³)	MÉDIA DE ÁGUA PRODUZIDA (m ³)	MÉDIA DE PERDAS 2016 (m ³)	MÉDIA DE ÁGUA PRODUZIDA (m ³)	MÉDIA DE PERDAS 2017 (m ³)
PRINCESA ISABEL	85.786	61.323,08	86.376	86.376	40.852	22.991,3
TEIXEIRA	34.074	13.653,17	40.774	20.672	43.800	43.800
SJ DO SABUGI	17.050	6.213	22.692	12.652,7	22.630	14.825,3
SJ DE ESPINHARAS	30.050	18.595,92	30.980	18.494	29.930	18.087,8
PASSAGEM	9.490	4.940	9.516	6.283,3	9.490	6.246,5
CACIMBAS	14.834	14.370,08	9.516	6.203,2	9.490	6.093,8
AREIA DE BARAÚNAS	9.984	4.883,42	12.072	9.398,9	10.950	4.587,7

FONTE: Dados da pesquisa (2019).

FIGURA 1: Cidades com maiores índices de perdas de água na Regional das Espinharas.



FONTE: Dados da pesquisa (2019).

No Quadro 2 é apresentada uma relação da média de água produzida e água perdida nos anos 2015, 2016 e 2017. Note que os dados estão em m³, ou seja, para cada 1m³ falado, este equivale a 1000 litros de água. As perdas reveladas pelos dados são assustadores, levando em conta as estiagens e o clima da região em questão.

Já na Figura 1, os anos de 2015, 2016 e 2017, em sua maioria, não apresentaram uma notável melhoria na média de perda, exceto por Cacimbas. No caso de Cacimbas, a mesma perdeu em média anual 14370,08, 9398,9 e 4587,7 entre 2015 e 2017, que, por sua vez, vem a ser uma situação calamitosa dada a condição hídrica pobre dessas cidades.

Já em contraste, tem-se Teixeira que à medida que os anos passaram o sistema piorou drasticamente, chegando ao ponto de não haver água para a população, devido ao sistema estar em colapso, ou seja, toda a água foi perdida. Outro caso semelhante, é o de São José do Sabugi, que perdeu em média anual 6213 m³, 12652,7 m³ e 14825,3 m³ de água nos anos de 2015, 2016 e 2017, respectivamente.

No Quadro 3 fica bem claro o quão grave vem a ser a situação, pois, tomado como referência a média de capacidade de um caminhão pipa, que é de 10 mil litros, as cidades teriam perdido nos respectivos anos:

QUADRO 3: Quantidade de Caminhões Pipa por Ano em litros.

CIDADES	QUANTIDADE DE CAMINHÕES PIPA		
	2015	2016	2017
PRINCESA ISABEL	6132	8638	2299
TEIXEIRA	1365	2067	4380
SJ DO SABUGI	621	1265	1483
SJ DE ESPINHARAS	1860	1849	1809
PASSAGEM	494	628	625
CACIMBAS	1437	620	609
AREIA DE BARAÚNAS	488	940	459
TOTAL	12398	16008	11663

FONTE: Dados da pesquisa (2019).

Diante do exposto, a fim de melhor dimensionar essas perdas, durante estes 3 anos seria possível abastecer 40.069 caminhões pipa de 10.000 litros, que por sua vez poderia abastecer muitas cidades da própria região que vivem em racionamento ou da água que chega por caminhões pipa, sem contar as pequenas fazendas que poderiam usar essa água para irrigação de sua lavoura ou para matar a sede de seus animais.

CONCLUSÕES

Nesse sentido, respondendo ao objetivo da pesquisa em analisar, de modo quantitativo, as perdas físicas em algumas cidades que são abastecidas pela CAGEPA e realizando uma comparação com as perdas, levando em consideração os aspectos já apresentados, os danos sociais e econômicos causados pelas perdas de água são espantosos, já que, as sete cidades com os maiores índices de perdas são de pequeno porte, seja por sua área territorial ou sua população relativa, sendo que este fato passa despercebido pela população.

Segundo documento elaborado pela ABES (2015), o combate às perdas é uma atividade operacional contínua e das mais importantes das operadoras de saneamento. Nesse caso, o combate às perdas deve ser tratado como um esforço consecutivo, pois as perdas de água têm uma tendência natural de aumento, ou seja, se nada for feito, a infraestrutura envelhece, surgem novos vazamentos, hidrômetros perdem a precisão e outras irregularidades aumentam. É preciso um nível de esforço e

aplicação de recursos para evitar o aumento das perdas e outro para que elas comecem a diminuir (SABESP, 2014).

Celeste (2006) em contrapartida, menciona que a solução para o problema da escassez não se restringe apenas a construção de reservatórios, é primordial a implementação de políticas operacionais do uso das águas em tais reservatórios, refletido principalmente nas avaliações e análises de desempenho do sistema hídrico, inclusive em períodos críticos de seca, possibilitando a análise de possíveis cenários.

Por fim, fica sugestão que tanto a população quanto a própria empresa dê mais atenção para o problema de perdas de recursos hídricos, já que tratou-se de uma região semiárida com poucas chuvas no inverno e que apresenta dados bastante alarmantes. E assim, com dedicação e investimento no setor que combate as perdas, ao longo do tempo, essa situação possa mudar.

REFERÊNCIAS

[1] ABES. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Controle e redução de perdas nos sistemas públicos de abastecimento de água, 2015. Disponível em: <http://abes-dn.org.br/pdf/28Cbesa/Perdas_Abes.pdf> Acesso em: 14 set. 2019.

[2] AUGUSTO, L. G. da S. et al (Org.). O contexto global e nacional frente aos desafios do acesso adequado à água para consumo humano. Ciênc. Saúde Coletiva, [s.l.], v. 17, n. 6, p.1511-1522, jun. 2012. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/csc/v17n6/v17n6a5.pdf>>. Acesso: 16 set. 2019.

[3] BRASIL. Lei de Águas: Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997. Brasília – DF, 1997.

[4] CELESTE, A. B.; Determinação e análise de indicadores de desempenho e de sustentabilidade de seis açudes na bacia do rio Piancó - PB e de suas potenciais demandas. 2006. 119 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande – PB, 2006.

[5] COSTA, M. A. M.; Os fluxos da água na metrópole – usos múltiplos e gestão participativa na Baía de Guanabara (RJ). 217 f. Tese de Doutorado (Planejamento Urbano e Regional) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, Rio de Janeiro. 2013.

[6] FONSECA, J. J. S. Metodologia da pesquisa científica. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila. Disponível em: <http://www.cesadufs.com.br/ORBI/public/uploadCatalogo/09520520042012Pratica_de_Pesquisa_I_Aula_2.pdf>. Acesso em: 23 set. 2019.

[7] FUNDACE. ESTUDO FUNDACE: PERDAS DE ÁGUA: ENTRAVES AO AVANÇO DO SANEAMENTO BÁSICO E RISCOS DE AGRAVAMENTO À ESCASSEZ HÍDRICA NO BRASIL. 2013. 52 f. Monografia (Especialização) - Curso de Administração, Fundação Para Pesquisa e Desenvolvimento da Administração, Contabilidade e Economia, Ribeirão Preto, 2013. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/datafiles/uploads/perdas-de-agua/estudo-completo.pdf>>. Acesso em: 17 set. 2019.

[8] GIL, Antônio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo: Atlas, 2002. 176 p. Disponível em: <http://www.urca.br/itec/images/pdfs/modulo%20v%20-%20como_elaborar_projeto_de_pesquisa_-_antonio_carlos_gil.pdf>. Acesso em: 12 out. 2019.

[9] GRUPO DE TRABALHO SOBRE RECURSOS HÍDRICOS. Manual de gestão eficiente de recursos hídricos. São Paulo: Abiquim, 2016. Disponível em: <https://www.abiquim.org.br/uploads/guias_estudos/Manual_Recursos_Hidricos_Vs8_WEB_FINAL.pdf>. Acesso em: 14 set. 2019.

[10] LIMA, Jorge Enoch Furquim Werneck. Recursos hídricos no Brasil e no mundo. Embrapa Cerrados- Documentos (INFOTECA-E), 2001.

[11] BRASIL, Instituto Trata. PERDAS DE ÁGUA 2018 (SNIS 2016): DESAFIOS PARA DISPONIBILIDADE HÍDRICA E AVANÇO DA EFICIÊNCIA DO SANEAMENTO BÁSICO. São Paulo: Instituto Trata Brasil, 2018. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/images/estudos/itb/perdas-2018/estudo-completo.pdf>>. Acesso em: 18 set. 2019.

[12] PEREIRA JÚNIOR, J. de S. Recursos Hídricos - conceituação, disponibilidade e usos. Biblioteca digital da câmara dos deputados, p. 04-05, abril, 2004.

[13] ROSA, B. P.; RIBEIRO, J. C. J.; A cobrança pelo uso da água como mecanismo de sustentabilidade. Revista do Mestrado em Direito da Universidade Católica de Brasília: Escola de Direito. Brasília – DF, v. 9, nº 2, p. 59-90, jul./ Dez, 2014.

[14] SABESP. Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. Controle de perdas. 2014. São Paulo. Disponível em: <<http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaoId=37>> Acesso em: 13 set. 2019.

[15] VERGARA, S. C. Projetos e relatórios de pesquisa em administração. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2004.

[16] VIANA, L. F. G. Proposta de modelo de cobrança de água bruta no estado do Ceará: Uma revisão do modelo atual. 2011. 85 p. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza - CE, 2011.

[17] WERDINE, Demarcus. PERDAS DE ÁGUA EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO. 2002. 129 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia da Energia, Pró-diretoria de Pesquisa e Pós-graduação Engenharia da Energia, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2002. Disponível em: <<http://saturno.unifei.edu.br/bim/0031253.pdf>>. Acesso em: 16 set. 2019.