



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA – UFPB
CENTRO DE TECNOLOGIA - CT
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AMBIENTAL**

RAYANNE PRISCILA TAVARES ESTEVÃO RAMALHO

**DETECÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DE VAZAMENTOS EM PRÉDIOS
PÚBLICOS: CCHLA, CE e CCSA da UFPB.**

**JOÃO PESSOA
2019**

RAYANNE PRISCILA TAVARES ESTEVÃO RAMALHO

DETECÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DE VAZAMENTOS EM PRÉDIOS PÚBLICOS:
CCHLA, CE e CCSA da UFPB.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal da Paraíba como requisito parcial da obtenção do grau de Bacharel em Engenharia.

Orientador: Prof. Doutor Gilson Barbosa Athayde Júnior.

Área de concentração: Saneamento.

João Pessoa

2019

**Catalogação na publicação
Seção de Catalogação e Classificação**

R165d Ramalho, Rayanne Priscila Tavares Estevao.
DETECÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DE VAZAMENTOS EM PRÉDIOS
PÚBLICOS: CCHLA, CE e CCSA da UFPB. / Rayanne Priscila
Tavares Estevao Ramalho. - João Pessoa, 2019.
56 f.

Orientação: Gilson Barbosa Athayde Júnior.
Monografia (Graduação) - UFPB/Tecnologia.

1. Uso racional da água. Prédios públicos. Vazamentos.
I. Júnior, Gilson Barbosa Athayde. II. Título.

UFPB/BC

RAYANNE PRISCILA TAVARES ESTEVÃO RAMALHO

DETECÇÃO DE VAZAMENTOS EM PRÉDIOS PÚBLICOS: avaliação
do uso da água no CCHLA, CE e CCSA da UFPB

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Graduação em
Engenharia Ambiental de João Pessoa da
Universidade Federal da Paraíba como
requisito parcial da obtenção do grau de
Bacharel em Engenharia Ambiental.

DATA DA APROVAÇÃO: 02 / 05 / 2019

BANCA EXAMINADORA:

Orientador: Prof. Doutor Gilson Barbosa Athayde Júnior.

Membro da Banca Examinadora: Profª Samara Gonçalves Fernandes da Costa

Membro da Banca Examinadora: Profª Karine Cristiane de Oliveira Souza

DEDICATÓRIA

Dedico a Deus que é meu alicerce e aos meus pais que sempre estiveram me incentivando a seguir em frente .

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus por Ele ter me capacitado para concluir essa etapa da minha vida. Em segundo, a minha mãe Elisângela Tavares Ramalho que foi meu apoio e o meu braço forte para me motivar a continuar.

E gostaria de agradecer minha amiga de curso Camila de Brito Tavares que esteve ao meu lado e dividindo toda a pressão do curso e, ainda, meus professores Cláudia Nóbrega Coutinho e em especial ao meu orientador Gilson Barbosa Athayde Júnior e pelo apoio e colaboração na minha vida acadêmica.

A cada dia basta a tua tarefa

Jesus Cristo *in Bíblia Sagrada,*

RESUMO

A água é uma fonte essencial à vida e todos os organismos vivos no planeta Terra dependem da água para sua sobrevivência. Nessa perspectiva, a crise hídrica se instala nas diversas regiões do planeta terra devido a fatores climáticos, bem como, por este ser um recurso reduzido a qualidade de vida das populações humanas por apresentar demandas frequentes e má gestão dos recursos existentes. Os modos de uso pelo qual os seres humanos utilizam a água demonstram os meios de poluição e seu desperdício. A escassez hídrica no planeta acarreta consequências graves como a precariedade na qualidade de vida dos indivíduos, a má condição ocasionada pela saúde pública, tal como, o racionamento, problemas com a falta de água para consumo animal, pessoal e global, além de afetar vários outros segmentos da sociedade que necessitam da água para seu funcionamento. O presente trabalho tem como objetivo quantificar os vazamentos de água no Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes – CCHLA, Centro de Educação – CE e do Centro de Ciências Sociais Aplicadas – CCSA da Universidade Federal da Paraíba – UFPB, no campus de João Pessoa. A justificativa se dá em face da relevância temática, na medida em que a detecção de vazamentos em prédios públicos se impõe como um instrumento técnico de avaliação do uso da água e, portanto, na alcada de interesses, conceitos e práticas inerentes da Engenharia Ambiental. A contextualização do estudo evidencia que o aumento da demanda pela água devido ao crescimento acentuado da população, junto as mudanças climáticas que ocasionam situações de estresse hídrico, o que vem causando uma preocupação com a preservação deste recurso natural, trazendo a necessidade de se implantar alternativas que minimizem esses impactos. Por isso, diversos programas que envolvem o uso racional da água têm sido criados, resultando em significativas economias tanto de água como de recursos financeiros. A lei nº 9.130, referente à criação do Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações Públicas do Estado da Paraíba, tem como finalidade estabelecer medidas que incentivem a conservação e o uso racional da água, bem como proporcionar a conscientização dos consumidores quanto a importância da conservação da água. Quanto à metodologia da pesquisa propriamente, trata-se do levantamento da literatura atualizada em torno de estudos sobre o uso racional da água em edificações públicas, em torno de um diagnóstico dos banheiros dos ambientes efetivamente pesquisados, visando, por fim, a apresentação de alternativas de uso racional que possam ser aplicadas no locais selecionados, onde utilizamos os dados da Sabesp para identificar as medidas do gotejamento dos vazamentos, bem como a análise da estrutura da Cagepa e as inspeções visuais para detectar os vazamentos visíveis. Foram detectados diversos pontos de vazamento nos banheiros, estimando-se uma perda de água de, aproximadamente, de 105,205 m³ / mês. Através de consulta á estrutura tarifária da CAGEPA – Companhia de Águas e Esgotos da Paraíba, foi calculado o custo mensal equivalente a essa perda de água por vazamentos, uma vez que , para um consumo acima de 10 m³, um local público deve pagar R\$ 12,89 por m³ de água consumida. Como o total desperdiçado somou 105,205 m³/mês, o valor calculado foi R\$ 1.356,09 por mês, no qual caso não houvesse o desperdício 23 pessoas poderiam ser abastecidas mensalmente.

Palavras-chave: Uso racional da água. Prédios públicos. Vazamentos. Instalações sanitárias.

ABSTRACT

Water is an essential source of life and all living organisms on planet Earth depend on water for their survival. From this perspective, the water crisis is installed in the various regions of the planet Earth due to climatic factors, as well as being a reduced resource to the quality of life of human populations by presenting frequent demands and poor management of resources Existing. The modes of use by which humans use water demonstrate the means of pollution and their waste. The water scarcity on the planet entails serious consequences such as the precariousness in the quality of life of individuals, the poor condition caused by public health, such as rationing, problems with the lack of water for animal, personal and global consumption, besides affect several other segments of society that need water for its operation. The present work aims to quantify water leaks at the Center for Humanities, literature and arts – CCHLA, Center for Education – CE and the Center for Applied Social Sciences – CCSA of the Universidade Federal da Paraíba – UFPB, on the campus of João Pessoa. The justification occurs in the face of thematic relevance, as the detection of leaks in public buildings imposes itself as a technical instrument for assessing the use of water and, therefore, in the interests, concepts and practices inherent in engineering Environmental. The contextualization of the study shows that the increased demand for water due to the accentuated growth of the population, together with the climatic changes that cause situations of drought stress, which has caused a concern with the preservation of this resource Natural, bringing the need to implement alternatives that minimize these impacts. Therefore, several programs that involve the rational use of water have been created, resulting in significant economies of both water and financial resources. Law n ° 9,130, referring to the creation of the conservation and rational use of water program in public buildings of the state of Paraíba, aims to establish measures that encourage the conservation and rational use of water, as well as to provide awareness The importance of water conservation. As to the methodology of the research itself, it is the survey of the literature updated around studies on the rational use of water in public buildings, around a diagnosis of the toilets of the environments effectively researched, aiming, Finally, the presentation of alternatives of rational use that can be applied in the selected locations, where we use the data from SABESP to identify the measures of drip leakage, as well as the analysis of the structure of CAGEPA and visual inspections To detect visible leaks. Several points of leakage were detected in the toilets, estimating a water loss of approximately 105.205 m³/month. Through consultation with the tariff structure of the CAGEPA – water and sewage company of Paraíba, was calculated the monthly cost equivalent to this loss of water by leaks, since, for a consumption above 10 m³, a public place must pay R \$12.89 per m³ of water cons Moisture. As the total wasted totaled 105.205 m³/month, the calculated value was R \$1,356.09 per month, in which case there was no waste 23 people could be supplied monthly.

Keywords: rational use of water. Public buildings. Leaks. Sanitary facilities.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA-- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS.

SNIS – SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÃO SOBRE SANEAMENTO.

CAGEPA-- COMPANHIA DE ÁGUAS E ESGOTOS DA PARAÍBA.

CCHLA - CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, LETRAS E ARTES DA UFPB.

CE - CENTRO DE EDUCAÇÃO DA UFPB.

CT- CENTRO DE TECNOLOGIA DA UFPB.

CCSA - CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS DA UFPB.

PNCDA-- PROGRAMA NACIONAL DE COMBATE AO DESPERDÍCIO DE ÁGUA.

PURA-SP - USO RACIONAL DA ÁGUA DE UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO.

DNOCS-- DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA SECA.

SABESP - COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO.

PURAS - PROGRAMAS DE USO RACIONAL DE ÁGUA.

LISTA DE TABELAS

Tabela 5.1. Vazamentos Detectados no CCHLA, CCSA e CCE.....	32
Tabela 5.2. Estimativa de perda de água por equipamento hidráulico-sanitário.....	33

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1. Crescimento Populacional com projeções até 2100.....	12
Figura 3.1. Volume do Açude “Boqueirão” Epitácio Pessoa.....	20
Figura 4.1 . Imagem aérea da área do alvo do presente estudo de caso.....	31

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
1.1 JUSTIFICATIVA E PROBLEMA DE PESQUISA.....	14
2 OBJETIVOS.....	16
2.1 OBJETIVO GERAL.....	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	17
3.1 ESCASSEZ HÍDRICA.....	17
3.2 A CRISE NO RESERVATÓRIO EPITÁCIO PESSOA, NA PARAÍBA.....	18
3.2.1 Contextualização da Crise Hídrica	21
3.3 PERDAS EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA.....	22
3.4 PROGRAMAS DE USO RACIONAL DE ÁGUA EM EDIFICAÇÕES.....	24
3.5 VAZAMENTOS DE ÁGUA EM EDIFICAÇÃO.....	25
3.5.1 Estudo de Caso da Universidade de São Paulo.....	26
3.5.2 Estudo de Caso das Escolas Públicas de Recife.....	27
3.5.3 Estudo de Caso do Centro de Tecnologia da UFPB.....	--
3.6 ESTRUTURA TARIFÁRIA DE ÁGUA DA CAGEPA.....	29
4 METODOLOGIA.....	31
4.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO DE CASO.....	31
4.2 CÁLCULOS PARA QUANTIFICAÇÃO DOS VAZAMENTOS.....	33
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS: CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	35
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	40
ANEXOS.....	45
ANEXO “A”.....	45

1 INTRODUÇÃO

A água é uma fonte essencial à vida e todos os organismos vivos no planeta Terra dependem da água para sua sobrevivência. Portanto, notamos que o planeta Terra é o único planeta do sistema solar que tem água nos três estados (sólido, líquido e gasoso), onde a maior parte de sua superfície é coberta por água. Nessa perspectiva, a crise hídrica se instala nas diversas regiões do planeta terra devido a fatores climáticos, bem como, por este ser um recurso reduzido a qualidade de vida das populações humanas por apresentar demandas frequentes e má gestão dos recursos existentes.

Os modos de uso pelo qual os seres humanos utilizam a água demonstram os meios de poluição e seu desperdício. A escassez hídrica no planeta acarreta consequências graves como a precariedade na qualidade de vida dos indivíduos, a má condição ocasionada pela saúde pública, tal como, o racionamento, problemas com a falta de água para consumo animal, pessoal e global, além de afetar vários outros segmentos da sociedade que necessitam da água para seu funcionamento. Os altos índices de crescimento populacional revelam a degradação dos mananciais e as problemáticas ambientais, devido ao consumo elevado da água. Frente a tal realidade, o uso irracional da água, os desperdícios e as perdas no abastecimento causam volumes de efluentes que poluirão a qualidade dos mananciais, além de resultar em maiores custos ao tratamento de água. Por isso, atuar na conservação e uso racional da água não só reduz o consumo de água como também diminui o volume de efluentes gerados. (DREHER, 2008).

É entendimento difuso e universal que a pressão exercida sobre os recursos hídricos vem aumentando consideravelmente nos últimos anos, gerando a atual crise hídrica no Brasil e no mundo. Isso pode ser explicado pelo crescente aumento demográfico, o desenvolvimento econômico desordenado e o uso insustentável dos recursos naturais (BARRETO FILHO, 2018).

Uma crise no consumo hídrico acarreta sérias consequências nos âmbitos social, econômico e ambiental, podendo-se destacar: a desaceleração do crescimento econômico e a redução na produção nas indústrias/agriculturas influenciando diretamente no poder de compra e nas mudanças dos hábitos alimentares e de higiene da população (GRANDE *et al.*, 2016).

De acordo com o ideário de Trigueiro (2016) as mudanças climáticas podem ser destacadas como um fator agravante, devido às alterações no regime hidrológico das regiões, aumentando os problemas de estresse e escassez, que comprometem a segurança alimentar.

Esses fatores associados à dificuldade de implementar um planejamento e gestão dos recursos hídricos adequados acabam por gerar diversos prejuízos, como: degradação da qualidade dos mananciais (rios, lagos, reservatórios) e diminuição da disponibilidade; dificuldade de acesso à população; limitação do progresso econômico pela escassez e/ou cheias; falhas no abastecimento urbano e na geração de energia (BARROS *et al.*, 2008; CANAVEIRA, RAPUDO, 2013; LOGAR, BERGH, 2013).

A grande importância da água e sua atual crise demonstram a necessidade de se preservar esse bem, principalmente devido ao mau uso que se tem feito nas últimas décadas, marcado pelos desperdícios e poluição dos mananciais, principalmente aqueles próximos aos grandes centros urbanos (AZEVEDO, 2016).

Com isso, a preocupação acerca da qualidade e quantidade de água disponibilizadas para as gerações futuras traz a necessidade de novos estudos e ações no âmbito do uso racional da água.

Diversas ações podem ser realizadas no âmbito do uso racional da água, como por exemplo a substituição de sistemas e componentes convencionais por economizadores de água, implantação de sistemas de medição setorizada do consumo de água, detecção e correção de vazamentos, campanhas educativas e de conscientização, etc.

Nas edificações públicas brasileiras, diversos estudos têm constatado a necessidade de medidas de correção de vazamentos em banheiros e outras instalações sanitárias, visando-se assim uma eficiente redução do consumo de água, uma vez que estes ambientes são causadores da grande maioria das perdas que ocorrem no sistema hídrico-sanitário.

1.1 JUSTIFICATIVA E PROBLEMA DE PESQUISA

A água é uma fonte essencial à vida e todos os organismos vivos no planeta Terra dependem da água para sua sobrevivência. Sabe-se que o planeta Terra é o

único planeta do sistema solar que tem água nos três estados (sólido, líquido e gasoso), onde a maior parte de sua superfície é coberta por água.

Nessa perspectiva, a crise hídrica se instala nas diversas regiões do planeta Terra devido, enfaticamente, a fatores climáticos, mas também é causada pelo “fator humano”, ou seja: apesar de a água ser um recurso limitado,a evolução da demanda pela água em face do crescimento demográfico mundial e os desperdícios/a má gestão dos recursos naturais existentes, afrontam o uso racional (ALVES *et al.*, 2016).

Os modos de uso pelo qual os seres humanos utilizam a água demonstram os meios de poluição e seu desperdício. A escassez hídrica no planeta acarreta consequências graves como a precariedade na qualidade de vida dos indivíduos, a má condição ocasionada pela saúde pública, tal como, o racionamento, problemas com a falta de água para consumo animal, pessoal e global, além de afetar vários outros segmentos da sociedade que necessitam da água para seu funcionamento (MARCONDES *et al.*, 2017).

Desse modo, de acordo com as práticas de conservação e uso racional da água tem se tornado cada vez mais necessária, atuando na diminuição e no desperdício, minimizando assim, os impactos causados pelo mau uso, além de contribuir para a conservação das reservas hídricas. No tocante ao uso da água nos prédios públicos, estudos apontam quantitativos relevantes que demonstram o desperdício de água, apresentando a necessidade de ações educativas e de conscientizam que possam atuar para a mudança de hábitos quanto ao uso racional deste recurso.

Neste contexto problemático supramencionado, o presente trabalho tem como delimitação temática verificar as principais variáveis do uso e do desperdício da água em alguns centros do Campus I da Universidade Federal da Paraíba, considerando-se, assim, a exigibilidade da conservação da água nos locais pesquisados.

Diante do exposto, o presente estudo se justifica pela relevância da temática, bem como, pela necessidade de abordagens acerca do uso racional da água, estudos estes que ressaltem as estratégias que combatam o mau uso dos aparelhos hidrossanitários, demonstrando métodos significativos para a conservação da água. Logo, com os resultados deste estudo pode-se incentivar a continuidade de

pesquisas sobre o tema que apresentem conhecimentos do consumo local de água, sua distribuição e medidas de implementação.

Releve-se ainda que o presente trabalho acadêmico também se justifica na medida em que a detecção de vazamentos em prédios públicos, no ambiente hodierno brasileiro, se impõe como um instrumento técnico de avaliação do uso da água e, portanto, na alçada de interesses, conceitos e práticas inerentes da Engenharia Ambiental.

A contextualização do estudo, portanto, evidencia que o aumento da demanda pela água devido ao crescimento exponencial da população, juntamente com mudanças climáticas que ocasionam situações de estresse hídrico, vêm causando uma preocupação com a preservação deste recurso natural, trazendo a necessidade de se implantar alternativas que minimizem esses impactos. Por isso, diversos programas que envolvem o uso racional da água têm sido criados, resultando em significativas economias tanto de água como de custos.

A lei nº 9.130, referente à criação do Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações Públicas do Estado da Paraíba, tem como finalidade estabelecer medidas que incentivem a conservação e o uso racional da água, bem como proporcionar a conscientização dos consumidores quanto a importância da conservação da água.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Detectar vazamentos visíveis de água no Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes – CCHLA, Centro de Educação – CE e do Centro de Ciências Sociais Aplicadas – CCSA da Universidade Federal da Paraíba – UFPB, no campus de João Pessoa.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Quantificar os vazamentos visíveis de água no CCHLA, CE e CCSA;
- Estimar o valor monetário correspondente aos vazamentos visíveis;
- Estimar a população que poderá ser abastecida com a água desperdiçada.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 ESCASSEZ HÍDRICA

Observando a Terra através do espaço, nota-se que maior parte de sua superfície é coberta por água, entretanto, a maior parcela se apresenta na forma salgada, em oceanos, mares e lagos.

Sabe-se que diversas regiões sofrem com crise hídrica, devido a fatores climáticos, grande demanda local ou até mesmo má gestão dos recursos existentes.

Atualmente, os seres humanos utilizam a água, a poluem, desperdiçam, esquecendo-se da dificuldade de se ter água potável e da importância que a mesma tem nas suas vidas, sendo o recurso mais importante existente do planeta.

A sobrevivência de todas as espécies depende da água, pois ela é imprescindível para a ocorrência das reações bioquímicas que ocorrem durante o metabolismo, além de ser o meio pelo qual ocorre o crescimento das células. (TOMAZ, 2001)

A escassez hídrica gera consequências como a precariedade da saúde da população, o racionamento, problemas na agropecuária devido à falta de água para consumo animal, prejuízos em plantações em decorrência da carência de água para irrigação, além de afetar as diversas empresas, indústrias e comércio que necessitam da água para seu bom funcionamento (DREHER, 2008)

Segundo o Relatório das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento de Água (2015), até 2030 nosso planeta enfrentará um deficit de água de 40%, e a única forma de amenizar ou reverter esse quadro é melhorando dramaticamente a gestão dos recursos hídricos. Desse modo, a implantação de métodos de conservação e uso racional da água tem se tornado cada vez mais necessária, de modo a diminuir o desperdício e minimizar os impactos causados pelo mau uso, além de contribuir para a conservação das reservas hídricas existentes, auxiliando não só na qualidade de vida da população atual, como também da futura. Neste intuito, diversos programas de conservação e uso racional da água tem sido criados, dentre eles o Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (PNCDA), o Programa de Uso Racional da Água de Universidade de São Paulo (PURA-SP) e o Programa de

Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações Públicas da Paraíba. Esses programas propõem diversas ações, como a conscientização e educação da população acerca da importância de se utilizar a água de maneira racional, incentivos econômicos e ações tecnológicas envolvendo a substituição de sistemas e componentes convencionais por economizadores de água, implantação de sistemas de medição setorizada do consumo de água, detecção e correção de vazamentos. Em se tratando de prédios públicos, pesquisas indicam um alto índice de desperdício de água, mostrando a necessidade de tomar atitudes quanto ao uso racional deste recurso.

3.2 A CRISE NO RESERVATÓRIO EPITÁCIO PESSOA, NA PARAÍBA

A bacia hidrográfica do Rio Paraíba tem área total de 19.457 Km², totalmente contida no estado de mesmo nome, situado na região Nordeste do Brasil. Grande parte dessa bacia padece sob a intermitência do clima semi-árido característico do interior nordestino, que ali atinge seu grau mais intenso, especificamente na microrregião geográfica dos Cariris Velhos, envolta pela isoleta média anual de 500 mm. (RÊGO *et al.*, 2016).

Às margens do maior reservatório da bacia, o Epitácio Pessoa, mais conhecido como Açude de Boqueirão, a cidade de Cabaceiras tornou-se hidrologicamente conhecida com os menores índices pluviométricos no Brasil (MENEZES, 2011).

Inicialmente, o abastecimento do município de Campina Grande era realizado por pequenos reservatórios (Açude Velho e Açude Bodocongó), contudo, hoje não mais, devido aos altos níveis de poluição advindos da afluência de esgotos. Em 1957, com a construção do Açude Público Epitácio Pessoa, mais conhecido como Boqueirão, no Rio Paraíba, o município de Campina Grande conseguiu suprir suas demandas de abastecimento (RÊGO *et al.*, 2001).

Com a ocorrência de um grande ciclo seco nos anos de 1997-2000, o abastecimento do município de Campina Grande foi comprometido pelo rebaixamento no nível de água acumulada e acarretou em um rigoroso sistema de racionamento d'água, iniciado em novembro de 1998, até os primeiros meses do ano 2000. Durante a crise, estudos constataram que não existia nenhum tipo de controle técnico e/ou gerencial nos usos praticados no açude, que era gerenciado, até então, pelo Departamento Nacional de Obras Contra Seca - DNOCS.

A falta de gerenciamento ocasionou, em 1999, a proibição da irrigação em torno do açude de Boqueirão. Essas medidas deram origem aos conflitos mais intensos pelo direito ao uso da água, por um lado a população que necessitava dos recursos para o abastecimento humano e, por outro, os camponeses e pequenos produtores que vivem da irrigação (OLIVEIRA, 2007; RÊGO *et al.* 2001).

Em 2004, há o retorno dos anos normais e as práticas de irrigação voltam a acontecer, mesmo sem outorga deferida pela ANA – Agência Nacional de Águas.

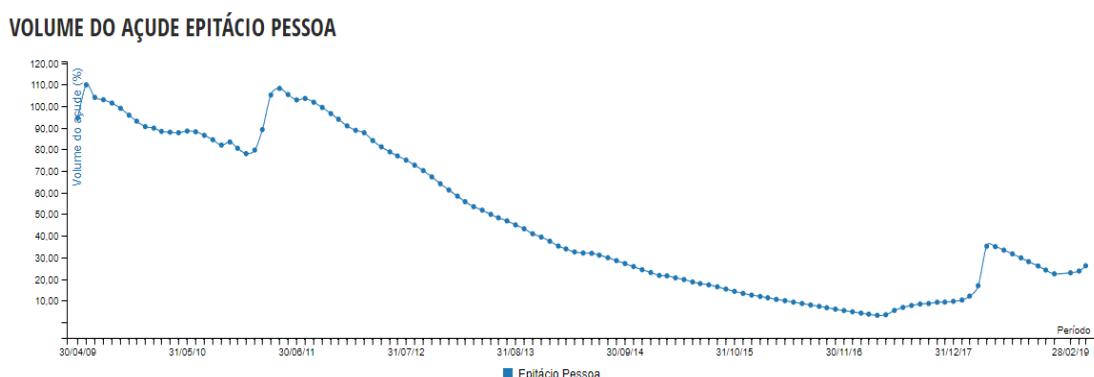
Em repetição de quadro histórico de escassez hídrica, a região nordeste brasileira ficou muito marcada pelo período representado pelos anos de seca crítica entre 2012–2017, o que pode ser apontado, a despeito da alta frequência cíclica do fenômeno sobretudo no semi-árido, como um evento extremo na série dos recorrentes anos de estiagem.

De acordo com Franco *et al* (2015) desde os últimos meses de 2011, o citado Açude Epitácio Pessoa entrou em processo de esvaziamento contínuo, restando apenas 23% da sua capacidade total de acumulação em dezembro de 2014. A partir desta data, um contingente de mais de meio milhão de habitantes das 26 localidades supridas por aquele manancial (RÊGO *et al.*, 2014) passou a sofrer racionamento do abastecimento de água por 36 horas semanais.

Em junho do ano de 2015, esgotado o tempo correspondente à estação normalmente chuvosa na bacia de captação do manancial e novamente frustradas as esperanças na sua recarga, o racionamento nas cidades maiores foi ampliado para 60 horas: do anoitecer nos sábados ao amanhecer nas terças-feiras (BARRETO FILHO, 2018).

Na **Figura 3.1**, tem-se um gráfico ilustrativo da variação do volume do Açude “Boqueirão” Epitácio Pessoa, desde o mês de março de 2009 até 31 de dezembro de 2018.

Figura 3.1– Volume do Açude “Boqueirão” Epitácio Pessoa



Fonte: http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/monitoramento/volume-acude/?id_acude=531

O nível do espelho d’água do Açude Epitácio Pessoa aproximou-se rapidamente do seu padrão técnico denominado “mínimo de operação”, cerca de 13% do volume total armazenável, correspondentes ao volume morto ou volume intangível do reservatório, em princípio não disponível por restrições de acesso e de ordens quantitativa e qualitativa.

Diante da ínfima probabilidade de recarga nos meses restantes, logo após os períodos mais agudos da crise hídrica, diversos especialistas passaram a considerar que até o final deste ano de 2015, no máximo no início de 2016, seria preciso apelar para a água do volume morto, com todas as inerentes dificuldades para sua captação, todos os riscos envolvidos com o seu consumo e todas as incertezas quanto à sua disponibilidade.

Portanto, após longo e sofrido racionamento, o temido caos do desabastecimento total gerou na população a nítida sensação da gravidade representada pelas possibilidades reais e à época iminentes, a depender da quadra chuvosa do ano de 2016.

Releve-se que naqueles anos de crise hídrica, de acordo com Gonçalves (208) algumas localidades menores passaram a sofrer até dez dias consecutivos

sem água. A interrupção temporária do abastecimento de água traz enormes prejuízos à economia, à saúde e ao bem-estar da população atingida.

3.2.1 Contextualização da Crise Hídrica

Em aglomerações urbanas de maior porte, com intensa e variada atividade comercial e industrial, e que funcionam como pólos provedores regionais de serviços essenciais de saúde e educação, como é o caso da cidade de Campina Grande, para cujo suprimento hídrico foi especialmente construído o Açude de Boqueirão (RÊGO *et al.*, 2012; MENESES, 2011), os malefícios de um racionamento prolongado podem chegar a assumir dimensões catastróficas.

Tal medida, que a todo custo deveria ter sido evitada, somente se justificaria, hodiernamente, como prevenção contra uma catástrofe maior, o verdadeiro caos que seria o completo desabastecimento das cidades por esgotamento quantitativo ou qualitativo do manancial provedor.

A partir do ano 2000, a Agência Nacional das Águas – ANA - tornou-se Órgão Gestor das águas de Boqueirão, outorgando o uso para abastecimento à Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA).

No entanto, a irrigação continua sendo praticada sem nenhum tipo de autorização legal. E, em 2012, quando se inicia um novo ciclo de escassez hídrica na região Nordeste do Brasil, a segurança hídrica da população abastecida por Boqueirão é novamente afetada pela gestão ineficiente do açude (SILVA *et al.*, 2014).

As áreas irrigadas em Boqueirão foram intensificadas a partir da construção do açude Epitácio Pessoa, que possuía como objetivo o atendimento inicial de demandas para irrigação e geração de energia. As principais culturas desenvolvidas nessas áreas eram feijão, milho, repolho, pimentão, banana e, principalmente, tomate destinadas ao comércio e que culminou no aumento da produção pelo grande fluxo de pessoas locais e municípios vizinhos que se dedicavam a produção agrícola (BRITO, 2008; OLIVEIRA, 2007).

Ao longo do tempo, a quantidade de água utilizada foi tornando-se cada vez maior, em função do desperdício causado pela falta de manutenção das tubulações, que somado aos altos índices de evaporação na região foi um dos fatores para

proibição da irrigação em torno do açude no período de escassez ocorrido no final da década de 1990 (DNOCS, 2006).

3.3 PERDAS EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

As perdas de água são inevitáveis em um sistema de abastecimento. As perdas constituem uma das principais fontes de ineficiência das entidades gestoras de abastecimento.

Perda de água pode ser definida como todo volume de água correspondente à diferença entre a água de entrada no sistema e o consumo autorizado. Tais perdas dividem-se em perdas reais e perdas aparentes.

Perda real é todo o volume de água disponibilizado no sistema de distribuição pelas operadoras que não é utilizado pelos clientes, sendo desperdiçado antes de chegar às unidades de consumo final (ABES, 2013). Trata-se da parcela perdida decorrente do rompimento de adutoras, subadutoras, redes, ramais e conexões ou trincas estruturais e fissuras de impermeabilização de reservatórios (GONÇALVES E ALVIM, 2007).

Perda aparente é todo o volume utilizado que não é devidamente computado nas unidades de consumo (hidrômetros)(ABES, 2013). Podem ser causadas por ligações clandestinas ou irregulares, fraudes nos hidrômetros, erros de micromedicação e macromedicação, erro cadastral (desatualização do cadastro, inatividade em ligação ativa, ligação não cadastrada por descuido) e erros de leitura (GONÇALVES E ALVIM, 2007).

Conforme Petrešin *et al.* (2002), estudos da Associação Internacional de Suprimento de Água relatam perdas das concessionárias de água entre 20% e 30% da produção, principalmente por vazamentos. Segundo os autores, a necessidade de conservar a água, aliada a pressões econômicas, e a preocupação com a saúde pública têm motivado as operadoras de sistemas de água a implementar programas de controle de perdas.

No Brasil, a situação é igualmente crítica. Reina (2007) registra uma perda total de 34% da água produzida e tratada pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp), sendo que aproximadamente metade dela seria decorrente do mau estado de conservação das redes de distribuição, o que gera muitos vazamentos ao longo da rede.

Entretanto, essa preocupação não é uma exclusividade das concessionárias de água. As perdas de água em redes dos sistemas prediais de suprimento de água fria, de responsabilidade dos clientes, têm assumido uma relevância cada vez maior, principalmente para clientes que possuem grandes áreas de terreno e edificadas, elevada população e uso diversificado, muitas vezes intensivo, da água, como são os *campi* universitários.

Esses sistemas e seus elementos devem apresentar o desempenho requerido pelos usuários de forma que os usuários sejam atendidos, quando necessário, por água com quantidade e qualidade adequadas ao uso. Tal desempenho é comprometido quando há perdas de água por vazamentos, tanto porque há uma redução na pressão como por contaminações. Alia-se ao atendimento dos requisitos de desempenho a busca pelo uso racional da água, no contexto do desenvolvimento sustentável, o que tem acarretado a implementação de ações estruturadas em Programas de Uso Racional da Água (PURAs) (SILVA et al, 2008)

Pelo quarto ano consecutivo, dados de 2018, a Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (Cagepa) se mantém como a empresa de saneamento do Nordeste que menos desperdiça água. O dado faz parte do novo estudo do Instituto Trata Brasil, com base em números de 2016 do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), divulgado no dia 7 de junho de 2018.

Em 2016, a Paraíba registrou uma taxa de 36% em relação a perdas na distribuição, índice muito abaixo do que a média da região Nordeste (46%) e do Brasil (38%).

Dentre os 100 municípios citados no estudo, Campina Grande aparece com destaque. Campina é o segundo município do país com melhores índices em perdas de faturamento total, com -1,89%, ficando atrás apenas de Vitória da Conquista (BA).

O índice de perdas de faturamento total mede a água produzida e não faturada, levando em conta o volume de serviços. No entanto, nos demais rankings do estudo do Trata Brasil, Campina Grande também aparece entre os municípios com mais eficiência na gestão – perdas por ligação (4º lugar do país) e perdas na distribuição (9º do país).

Já João Pessoa é a segunda capital mais eficiente do Nordeste em relação à contenção de perdas na distribuição de água, com 38,61%, ficando atrás apenas de Aracaju (33,45%). Chama-se de perdas na distribuição a diferença entre a água

produzida e a efetivamente consumida, tanto medida quanto estimada. Por exemplo, é o desperdício que acontece quando o hidrômetro está quebrado, assim como o que se perde devido a vazamentos e ligações clandestinas.

De acordo com o assessor para Assuntos Regulatórios da Cagepa, Ricardo Benevides, o destaque positivo do Estado é resultado de um trabalho contínuo da empresa.

“O levantamento mostra que a Cagepa vem reduzindo esse número ano a ano. Isso é fruto de um planejamento estratégico em busca da eficiência e economia. Tanto é assim, que ao longo do atual Governo conseguimos reduzir as perdas no estado de aproximadamente 48% em 2011 para 36% atualmente”, disse.

Benevides ainda detalhou os investimentos que a Cagepa vem fazendo para minimizar as perdas. “Alguns exemplos são a mudança do teleatendimento da Cagepa para receber chamadas via celular, que otimizou o contato com a população e agilizou o tempo de retirada de vazamentos; a automação de sistemas, os quais são monitorados à distância, tornando o controle de vazamentos mais eficaz; a política de substituição de hidrômetros, que minimiza as perdas de faturamento; além das fiscalizações de ligações clandestinas. E a perspectiva é que os próximos levantamentos tragam resultados ainda mais positivos”, finalizou. (CAGEPA, 2018)

3.4 VAZAMENTOS DE ÁGUA EM EDIFICAÇÃO

De acordo com Matos e Lopes (2016) a expansão urbana nas médias e grandes cidades, aliada aos impactos sociais, econômicos e ambientais são objeto de estudo de diversas pesquisas devido a crescente preocupação com a sustentabilidade. Como consequência deste desenvolvimento, segundo Heller e Pádua (2010), o consumo de água tem apresentado índices elevados, principalmente pelo aumento populacional e industrial sem planejamento e infraestrutura adequados, bem como pelo aumento do volume de perdas nos sistemas de abastecimento.

Em edificações públicas, como escolas e universidades, onde o usuário não é responsável diretamente pelo pagamento da conta de abastecimento de água, ocorre uma tendência a um maior desperdício de água (ILHA et al, 2008). Desta forma, alguns programas e estudos vêm sendo desenvolvidos de forma a reduzir do consumo de água nessas edificações.

Segundo estudo desenvolvido por Gonçalves et al. (2005), além do uso não racional da água, observa-se que o índice de patologias dos sistemas prediais de água em edificações escolares é muito significativo. Esse fato pode ter diversas origens, dentre elas a falta de sensibilização dos usuários com relação a conservação tanto do meio ambiente quanto das instalações prediais, bem como e a inexistência ou ineficiência de um sistema de manutenção, que em geral possui um grande intervalo entre a detecção do vazamento e o conserto propriamente dito (MATOS E LOPES, 2016).

3.4.1 Estudo de Caso da Universidade de São Paul

De acordo com Silva *et al* (2008) em “Eliminação de vazamentos em redes externas no contexto de programas de uso racional da água – Estudo de caso: Universidade de São Paulo” a preocupação com a eliminação de vazamentos em redes externas é grande em função do volume de água perdido e da possibilidade de comprometimento da saúde das populações humanas.

A gestão destas redes pode ter grande impacto no consumo e nos resultados de um programa de uso racional da água. Em sistemas em operação, deve-se detectar e eliminar os vazamentos, além de manter o caráter permanente da gestão da demanda de água. Entretanto, deve-se trabalhar também na minimização da ocorrência dos vazamentos, avaliando-se sistematicamente e atuando diversos fatores, tais como a qualidade dos materiais empregados, dos projetos de racionalização do uso da água, da execução e da manutenção e operação (incluindo o gerenciamento das pressões).

A utilização de instrumentos de gestão, a determinação de procedimentos e a utilização de equipamentos de detecção atuam de forma decisiva na detecção dos vazamentos. A eliminação destes, por sua vez, requer uma solução sistêmica no caso de sistemas mais complexos, incluindo uma fase de planejamento das ações.

Os estudos de Silva *et al* (2008) procuraram apresentar os resultados científicos de um estudo de caso desenvolvido na Universidade de São Paulo, incluindo o Programa de Uso Racional de Água (PURA), no qual se obteve uma redução do consumo de água de 43%, e um exemplo de gestão das redes, no qual se obteve uma redução de 74%.

3.4.2 Estudo de Caso das Escolas Públicas de Recife

Segundo os estudos de Nunes *et al* (2017) em pesquisa intitulada “Indicadores de consumo de água, vazamentos e perdas: estudo de caso das escolas públicas de Recife” através de instrumentos de gestão hídrica foi possível analisar o consumo da água em prédios públicos escolares do município de Recife, Pernambuco, a partir da utilização metodológica representada pelo cálculo de indicadores de consumo, vazamentos e perdas em nove escolas-piloto, calculados através de levantamento do consumo com a concessionária local, e levantamentos de dados em campo.

Assim, as médias dos indicadores de consumo das escolas variaram entre 7,27 e 37,96 L/aluno/dia para o ano de 2016. As escolas apresentaram uma média de 13% no indicador de vazamentos, e podem representar aproximadamente até 13% do consumo de água.

Percebe-se que uma política de inspeção e manutenção periódica das instalações hidrossanitárias consistiria em um importante instrumento no combate às perdas por vazamentos, que consequentemente implicaria em redução do consumo de água, conservação do insumo e redução de custos, além dos benefícios ambientais. (NUNES *et al*, 2017)

3.4.3 Estudo de Caso do Centro de Tecnologia da UFPB

De acordo com o ideário de Azevêdo (2016) em pesquisa intitulada “Avaliação do uso da água no Centro de Tecnologia da UFPB” a grande importância da água e sua atual crise demonstram a necessidade de se preservar esse bem, principalmente devido ao mau uso que se tem feito nas últimas décadas, marcado pelos desperdícios e poluição dos mananciais, principalmente aqueles próximos aos grandes centros urbanos.

Com isso, a preocupação acerca da qualidade e quantidade de água para as gerações futuras traz a necessidade de novos estudos e ações no âmbito do uso racional da água. Diversas ações podem ser realizadas no âmbito do uso racional da

água, como por exemplo a substituição de sistemas e componentes convencionais por economizadores de água, implantação de sistemas de medição setorizada do consumo de água, detecção e correção de vazamentos, campanhas educativas e de conscientização, etc.

Os estudos de Azevêdo (2016) constaram que as edificações públicas, constatou-se que a medida de correção de vazamentos se mostrou bastante eficiente para redução do consumo de água, uma vez que estes são causadores da grande maioria das perdas que ocorrem no sistema. Além dessa medida, a substituição de aparelhos convencionais por economizadores de água e/ou adição de dispositivos economizadores também se mostra uma boa alternativa, principalmente abordando o caso do Centro de Tecnologia, que possui aparelhos antigos e tradicionais, utilizando mais água do que o necessário para o uso.

De acordo com os estudos de Azevêdo (2016) se faz necessária a determinação dos possíveis vazamentos de água de modo a contê-los em seguida. A detecção dos vazamentos pode ser muito eficiente utilizando-se no caso de vasos sanitários, o teste do pó de café recomendado pela própria Cagepa: Joga-se um pouco de pó de café dentro do vaso sanitário. O pó deve ficar depositado no fundo do vaso, se não, indica que há vazamento na válvula ou na caixa de descarga do vaso sanitário. Quanto aos vazamentos em torneiras e mictórios examinados por Azevêdo (2016), foram detectados através da observação, analisando-se a presença de gotejamento ou manchas nos aparelhos.

Foi constatado um alto índice de vazamentos por parte dos banheiros deste centro, estimando-se em aproximadamente 172 m³ por mês, representando um gasto de R\$1.917,97 de consumo de água pela CAGEPA, mostrando a necessidade de correção destes vazamentos a fim de minimizar os desperdícios.

Acredita-se que esta quantidade de perdas seja devido às condições dos aparelhos do centro, que carecem de manutenção ou substituição. Obteve-se uma caracterização preliminar dos usos da água neste centro, e consequentemente, uma estimativa do consumo de água potável pôde ser feita. Porém, essa estimativa não foi considerada próxima da realidade, uma vez que diversos fatores influenciam no consumo de água nos laboratórios (pois depende de quantos ensaios estão sendo realizados em determinado período, do tipo de ensaio que se realiza e do material necessário para tal, e, portanto, variando bastante dependendo da demanda de água momentânea) e nos jardins (por depender das condições climáticas e da

situação da área verde do Centro de Tecnologia), impossibilitando uma estimativa mais precisa do consumo (AZEVEDO, 2016).

Constatou-se também que o valor estimado da perda de água através dos vazamentos nos aparelhos sanitários dos banheiros do CT representa 11,08% do valor estimado para o consumo. É importante notar que essa perda não foi analisada na rede de abastecimento, 46 nos laboratórios, nem nos bebedouros, e, por isso, é provável que essa porcentagem atinja um valor real mais elevado.

Entre as soluções apresentadas, para a compreensão do estudo de caso supra referido, estão a implantação de micromedidores, de modo a conhecer o consumo real de água no CT e, consequentemente, proporcionar pesquisas mais precisas e sua posterior análise de eficiência, a correção de vazamentos, seja por manutenção ou substituição de aparelhos (e, neste caso, já poderia ser feita a troca por aparelhos economizadores de água), campanhas de conscientização e educativas, substituição dos aparelhos por economizadores de água e aproveitamento e reuso de água.

A correção de vazamentos através da substituição dos aparelhos atuais por aparelhos economizadores de água se mostrou uma solução mais efetiva, uma vez que extinguirá os vazamentos e ainda reduzirá o consumo de água. Recomenda-se a realização de estudos mais aprofundados para o Centro de Tecnologia no âmbito da conservação e uso racional da água, com a finalidade de contribuir com o conhecimento do consumo no local, das condições da rede de distribuição de água, da viabilidade de implantação de medidas não convencionais como aproveitamento da água de chuva e reuso de água, etc.

Neste contexto, Azevedo (2016) conseguiu demonstrar e concluir que diversas ações podem ser realizadas no âmbito do uso racional da água, como por exemplo a substituição de sistemas e componentes convencionais por economizadores de água, implantação de sistemas de medição setorizada do consumo de água, detecção e correção de vazamentos, campanhas educativas e de conscientização, etc.

Azevedo (2016) deixou bem evidente que nas edificações públicas pesquisadas, constatou-se que a medida de correção de vazamentos se mostrou bastante eficiente para redução do consumo de água, uma vez que estes são causadores da grande maioria das perdas que ocorrem no sistema. Além dessa

medida, a substituição de aparelhos convencionais por economizadores de água e/ou adição de dispositivos economizadores também se mostra uma boa alternativa. Obteve-se uma caracterização preliminar dos usos da água no CT da UFPB, e consequentemente, uma estimativa do consumo de água potável pode ser feita. Porém, essa estimativa não foi considerada próxima da realidade, uma vez que diversos fatores influenciam no consumo de água nos laboratórios (pois depende de quantos ensaios estão sendo realizados em determinado período, do tipo de ensaio que se realiza e do material necessário para tal, e, portanto, variando bastante dependendo da demanda de água momentânea) e nos jardins (por depender das condições climáticas e da situação da área verde do Centro de Tecnologia), impossibilitando uma estimativa mais precisa do consumo.

3.6 PROGRAMAS DE USO RACIONAL DE ÁGUA EM EDIFICAÇÕES

Para considerar a sustentabilidade de um edifício, na forma de utilizar a água, ações de conservação de água, como utilização de fontes alternativas de água, devem ser avaliadas após implantação do uso eficiente da água, que objetiva reduzir a quantidade de água necessária para realizar atividades consumidoras com enfoque na gestão da demanda (CBIC/SENAI, 2016).

Gonçalves *et al.* (2005) sugere a utilização de indicadores de consumo de água, de vazamentos e perdas para avaliação do uso da água em edificações. Para melhor entendimento dos indicadores, precisa-se compreender que o consumo de água em uma edificação se configura não só apenas do consumo do insumo propriamente dito, mas também o consumo gerado pelas perdas físicas (vazamentos) e pelo desperdício (uso excessivo).

A importância do estudo das patologias relativas aos sistemas hidráulicos prediais reside na possibilidade da atuação preventiva, especialmente se elas forem causadas por falhas no processo de produção dos respectivos projetos de engenharia. Alguns dos principais problemas patológicos encontrados nos sistemas hidráulicos prediais são: infiltrações, vazamentos, pressão insuficiente,

deslocamento de revestimentos, ruídos e vibrações, retorno de odores e retorno de espuma (SOARES, 2010).

Neste contexto, prédios públicos destacam-se por ser frequente apresentarem avarias nos sistemas hidrossanitários, gerando um consumo elevado ocasionado por perdas. Dentre as causas, podemos elencar: a falta de sensibilização dos usuários com relação à conservação do meio ambiente, a não responsabilidade pelo pagamento da conta de água, além da ineficiência ou inexistência de um sistema de manutenção predial (GONÇALVES *et al.*, 2005; YWASHIMA *et al.*, 2006; ROCCARO; FALCIGLIA; VAGLIASINDI, 2011; MELO *et al.*, 2014; NUNES, 2015).

Entre os prédios públicos, a escola, além de ser uma das edificações que mais apresentem perdas por vazamentos, é um ponto chave na discussão da sustentabilidade, a partir do momento em que fomenta a conscientização e formação de vários cidadãos (SCHERER, 2003; GONÇALVES *et al.*, 2005; OLIVEIRA, 2013; NUNES, 2015; SOARES, 2016).

4 METODOLOGIA

4.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO DE CASO

Como caso peculiar, o presente estudo foi realizado no Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes – CCHLA, Centro de Educação – CE e do Centro de Ciências Sociais Aplicadas – CCSA da Universidade Federal da Paraíba – UFPB, no campus de João Pessoa. Todo este conjunto conta com uma área construída de aproximadamente 24.313 m², incluindo diversos blocos de salas de aula, coordenações e departamentos, juntamente com uma área verde de 6.000 m².

Figura 4.1 – Imagem aérea da área do alvo do presente estudo de caso



Fonte: autoria do estudo

O levantamento de dados foi desenvolvido através de duas sessões de visitas que resultaram em fotografias produzidas respectivamente na tarde de 16 de julho de 2018 e no dia 20 de março de 2019.

4.2 CÁLCULO DA ESTIMATIVA DE VAZAMENTOS DE ÁGUA

Sabe-se que a detecção de vazamentos é uma das medidas mais importantes para reduzir o desperdício de água, pois estes são causadores de grande perda de água. A quantidade de água perdida através de vazamentos pode ser estimada através da utilização da Tabela 4.1, que serve como ilustração teórica para o presente estudo, na medida em que segundo o entendimento de Azevêdo (2016) apresenta-se como uma estimativa de perda de água por equipamento hidráulico-sanitário.

Tabela 5.2 Estimativa de perda de água por equipamento hidráulico-sanitário

Aparelho/equipamento sanitário		Perda estimada
Torneiras (de lavatório, de pia, de uso geral)	Gotejamento lento	6 a 10 litros/dia
	Gotejamento médio	10 a 20 litros/dia
	Gotejamento rápido	20 a 32 litros/dia
	Gotejamento muito rápido	> 32 litros/dia
	Filete ø 2 mm	> 114 litros/dia
	Filete ø 4 mm	> 333 litros/dia
Mictório	Vazamento no flexível	0,86 litros/dia
	Filetes visíveis	144 litros/dia
	Vazamento no registro	0,86 litros/dia
Bacia sanitária com válvula de descarga	Filetes visíveis	144 litros/dia
	Vazamento no tubo de alimentação da louça	144 litros/dia
	Válvula disparada quando acionada	40,8 litros (supondo a válvula aberta por um período de 30 segundos, a uma vazão de 1,6 litros/segundo)
Chuveiro	Vaza no registro	0,86 litros/dia
	Vaza no tubo de alimentação junto da parede	0,86 litros/dia

Fonte: Sabesp (2002), Ceará, (2003) referidos por Azevêdo (2016)

4.3 ESTRUTURA TARIFÁRIA DE ÁGUA DA CAGEPA

Segundo Araújo e Virgolim (2010) em estudo intitulado “Saneamento básico no Brasil: estrutura tarifária e regulação”, o setor de saneamento, apesar de toda a sua relevância, apresenta problemas estruturais.

A maioria das principais empresas de saneamento do país que foram pesquisadas no estudo supra referido não está sendo capaz de gerar os recursos necessários para realizar investimentos.

Em algumas delas, os valores arrecadados com as tarifas nem sequer cobriram os custos dos serviços prestados, e quase metade delas não gerou lucros líquidos positivos em 2015.

Neste contexto, de acordo com a Cagepa – Companhia de Águas e Esgotos da Paraíba, estes são os valores da estrutura tarifária da Categoria “Público”.

RESOLUÇÃO DE DIRETORIA DA ARPB Nº002/2018-DP

Vigência: 01/05/2018 - Reajuste: 2,9 %

CATEGORIA PÚBLICO				
FAIXAS DE CONSUMO MENSAL	ÁGUA	ESGOTO	A + E	% ESGOTO
Tarifa Mínima - Consumo até 10 m ³	76,83	76,83	153,66	100%
acima de 10 m ³ (p/m ³)	12,89	12,89		100%

5. RESULTADOS

5.2 QUANTIFICAÇÃO DOS VAZAMENTOS

No anexo I, encontram-se algumas fotografias das visitas efetivamente realizadas pela autoria do presente estudo.

Na tabela 5.1 é apresentada a quantificação e tipologia dos vazamentos encontrados na área de estudo. O total estimado correspondeu a 105,205 m³/mês.

Tabela 5.1 – Vazamentos Detectados no CCHLA, CCSA e CCE

Equipamentos	Total			Vazamentos Detectados no CCHLA, CCSA E CE										Total
	CCHLA	CCSA	CE	GL	GM	GR	GMR	F2	F4	VF	CC	FIL	VR	
Bacia Sanitária	37	38	23	6		4					4			
Mictório	7	8	4										2	
Bebedouro	7	4	2	3		1								
Torneira Interna	42	33	22			3	1							
Torneira externa	7	7	6	5	1	2								
Somatório de vazamentos				14	1	10	1	0	0	0	4	0	2	
Perda estimada (L/dia)				140	20	320	32	0	0	0	2880	0	1,72	3393,72
Perda estimada (L/mês)				4340	620	9920	992	0	0	0	89280	0	53,32	105205,32

GL: Gotejamento Lento ; GM: Gotejamento Médio; GR: Gotejamento Rápido;

GMR: Gotejamento Muito Rápido; F2: Gotejamento com Filete de 2 mm

F4: Gotejamento com Filete de 4 mm; VF: Vazamento no Flexível

CC: Choro Contínuo; FIL: Filetes Visíveis

VR: Vazamento ao Registro

Fonte: autoria do estudo

Releve-se que considerando-se a quantidade desperdiçada de 105.205,32 litros de água por mês, seria possível o consumo de 23 pessoas, tendo em vista que cada indivíduo consumiria 150 litros mensalmente, que resultaria, portanto, numa perda estimada de 3.393,72 litros por dia.

Adversativamente, a baixa capacidade econômico-financeira das empresas acende um sinal vermelho de que a falta de investimentos está ligada também à falta de uma regulação efetiva. Diante da necessidade de ampliação dos investimentos em saneamento, o setor precisa interiorizar princípios básicos de racionalidade econômica.

Outrossim, sem buscar tarifas realistas que garantam o equilíbrio econômico-financeiro das empresas e sem buscar ganhos de produtividade para garantir a eficiência na prestação dos serviços, os recursos gerados, que poderiam ser usados para investimentos, continuarão a ser usados com ineficiência e para cobrir os rombos operacionais e os resultados financeiros negativos das empresas.

Considerando a relevância estratégica do setor de saneamento para a agenda nacional de desenvolvimento, torna-se essencial fortalecer a regulação em nível estadual e municipal, é preciso estabelecer uma regulação em âmbito nacional. Entre os principais setores de infraestrutura, o saneamento é o único que não tem uma agência reguladora nacional (ARAÚJO & VIRGOLIM, 2010).

Uma das possibilidades segundo diversos especialistas é no sentido de que ANA assuma esse papel de regulação por parte da União, tendo em vista que essa agência já desenvolve atribuições correlatas ao setor de saneamento, inclusive aplicando recursos nesse setor. Já que a água é um bem cada vez mais escasso, torna-se ainda mais urgente uma gestão adequada desse bem.

O setor de saneamento está diretamente relacionado à gestão da água. A agência nacional que regula esse bem precisa ampliar o seu papel. Para tanto, mais do que condições materiais, para efetivar essa proposta é preciso vontade política.

Neste contexto, seria preciso mudar a Lei no 9.984/2000, que trata da criação da ANA e de suas competências, para incluir a regulação dos serviços de saneamento como uma das atribuições da agência, assim como foi feito em 2009, quando a regulação dos serviços públicos de irrigação passou a ser atribuição da ANA.

Uma regulação nacional irá trazer novas perspectivas ao setor que hoje carece de uma atuação mais efetiva da União. Assim, ao melhorar a eficácia da regulação, seja por meio do fortalecimento institucional das entidades reguladoras regionais e locais, seja por meio do estabelecimento de uma entidade reguladora nacional, o país estará mais próximo de conseguir prestar os serviços de saneamento com base no princípio da eficiência e da sustentabilidade econômica, estabelecido pela Lei no 11.445/2007.

Ao buscar respeitar esse princípio fundamental, não apenas haverá melhorias nas condições econômico-financeiras das empresas (públicas e privadas) que hoje atuam no setor, como também atrairá mais empresas da iniciativa privada que poderão trazer novas fontes para investimento no setor.

Por fim, é importante ressaltar que a regulação, além de buscar a eficiência e a sustentabilidade econômica, deverá também estabelecer padrões e normas para os prestadores dos serviços de saneamento de forma a atender a outros princípios previstos na Lei no 11.445/2007, como a adoção de métodos, técnicas e processos que levem em conta as peculiaridades locais e regionais, a garantia da segurança, qualidade e regularidade no fornecimento, a integração das infraestruturas e serviços com a gestão eficiente dos recursos hídricos, bem como a transparência nas ações e a universalização dos serviços de saneamento básico.

Mesmo que a União, os estados e municípios decidam investir mais em saneamento, sem uma regulação efetiva, os investimentos dificilmente serão bem empregados, sem esforços concentrados de planejamento estratégico e de maior clareza e eficiência das políticas públicas de estímulo ao uso racional da água de um modo geral e em especial em edificações públicas.

Através de consulta à estrutura Tarifária da Cagepa, foi calculado o custo mensal equivalente a essa perda de água por vazamentos, uma vez que , para um consumo acima de 10 m³/mês, um local público deve pagar R\$ 12,89 por m³ de água consumida. Como o total desperdiçado foram 105,205 m³, o valor calculado foi R\$ 1.356,09/mês .

6 CONCLUSÕES

Foram detectados diversos pontos de vazamento nos banheiros, estimando-se uma perda de água de, aproximadamente, de 105,205 m³ / mês. Esta quantidade de água daria para abastecer um contingente de 23 pessoas e através de consulta à estrutura tarifária da CAGEPA – Companhia de Águas e Esgotos da Paraíba, foi calculado o custo mensal equivalente a essa perda de água por vazamentos, chegando-se a um valor de R\$ 1.356,09 por mês.

7 RECOMENDAÇÕES PARA ESTUDOS FUTUROS

Elencar ações para combater este desperdício de água

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABES, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. **Controle e redução de perdas nos sistemas públicos de abastecimento de água.** Brasília, 2015.
- ABES, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. **Perdas em sistemas de abastecimento de água: Diagnóstico, potencial de ganhos com sua redução e propostas de medidas para o efetivo combate.** Brasília, 2013.
- ABES, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. **Metodologia para apoio na gestão de perdas e na gestão de energia de abastecimento de água.** 23º Congresso de Engenharia Sanitária e Ambiental. Brasília, 2005.
- ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626:** Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro, 1998.
- ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12218:** Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público. Rio de Janeiro, 1994.
- AESA, Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. **Geo portal - AESA.** Disponível [em:<
http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/monitoramento/volume
id_acude=531>](http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/monitoramento/volume_id_acude=531). Acesso em: 04 mar. 2019.
- ALVES, José Abílio, MOTA, Eugênia Cristina, PEIXOTO, Lucia Veríssimo. **Importância da construção civil na verificação de equipamentos hidrosanitários.** São Paulo: Editorial Avanço, 2016.
- ARAUJO, G. A; VIRGOLIM, V. R. Análise de consumo de água e perdas no campus da Unb. **Monografia** de Projeto Final 2. Faculdade de Tecnologia. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. Universidade de Brasília, 2010.
- AZEVEDO, Bianca Maria Limeira de. **Avaliação do uso da Água no Centro de Tecnologia da UFPB.** Monografia. UFPB: João Pessoa, 2016.
- BARRETO FILHO, Marcus Aurélio Coutinho. Influência da crise hídrica na geração de resíduos sólidos domiciliares no município de Campina Grande. **Tese de Mestrado.** UFCG, 2018.
- BRITO, F. B. **O Conflito pelo Uso da Água do Açude Epitácio Pessoa (Boqueirão - PB).** Dissertação (Mestrado). Universidade Federal da Paraíba - UFPB. João Pessoa, 2008.
- CAGEPA. Cagepa é a companhia de saneamento com menor taxa de desperdício de água do NE. Jun/2018. Disponível em:<http://www.cagepa.pb.gov.br/cagepa-e->

companhia-de-saneamento-com-menor-taxa-de-desperdicio-de-agua-do-nordeste/
Acesso em 18 de Março de 2019

CBIC/SENAI. Gestão dos Recursos Hídricos na indústria da construção: uso eficiente da água em edificações residenciais. 131 p. São Paulo: jul de 2016.

COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO, SABESP. Manual de gerenciamento do controlador de consumo de água. São Paulo, 2009.

DREHER, V.L.P. Possíveis soluções para o uso racional da água na edificação da Câmara Municipal de Porto Alegre. 2008. 102 f. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

GONÇALVES, E., ALVIM, P. R. A., Pesquisa e combate a vazamentos não visíveis. Em: A. S. GOMES, **Guias Práticos**: Técnicas de operação em sistemas de abastecimento de água (vol. 3). Brasília: Ministério das Cidades SNSA, 2007.

GONÇALVES, E., LIMA, C. V., Controle de pressões e operação de válvulas reguladoras de pressão. Em: A. S. GOMES, **Guias Práticos**: Técnicas de operação em sistemas de abastecimento de água (vol. 4). Brasília: Ministério das Cidades SNSA, 2007.

GONÇALVES, O. M. **Programa de Uso Racional da Água da USP (PURA): Implementação e Resultados**. Revista Hydro, Editora Aranda, Ano 1, no 7, Maio 2007.

GONÇALVES, O. M.; ILHA, M. S. O; AMORIM, S.V.; PEDROSO, L. P. **Indicadores de uso racional da água para escolas de ensino fundamental e médio**. São Paulo, 2005.

GONÇALVES, Ricardo Franci (Coord.). **Uso racional de água em edificações**. Rio de Janeiro: ABES, 2006. v.5. 352 p. (Projeto PROSAB, Edital 4). Título secundário: Tecnologias de segregação e tratamento de esgotos domésticos na origem, visando à redução do consumo de água e da infra-estrutura de coleta, especificamente nas periferias urbanas. ISBN 85-7022-154-1.

GRANDE, M.H.D.; GALVÃO C.O; MIRANDA, L.I.B; SOBRINHO, L.D.G.S. A percepção de usuários sobre os impactos do racionamento de água em suas rotinas domiciliares. Ambiente & Sociedade, n.1, p. 165-184, 2016.

HELLER, L.; PÁDUA, V. L. Abastecimento de água para consumo humano. Editora UFMG, Belo Horizonte – MG, 2010.

MARCONDES, Cláudio, PEREIRA, Geraldo de Jesus, BARBOSA, Filinto Vieira. Instalações hidrosanitárias. Rio de Janeiro: Atlas da construção civil, 2017.

MELO, N. A.; SALLA, M. R.; OLIVEIRA, F. R. G.; FRASSON, V. M. Consumo de água e percepções dos usuários sobre o uso racional de água em escolas estaduais

do Triângulo Mineiro. **Ciência & Engenharia** (Science &EngineeringJournal), v. 23, n. 2, p. 01-09, jul.-dez. 2014.

MENESES, R. A. Diagnóstico operacional de sistemas de abastecimento de água: O caso de Campina Grande. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, Mai. 2011.

NUNES, Luiz Gustavo Costa Ferreira, WANDERLEY, Thayná Russo de Barros, SILVA, Simone Rosa da. Indicadores de consumo de água, vazamentos e perdas: estudo de caso das escolas públicas de Recife. Revista ANAP, 2017

NUNES, L. G. C. F.; Indicadores de consumo de água em uma escola estadual de Recife-PE. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil. Universidade de Pernambuco. Recife, PE, 2015.

OLIVEIRA, L. H.; GONÇALVES, O. M. Metodologia para a implantação de programa de uso racional de água em edifícios. Boletim Técnico da EPUSP. Universidade de São Paulo. São Paulo, 1999.

OLIVEIRA, F. R. G. de. Consumo de água e percepção dos usuários para o uso racional da água em escolas estaduais de Minas Gerais. 2013. 193f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2013.

PETREŠIN, E.; FRIDL, S.; JECL, R. Leak detection in some European waterworks systems.In: CIB W62 INTERNATIONAL SYMPOSIUM,28., Iasi, Romania, 2002. **Anais...** Isai: CIB, 11 p.

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 de Campina Grande-PB. In: Proceedings of the Fourth Inter-American Dialogue on Water Management. Foz do Iguaçu, 2001.

RÊGO, Janiro Costa, GALVÃO, Carlos de Oliveira, RIBEIRO, Márcia Maria Rios, ALBUQUERQUE, José do Patrocínio Tomaz, PEDROSA, Ricardo Nóbrega. **O agravamento da crise hídrica no açude Boqueirão:** riscos quali-quantitativos e de saúde pública. XIII SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, 2016

REGO, Janiro Costa, GALVÃO, Carlos de Oliveira, RIBEIRO, Márcia Maria Rios, ALBUQUERQUE, José do Patrocínio Tomaz, NUNES, Tereza Helena Costa. **A crise do abastecimento de Campina Grande:** atuações dos gestores, usuários, poder público, imprensa e população. XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2015.

RÊGO, J. C.; GALVÃO, C. O.; RIBEIRO, M. M. R.; ALBUQUERQUE, J. P. T.; NUNES, T. H. C. **Novas considerações sobre a gestão dos recursos hídricos do açude Epitácio Pessoa - A seca 2012-2014.** In Anais do XII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, Natal, Nov. 2014.

RÊGO, J. C.; GALVÃO, C. O.; VIEIRA, Z. M.C.L.; RIBEIRO, M. M. R.; ALBUQUERQUE, J. P. T.; SOUZA, J. A. **Atribuições e responsabilidades na gestão dos recursos hídricos** – O caso do açude Epitácio Pessoa/Boqueirão no Cariri paraibano. In Anais do XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Bento Gonçalves, Nov. 2013.

RÊGO, J.C.; GALVÃO, C.O.; ALBUQUERQUE, J.P.T. **Considerações sobre a gestão dos recursos hídricos do açude Epitácio Pessoa** – Boqueirão na Bacia Hidrográfica do rio Paraíba em cenário de vindouros anos secos. In Anais do XI Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, João Pessoa, Nov. 2012.

REINA, E. Sabesp investe R\$ 100 milhões contra o desperdício de água. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 29 mar. 2007. Disponível em:<<http://www.estadao.com.br>>. Acesso em: 22 jan.2019.

ROCCARO, P; FALCIGLIA, P. P; VAGLIASINDI, F. G. A. Effectiveness of water saving devices and educational in urban buildings. **Water Science & Technology**, 2011. V. 63. Issue7, p. 1357-1365.

SCHERER, F. A. **Uso racional da água em escolas públicas: diretrizes para secretarias de educação**. 2003. 257 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

SILVA, G. S.; TAMAKI, H. O.; GONÇALVES, O. M. **Implantação de Programas de Uso Racional da Água em Campi universitários**. Universidade de São Paulo. São Paulo. 2004.

SILVA, Gisele Sanches da, TAMAKI, Humberto Oyamada, LOUREIRO, Renan Silva, GONÇALVES, Orestes Marraccini. **Eliminação de vazamentos em redes externas no contexto de programas de uso racional da água** – estudo de caso: Universidade de São Paulo. Universidade de São Paulo, USP, 2008

SOARES, A. K., CHEUNG, P. B., REIS, L. F. R., SANDIM, M. P. **Avaliação das perdas físicas de um setor da rede de abastecimento de água de Campo Grande- MS via modelo inverso**. Campo Grande. 2004

SOARES, A. K., REIS, L. F. R. Estudo dos parâmetros do modelo de vazamentos de um setor da rede de distribuição de água de Piracicaba- SP. IV SEREA - **Seminário Hispano Brasileiro sobre Sistemas de Abastecimento Urbano de Água**. João Pessoa. 2004.

SOARES, D. A. F.; **Patologias em sistemas hidráulicos prediais e de prevenção contra incêndio**. Maringá, PR. (Documento interno), 2010.

SORIANO, Érico, LONDE, Luciana de Resende, GREGÓRIO, Leandro Torres di, COUTINHO, Marcos Pellegrini, SANTOS, Leonardo Bacellar Lima. **Crise hídrica em São Paulo sob o ponto de vista dos desastres**. Ambiente & Sociedade n São Paulo v. XIX, n. 1 n p. 21-42 n jan.-mar. 2016

TOMAZ, P. **Previsão de Consumo de Água – Interface das Instalações Prediais de Água e Esgoto com os serviços Públicos.** Navegar Editora, São Paulo, 2001.

TRIGUEIRO, Halana Oliveira. **Estimativa da disponibilidade hídrica para usos múltiplos em reservatórios sob periódicas crises hídricas:** estudo de caso. 115f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande – PB, 2016

YWASHIMA, L.; ILHA, M.; CRAVEIRO, S.; GONÇALVES, O. Método para avaliação da percepção dos usuários para o uso racional da água em escolas. **ENTAC. A construção do futuro.** Florianópolis, SC. 2006

ANEXOS

ANEXO “A”: FOTOS PRODUZIDAS PELA AUTORIA DO ESTUDO



Foto 1: Torneira externa gotejamento lento



Foto 2: Torneira da pia interna gotejamento lento



Foto 3: Torneira externa com água acumulada por vazamento



Foto 4: Vaso sanitário com vazamento visível no piso



Foto 5: Torneira com vazamento em filete



Foto 6: Serviço de manutenção



Foto 7: Bacia sanitária desregulada formando redemoinho de água



Foto 8: Vazamento de torneira em filete



Foto 9: Torneira externa com água acumulada



Foto 10: Vazamento de mictório choro contínuo



Foto 11: Vazamento em mictório



Foto 12: Vazamento de bebedouro com vazamento no piso



Foto 13: Vazamento no bebedouro