



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL  
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**EXPERIÊNCIAS COM UM PROGRAMA DE CONSUMO SUSTENTÁVEL DE  
ÁGUA E ENERGIA NO SISTEMA METROFERROVIÁRIO DE JOÃO PESSOA/PB:  
UM ESTUDO SOBRE SUA APLICAÇÃO.**

ELDA KAROLINE VIDERES FERRAZ

JOÃO PESSOA

2019

ELDA KAROLINE VIDERES FERRAZ

**EXPERIÊNCIAS COM UM PROGRAMA DE CONSUMO SUSTENTÁVEL DE  
ÁGUA E ENERGIA NO SISTEMA METROFERROVIÁRIO DE JOÃO PESSOA/PB:  
UM ESTUDO SOBRE SUA APLICAÇÃO.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Coordenação do Curso de Engenharia Ambiental da  
Universidade Federal da Paraíba, como pré-requisito  
para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia  
Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Gilson Barbosa Athayde  
Júnior.

JOÃO PESSOA

2019

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

F368e Ferraz, Elda Karoline Videres.

Experiências com um Programa de Consumo Sustentável de Água e Energia no Sistema Metroferroviário de João Pessoa/PB: Um Estudo sobre sua Aplicação. / Elda Karoline Videres Ferraz. - João Pessoa, 2019.  
90 f.

Orientação: Gilson Barbosa Athayde Júnior Athayde Júnior.

Monografia (Graduação) - UFPB/CT.

1. Consumo de água. 2. Consumo de energia elétrica. 3. Sustentabilidade. 4. Uso racional de água. 5. Uso sustentável de energia. I. Athayde Júnior, Gilson Barbosa Athayde Júnior. II. Título.

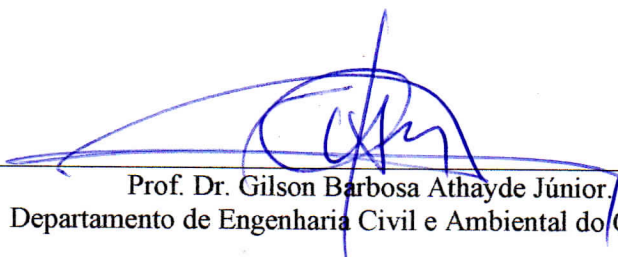
UFPB/BC

## FOLHA DE APROVAÇÃO

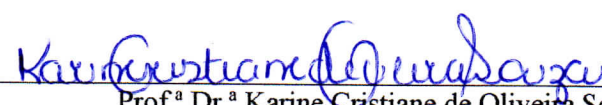
**ELDA KAROLINE VIDERES FERRAZ**

**EXPERIÊNCIAS COM UM PROGRAMA DE CONSUMO SUSTENTÁVEL DE  
ÁGUA E ENERGIA NO SISTEMA METROFERROVIÁRIO DE JOÃO PESSOA/PB:  
UM ESTUDO SOBRE SUA APLICAÇÃO.**

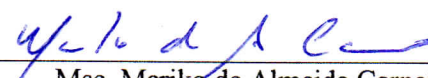
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado em 02/05/2019 perante a seguinte Comissão Julgadora:

  
Prof. Dr. Gilson Barbosa Athayde Júnior  
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

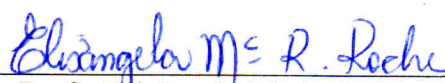
APROVADO

  
Prof.ª Dr.ª Karine Cristiane de Oliveira Souza  
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

Aprovada

  
Msc. Mariko de Almeida Carneiro  
Companhia Brasileira de Trens Urbanos - CBTU

APROVADO

  
Profa. Elisângela Maria Rodrigues Rocha  
Coordenadora do Curso de Graduação em Engenharia Ambiental

Elisângela M. R. Rocha  
Coordenadora de Eng. Ambiental  
CT/UFPB – Mat. 1821373

## AGRADECIMENTOS

Chegando ao fim dessa caminhada acadêmica na graduação de Engenharia Ambiental, gostaria de agradecer a cada um que se fez presente de alguma forma durante esses anos. Primeiramente, agradecer a Deus por ter permitido viver todas as experiências vividas durante todo esse tempo. Pelo presente diário me dado, que é o dom da vida, pela saúde que me permitiu correr atrás dos meus sonhos e alcançar meus objetivos. Sem o Senhor, nada disso seria possível.

Agradeço a Universidade Federal da Paraíba (UFPB), pela estrutura fornecida de sala de aula, laboratórios e tantas outras coisas, que ajudaram a formar a profissional que sou hoje. A todos os professores e funcionários que fazem parte da UFPB, por todo o serviço prestado, por todas as aulas ministradas, por todo o ensinamento passado. Vocês fazem a universidade ser o que ela é hoje, e eu sou extremamente grata por ter vivido toda essa experiência na graduação.

Agradeço a cada professor que me acolheu em suas pesquisas, a professora Alana Crispim, Elisangela Rocha e Carmem Gadelha. Vocês me abriram as portas para a pesquisa, cada uma em sua área, me ensinando não só a parte acadêmica, mas também o envolvimento no trabalho em equipe. Sou muito agradecida por poder ter aprendido com cada uma, e por ter participado de pesquisas tão interessantes.

Agradeço também ao professor Gilson Athayde Júnior por toda a orientação nesta monografia, por toda a disponibilidade, interesse prestado, por ter buscado junto comigo o tema ideal para este trabalho de conclusão de curso, e por ter me auxiliado em cada momento necessário, me deixando livre para voar, mas ao mesmo tempo monitorando cada passo.

A Mariko Carneiro por ter aberto as portas da CBTU para que esta pesquisa fosse feita, por todo o auxílio desde o início da realização do trabalho, e por toda a disponibilidade e preocupação com o andamento deste trabalho. Não tenho palavras para agradecer todo o apoio dado em todo esse tempo, com certeza esse trabalho foi mais fácil e prazeroso de ser realizado graças a sua ajuda.

Agradeço a todos as amigas feitas durante a graduação, vocês tornaram essa jornada mais leve. E especialmente a Adrielle e a Maria Luisa, por todo aperreio passado desde o início, pelos enormes trabalhos feitos, pelo companheirismo e apoio de sempre, obrigada pela confiança depositada em mim, pela paciência que nos dias difíceis e por todas as conversas do dia a dia. Vocês fizeram minha graduação ser muito melhor, obrigada.

A todos os meus amigos da vida, especialmente Amanda e Beatriz, e a minhas amigas de ensino médio que se fazem presentes na minha vida, obrigada por toda paciência nas minhas ausências durante todo período da graduação, por todo apoio nos dias difíceis, e por todo o tempo gasto escutando minhas dificuldades passadas durante todo esse tempo. Agradeço também a Comunidade Nossa Senhora Menina, e seus membros, por todos os aprendizados vividos que contribuíram para que eu fosse quem eu sou hoje.

Por fim, agradeço a minha família, minha maior base e fortaleza. Meus pais, Elda Maria e Raimundo, por todo amor, educação, paciência dados a mim, vocês são meu maior exemplo e força durante toda a vida. As minhas irmãs, Lizandra e Késsia, pela vida dividida, pelas risadas diárias, pelo apoio em cada passo dado e pela alegria compartilhada em cada vitória. A minha avó, Edite, pelo exemplo de vida e amor a Deus, obrigada por todo carinho e cuidado dados a mim. A Thiago, meu companheiro de todas as jornadas, por todo o apoio dado e por dividir comigo tantos projetos e sonhos. Amo profundamente cada um, essa conquista também é de vocês.

## RESUMO

O atual uso crescente dos recursos naturais muitas vezes é realizado de forma insustentável, sem uma gestão adequada que busque garantir a qualidade da água e da energia fornecidas. A aplicação do conceito de desenvolvimento sustentável em edificações e empresas se mostra importante, levando a um consumo consciente e ao uso racional dos recursos e que trazem benefícios tanto sociais quanto econômicos, podendo ser realizado através de programas de conservação e uso racional dos recursos. Desta forma, a Superintendência de Trens Urbanos de João Pessoa da CBTU, responsável pelo transporte de passageiros, sobre trilhos, na região metropolitana de João Pessoa, desenvolveu o Programa de Consumo Sustentável de Água e Energia (CAES), com o intuito de promover a utilização sustentável de água e energia elétrica na empresa. O objetivo geral deste trabalho é mensurar o efeito das ações do CAES na CBTU sobre o consumo de água e energia elétrica. Como metodologia foi realizado um levantamento dos dados da empresa, sendo estes a quantidade e os tipos de lâmpadas encontradas, a situação e a quantidade de unidades consumidoras de água e o consumo mensal de energia e água da empresa. Além disso, foi feito o diagnóstico da situação dos aparelhos hidrossanitários da empresa, classificando-os de acordo com o seu tipo e sua situação, e por fim foi feita a avaliação do andamento e da real eficiência do programa. Como resultado foi encontrado que a CBTU possui apenas torneiras com dispositivos arejadores como tecnologias para a redução no consumo de água, representando apenas em torno de 2% das torneiras da empresa. Pelo menos 9% dos itens consumidores de água apresentavam vazamentos e aproximadamente 6,6% algum tipo de defeito que afetava no consumo de água de forma direta ou indiretamente. O volume estimado perdido de água por dia chega a 76 m<sup>3</sup>/mês na empresa. Mais da metade das lâmpadas da CBTU são do tipo fluorescente (69%), enquanto que as lâmpadas de LED são aproximadamente 27%. O programa não resultou ainda em redução na média do volume de água consumido em comparação com dois anos antes do programa. No consumo de energia, houve a redução de 4% na média de consumo durante o CAES, em comparação com a média dos dois anos antes do programa. Ponderando o aumento de funcionários, a redução no consumo de energia *per capita* no período pós CAES foi de 19%. A aplicação do programa é uma ação importante, e seus resultados são apresentados ao longo do tempo, por meio da redução dos gastos nas contas de água e energia.

**Palavras-Chave:** Consumo de água, consumo de energia elétrica, sustentabilidade, uso racional de água, uso sustentável de energia.

## ABSTRACT

The current increasing use of natural resources is often conducted unsustainably, without proper management that should seek to ensure the quality of the supplied water and electricity. The application of the concept of sustainable development in buildings and companies become, therefore of relevance, since it may lead to a conscious consumption and rational use of resources. Applied through programs for the conservation and rational use of resources, this concept might also bring social and economical benefits. In this way, the Superintendency of Urban Trains of João Pessoa (CBTU), responsible for the transport of passengers within the metropolitan area of João Pessoa, developed the Sustainable Consumption of Water and Energy Program (CAES), with the purpose of promoting the sustainable use of electricity and water in the company. The overall objective of this study is to measure the effect of CAES actions in the CBTU on the consumption of water and electricity. The amount and types of lamps that were found, the situation and quantity of consumer units of water, as well as the company's monthly consumption of energy and water were the data which was analysed through a survey. In addition, a diagnosis of the company's hydrosanitary equipment was made. They were all classified according to their type and situation of use. Finally, one evaluation to assess the progress and also the real efficiency of the program was carried out. As a result, it was found that the CBTU has taps with aerators as the only technology for reducing water consumption directly or indirectly, which accounts for about 2% of the company's taps. At least 9% of items consumers of water presented leaks, whereas approximately 6.6% showed some kind of defect that somehow affected the water consumption. The estimated volume of water loss per day reaches 76m<sup>3</sup>/month in the company. More than a half of the CBTU lamps are of a fluorescent type (69%), whereas LED lamps accounts for 27%. The program has not yet resulted in the reduction of the average volume of consumed water, mainly when compared to the two years before the implementation of the program. When it comes to energy consumption, there was a reduction of 4% in the average consumption during the CAES. Considering the increase in the number of employees, the reduction in the per capita energy consumption in the period after CAES was of 19%. The implementation of the program is an important action and its results are presented over time through the reduction of water and energy expenses.

**Keywords:** Water consumption, electric energy consumption, sustainability, rational use of water, sustainable use of energy.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Etapas metodológicas. ....	21
Figura 2 - Sede da CBTU João Pessoa.....	22
Figura 3 - Mapa do sistema metroferroviário da região metropolitana de João Pessoa – PB. .	23
Figura 4 - Lâmpadas da oficina de trens da CBTU. ....	39
Figura 5 - Dique de reparo de trens: vista externa (a), vista interna das lâmpadas (b). ....	40

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Principais atividades do novo Plano de Ação do CAES para 2018. ....	6
Tabela 2 - Resumo dos dados obtidos no levantamento.....	24
Tabela 3 - Localização dos hidrômetros da STU-JOP .....	26
Tabela 4 - Localização dos medidores de energia da STU-JOP.....	27
Tabela 5 - Volumes estimados perdidos em vazamentos .....	28
Tabela 6 - Quantidade de funcionários por postos de trabalho por prédio da CBTU. ....	30
Tabela 7 - Situação dos aparelhos hidrossanitários da CBTU.....	31
Tabela 8 - Comparativo do avanço do Programa CAES entre os anos de 2017 e 2018.....	33
Tabela 9 - Situação geral dos itens consumidores de água na CBTU. ....	34
Tabela 10 – Volume estimado de água perdido por vazamentos. ....	36
Tabela 11 - Levantamento da quantidade de lâmpadas.....	37
Tabela 12 - Lâmpadas LED por prédio da empresa. ....	38
Tabela 13 - Evolução da troca de lâmpadas na CBTU João Pessoa entre os anos de 2017 e 2018. ....	42
Tabela 14 - Dados do consumo geral de água na CBTU.....	43
Tabela 15 - Consumo anual de água na CBTU. ....	46
Tabela 16 - Dados de consumo de água por funcionários por postos de trabalho na CBTU...	47
Tabela 17 - Consumo anual de água na estação CJM .....	51
Tabela 18 - Consumo anual de água na estação CAM. ....	53
Tabela 19 - Dados do consumo geral de energia na CBTU. ....	54
Tabela 20 - Consumo anual de energia na CBTU. ....	56
Tabela 21 - Dados do consumo de energia por funcionários por posto de trabalho na CBTU.	56
Tabela 22 - Consumo anual de energia na estação CRR.....	61
Tabela 23 - Consumo anual de energia na estação CAM.....	62

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Frequência relativa dos itens com problemas. ....	32
Gráfico 2 - Situação geral dos itens consumidores de água .....	35
Gráfico 3 - Porcentagem por tipo de lâmpada existente na CBTU João Pessoa .....	37
Gráfico 4 - Comparativo entre lâmpadas LED e outros tipos, por prédios da CBTU.....	41
Gráfico 5 - Consumo mensal de água na CBTU .....	45
Gráfico 6 - Consumo mensal de água por funcionário por posto de trabalho na CBTU.....	48
Gráfico 7 - Consumo mensal de água na estação CJM. ....	50
Gráfico 8 - Consumo mensal de água na estação CAM. ....	52
Gráfico 9 - Consumo mensal de energia na CBTU. ....	55
Gráfico 10 - Consumo mensal de energia por funcionário por posto de trabalho na CBTU. ...	58
Gráfico 11 - Consumo mensal de energia na estação CRR.....	60
Gráfico 12 - Consumo mensal de energia na estação CAM.....	63

## LISTA DE SIGLAS

<b>A3P</b>	Programa Agenda Ambiental na Administração Pública
<b>AESA</b>	Agência Executiva de Gestão de Águas do Estado da Paraíba
<b>BEN</b>	Balanço Energético Nacional
<b>CAES</b>	Consumo de Água e Energia Sustentável
<b>CAGEPA</b>	Companhia de Água e Esgotos da Paraíba
<b>CAM</b>	Estação de Trem do Alto do Mateus
<b>CBTU</b>	Companhia Brasileira de Trens Urbanos
<b>CBX</b>	Estação de Trem de Bayeux
<b>CCL</b>	Estação de Trem de Cabedelo
<b>CIB</b>	Estação de Trem da Ilha do Bispo
<b>CJM</b>	Estação de Trem de Jardim Mangueiros
<b>CJP</b>	Estação de Trem de João Pessoa
<b>CMD</b>	Estação de Trem de Mandacaru
<b>CPC</b>	Estação de Trem do Poço
<b>CRE</b>	Estação de Trem do Jacaré
<b>CRR</b>	Estação de Trem do Renascer
<b>CVN</b>	Estação de Trem de Várzea Nova
<b>CZR</b>	Estação de Trem de Santa Rita
<b>INMETRO</b>	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
<b>INPC</b>	Índice Nacional de Preços ao Consumidor
<b>IGP-M</b>	Índice Geral de Preços do Mercado
<b>JOP</b>	Prédio administrativo da STU-JOP
<b>MPO</b>	Ministério da Economia – Planejamento, Desenvolvimento e Gestão
<b>PEG</b>	Programa de Eficiência do Gasto
<b>PNCDA</b>	Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água
<b>PROCEL</b>	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
<b>PURA</b>	Programa de Uso Racional de Água
<b>SABESP</b>	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
<b>SNIS</b>	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
<b>STU-JOP</b>	Superintendência de Trens Urbanos de João Pessoa
<b>USE</b>	Uso Sustentável da Energia

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1. Importância dos recursos naturais para a sociedade.....	1
1.2. Uso da água .....	1
1.3. Consumo da energia .....	2
1.4. Sustentabilidade, conservação e uso racional.....	3
1.5. Otimização dos recursos em prédios e empresas públicas .....	4
1.6. Justificativa.....	4
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>7</b>
2.1. Objetivo geral .....	7
2.2. Objetivos específicos.....	7
<b>3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>8</b>
3.1. Disponibilidade da água e crise hídrica.....	8
3.1.1. Perdas de água nos sistemas hidráulicos .....	10
3.1.2. Combate ao desperdício de água em sistemas hidráulicos .....	11
3.2. Disponibilidade energética .....	12
3.2.1. O uso das lâmpadas .....	13
3.3. Gestão de água e energia: programas de consumo consciente.....	15
3.4. Políticas públicas.....	17
<b>4. METODOLOGIA .....</b>	<b>20</b>
4.1. Área de estudo .....	21
4.2. Levantamento de dados .....	23
4.2.1. Vistorias <i>in loco</i> .....	24
4.2.1.1. Unidades consumidoras de água .....	24

4.2.1.2.	Quantificação das lâmpadas .....	25
4.2.2.	Dados do consumo de água e energia na empresa.....	25
4.2.2.1.	Consumo de água .....	25
4.2.2.2.	Consumo de Energia .....	26
4.3.	Diagnóstico das instalações hidrossanitárias.....	27
4.4.	Análise do andamento do CAES .....	28
<b>5.</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>30</b>
5.1.	Situação dos itens consumidores de água.....	31
5.1.1.	Estimativa dos Vazamentos.....	35
5.2.	Situação das lâmpadas.....	36
5.3.	Análise do consumo de água .....	43
5.3.1.	Redução no consumo de água por estação de trem .....	49
5.4.	Análise do consumo de energia.....	53
5.4.1.	Redução no consumo de energia por estação de trem .....	59
5.5.	Cumprimento de normas e leis .....	64
5.6.	Ações sugeridas para melhoria do CAES.....	65
<b>6.</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>67</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>69</b>
	<b>APÊNDICES .....</b>	<b>76</b>
	Apêndice I - Checklist de vistoria de instalações hidráulicas.....	76
	Apêndice II - Checklist de vistoria de lâmpadas .....	77

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1. Importância dos recursos naturais para a sociedade

A preservação dos recursos naturais é tema de diversas discussões atuais e de crescente preocupação, principalmente em relação à sua disponibilidade para as futuras gerações. Serviços de abastecimento de água e acesso à energia, por exemplo, são necessários para a população. Por outro lado, é possível observar o crescente uso desses recursos de forma insustentável, sem uma gestão adequada que busque garantir a qualidade da água e da energia fornecida.

A conservação tanto da água como da energia podem ser vistas como atividades complementares, principalmente quando observados os sistemas de abastecimento de água. Segundo Gonçalves *et al.* (2009), cerca de 3% do consumo nacional de eletricidade é destinado ao setor de abastecimento de água e tratamento de esgotos e, desse total, mais de 90% da energia destina-se ao uso de motores e bombas. Este grande consumo de energia, aliada as perdas de água dentro e fora das companhias de abastecimento, contribuem para a elevação das tarifas de água e energia elétrica.

Com a maior preocupação na preservação desses bens, têm-se buscado cada vez mais, tanto por parte do poder público quanto a população em geral, o investimento em processos para a redução de perdas e em equipamentos mais econômicos, visando a redução do consumo da água e energia.

De acordo com o Balanço Energético Nacional - BEN, referente ao ano 2017, a matriz energética do Brasil é predominantemente renovável, sendo 65,2% gerada a partir de fonte hídrica (BRASIL, 2018b). Santos *et al.* (2015), afirmam que a iluminação artificial é uma parte significativa do consumo total de energia de um país, desta forma a redução do consumo de energia, por meio da iluminação artificial, se faz importante para a preservação dos recursos hídricos.

### 1.2. Uso da água

A água é um bem usado amplamente em diversas atividades, tais como na agricultura, na indústria, no abastecimento urbano, entre outros. No entanto, o Brasil, apesar de, historicamente, ser sempre associado à abundância de recursos naturais, possui diversas regiões que se encontram sob estresse hídrico, devido ao crescente aumento da demanda de água, fatores climáticos e má gestão dos recursos, afetando as regiões mais secas do país, e

causando impactos tanto no desenvolvimento socioeconômico quanto no ambiente (GONÇALVES *et al.*, 2009; AZEVEDO, 2016). O uso não-razional da água, aliado às perdas no abastecimento e lançamento de poluentes, são algumas das atividades que geram a escassez hídrica, além de resultar no aumento dos custos no tratamento de água.

Tanto no Brasil, quanto em outras regiões do mundo, a falta de água pode ser de origem quantitativa, decorrente de períodos de maior escassez, ou de origem qualitativa, resultante, por exemplo, de modificações da qualidade da água pela poluição (GONÇALVES *et al.*, 2009). De acordo com o World Water Development Report - WWDR (ONU, 2015), estima-se que até 2030 o planeta enfrentará um déficit de água potável de 40%, podendo causar grandes impactos na qualidade de vida da população e na economia.

Essas crises são reflexo do uso não-razional dos recursos hídricos. A média das perdas de água reais e aparentes nos sistemas públicos de abastecimento no Brasil é de aproximadamente 35% do volume total produzido, segundo os dados fornecidos pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS (BRASIL, 2018c). Portanto os vazamentos, furtos, desperdícios e a distribuição ineficiente afetam diretamente a quantidade de energia necessária para fazer a água chegar ao consumidor (GONÇALVES *et al.*, 2009).

### 1.3. Consumo da energia

O consumo de energia na sociedade está cada vez maior, sobrecarregando as atuais fontes de energia, fazendo com que atinjam sua capacidade máxima de produção. Esse aumento na demanda de produção de energia causa diversos impactos ambientais e sociais, gerados pela necessidade de construção de novas usinas hidrelétricas e termelétricas. Uma alternativa para minimizar estes impactos seria um melhor aproveitamento da capacidade já instalada. Uma maneira para se atingir esse objetivo é melhorar a eficiência de alguns produtos amplamente utilizados no dia-a-dia, como por exemplo, as lâmpadas (VALENTIM *et al.*, 2010).

De acordo com o BEN (BRASIL, 2018b), a geração de energia elétrica no Brasil em centrais de serviço público e autoprodutores aumentou em 1,6% em 2017. Mas, para Carneiro & Pereira (2017), com a crescente demanda por recursos energéticos, as reservas de recursos não-renováveis, juntamente com o crescimento do uso de alternativas renováveis, não possuem cenários futuros otimistas em relação à situação da energia elétrica no mundo.

Muito se discute atualmente sobre eficiência energética e como os equipamentos podem consumir menos energia. Em relação à iluminação, uma das tecnologias mais



utilizadas atualmente é a de lâmpadas fluorescentes, que estão relacionadas a falhas, como um baixo fator de potência e a utilização do mercúrio, para a conversão da luz ultravioleta em luz visível (VALENTIM *et al.*, 2010; SANTOS *et al.*, 2015).

As lâmpadas fluorescentes, se descartadas sem os devidos cuidados, podem causar contaminações ao meio ambiente e prejuízos à saúde, devido à sua composição química. De acordo com Mourão & Seo (2012), no que diz respeito à logística reversa das lâmpadas fluorescentes, essa política é pouco desenvolvida e estruturada, o que reflete em uma grande preocupação ambiental.

#### 1.4. Sustentabilidade, conservação e uso racional

Nos últimos anos, a atenção voltada ao desenvolvimento e ao meio ambiente têm formado discussões em torno de estratégias e métodos de conservação e uso racional dos bens naturais, de modo a contribuir para a conservação do meio ambiente, diminuir o desperdício e minimizar os impactos causados pelo mau uso. A sustentabilidade da água está colocada na pauta de discussão mundial como um grande desafio da atualidade e que deve se intensificar nas próximas décadas.

No âmbito empresarial, a utilização sustentável dos recursos naturais tem se mostrado como um tema recorrente. De acordo com Carneiro & Pereira (2017), principalmente em períodos de crises econômicas, as discussões sobre a redução do desperdício de recursos através da redução de gastos, otimização de despesas e uso consciente dos recursos naturais têm se mostrado cada vez mais frequentes e atuais.

A partir desta perspectiva que surgem as edificações sustentáveis, onde as preocupações com os recursos naturais devem começar desde o projeto, prosseguindo durante a construção e participando da etapa de utilização (LAMBERTS *et al.*, 2008). Assim, a aplicação do conceito de desenvolvimento sustentável em edificações e empresas se mostra importante, levando a um consumo consciente e ao uso racional dos recursos e trazendo benefícios tanto sociais quanto econômicos. Seja no meio empresarial ou governamental, têm-se estudado, de forma emergencial, meios para a utilização de recursos, como a água e a energia elétrica, para fins de uso sustentável ou previsões econômicas (CARNEIRO & PEREIRA, 2017).

### 1.5. Otimização dos recursos em prédios e empresas públicas

Em prédios e empresas públicas, segundo Azevedo (2016), existe um alto índice de desperdício de água, necessitando a aplicação de programas e a tomada de atitude quanto ao uso racional deste recurso. Nas organizações, a conscientização e aplicação de programas de conservação e uso racional dos recursos têm sido utilizadas como referência de programas ou projetos voltados para o aumento da eficiência no uso dos recursos (CARNEIRO & PEREIRA, 2017). Alguns exemplos de programas implantados nas organizações podem ser citados, como: o Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (PNCDA) do Ministério das Cidades; o Programa Agenda Ambiental na Administração Pública (A3P) do Ministério do Meio Ambiente; o Programa de Uso Racional de Água (PURA) da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP); o programa Uso Sustentável da Energia (USE) da PUC-RS; e o Programa de Eficiência do Gasto (PEG), do Ministério da Economia – Planejamento, Desenvolvimento e Gestão (MPOG).

A implantação de programas e ações de consumo consciente representa uma perspectiva mais sustentável à gestão organizacional, em que, ao longo do tempo têm aumentado o número de adeptos, tendo em vista trabalhar as mudanças pensando em uma relação custo-benefício cada vez mais favorável, envolvendo ações como incentivos econômicos e melhoria tecnológica, como por exemplo, a substituição de sistemas e componentes convencionais por economizadores de água, além da detecção e correção de vazamentos, troca de aparelhos elétricos por aparelhos mais eficientes, entre outros (AZEVEDO, 2016; CARNEIRO & PEREIRA, 2017).

De acordo com Carneiro & Pereira (2017), no setor metroferroviário, existe uma discussão a respeito da implantação de estratégias e adoção de instrumentos e técnicas que visam maior eficiência no uso de recursos, sendo atualmente discutido com maior frequência. Questões como consumo de energia elétrica, otimização dos custos de operação dos veículos, consumo de água, entre outros temas, tem gerado a busca por ações sustentáveis para o gerenciamento do setor.

### 1.6. Justificativa

Considerando a atual situação de demanda hídrica e energética, as recentes crises hídricas, e a busca por práticas cada vez mais sustentáveis, se faz indispensável à implementação de programas e ações que procurem garantir o atendimento das necessidades atuais sem comprometer a demanda de atividades locais. O Estado exerce papel fundamental

na implantação desses programas, devendo incentivar empresas e órgãos a buscar ações que visem à redução de gastos bem como a execução de atividades cada vez mais sustentáveis.

As políticas orçamentárias do governo federal têm orientado os gestores para a redução do consumo de bens naturais e o uso racional dos recursos financeiros, de forma a garantir os mesmos resultados, porém com maior eficiência nos gastos, podendo ser citado a Instrução Normativa do MPOG nº 01, de 19 de janeiro de 2010, em que dispõe sobre os critérios de sustentabilidade ambiental na aquisição de bens, contratação de serviços ou obras pela Administração Pública Federal; o PEG do governo federal, que determina a eficiência como um dos princípios da Administração Pública; e o Decreto nº 7.746, de 05 de junho de 2012 que estabelece critérios e práticas para a promoção do desenvolvimento nacional sustentável.

Diante disto, a Superintendência de Trens Urbanos de João Pessoa (STU-JOP), subsidiária da Companhia Brasileira de Trens Urbanos (CBTU), responsável pelo transporte de passageiros, sobre trens, na região metropolitana de João Pessoa, notou a importância de revisar os hábitos de consumo da empresa, e então desenvolveu no final do ano de 2016 o Programa de Consumo Sustentável de Água e Energia (CAES), com o intuito de promover a utilização sustentável de energia elétrica e água na empresa (CBTU, 2018), a partir de atividades de conscientização dos funcionários e usuários sobre a temática da sustentabilidade, monitoramento de consumo, mudanças de práticas de gestão e outras ações, contribuindo assim com a diminuição de desperdícios e a otimização de despesas. O programa CAES está em atuação desde 2017, realizando a criação de indicadores e metas para a mensuração do desempenho do programa, atividades com funcionários e usuários, distribuição de cartilhas, instalação de placas e sinalização alertando sobre os usos, serviços de manutenção corretiva, vistoria dos itens consumidores de água e energia, troca de aparelhos ineficientes ou com defeito, análises de fontes alternativas de água e energia entre outros.

No início do ano de 2018, a STU-JOP divulgou o relatório do CAES referente ao ano de 2017, onde, apesar de alcançar apenas parcialmente a meta de consumo global para o ano de referência, apresentou uma melhora significativa no consumo da empresa. Para o ano de 2017 era esperado uma economia de 25% no consumo global de água, porém o consumo global de água teve um aumento de 27,49%, mas na avaliação da redução não foi considerado os ajustes dos hidrômetros, que apresentavam algum tipo de defeito, na contagem do consumo da empresa. Em relação ao consumo global de energia, o programa tinha a meta de redução em 10% para 2017, mas apresentou ao final um aumento de 0,33% no consumo. Para ambos

os resultados (água e energia), não foi considerado o aumento de 15% de funcionários na empresa. Porém, considerando o consumo *per capita* da empresa, o programa apresentou uma redução de 11,19% no consumo *per capita* de energia e a redução de 10% no consumo *per capita* de água.

A partir desses resultados do relatório final de 2017, o CAES apresentou um novo plano de ação para o ano de 2018, para seguir a tendência de redução do consumo, tanto de água quanto de energia, e para a melhoria nas estações que apresentaram um aumento no consumo durante o ano anterior. A Tabela 1 apresenta as principais atividades necessárias para se atingir as novas metas do CAES no ano de 2018.

Tabela 1 - Principais atividades do novo Plano de Ação do CAES para 2018.

Plano de Ação 2018			
O que será feito? (What?)	Quando será feito? (When?) / Onde será feito? (Where?)	Quem o fará? (Who?)	Como será feito? (How?)
Conscientização dos empregados e usuários quanto ao consumo de água e energia	Trimestral	Equipe CAES e COMAK	- Relatórios trimestrais; - Campanhas de conscientização.
Serviço de manutenção corretiva das instalações hidráulicas	A definir / Todos os setores	A definir	- Contratação de mão-de-obra especializada.
Substituição de equipamentos inefficientes	Outubro de 2018 / Todos os setores	Equipe CAES, COACO e COMAN	- Aquisição de torneiras hidromecânicas, redutores de ar para hidrômetros e adaptadores de duplo fluxo para descargas.
Instalação de banco de capacitores	A definir / Oficina (Cabedelo)	GIOPE / COMAN	- Em paralelo com motores e/ou na saída do transformador
Análise da viabilidade de soluções sustentáveis para abastecimento de água e energia	Novembro 2018 / Todos os setores	Equipe CAES	- Analisar viabilidade técnico-financeira: mini geração de energia solar, sistema de captação de águas de chuva.

Fonte: Adaptado de CBTU, 2018.

Para o CAES, espera-se que no ano de 2018, com base no novo plano de ação, seja possível atingir resultados ainda melhores no consumo sustentável de água e energia elétrica na STU-JOP.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo geral**

O objetivo geral deste trabalho é mensurar o efeito das ações do Programa de Consumo Sustentável de Água e Energia (CAES) – da Superintendência de Trens Urbanos de João Pessoa (STU JOP) da CBTU.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Realizar o levantamento dos itens consumidores de água e seu estado de funcionamento;
- Realizar o levantamento das lâmpadas, caracterizando-as de acordo com seu tipo (incandescente, fluorescente, LED, outros);
- Verificar o cumprimento do Plano de Ação de 2018 do Programa CAES e das normas e leis pertinentes; e,
- Apurar a eficiência do programa na redução do consumo de água e energia na CBTU.

### 3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### 3.1. Disponibilidade da água e crise hídrica

A preservação e conservação dos recursos naturais constituem-se como um dos principais desafios da sociedade moderna. O gradativo aumento do crescimento populacional e econômico tem ocasionado cada vez mais o uso dos recursos naturais, visando atender as diversas demandas das populações a nível global, o que tem acarretado uma maior preocupação dos governos, organismos internacionais e da sociedade em geral.

Dentre os diversos recursos naturais, sem dúvidas um dos que apresentam maior importância é a água. De acordo com Programa Mundial de Avaliação de Água das Nações Unidas (WWAP, 2018), a demanda mundial por água tem aumentado progressivamente, em razão dos fenômenos anteriormente citados, o que ocasionam mudanças nos padrões de consumo, acentuando consideravelmente a procura e a necessidade por água no mundo. Essa perspectiva agrava-se cada vez mais diante da atual conjectura das mudanças climáticas e da crise ambiental, que tem resultado na intensificação dos eventos extremos, exemplificados pelas inundações e secas, assim como a perda da qualidade dos recursos naturais e dos ambientes como um todo.

Segundo o Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos (2019), atualmente mais de 2 bilhões de pessoas vivem em países que apresentam um alto estresse hídrico e aproximadamente 4 bilhões de pessoas enfrentam uma situação de escassez severa de água em ao menos um mês do ano.

A água consiste não apenas em um recurso dotado de valor econômico, mas caracteriza-se principalmente como um elemento natural indispensável para a promoção da vida, saúde e desenvolvimento, o qual o seu acesso em quantidade e qualidade constitui-se como um direito humano básico e universal, fundamental para manter a dignidade humana (BRAVO, 2010; WWAP, 2019).

A água ocupa 70% da superfície do planeta, sendo que 97% do volume de água existente no planeta é salgada, sendo o restante doce. Com relação à água doce no planeta, 77% destas concentram-se nas geleiras, calotas polares ou em regiões montanhosas, 22% em forma de reservas subterrâneas e apenas 1% disponível de forma superficial, disposta ao longo dos rios e lagos (NUNES *et al.*, 2009). Atualmente, os seres humanos além de utilizarem a água, também a poluem e 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 (TOMAZ, 2001). O documento da Agenda 21 (BRASIL, 1992) afirma que a escassez generalizada, a destruição gradual e o agravamento da poluição dos recursos hídricos em muitas regiões do mundo, ao lado da implantação progressiva de atividades incompatíveis, exigem o planejamento e manejo integrados desses recursos.

Além disso, de acordo com a Agência Nacional de Águas (ANA, 2009), a distribuição de água doce ocorre de maneira desigual e concentrada a nível mundial, tendo o Brasil a ocupar uma posição de destaque em termos de disponibilidade, apresentando cerca de 12% das reservas hídricas do planeta. Porém, Marengo *et al.* (2010) apontam que as reservas hídricas do país seguem a tendência mundial e encontram-se mal distribuídas ao longo do território brasileiro.

De acordo com Marengo *et al.* (2015), diversas regiões do país vivenciam ou já vivenciaram períodos de estiagens ou secas, entretanto nos últimos anos tem se intensificado a ocorrência destes eventos, a exemplo das recentes crises hídricas de São Paulo (2014-2015), Brasília (2018) e do longo período no Semiárido brasileiro (2012-2016). Para esses autores, além da questão climática, a razão destas crises ocorrerem se dá também pela ineficácia das políticas hídricas, pelo consumo desenfreado e pela queda na quantidade e qualidade das águas disponíveis.

Com relação à região Nordeste do Brasil, as condições físico-climáticas predominantes podem, relativamente, dificultar a vida, exigir maior empenho e maior racionalidade na gestão dos recursos naturais em geral e da água, em particular (REBOUÇAS, 1997). De acordo com Rebouças (*Opus Citatum*), a eficiência das organizações públicas e privadas e o gerenciamento efetivo das ações desenvolvimentistas em geral e da água em particular, é o que falta no semiárido do Nordeste brasileiro e não a água propriamente dita.

Um ponto importante para as empresas situadas no estado da Paraíba é a compreensão da fragilidade dos reservatórios que atendem os municípios (CBTU, 2017). De acordo com a Agência Executiva de Gestão de Águas do Estado da Paraíba (AESAs), o total das capacidades máximas dos açudes do estado é de 3.789.591.664,00 m<sup>3</sup>, em que, até fevereiro de 2019, o volume acumulado era de apenas 17,5% desse volume total (AESAs, 2019). A situação dos reservatórios atualmente se apresenta melhor do que em anos anteriores, porém, segundo a AESAs (2019), dos 128 açudes do estado, apenas 56 estão com a capacidade de armazenamento superior a 20%.

Diante disso, buscam-se cada vez mais ações que visem alcançar e assegurar o desenvolvimento sustentável. De acordo com Bravo (*Opus Citatum*), o desenvolvimento sustentável está fundamentando em quatro pilares (ambiental, econômico, internacional e

social), o qual possibilita um crescimento que supre com as demandas do presente, sem comprometer e garantir o crescimento das gerações futuras.

### 3.1.1. Perdas de água nos sistemas hidráulicos

Cheung *et al.* (2009) definem a perda de água como: “A quantidade de água prevista para a realização de um ou mais usos, mas que não é utilizada devido a deficiências técnicas, operacionais, econômicas ou de outro tipo”. Para Sautchúk (2004), as perdas podem ocorrer devido a alguns fatores, que são: vazamentos, mau desempenho do sistema e negligência do usuário.

As perdas de água são compostas por duas parcelas: real e aparente. As perdas reais são aquelas associadas à parcela de água que não chega aos consumidores em função de vazamentos no sistema público de abastecimento, já as perdas aparentes são as perdas não-físicas, decorrentes de submedição nos hidrômetros, fraudes e falhas do cadastro comercial (CHEUNG *et al.*, 2009; YOSHIMOTO, 2006).

As perdas de água que são evitáveis são chamadas de “desperdício”, isto é, correspondem à negligência do usuário que não tem consciência ambiental, podendo estar vinculado ao uso propriamente dito ou ao funcionamento geral dos sistemas (CHEUNG *et al.*, 2009). O desperdício de água é mais evidente nos sistemas das edificações, pois está quase sempre associado ao comportamento do uso desse recurso.

Cheung *et al.*, (*Opus Citatum*) ainda afirmam que as parcelas de perdas e desperdícios representam custos para os usuários e para a sociedade, sem aportar benefícios. Portanto sua eliminação ou redução a níveis razoáveis resulta em consideráveis benefícios ambientais e econômicos. Além da perda associada a esse importante volume de água, encontra-se um significativo desperdício de energia necessária ao transporte da água (GONÇALVES *et al.*, 2009).

O controle das perdas de água por vazamentos é um dos itens mais importantes quando se pensa no uso racional da água. As perdas por vazamentos podem ser visíveis ou não visíveis, sendo estes os mais difíceis de corrigir justamente pela dificuldade em detectá-los. De acordo com Araújo (2018), as perdas por vazamento podem ocorrer pelo desgaste natural dos componentes das instalações e instalações mal feitas, por alterações bruscas na pressão ou vazão do sistema, ou mesmo pela ação humana através da danificação dos aparelhos sanitários ou da rede de abastecimento.

Dessa forma, as ações a serem tomadas, em busca do uso racional da água, devem ser a verificação periódica e o conserto de vazamentos, que contribuem para que não haja o



desperdício de água por perdas, além da substituição de equipamentos sanitários convencionais por aparelhos poupadores, como a bacia sanitária com descarga de fluxo duplo, arejadores para torneiras, torneiras hidromecânicas ou com sensor de uso, dentre outros. Afinal, para uma mesma atividade, vários usuários podem utilizar quantidades distintas do recurso (ARAÚJO, 2018).

### 3.1.2. Combate ao desperdício de água em sistemas hidráulicos

De acordo com Oliveira (1999), o gerenciamento do uso da água deve ser realizado nos três níveis sistêmicos: Nível macro, nível meso e nível micro. O nível macro é composto pelos sistemas hidrográficos; já o nível meso é composto pelos sistemas públicos urbanos de abastecimento de água e de coleta de esgoto sanitário; e o nível micro pelos sistemas prediais.

Nos níveis meso e micro se trabalham usualmente com uma particularização de fatores ou parâmetros mais apropriados a esses níveis (CHEUNG *et al.*, 2009). No nível micro os desperdícios de água provenientes de vazamentos em tubulações, reservatórios e componentes de utilização, concepções de projeto inadequadas e, também, devidos a negligência de usuários são mais frequentes, tendendo a elevar os volumes de água utilizada e desperdiçada no sistema (OLIVEIRA, 1999). No âmbito das edificações, Cheung (*Opus Citatum*) destaca a importância do conhecimento particularizado das estruturas dos sistemas prediais hidrossanitários e as qualidades das águas envolvidas, para o controle, monitoramento e estudos detalhados.

Oliveira (*Opus Citatum*) divide tipos de ações que podem ser implementadas para a redução de água utilizada e de desperdícios nos edifícios, sendo elas as ações econômicas, sociais e tecnológicas. As ações econômicas são aquelas realizadas através de incentivos, podendo ser subsídios para aquisição de sistemas e componentes economizadores de água ou a redução de tarifas, e desincentivos econômicos, como a elevação das tarifas de água. As ações sociais são feitas por meio de campanhas educativas e de conscientização do usuário implicando a redução de consumo através da mudança de comportamento individual. E as ações tecnológicas são efetuadas por meio da substituição de sistemas e componentes convencionais por economizadores de água, de detecção e correção de vazamentos, e de reaproveitamento de água.

A gestão eficaz do uso da água deve ser buscada de forma permanente, desta forma, o uso de aparelhos poupadores de água têm aumentado nos últimos anos, especialmente quando se trata de prédios que concentram um grande número de usuários (ALVES, ROCHA e GONÇALVES, 2006). De acordo com Araújo (2018) este fato é atribuído à redução de

despesas com a conta de água, além do valor ambiental que lhe é agregado, pois gera a redução no consumo de água potável e no volume de efluentes lançados.

Para Oliveira (*Opus Citatum*), a substituição de aparelhos convencionais por economizadores é vantajosa, pois são de baixo custo e não há necessidade de obras que alterem a rotina dos usuários. Alguns aparelhos com a opção de sistemas poupadores de água podem ser as bacias sanitárias, torneiras, mictórios, entre outros.

As bacias sanitárias são caracterizadas pelo volume significativo de água utilizado num curto espaço de tempo, com um volume padrão de 6 litros por fluxo de descarga (SAUTCHUK, 2004; ARAÚJO, 2018). Porém, nem sempre existe a necessidade do uso do fluxo de 6 litros, visto que nem sempre há dejetos sólidos, assim foram criados os dispositivos de acionamento duplo, conhecidos como “dual-flush”, sendo o acionamento do botão de 6 litros por fluxo de descarga para o arraste de sólidos e o de 3 litros por fluxo de descarga para líquidos (ARAÚJO, 2018).

As torneiras utilizadas para diversos usos são comumente utilizadas em diversas áreas molhadas de uma edificação, e a vazão de água consumida varia conforme sua finalidade. Assim, foram criadas alternativas para redução no consumo de água de acordo com determinado uso. Existe no mercado torneiras hidromecânicas, que significa a existência do fechamento automático do fluxo de água (seja mecânico ou por sensor); torneiras com dispositivos arejadores, que é um componente instalado na extremidade da bica da torneira, diminuindo a passagem da água e incorporando ar durante o escoamento da mesma, reduzindo em cerca de 50% a vazão de água consumida; redutores de vazão, que induz uma perda de carga localizada no sistema e consequentemente resulta na redução da vazão (SAUTCHUK, 2004; ARAÚJO, 2018).

### 3.2. Disponibilidade energética

Grande parte dos equipamentos de edificações residenciais, comerciais e públicas dependem da energia elétrica, sendo ela essencial para o funcionamento de diversas atividades da sociedade e indispensável nos dias atuais.

De acordo com o BEN, as fontes renováveis representam 80,4% da oferta interna de eletricidade no Brasil, que é a resultante da soma dos montantes referentes à produção nacional mais as importações (BRASIL, 2018b). Para Ferreira (2014), a construção de hidrelétricas gera controvérsias em relação aos seus benefícios:

Apesar de ser considerada uma energia limpa e de baixo custo por megawatt, a sua construção gera muita controvérsia, manifestações e conflitos. É responsável por um grande impacto local e regional, alagando áreas de florestas nativas, áreas de comunidades indígenas e terras produtivas, além da alteração de todo o ciclo hidrológico, cadeia alimentar e migração de peixes, chegando a eliminar espécies animais e vegetais tanto aquáticas quanto terrestres. (Ferreira, 2014. pg. 15)

Outro problema do sistema elétrico brasileiro são as grandes perdas durante a transmissão e distribuição, o que gera custos desnecessários e interrupções na transmissão. As grandes distâncias das fontes de energia são os principais motivos de tanta perda (FERREIRA, 2014). Além disso, o crescimento econômico do país gera a necessidade de expansão da capacidade de energia instalada para atender a demanda crescente por esse bem. De acordo com levantamento realizado pelo World Energy Council (2013), o aumento da população e da produção de bens forçou a demanda por energia elétrica a mudar drasticamente nos últimos 20 anos.

Dados do BEN mostram que as centrais elétricas de serviço público, participaram com 83,5% da geração total. A geração hídrica, principal fonte de produção de energia elétrica no Brasil, teve sua participação reduzida em 2,6% em 2017 na comparação com o ano anterior (BRASIL, 2018b). Além disso, no Brasil as edificações consomem, para uso e manutenção, 50,8% do consumo total de energia elétrica do país, distribuído entre os setores residencial (25,5%), comercial (17,1%) e público (8,2%) (BRASIL, 2018).

No Estado da Paraíba, no ano de 2017, conforme dados da Empresa de Pesquisa Energética, aproximadamente 40% da energia gerada no Estado é proveniente de termelétricas, a partir da queima de combustíveis fósseis (BRASIL, 2018b).

### 3.2.1. O uso das lâmpadas

A iluminação representa um dos maiores potenciais de conservação de energia e é o setor que pode oferecer as respostas mais rápidas às necessidades de redução de consumo com os menores investimentos e mais rápidos retornos (ANDRADE *et al.*, 2015). Existem vários tipos de lâmpada, sendo as mais comuns para uso em residências e edifícios as lâmpadas incandescentes, lâmpadas fluorescentes e as lâmpadas LED.

Para as lâmpadas incandescentes, a regulamentação da Lei de Eficiência Energética, através da Portaria Interministerial nº 1.007 (BRASIL, 2010b) propõe datas-limite para fabricação e importação das lâmpadas incandescentes que não atendam aos critérios mínimos

de eficiência energética dispostos na portaria, induzindo ao banimento gradativo das lâmpadas incandescentes e a substituição pelas lâmpadas fluorescentes ou lâmpadas LED, as quais são mais eficientes do ponto de vista energético, isso mostra a busca contínua por equipamentos mais eficientes (DALLABRIDA *et al.*, 2015; DOS SANTOS *et al.*, 2017).

A tecnologia mais utilizada atualmente é a de lâmpadas fluorescentes, que tem um baixo fator de potência. Segundo Valentim *et al.*, (2010), essa característica faz com que a lâmpada consuma pouca energia, mas seja necessária a geração de grande quantidade de energia que fica circulando pela rede, sobrecarregando os sistemas de transmissão e distribuição. Além disso, para o propósito de iluminação, uma pequena quantidade de mercúrio é introduzida no tubo e um material de fósforo especial é usado para converter a luz ultravioleta em luz visível (SANTOS *et al.*, 2015). Dessa forma, as lâmpadas fluorescentes apesar de minimizar os impactos provocados pela geração de energia podem protagonizar contaminações no meio ambiente e prejuízos à saúde se forem descartadas sem os devidos cuidados (MOURÃO & SEO, 2012).

Essa busca crescente por alternativas de menor impacto ambiental e baixo consumo de energia que garantam a sustentabilidade, geram cada vez mais incentivos para a produção de lâmpadas cada vez mais eficientes, porém, de acordo com Dallabrida *et al.* (2015), associado a essa eficiência deve-se levar em conta os fatores econômicos envolvidos, pois a sociedade apenas se adaptará às tecnologias que sejam viáveis economicamente, além de eficientes energeticamente.

As lâmpadas LED (Light Emitting Diode, em inglês, ou Diodo Emissor de Luz) consomem proporcionalmente ainda menos que as fluorescentes. O LED é um diodo semicondutor emissor de luz que, ao ser percorrido por uma corrente elétrica, é excitado e emite luz, com baixas perdas por calor (Andrade *et al.*, 2015). A lâmpada LED é mais econômica porque sua eficiência luminosa é maior do que as das outras lâmpadas. Ou seja, gasta menos energia para gerar a mesma iluminação (BRASIL, 2016).

De acordo com a Cartilha do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO) sobre as lâmpadas LED, elas podem durar pelo menos vinte e cinco vezes mais do que as lâmpadas incandescentes e quatro vezes mais do que as fluorescentes compactas. Além disso, as LED geram menor risco para a saúde dos consumidores e para o meio ambiente, pois não contêm mercúrio na sua constituição, como é o caso das fluorescentes compactas, podendo, inclusive, ser descartadas em lixo comum (BRASIL, 2016).

O custo das lâmpadas LED, entretanto, ainda é mais alto do que o das outras. Porém, considerando o baixo custo de sua manutenção - em função da maior durabilidade - e a redução do custo na conta de luz, o gasto maior na sua compra poderá ser compensado. Diversos estudos têm sido feitos em relação ao custo benefício das lâmpadas LED, Dallabrida *et al.* (2015) mostram que a lâmpada LED obteve 742,85% a menos de emissão de calor ao ambiente em comparação com uma lâmpada incandescente, enquanto que a lâmpada fluorescente teve 424,50% menos emissão de calor, estes dados comprovam a eficiência da lâmpada tipo LED no quesito eficiência energética, já que uma menor parcela da energia aplicada é convertida em calor. Além disso, o estudo constatou que uma lâmpada LED dura em média 30 vezes mais, tem eficiência luminosa maior que os outros tipos disponíveis no mercado.

O mercado brasileiro de iluminação está em constante mudança, uma vez que os preços da energia elétrica seguem o contexto mundial. Por isso, a economia de energia deve ser constantemente repensada. Para Andrade *et al.* (2015), economizar energia tornou-se uma das maneiras mais importantes de preservar o meio ambiente.

### 3.3. Gestão de água e energia: programas de consumo consciente

A necessidade da aplicação de ações e programas de conservação ambiental, surgiu há alguns anos, e desde então percebe-se um aumento em algumas iniciativas de eficiência de gastos, uso racional de água, uso sustentável de energia, sendo aplicadas em diversas áreas do país. Além disso, a implementação de atividades para economizar água e energia são necessárias no atual cenário, podendo ter um impacto maior se planejadas conjuntamente (GONÇALVES *et al.*, 2009). O governo tem impulsionado programas de uso sustentável dos bens, sendo um grande incentivador para aplicação dessas ações.

Alguns programas podem ser exemplificados, como a Agenda Ambiental na Administração Pública (A3P); o Programa de Eficiência do Gasto (PEG), do Ministério da Economia – Planejamento, Desenvolvimento e Gestão; o Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (PNCDA) do Ministério das Cidades; o Programa de Uso Racional de Água (PURA) da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP); e o Programa Uso Sustentável da Energia (USE) da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUC-RS).

- Programa Agenda Ambiental na Administração Pública (A3P)

A A3P, iniciado no Ministério do Meio Ambiente, em 1999, tem como objetivo estimular os gestores públicos a incorporar princípios e critérios de gestão socioambiental em suas atividades rotineiras, levando à economia de recursos naturais e à redução de gastos institucionais por meio do uso racional dos bens públicos, da gestão adequada dos resíduos, da licitação sustentável e da promoção da sensibilização, capacitação e qualidade de vida no ambiente de trabalho. O enfoque da A3P direciona-se para a utilização sustentável de água, energia, papel e veículos. Possui as seguintes diretrizes: redução do consumo de recursos naturais, diminuição dos impactos ambientais em suas atividades, combate ao desperdício e programas de práticas de reaproveitamento e reciclagem de materiais (CHELALA, 2012).

- Programa de Eficiência do Gasto (PEG), do Ministério da Economia – Planejamento, Desenvolvimento e Gestão

O PEG foi concebido com o objetivo de melhorar a qualidade do gasto público por intermédio da eliminação do desperdício e da melhoria contínua da gestão dos processos, com a finalidade de aperfeiçoar a prestação de bens e serviços aos cidadãos. Dessa forma, busca criar, propor e difundir boas práticas da gestão pública, de modo a melhorar a qualidade do gasto público e eliminar o desperdício. Nesse sentido, ações referentes à racionalização do consumo de energia, água, material de expediente, comunicação, veículos e a transparência das informações são diretrizes norteadoras do programa (CHELALA, 2012).

- Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (PNCDA) do Ministério das Cidades

O PNCDA, criado em 1997, tem como objetivo a promoção do uso racional da água de abastecimento público nas cidades brasileiras, em benefício da saúde pública, do saneamento ambiental e da eficiência dos serviços, propiciando a melhor produtividade dos ativos existentes e a postergação de parte dos investimentos para a ampliação dos sistemas e como objetivo específico tem a definição e implementação de ações e instrumentos tecnológicos, normativos, econômicos e institucionais, que apontem para uma real economia da água necessária para consumo nas áreas urbanas. Trata a conservação de água em todas as fases do processo de produção e do uso urbano, diferente de programas anteriores que se

limitava em contabilizar volumes não faturados para definir o controle de perdas (CRACIUN, 2007).

- Programa de Uso Racional de Água (PURA) da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP)

O PURA foi criado com o objetivo de diminuir as demandas horárias de distribuição de água e de coleta de esgoto sanitário, por considerar esta alternativa mais viável do que investir na ampliação de redes e de estações de tratamento (OLIVEIRA, 1999). O programa envolve ações tecnológicas e mudanças culturais para a conscientização da população quanto ao desperdício de água.

- Programa Uso Sustentável da Energia (USE) da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUC-RS)

Criado em 2010 pela PUC-RS, na busca de medidas visando ao uso sustentável da energia. Sendo aplicado na própria PUC-RS, pela comunidade universitária, o projeto idealiza ações técnicas sustentadas por uma campanha de conscientização em relação ao uso de energia, que visam a diminuir o consumo de energia e buscam a sustentabilidade (PUC, 2010).

Assim, para Oliveira, 1999:

A redução de consumo de água requer não somente a implementação de ações, mas, uma permanente avaliação e readequação das ações implementadas para que o uso e o desperdício de água sejam mantidos a níveis mínimos desejáveis e de forma permanente. (Oliveira, 1999. pg. 18)

### 3.4. Políticas públicas

Políticas sobre a preocupação ambiental vêm obtendo espaço desde a Conferência de Estocolmo em 1972, ganhando maior visibilidade com a realização da Conferência das Nações Unidas, conhecida como Eco 92. A atuação dos governos, em diferentes escalas, esferas e níveis organizacionais, nas respectivas políticas públicas é uma forma mais efetiva de adoção dos princípios da sustentabilidade nas atividades da população. Mesmo que sejam iniciativas pontuais, elas estruturam as questões sustentáveis e conduzem, na prática, à aplicabilidade delas (SEABRA *et al.*, 2013).

Segundo Marques *et al.* (2018), diversos governos, por meio de legislação específica, vêm buscando punir, com multas e proibições, atividades que causem significativos impactos ambientais e, ao mesmo tempo, estão estimulando práticas que cooperem para mudar esse contexto. Entre as leis, pode-se citar a Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, que institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências. E especificamente no Artigo 3º fala sobre o processo de licitação, onde deve ser considerada a promoção do desenvolvimento nacional sustentável:

A licitação destina-se a garantir a observância do princípio constitucional da isonomia, a seleção da proposta mais vantajosa para a administração e a promoção do desenvolvimento nacional sustentável e será processada e julgada em estrita conformidade com os princípios básicos da legalidade, da impessoalidade, da moralidade, da igualdade, da publicidade, da probidade administrativa, da vinculação ao instrumento convocatório, do julgamento objetivo e dos que lhes são correlatos. (BRASIL, 1993. pg. 1)

Para adoção de critérios para redução do consumo de energia e água tem-se a Instrução Normativa do MPOG no 01, 19 de janeiro de 2010 que juntamente com a Lei nº 8.666, de 1993, regulamentam os critérios de sustentabilidade ambiental na aquisição de bens, contratação de serviços ou obras pela Administração Pública Federal. No Artigo 4º, Inciso III essa instrução normativa regulamenta o uso exclusivo de lâmpadas fluorescentes compactas ou tubulares de alto rendimento e de luminárias eficientes; e no Inciso V, do mesmo artigo, fala sobre a utilização de sistemas de medição individualizado de consumo de água e energia.

A Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, estabelece entre seus objetivos “assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos”. A utilização racional e integrada dos recursos hídricos também faz parte dos objetivos desta Lei, sendo um dos instrumentos de gestão os Planos de Recursos Hídricos que, por sua vez, tem como um de seus conteúdos mínimos as “metas de racionalização de uso, aumento da quantidade e melhoria da qualidade dos Recursos Hídricos disponíveis” (BRASIL, 1997; Araújo, 2018).

Em outubro de 2001 entrou em vigor a Lei nº 10.295, que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, visando à alocação eficiente de recursos energéticos e a preservação do meio ambiente. Esta lei atribui ao Poder Executivo, no Artigo



4º, o desenvolvimento de mecanismos que promovam a eficiência energética nas edificações construídas no País (BRASIL, 2001).

Posteriormente é lançado o Decreto no 7.746, de 5 de junho de 2012 que determina critérios, práticas e diretrizes sustentáveis para a promoção do desenvolvimento nacional sustentável nas contratações realizadas pela administração pública federal direta, autárquica e fundacional e pelas empresas estatais dependentes, e institui a Comissão Interministerial de Sustentabilidade na Administração Pública – CISAP que tem a finalidade de propor a implementação de critérios, práticas e ações de logística sustentável. Neste decreto são listados alguns critérios e práticas considerados sustentáveis, entre eles pode-se citar a maior eficiência na utilização de recursos naturais como água e energia e o uso de inovações que reduzam a pressão sobre recursos naturais.

Em junho de 2012 é lançada a Portaria Interministerial nº 244, que institui o Projeto Esplanada Sustentável - PES, cuja finalidade é integrar ações que visam à melhoria da eficiência no uso racional dos recursos públicos e à inserção da variável socioambiental no ambiente de trabalho, integrando a essas ações as iniciativas do PEG, A3P, entre outros. E mais tarde, em fevereiro de 2015 é lançada a Portaria nº 23, que estabelece boas práticas de gestão e uso de Energia Elétrica e de Água nos órgãos e entidades da Administração Pública Federal direta, autárquica e fundacional e dispõe sobre o monitoramento de consumo desses bens e serviços.

Em 2018, foi sancionada a Lei nº 13.647, de 9 de abril de 2018, que estabelece a obrigatoriedade da instalação de equipamentos para evitar o desperdício de água em banheiros destinados ao público em todos os prédios, públicos ou privados, que forem construídos a partir da data da publicação da lei.

No âmbito estadual, em 27 de maio de 2010, foi criada a Lei nº 9.130, que cria o Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações Públicas da Paraíba. O programa tem como objetivo instituir medidas que induzam à conservação, uso racional e utilização de fontes alternativas para captação e reaproveitamento de água nas novas edificações residenciais e comerciais, bem como nas edificações públicas estaduais, além de promover a conscientização dos usuários sobre a importância da conservação da água.

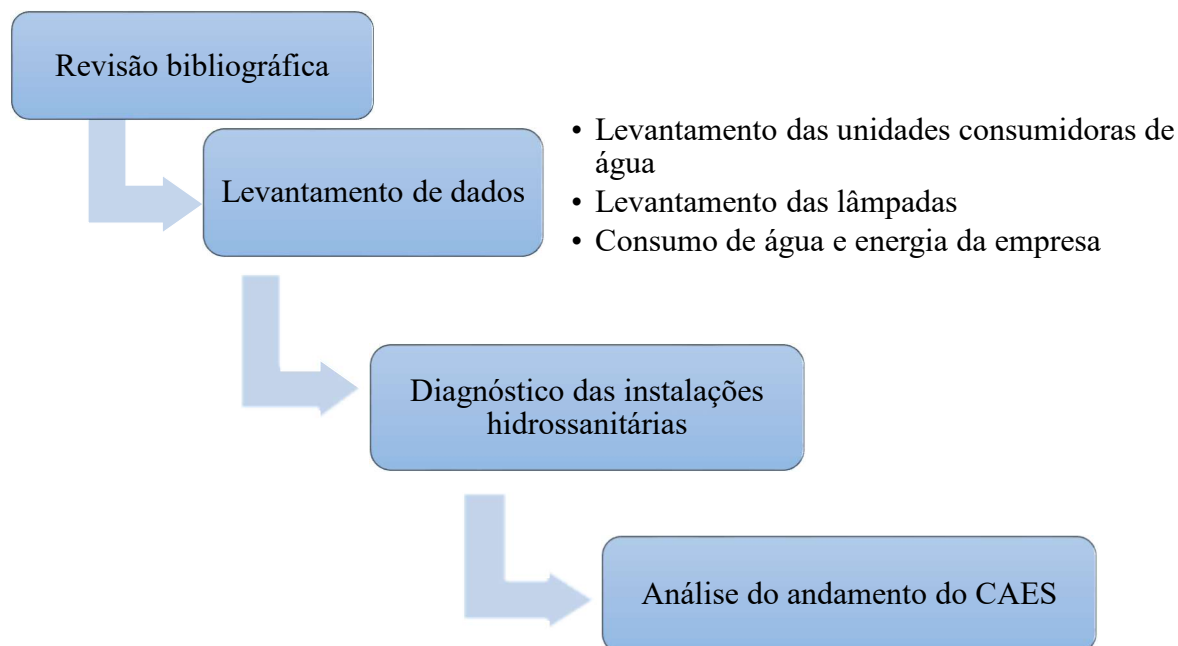
#### 4. METODOLOGIA

Este tópico apresenta os processos metodológicos adotados para o desenvolvimento desta pesquisa, de modo a alcançar os objetivos destacados no início deste estudo. A primeira etapa deste projeto foi a realização da revisão bibliográfica, buscando aplicações de programas de consumo sustentável em outras empresas e instituições, a fim de estudar a aplicabilidade e o funcionamento destes programas. Foi realizado também nesta primeira etapa a identificação da área de estudo, a localização dos prédios e estações de trem existentes.

Em seguida, foi executado, a partir de visitas aos prédios da empresa, o levantamento dos dados necessários para a pesquisa, sendo estes a quantidade e os tipos de lâmpadas encontradas, a situação e a quantidade de unidades consumidoras de água e o consumo mensal de energia (KWh) e água (m<sup>3</sup>) da empresa em um intervalo de quatro anos. Na etapa seguinte, com base no levantamento gerado, foi feito o diagnóstico da situação dos aparelhos hidrossanitários da empresa, classificando-os de acordo com o seu tipo e sua situação, de modo a quantificar os aparelhos que apresentam problemas de vazamentos ou outros defeitos, como também a estimar a perda de água gerada por esses vazamentos.

Posteriormente, foi efetuada uma avaliação do andamento e da real eficiência do programa de consumo sustentável de água e energia da empresa, com base nos dados de consumo obtidos na etapa de levantamento. Foi analisado o que realmente foi implementado durante o programa e o que ainda precisa ser implantado para atingir o objetivo proposto pelo CAES. Para a verificação da eficiência do programa, foi avaliada a variação no consumo de água e energia da empresa. A Figura 1 apresenta um fluxograma das etapas seguidas na aplicação desta pesquisa.

Figura 1 - Etapas metodológicas.



Fonte: Autora, 2019.

#### 4.1. Área de estudo

A Companhia Brasileira de Trens Urbanos (CBTU) é uma empresa de transporte público, cuja missão é promover e prover a mobilidade urbana por meio do transporte de passageiros sobre trilhos, como agente do Governo Federal, contribuindo para a qualidade de vida e desenvolvimento sustentável das cidades.

O sistema objeto do presente estudo está situada na região metropolitana de João Pessoa, capital do estado da Paraíba. O referido sistema metroferroviário abrange 4 cidades paraibanas, sendo elas: Santa Rita, Bayeux, João Pessoa e Cabedelo, sendo administrado pela CBTU através da Superintendência de Trens Urbanos de João Pessoa (STU-JOP) desde 1984, com sede em João Pessoa, no bairro do Varadouro. Em anexo à sede administrativa da empresa, funciona a estação de João Pessoa, sendo esta a estação mais movimentada do sistema.

Figura 2 - Sede da CBTU João Pessoa

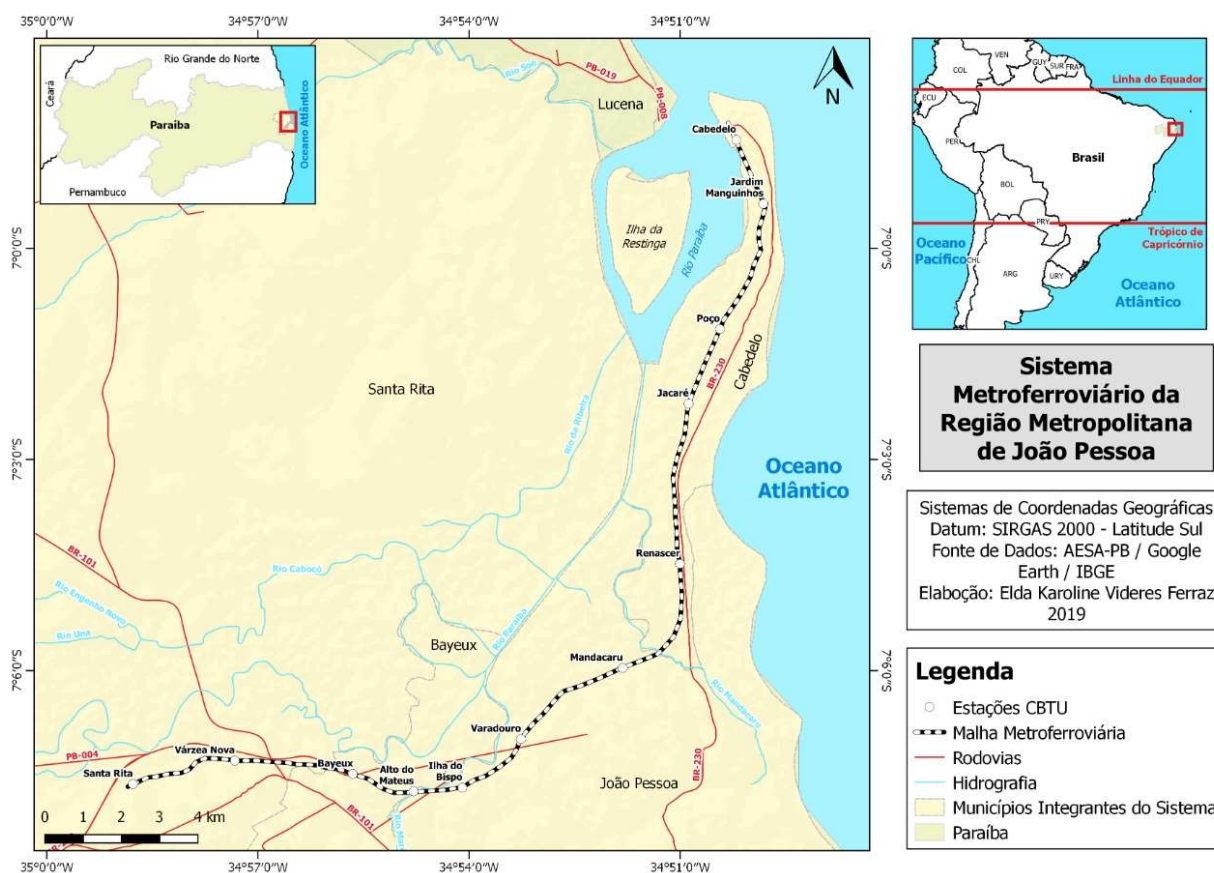


Fonte: Autora, 2019.

O sistema possui 30 quilômetros de extensão linear, sendo composto por 12 estações, uma oficina de manutenção elétrica e mecânica de trens, um almoxarifado e um prédio administrativo anexo ao edifício sede, totalizando uma área construída de 12.310 m<sup>2</sup>. (CARNEIRO & PEREIRA, 2017). Os funcionários da STU-JOP estão distribuídos nos setores de Administração, Operação e Manutenção. São as 12 estações: Santa Rita (CZR), Várzea Nova (CVN), Bayeux (CBX), Alto do Mateus (CAM), Ilha do Bispo (CIB), João Pessoa (CJP), Mandacaru (CMD), Renascer (CRR), Jacaré (CRE), Poço (CPC), Jardim Manguinhos (CJM) e Cabedelo (CCL), onde duas estações se encontram na cidade de Santa Rita, uma na cidade de Bayeux, quatro na cidade de João Pessoa e cinco em Cabedelo; sendo dois trens urbanos que realizam 28 viagens por dia (CBTU, 2019).

Para este estudo, foram consideradas todas as estações de trem que existem atualmente no sistema da empresa, além da oficina de manutenção elétrica e mecânica de trens e do setor de almoxarifado que se encontram em anexo à Estação de Cabedelo, e também a sede da STU-JOP e o prédio administrativo. A Figura 3 apresenta um mapa da linha metroferroviária da Região Metropolitana de João Pessoa e suas estações.

Figura 3 - Mapa do sistema metroferroviário da região metropolitana de João Pessoa – PB.



Fonte: Autora, 2019.

#### 4.2. Levantamento de dados

O processo de levantamento de dados foi realizado em duas etapas entre os meses de agosto e setembro de 2018. A primeira etapa, realizada entre os meses de agosto e setembro de 2018, foi um levantamento quanti-qualitativo das unidades consumidoras de água e a quantificação das lâmpadas existentes em todas as estações e prédios do sistema metroferroviário de João Pessoa, para a posterior análise da situação do programa CAES. A segunda etapa consistiu na obtenção de dados e informações do consumo de água e energia na empresa, a partir de faturas mensais dos anos de 2015 a 2018, para assim serem verificadas as eficiências do programa na redução do consumo de água e energia na empresa. Além disso, foi obtido dos dados do levantamento realizado pela equipe do CAES no ano de 2017, tanto para as unidades consumidoras de água quanto para as lâmpadas da empresa, para que seja feita uma análise comparativa do andamento do programa entre o primeiro e segundo ano de implantação.

Foi efetuada também uma contagem dos empregados por posto de trabalho da STU-JOP, bem como o número estimado de usuários por dia, a fim de quantificar o consumo de água *per capita* na empresa. Na Tabela 2 se encontra um resumo dos dados levantados nesta etapa.

Tabela 2 - Resumo dos dados obtidos no levantamento

<b>Fonte</b>	<b>Dados</b>
<b>Vistorias <i>in loco</i></b>	Água: Quantidade de itens consumidores por tipo, situação do item e vazão estimada de perdas por vazamento. Energia: Quantidade de lâmpadas por categoria.
<b>Faturas da CAGEPA</b>	Leitura do consumo mensal de água (m <sup>3</sup> ) entre os anos de 2015 e 2018
<b>Faturas da ENERGISA</b>	Leitura do consumo mensal de energia (kWh) entre os anos de 2015 e 2018
<b>Levantamento CAES 2017</b>	Obtenção dos dados do ano de 2017 dos itens consumidores de água e sua situação, quantidade e tipo de lâmpadas.

Fonte: Autora, 2019.

#### 4.2.1. Vistorias *in loco*

Foi realizado o levantamento das unidades consumidoras de água e de energia em todos os prédios e estações do sistema metroferroviário de João Pessoa, a partir de vistorias *in loco* juntamente com a equipe do CAES, sendo a ordem de visitas em cada estação definida pela própria equipe do programa, de acordo com a disponibilidade da equipe.

##### 4.2.1.1. Unidades consumidoras de água

Este levantamento foi realizado com o objetivo de quantificar as unidades consumidoras de água, tais como torneiras, descargas, chuveiros, etc, em toda a STU-JOP, além de avaliar as condições dos aparelhos hidráulicos a fim de identificar a existência de vazamentos ou de dispositivos com algum defeito, que possa gerar algum problema no consumo de água do local, como também foi estimado o volume perdido de água nas instalações que apresentaram vazamentos. Além disto, foi levantado o tipo de aparelho

hidráulico existente, com a finalidade de quantificar aparelhos com implantação de dispositivos economizadores de água. O formulário utilizado pode ser encontrado no Apêndice I.

#### 4.2.1.2.Quantificação das lâmpadas

O foco deste levantamento foi apenas as lâmpadas, sendo escolhido apenas esses itens pois foi baseado no indicador do CAES que quantifica o percentual de lâmpadas de LED na empresa. Além disso, existe uma disponibilidade de estudo apenas destes itens, quando comparado a outros componentes elétricos do sistema, que também necessitam de acompanhamento de eficiência energética, porém ainda não foram avaliados pelo CAES.

Este levantamento teve como objetivo quantificar as lâmpadas em funcionamento em toda STU-JOP, portanto sendo descartadas da contagem as lâmpadas queimadas ou que por algum motivo não funcionavam. Também foram classificadas estas lâmpadas de acordo com seu tipo (fluorescentes, incandescentes, LEDs e outras). O formulário utilizado para este levantamento encontra-se no Apêndice II.

#### 4.2.2. Dados do consumo de água e energia na empresa

O levantamento do consumo de água e energia da STU-JOP foi feita através das faturas mensais desses recursos, nos anos de 2015, 2016, 2017 e 2018. A escolha desses anos foi devido ao tempo de implantação do CAES na empresa, pois o programa foi implementado em janeiro de 2017 e, para o desenvolvimento desta pesquisa, foi considerado os dados até dezembro de 2018, sendo assim dois anos de implantação do programa, portanto, foi escolhido também os dois anos anteriores da implantação, de janeiro de 2015 a dezembro de 2016, para a realização da análise, para que seja feita uma análise temporal igualitária do antes e depois da implantação do CAES.

##### 4.2.2.1.Consumo de água

Para a análise do consumo de água, a STU-JOP possui no total 17 hidrômetros, distribuídos pelas estações de trem e outros prédios da empresa, que geram faturamento, sendo a responsável pela geração dessas faturas a concessionária de abastecimento de água potável da Paraíba, Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA). A Tabela 3 apresenta as estações e locais onde estão instalados os hidrômetros. Os dados obtidos das faturas foram fornecidos pela equipe do CAES, sendo utilizado os valores dos volumes consumidos mensalmente ( $m^3/mês$ ) em todos os hidrômetros instalados na STU-JOP.

Tabela 3 - Localização dos hidrômetros da STU-JOP

<b>Local</b>	<b>Endereço</b>	<b>Município</b>
CAM	Rua Luiz Jacinto, S/N	João Pessoa
CBX	Rua Gustavo Maciel Monteiro, S/N	Bayeux
CCL	Rua Cleto Campelo, 200	Cabedelo
CIB	Av. Redenção, 887	João Pessoa
CIB	Av. Redenção, 887	João Pessoa
CJM	Rua Antônio Paulino Serrano, S/N	Cabedelo
CJP	Pc. Napoleão Laureano, S/N	João Pessoa
CMD	Rua São Pedro, S/N	João Pessoa
CMD	Rua São Pedro, S/N	João Pessoa
CMD	Rua São Pedro, S/N	João Pessoa
CPC	Rua Honório Patrício Santos, S/N	Cabedelo
CRE	Rua Dr. Jair Cunha Cavalcanti, S/N	Cabedelo
CRR	Av. Ambrósio Miranda Araújo, S/N	Cabedelo
CVN	Av. Cel. Mendes Ribeiro, S/N	Santa Rita
CZR	Pc. Venâncio Neiva, 198	Santa Rita
JOP	Pc. Napoleão Laureano, S/N	João Pessoa
OFICINA	Rua Cleto Campelo, 200	Cabedelo

Fonte: Adaptado de CBTU, 2017.

#### 4.2.2.2. Consumo de Energia

Em relação ao consumo de energia na CBTU João Pessoa, foi feito um levantamento das faturas dos anos escolhidos, geradas pela ENERGISA que é a distribuidora de energia na Paraíba. A STU-JOP possui 14 medidores de energia instalados que geram faturamento mensal, distribuídos entre os prédios e estações da empresa. Na tabela 4 é apresentada a localização dos medidores de energia. Os valores dos consumos de energia mensal (KWh/mês) foram obtidos através da equipe do CAES, que disponibilizou os dados das faturas de energia da empresa.



Tabela 4 - Localização dos medidores de energia da STU-JOP.

Local	Endereço	Município
ALMOXARIFADO	Rua Cleto Campelo, S/N	Cabedelo
CAM	Rua Luiz Jacinto, S/N	João Pessoa
CBX	Rua Gustavo Maciel Monteiro, S/N	Bayeux
CCL	Rua Cleto Campelo, 200	Cabedelo
CIB	Av. Redenção, 887	João Pessoa
CJM	Rua Antônio Paulino Serrano, S/N	Cabedelo
CMD	Rua São Pedro, S/N	João Pessoa
CPC	Rua Honório Patrício Santos, S/N	Cabedelo
CRE	Rua Dr. Jair Cunha Cavalcanti, S/N	Cabedelo
CRR	Av. Ambrósio Miranda Araújo, S/N	Cabedelo
CVN	Av. Cel. Mendes Ribeiro, S/N	Santa Rita
CZR	Pc. Venâncio Neiva, 198	Santa Rita
JOP	Pc. Napoleão Laureano, S/N	João Pessoa
OFICINA	Rua Cleto Campelo, 200	Cabedelo

Fonte: Adaptado de CBTU, 2017.

#### 4.3. Diagnóstico das instalações hidrossanitárias

O diagnóstico das instalações hidrossanitárias foi realizado a partir dos dados adquiridos na etapa de levantamento. Esta etapa é bastante relevante, pois a detecção de vazamentos e de aparelhos com defeito é uma das medidas mais importantes para reduzir o desperdício de água, e é a partir desse diagnóstico das instalações que se faz possível elaborar planos e ações a serem feitas iniciando pelo ponto mais crítico do sistema que, na maioria das vezes, é a correção dos vazamentos detectados.

Para os aparelhos hidrossanitários da empresa, contabilizados nas visitas *in loco*, que apresentavam algum tipo de vazamento, foram feitas estimativas de modo mais superficial da vazão que estava sendo perdida. As estimativas foram feitas com o auxílio da Tabela 6, fornecida por Sautchúk *et al.* (2005), que apresenta o volume estimado perdido em aparelhos que apresentem algum tipo de vazamento.

A análise foi feita apenas com a visualização da vazão que estava sendo desperdiçada no vazamento e comparando com o tipo de vazamento apresentado na Tabela 5.

Tabela 5 - Volumes estimados perdidos em vazamentos

Aparelho/equipamento sanitário		Perda estimada
<b>Torneiras (de lavatório, de pia, de uso geral)</b>	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
	Vazamento no flexível	0,86 litros/dia
<b>Mictório</b>	Filetes visíveis	144 litros/dia
	Vazamento no flexível	0,86 litros/dia
	Vazamento no registro	0,86 litros/dia
<b>Bacia sanitária com válvula de descarga</b>	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)
<b>Chuveiro</b>	Vazamento no registro	0,86 litros/dia
	Vazamento no tubo de alimentação junto da parede	0,86 litros/dia

Fonte: Adaptado de Sautchúk *et al.*, 2005.

Esta metodologia de estimativa de vazamentos fornecida por Sautchúk *et al.* (2005) não explica como identificar cada tipo de vazamento, fazendo com que a estimativa seja feita de forma intuitiva por quem esteja utilizando esta tabela, a partir da visualização da vazão que está sendo perdida.

#### 4.4. Análise do andamento do CAES

Em relação à análise da eficiência do programa, foi realizado um estudo comparativo dos dados de consumo de água e energia da empresa no período antes da implantação do programa e após a implantação do programa, com o intuito de observar a real efetividade e eficiência do programa nas faturas de água e energia da empresa.

Para o consumo de água, essa comparação foi feita a partir dos dados de consumo mensal ( $\text{m}^3/\text{mês}$ ) desse recurso nos anos de 2015 e 2016 com os anos de 2017 e 2018. Para o consumo de energia foi feito o mesmo procedimento, em que foram estudados os dados do consumo desse recurso no período pré CAES e pós CAES, buscando visualizar se houve redução no consumo graças à implantação do programa. Além disso, foi estudado o consumo mensal em cada estação da empresa, com o propósito de identificar as estações com melhores resultados na redução do consumo e as estações que apresentaram os piores resultados.

Outra análise feita foi a comparação do andamento do programa do primeiro para o segundo ano de implantação, ou seja, foi analisado do andamento do programa no ano de 2018, com o propósito de apurar se o Plano de Ação do programa no ano de 2018 foi executado e o quanto ele contribuiu para o andamento do programa.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir das informações coletadas nas visitas *in loco*, foi constatado que das 12 estações existentes no sistema metroferroviário, apenas 5 delas possuem banheiros para os passageiros, sendo também as maiores estações do sistema. As estações são: Santa Rita, João Pessoa, Mandacaru, Jardim Mangueiros e Cabedelo. Além disso, foi informado pela empresa que a média de usuários por dia seria de 7500 pessoas. Assim, já que o número de passageiros por dia é apenas uma estimativa e a quantidade de estações que oferecem banheiros para a utilização dos usuários é de apenas 5, para os resultados não foram considerados os passageiros, sendo assim considerou-se apenas os funcionários por postos de trabalho da CBTU.

O número de postos de trabalho na empresa, encontrado no levantamento, varia de acordo com a necessidade da estação, onde as estações pequenas só tem a necessidade de 1 operador enquanto que estações maiores demandam um maior número de funcionários. Na Tabela 6 encontra-se o número de postos de trabalho por estação e prédios da empresa.

Tabela 6 - Quantidade de funcionários por postos de trabalho por prédio da CBTU.

<b>Estação</b>	<b>Número de postos de trabalho</b>
CIB	1
CAM	1
CZR	5
CVN	1
CBX	1
CJM	1
CPC	1
CRE	1
CRR	1
CMD	4
Almoxarifado	2
Oficina	33
CCL	6
JOP	100
Total	158

Fonte: Autora, 2018.

Outro dado obtido foi que no ano de 2017, ano da implantação do programa CAES na CBTU, houve um aumento de 15% do corpo de funcionários da empresa. Dessa forma, para as análises dos dados antes da implantação do programa foi considerado o número atual de funcionários por postos de trabalho com uma redução de 15%, chegando ao número de 134 empregados por postos de trabalho na empresa.

#### 5.1. Situação dos itens consumidores de água

Foi encontrado no levantamento, um panorama geral da situação dos itens hidrossanitários na CBTU, separando-os de acordo com o tipo de item e a sua situação. Durante o levantamento não foi identificado nenhuma bacia sanitária com o dispositivo de acionamento dual flush, que através do seu duplo acionamento, permite que você escolha entre descarga completa (6 litros) ou meia-descarga (3 litros). Também não foi observada nenhuma torneira com acionamento automatico, apenas foram encontrados torneiras com dispositivos arejadores. Na Tabela 7 é apresentado o resultado da situação dos itens consumidores de água da CBTU.

Tabela 7 - Situação dos aparelhos hidrossanitários da CBTU.

Itens	Situações para observação			
	Vazamento	Defeito	Boas condições	Total
Cuba	0	2	67	69
Torneira sem arejador	6	4	61	71
Torneira com arejador	0	0	5	5
Bacia sanitária com descarga acoplada	8	4	31	43
Bacia sanitária com descarga de corda	7	5	12	24
Chuveiro	0	1	18	19
Mictório	1	0	3	4
Ducha	0	0	6	6
Total de Itens				241

Fonte: Autora, 2019.

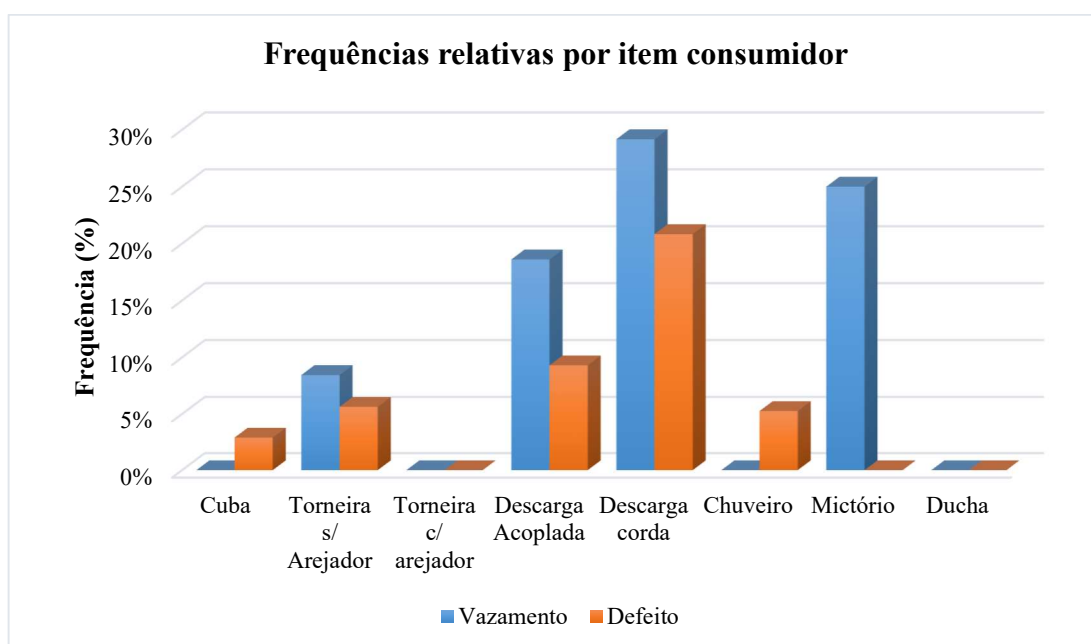
As estações que apresentaram maior número de vazamentos foram a estação de Santa Rita, com 4 itens com vazamento, e as estações de João Pessoa junto com o prédio administrativo da empresa e de Cabedelo juntamente com o prédio da oficina de trens, apresentando 6 itens com o problema cada uma. Estas três estações são as maiores do sistema metroferroviário de João Pessoa, sendo assim, elas possuem também um maior número de itens consumidores de água.

De acordo com a equipe do CAES, das cinco torneiras encontradas que continham arejador, apenas uma delas foi colocada depois da implantação do programa, enquanto que as outras quatro torneiras eram arejadores antes mesmo do início do programa de sustentabilidade. O total de torneiras com dispositivos arejadores representa apenas cerca de 2% do total de torneiras da CBTU.

O item que apresentou maior número de vazamentos e defeitos foi a bacia sanitária, com um total de 24 itens apresentando problemas, seguido das torneiras que não possuíam arejador, com um total de 10 torneiras apresentando defeitos. No Gráfico 1 é apresentado a frequência relativa dos vazamentos e defeitos, encontrados no levantamento no ano de 2018, de acordo com a quantidade de cada item consumidor de água.

Os itens que apresentaram defeitos foram aqueles que seu funcionamento estava prejudicado por alguma falha no item mas que não apresentava nenhuma perda de água no mesmo.

Gráfico 1 - Frequência relativa dos itens com problemas.



Fonte: Autora, 2019.

É notório que a quantidade de vazamentos encontrados no sistema hidrossanitário da CBTU é consideravelmente maior que dos itens que apresentam defeitos. Estes resultados demonstram que há uma necessidade de controle dos vazamentos, principalmente nas bacias sanitárias com descarga com corda, que representa cerca de 30% de todas as bacias deste tipo na empresa; nos mictórios, onde as unidades com vazamento chegam a ser um quarto (25%) da totalidade de mictórios existentes na CBTU; e, das bacias sanitárias com descarga acoplada, representando cerca de 19% das bacias deste modelo que apresentam algum tipo de vazamento.

Em relação ao avanço do programa no ano de 2018, a partir dos dados obtidos do levantamento realizado pela equipe do CAES no ano de 2017, foi gerada uma tabela comparativa com a evolução do programa. Com exceção da cuba, da bacia sanitária com descarga acoplada e do mictório, os itens apresentaram uma redução no número de problemas relacionados a vazamentos e defeitos, mostrando que o programa está surtindo efeito no que se refere a redução de itens consumidores de água que apresentam algum tipo de problema. A Tabela 8, a seguir, apresenta os resultados do estudo comparativo.

Tabela 8 - Comparativo do avanço do Programa CAES entre os anos de 2017 e 2018

Itens	Comparação 2018 x 2017	
	Vazamento	Defeito
Cuba.	0,00%	2,90%
Torneira s/ Arejador.	-0,78%	-6,67%
Torneira c/ arejador.	0,00%	0,00%
Descarga Acoplada	6,41%	-7,77%
Descarga corda.	-0,83%	-4,17%
Chuveiro.	-10,00%	-14,74%
Mictório	5,00%	-60,00%
Ducha.	0,00%	0,00%

Fonte: Autora, 2019.

O item que demonstrou a maior melhora foi o chuveiro, que apontou uma redução de 10% dos itens com vazamento e cerca de 15% dos itens com outros defeitos, seguido das bacias sanitárias com descarga com corda e das torneiras sem dispositivos arejadores, indicando uma redução, respectivamente, de 0,83% e 0,78% nos vazamentos, e diminuição de

4,17% e 6,67% na apresentação de defeitos. Os itens como a cuba, a torneira com dispositivo arejador e a ducha, permaneceram praticamente inalterados em relação à apresentação problemas no ano de 2018. Já as bacias sanitárias com descarga acoplada e os mictórios exibiram um aumento no número de vazamentos e uma redução no número de itens com defeito, aumento de 5% nos vazamentos contrastando com uma redução de 60% nos itens com defeito para os mictórios, e um crescimento de 6,41% nos vazamentos e uma diminuição de cerca de 7,8% nos defeitos para as bacias sanitárias com descarga acoplada.

Com relação a situação geral da empresa, no ano de 2018, observando os itens consumidores de água, foi gerada uma tabela (Tabela 9) com as quantidade encontrada em cada variável e relacionando com o número total de itens consumidores de água. Realizando também um comparativo geral com a situação no ano de 2017.

Tabela 9 - Situação geral dos itens consumidores de água na CBTU.

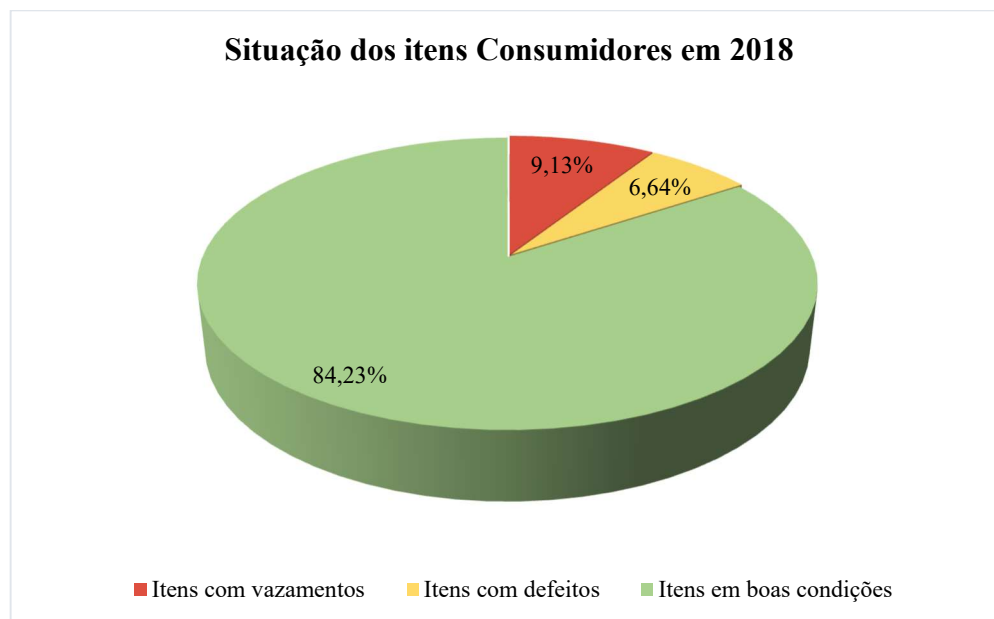
Variáveis	Quantidade	Frequência 2018	Comparativo 2017 x 2018
Itens com vazamentos	22	9,13%	2,04%
Itens com defeitos	16	6,64%	-3,44%
Itens em boas condições	203	84,23%	2,89%
Total de itens	241	100,00%	

Fonte: Autora, 2019.

A situação geral da empresa no ano de 2018, em relação aos itens consumidores de água é boa, visto que 84,23% dos aparelhos hidrossanitários se encontram em bom estado. Com relação ao comparativo entre os 2 anos de aplicação do programa, nota-se que houve um pequeno aumento no número de aparelhos que apresentam vazamentos, mas por outro lado se constatou que ocorreu uma diminuição nos itens com defeito e um aumento nos itens em boas condições, isso mostra o empenho e a eficiência do CAES na busca pelo consumo sustentável da água. Foi gerado também um gráfico (Gráfico 2) para melhor visualizar a situação dos itens consumidores de água na empresa.



Gráfico 2 - Situação geral dos itens consumidores de água



Fonte: Autora, 2019.

Após a vistoria das instalações, foram constatados itens que apresentavam alguma característica que poderia impactar no consumo de água da empresa, em que pelo menos 9% dos itens apresentavam vazamentos e aproximadamente 6,6% algum tipo de defeito que afetava no consumo de água de forma direta ou indiretamente.

#### 5.1.1. Estimativa dos Vazamentos

No que se refere a estimativa de perdas por vazamentos de água nos itens que apresentaram este problema, com o auxílio da tabela de Sautchúk *et al.* (2005), buscou-se estimar o volume perdido em cada item. Dessa forma, foram contabilizados os vazamentos de acordo com o seu tipo, e vazão estimada perdida. Os resultados da estimativa do volume perdido, bem como os tipos de vazamentos encontrados na CBTU, podem ser observados a seguir, na Tabela 10.

Tabela 10 – Volume estimado de água perdido por vazamentos.

<b>Tipos de vazamentos encontrados</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Volume perdido (l/dia)</b>
Filetes visíveis	16	2304
Gotejamento lento	2	16
Gotejamento médio	2	30
Gotejamento muito rápido	1	35
Filete Ø 2 mm	1	150
Total	22	2535

Fonte: Autora, 2019.

O volume estimado perdido por dia chega a um valor de 2535 litros por dia em toda a empresa, o que representa por mês 76 m<sup>3</sup> de água desperdiçados apenas pelos vazamentos visíveis, podendo ressaltar que além desses vazamentos há a possibilidade de existir perdas de água através das tubulações de distribuição ou por meio de furtos de água.

Utilizando uma consulta à estrutura tarifária de 2018 da CAGEPA, o valor do consumo de água para a categoria de uso público para um consumo de até 10 m<sup>3</sup> é de R\$ 76,83, e para cada metro cúbico consumido a mais cobra-se o valor de R\$ 12,89. Portanto, foi calculado o valor gasto CBTU para a perda de água por vazamentos de 76 m<sup>3</sup> por mês e encontrou que o custo chega a ser de R\$ 927,57 por mês. Em um ano, estima-se que a CBTU, na STU JOP, gasta em média, com perdas de água por vazamento, um valor aproximado de R\$ 11.130,00. Este valor gasto poderia estar sendo utilizado em outras necessidades da empresa.

## 5.2. Situação das lâmpadas

As lâmpadas constituem um fator importante no consumo de energia, pois, como já mencionado anteriormente, as lâmpadas LED são mais eficientes e possuem um tempo de vida mais longo que os outros tipos de lâmpada. Dessa forma, foram contabilizadas as lâmpadas existentes na CBTU, identificadas de acordo com seu tipo, sendo elas fluorescente, incandescente, LED ou outros. As lâmpadas classificadas na categoria outros variavam seu tipo entre lâmpadas de vapor de mercúrio e refletores. O resultado do levantamento é apresentado a seguir, na Tabela 11.

Tabela 11 - Levantamento da quantidade de lâmpadas.

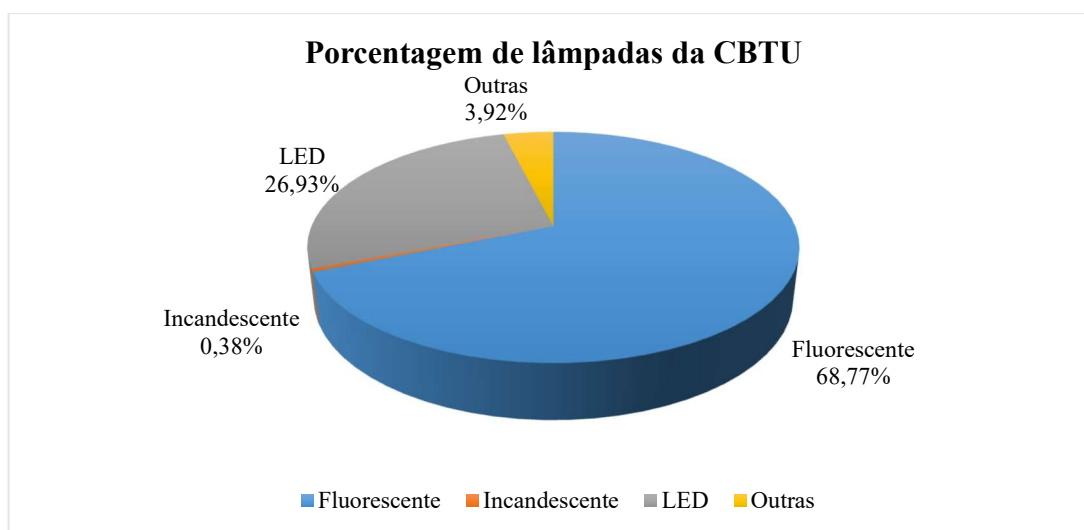
<b>Tipos de lâmpada</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Porcentagem em relação ao total (%)</b>
Fluorescente	544	68,77%
Incandescente	3	0,38%
LED	213	26,93%
Outras	31	3,92%
Total	791	

Fonte: Autora, 2019.

Os resultados apresentados na Tabela 13 apontam que na empresa, mais da metade das lâmpadas existentes são do tipo fluorescente, atingindo um percentual de quase 69% do total de lâmpadas em funcionamento, enquanto que as lâmpadas LED são apenas aproximadamente 27% das lâmpadas existentes na empresa.

Em relação às lâmpadas incandescentes, não era esperado encontrar durante o levantamento, visto que as lâmpadas fluorescentes, que estão há mais tempo no mercado e mais acessíveis do que as lâmpadas LED são mais eficientes. Porém, ainda foram encontradas 3 lâmpadas incandescentes nos prédios da empresa, representando apenas 0,4% da porcentagem total de lâmpadas. O gráfico a seguir (Gráfico 3) apresenta os dados da porcentagem de cada tipo de lâmpada na CBTU João Pessoa.

Gráfico 3 - Porcentagem por tipo de lâmpada existente na CBTU João Pessoa



Fonte: Autora, 2019.

Com o objetivo de analisar o potencial de troca de lâmpadas incandescentes e fluorescentes por lâmpadas LED em cada estação de trem e prédio da empresa, a Tabela 12 apresenta a quantidade de lâmpadas por estação, quantas delas são lâmpadas LED, como também a frequência relativa entre o total de lâmpadas LED e o total de lâmpadas da estação.

Tabela 12 - Lâmpadas LED por prédio da empresa.

Situação das lâmpadas 2018					
Estação	Total de Lâmpadas LED	Total de outras lâmpadas	Total	Frequência Relativa	
				LED	Outras
ALMOXARIFADO	10	24	34	29,4%	70,6%
CAM	1	2	3	33,3%	66,7%
CBX	0	8	8	0,0%	100,0%
CCL	5	41	46	10,9%	89,1%
CIB	5	5	10	50,0%	50,0%
CJM	0	14	14	0,0%	100,0%
CJP	6	70	76	7,9%	92,1%
CMD	3	60	63	4,8%	95,2%
CPC	1	8	9	11,1%	88,9%
CRE	0	10	10	0,0%	100,0%
CRR	4	27	31	12,9%	87,1%
CVN	0	16	16	0,0%	100,0%
CZR	8	17	25	32,0%	68,0%
JOP	107	170	277	38,6%	61,4%
OFICINA	63	97	160	39,4%	60,6%
SALA TREINA	0	9	9	0,0%	100,0%

Fonte: Autora, 2019.

A estação com o melhor índice de lâmpadas LED é a estação da Ilha do Bispo, que dispõe de 50% do seu total de lâmpadas, de um total de 10 lâmpadas existentes e em funcionamento na estação. Em seguida tem-se a oficina de trens com 39,4% das lâmpadas sendo do tipo LED, abrangendo um total de 160 lâmpadas. É importante ressaltar que na oficina, mesmo sendo um local aberto e possuindo a entrada de luz solar em alguns pontos da

estrutura, as lâmpadas permanecem ligadas durante o dia, como é possível observar na Figura 4.

Figura 4 - Lâmpadas da oficina de trens da CBTU.



Fonte: Autora, 2019.

Em alguns pontos da estrutura da oficina é realmente necessário o grande número de lâmpadas, como por exemplo no dique onde são feitos os reparos na parte inferior dos trens, visto que o espaço fica escuro, impossibilitando o conserto dos trens. A oficina possui dois diques para reparo dos trens, cada dique possui em média 40 lâmpadas, onde 22 lâmpadas em cada dique são do tipo LED. Na Figura 5a mostra-se a vista externa do dique com um trem para reparação estacionado no local, e na Figura 5b é mostrada a iluminação contida dentro do mesmo dique.

Figura 5 - Dique de reparo de trens: vista externa (a), vista interna das lâmpadas (b).



(a)

(b)

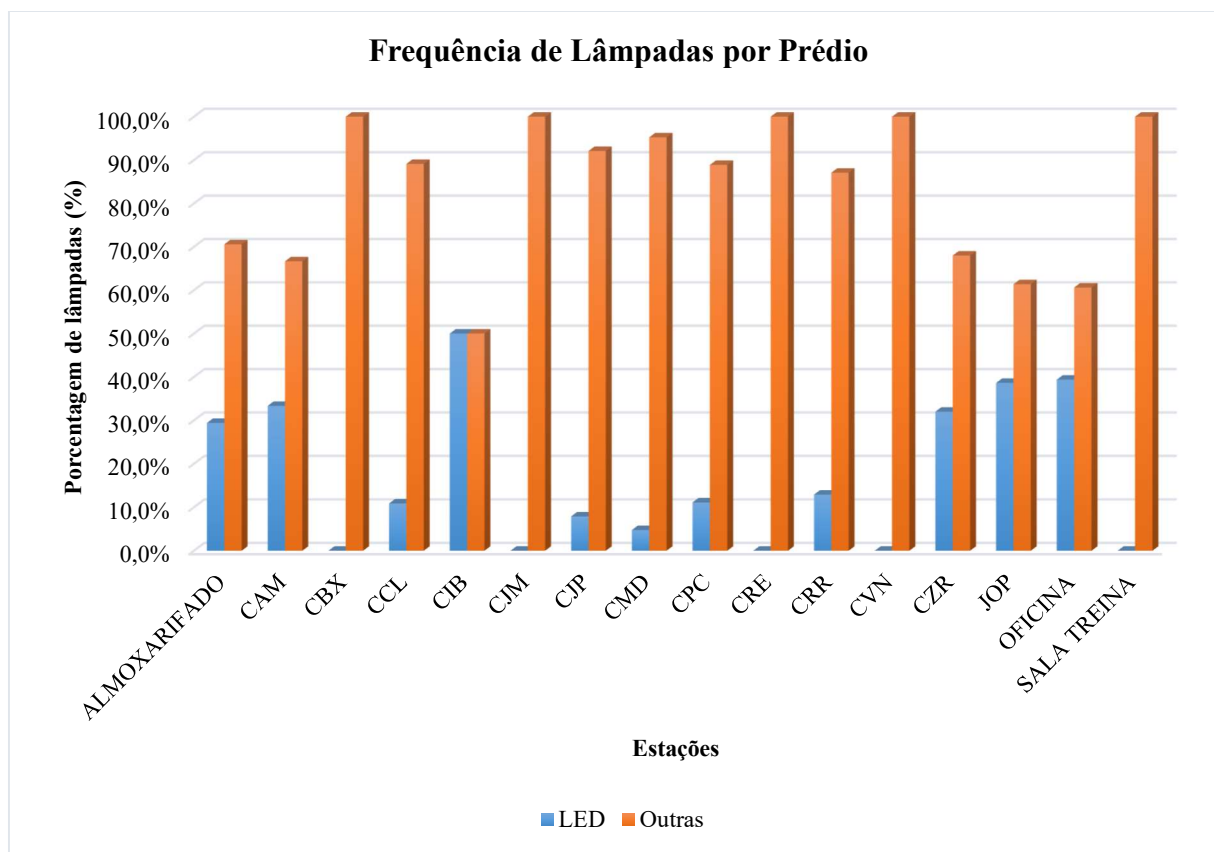
Fonte: Autora, 2019.

Por outro lado, o programa de consumo sustentável na questão de troca das lâmpadas ainda não se mostrou eficiente em algumas estações e prédios da empresa, onde o número de lâmpadas do tipo LED é nulo. As quatro estações que ainda não possuem nenhum tipo de lâmpada LED são: estação de Bayeux, Jacaré, Jardim Manguinhos e Varzea Nova. Além de outras estações, como a CAM, que têm apenas uma lâmpada do tipo LED.

Com relação a quantidade de lâmpadas, o prédio que apresenta maior número é o prédio da administração da empresa (JOP), que se encontra junto com a estação de João Pessoa (CJP), possuindo um total de 323 lâmpadas, sendo 113 lâmpadas do tipo LED. Na área administrativa da empresa, a porcentagem de lâmpadas LED está entre as maiores da empresa, com 38,6%.

A partir do exposto, o Gráfico 4 foi gerado para apresentar de forma mais clara a frequência de lâmpadas LED em cada uma das estações, visando a facilidade de visualização das estações com pior resultado na troca de lâmpadas convencionais por lâmpadas LED mais eficientes.

Gráfico 4 - Comparativo entre lâmpadas LED e outros tipos, por prédios da CBTU.



Fonte: Autora, 2019.

A discrepância entre a frequência das lâmpadas LED e os outros tipos de lâmpadas ainda se mostra muito grande em praticamente todos os prédios da empresa, indicando que ainda existe muito a se fazer para chegar em um dos objetivos do programa, que é a troca por lâmpadas LED. Um motivo pelo qual a troca de lâmpadas acontece mais lentamente é porque a empresa espera a lâmpada em funcionamento queimar para que seja feita a troca, dessa forma a velocidade de troca também depende da vida útil das lâmpadas instaladas anteriormente.

Com relação ao avanço do programa entre os anos de 2017 e 2018, no que se refere à troca de lâmpadas, foram obtidos dados quantitativos do levantamento feito pela equipe do CAES nos meses de janeiro, início da implantação do programa, e junho de 2017, e então foi gerada uma tabela comparativa (Tabela 13) para a avaliação da evolução do programa com relação a esses dados de dois meses obtidos com a empresa.

Tabela 13 - Evolução da troca de lâmpadas na CBTU João Pessoa entre os anos de 2017 e 2018.

<b>Comparação 2017 x 2018</b>					
<b>Tipo de lâmpada</b>	<b>Quantidade em Janeiro de 2017</b>	<b>Quantidade em Junho de 2017</b>	<b>Quantidade em 2018</b>	<b>Comparação Janeiro de 2017 x 2018</b>	<b>Comparação Junho de 2017 x 2018</b>
Fluorescentes	538	327	544	6	217
Incandescente	1	1	3	2	2
LED	148	135	213	65	78
Outras	71	59	31	-40	-28
Total	758	522	791	33	269

Fonte: Autora, 2019.

De acordo com o levantamento disponibilizado pela equipe do programa, houve uma variação considerável no número total de lâmpadas no ano de 2017. O único tipo de lâmpada que apresentou redução no seu número foram as classificadas como Outras, em que na comparação com o levantamento no início do programa e o realizado no ano de 2018 a redução foi de 40 lâmpadas, enquanto que com junho de 2017 a redução foi de 28 lâmpadas, mostrando uma diminuição constante durante a implantação do programa.

Há dois anos a CBTU compra apenas lâmpadas LED, sendo assim refletido no aumento na sua quantidade, chegando a um crescimento de 65 lâmpadas comparado com o mês de janeiro de 2017 e um aumento de 78 lâmpadas em relação ao mês de junho de 2017, o que significa que a troca de lâmpadas que chegaram ao fim da sua vida útil por lâmpadas LED está acontecendo.

Já com relação as lâmpadas fluorescentes o resultado revelou um acentuado crescimento quando comparado os dados de junho de 2017 com o levantamento de 2018, apontando um aumento de 217 lâmpadas fluorescentes. Porém, quando comparado com o levantamento realizado pelo CAES, em janeiro o aumento encontrado foi de apenas 6 lâmpadas. Isso pode sugerir algum erro na vistoria das lâmpadas, que foi realizado no mês de junho de 2017.

O aumento no número de lâmpadas fluorescentes pode ser explicado pela substituição de lâmpadas quebradas, furtadas ou sem funcionamento pelas mesmas, gerando um aumento total no número de lâmpadas na empresa.



Para as lâmpadas incandescentes também houve um pequeno acréscimo no seu número, passando de apenas 1 para 3 lâmpadas. Esse aumento não é tão significativo no total de lâmpadas da empresa, mas mostra que a substituição total de lâmpadas incandescentes ainda precisa de uma atenção. Uma justificativa para a existência dessas lâmpadas é que os locais onde elas se encontram são mais suscetíveis a furtos e danos, não compensando a substituição das mesmas.

### 5.3. Análise do consumo de água

A análise do consumo mensal de água da CBTU mostrou que a empresa durante os dois anos de implantação do programa não desenvolveu melhora no volume consumido em comparação com os dois anos antes da implantação do programa. A média de consumo de água nos 24 meses de implantação apresentou um crescimento de 37% em relação à média consumida nos dois anos antes do CAES, o que significa um aumento no valor pago nas contas de água. Os resultados da análise foram divididos em período pré CAES para os anos de 2015 e 2016, e período pós CAES para os anos de 2017 e 2018, os valores encontrados são apresentados a seguir, na Tabela 14.

Tabela 14 - Dados do consumo geral de água na CBTU.

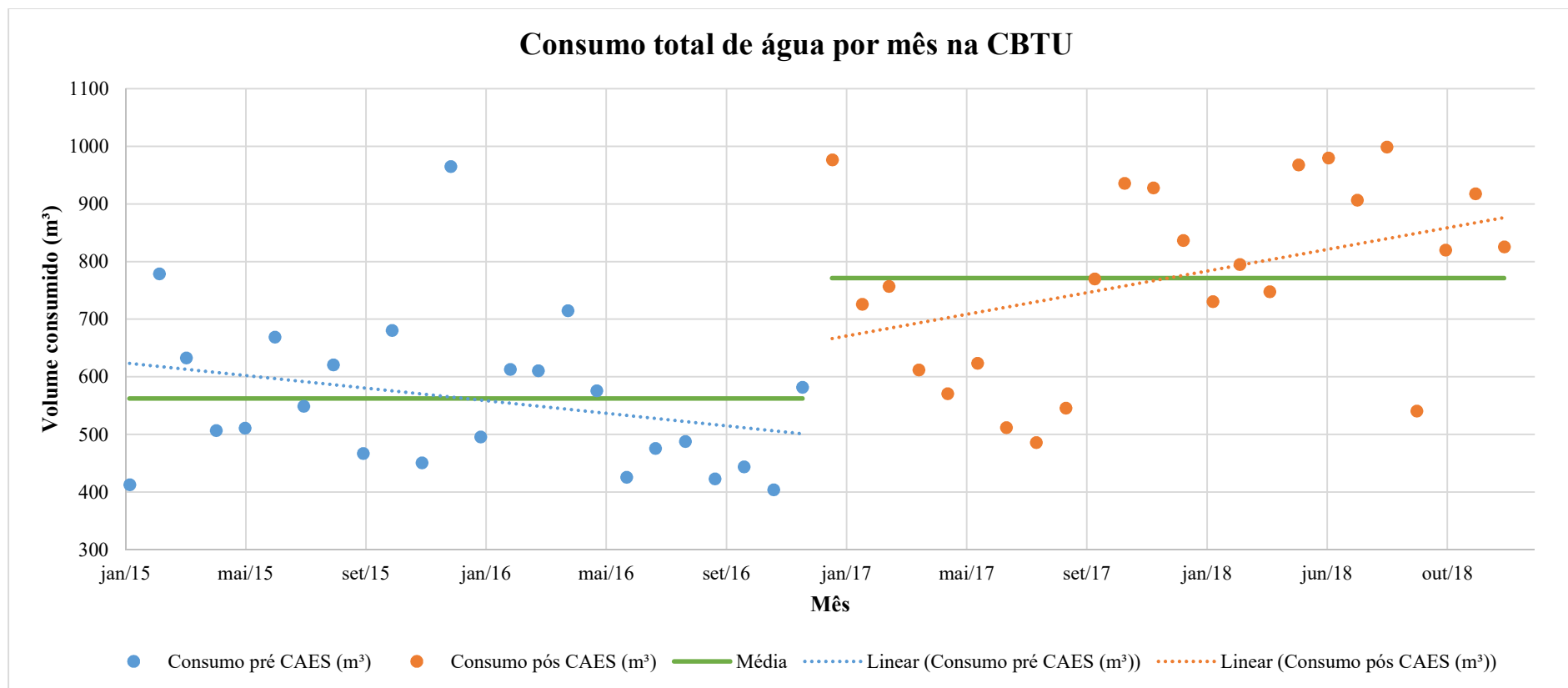
Estatísticas Descritivas							
CONSUMO (m³)		Período pré CAES			Período pós CAES		
	Medidas	2015	2016	24 meses	2017	2018	24 meses
	Mínimo	413,00	404,00	404,00	486,00	541,00	486,00
	Máximo	965,00	715,00	965,00	977,00	999,00	999,00
	Média	603,83	521,17	562,50	703,75	839,17	771,46
	Amplitude	552,00	311,00	561,00	491,00	458,00	513,00

Fonte: Autora, 2019.

De acordo com os valores encontrados, tanto para o menor consumo mensal quanto para o maior consumo, o período pós CAES apresentou resultados um pouco maiores do que o período pré CAES, o ano com o menor consumo foi o ano de 2016, o qual o mês de menor consumo apresentou uma demanda de 404 m³ e o seu maior consumo mensal de 715 m³. A variação no consumo teve uma amplitude semelhante nos dois períodos analisados, sendo o período pós CAES o que apresentou uma menor diferença entre os valores de mínimo e

máximo consumo. Os valores dos consumos mensais mostrados no Gráfico 5, mostram a variação no volume consumido pela empresa durante os 48 meses analisados, bem como a média de consumo nos dois períodos adotados e foi gerada uma linha de tendência da evolução do consumo para cada período.

Gráfico 5 - Consumo mensal de água na CBTU



Fonte: Autora, 2019.

A variação do volume de água consumida nos meses mostra que realmente houve um aumento considerável no consumo, que pode ser visualizada melhor pela distância entre as linhas do consumo médio.

A linha de tendência no gráfico evidencia que o consumo de água da CBTU tem crescido nos dois últimos anos, a média de consumo nos 24 meses aumentou de 562,5 m<sup>3</sup> para 771,46 m<sup>3</sup>, o que pode ser explicado por uma das ações realizadas pelo CAES, que foi vistoria dos hidrômetros e conserto dos que estavam quebrados ou com algum tipo de defeito, além disso, algumas estações não tinham acesso ao hidrômetro, fazendo com que a leitura do consumo de água não fosse possível ser realizada. Algumas estações o valor medido do consumo de água era apenas a média do consumo ou o mesmo valor dos meses ou até anos anteriores, e com o reparo dos medidores o real valor começou a ser cobrado, o que resultou no aumento no consumo da empresa. Além disso, também foram reportados pela empresa o furto de água pela população lindeira. Com o aumento da crise econômica e do número de desempregados, este aumento no consumo pode se relacionar ao aumento no furto d'água, visto que com uma extensão linear de 30 km, nem sempre a empresa consegue combater o furto de água.

Com relação ao total anual consumido de água na empresa nos anos estudados, apenas no ano de 2016 houve uma redução no consumo de aproximadamente 13,7%, mas durante os anos que o programa CAES já estava sendo aplicado, o consumo de água apresentou um aumento, em relação ao ano anterior, de cerca de 35% para o ano de 2017 e de 19% para o ano de 2018. Os dados correspondentes à esses valores são apresentados na tabela abaixo (Tabela 15).

Tabela 15 - Consumo anual de água na CBTU.

<b>Comparativo anual</b>	
<b>Ano</b>	<b>Consumo (m<sup>3</sup>)</b>
2015	7246
2016	6254
2017	8445
2018	10070
<i>Variação 15/16</i>	<i>-13,69%</i>
<i>Variação 16/17</i>	<i>35,03%</i>
<i>Variação 17/18</i>	<i>19,24%</i>

Fonte: Autora, 2019.

Outro fator importante a ser considerado é o número de funcionários na empresa, que durante o período pós CAES houve um aumento de 15% na quantidade de empregados na empresa. Dessa forma o quadro de postos de trabalho da empresa aumentou de 134 postos para 158. Assim, para avaliar a real variação no consumo com a implantação do programa, foi feita a análise do consumo *per capita* na CBTU, os resultados encontrados são apresentados na Tabela 16.

Tabela 16 - Dados de consumo de água por funcionários por postos de trabalho na CBTU.

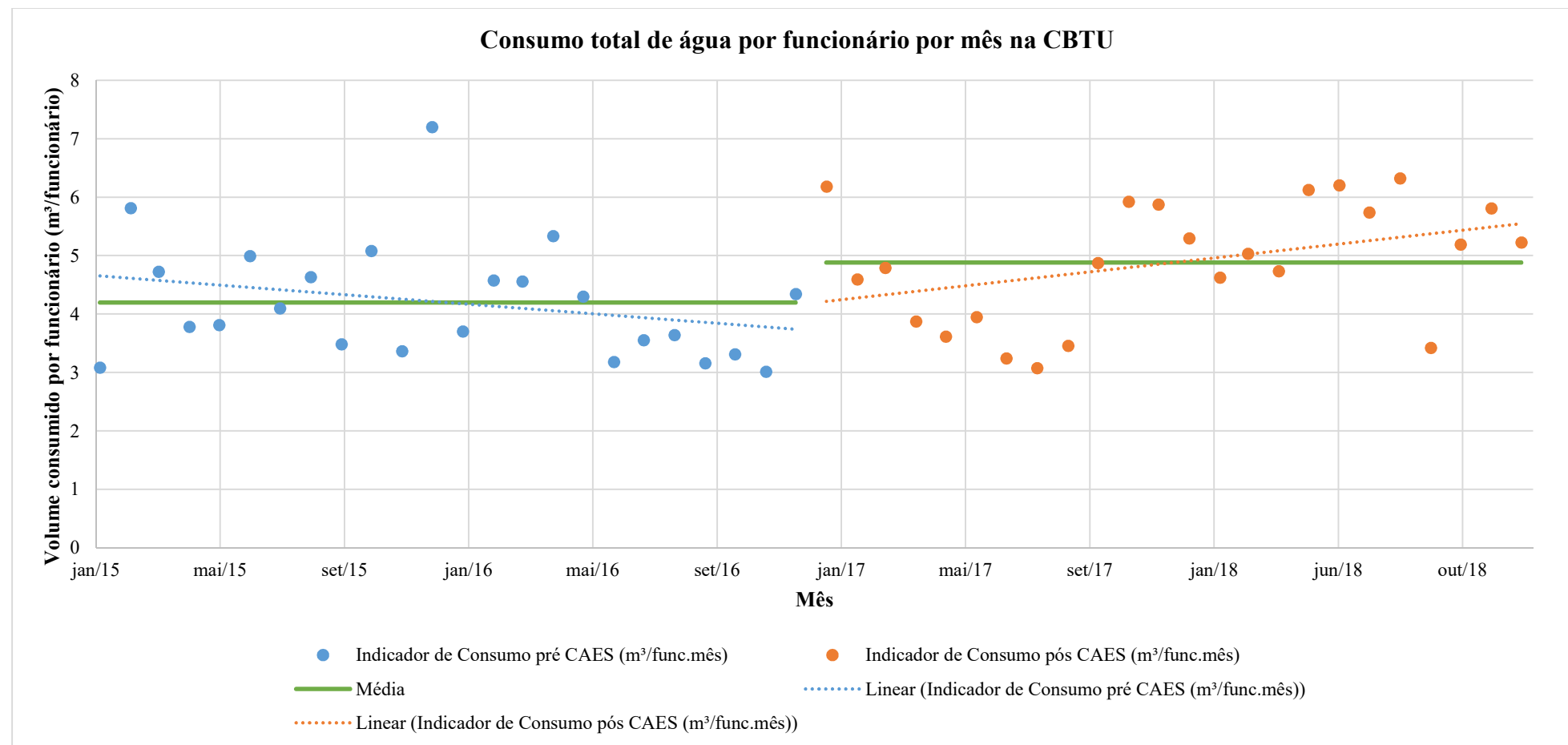
Estatísticas Descritivas - com funcionários por postos de trabalho							
CONSUMO (m <sup>3</sup> )	Medidas	Período pré CAES			Período pós CAES		
		2015	2016	24 meses	2017	2018	24 meses
	Mínimo	3,08	3,01	3,01	3,08	3,42	3,08
	Máximo	7,20	5,34	7,20	6,18	6,32	6,32
	Média	4,51	3,89	4,20	4,45	5,31	4,88
	Amplitude	4,12	2,32	4,19	3,11	2,90	3,25

Fonte: Autora, 2019.

De acordo com os resultados o aumento no consumo médio *per capita* no período pós CAES foi de 16% em relação ao período pré CAES, aumentando de 4,2 m<sup>3</sup>/funcionário para 4,88 m<sup>3</sup>/funcionário, mostrando que parte do aumento no consumo de água da empresa deve-se as contratações feitas nesse período. Além disso, quando observada a variação mensal no consumo por funcionário por posto de trabalho no Gráfico 6, nota-se que ocorreu uma diminuição nesta variação, além da redução da inclinação da linha de tendência gerada que evidencia a busca pelo decrescimento da despesa da empresa com água.

O número de passageiros não foi considerado para os cálculos de consumo *per capita*, pois, como dito anteriormente, apenas 5 estações possuem banheiros a disposição dos usuários de trem, além disso não foi obtido a estimativa de passageiros por estação. Portanto, o valor de água consumida pelos passageiros foi descartado.

Gráfico 6 - Consumo mensal de água por funcionário por posto de trabalho na CBTU



Fonte: Autora, 2019.

### 5.3.1. Redução no consumo de água por estação de trem

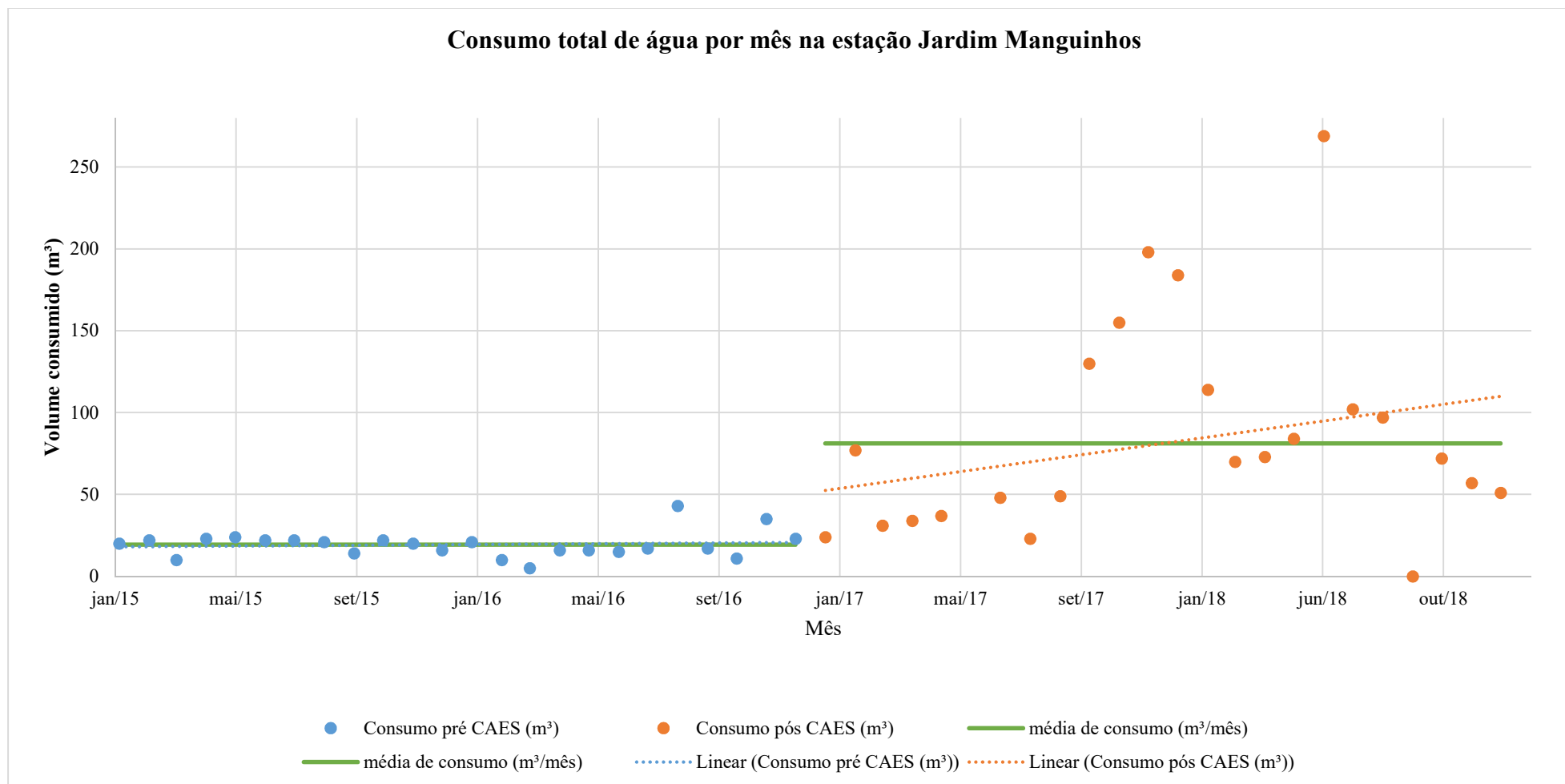
No ano de 2018 cerca de 73% do consumo de água da STU-JOP se concentrou nos seguintes locais: João Pessoa, Santa Rita, Jardim Manguinhos e Cabedelo; sendo a estação de Cabedelo a que mais consome água, representando cerca de 28% do consumo total de água da empresa. Deste modo, estes locais necessitam de maior atenção e ações para a mudança nos hábitos de consumo dos usuários e outras medidas, pois possuem uma grande importância para redução das despesas com água na CBTU.

Na estação de Cabedelo, em relação à redução no consumo de água no período pós CAES, encontrou-se um aumento de 4% no consumo por posto de trabalho, passando de uma média de consumo de 9,6 m<sup>3</sup> por funcionário por posto de trabalho por mês nos anos de 2015 e 2016, para a média de 10,1 m<sup>3</sup> por funcionário por posto de trabalho por mês nos anos de 2017 e 2018. Isso mostra que a estação de Cabedelo, mesmo possuindo a necessidade de maior atenção pelo seu porte de gasto de água, ainda apresentou aumento no consumo de água durante o programa de sustentabilidade. Portanto, significa que o programa, mesmo buscando eficiência na redução de perdas e vazamentos de água e a educação ambiental dos funcionários e usuários da estação, ainda precisa de maior efetividade nas ações, para assim alcançar uma real redução no consumo de água.

No que diz respeito ao consumo por estação de trem, 8 prédios obtiveram os piores resultados, sendo essas a CZR, CIB, CJP, CRR, CPC, CJM, CCL e a Oficina de trem. Entre esses, a estação que apresentou o pior resultado foi a CJM, que na média do consumo mensal houve um aumento de 319% no período pós CAES, crescendo de 19,38 m<sup>3</sup> para 81,17 m<sup>3</sup> por mês. A estação conta com apenas um posto de trabalho, sendo assim o aumento no consumo não se justifica pela contratação de novos funcionários pela empresa.

Na estação de Jardim Manguinhos, a partir do mês de outubro de 2017 a média de consumo mensal na estação passou de 22,9 m<sup>3</sup> para 110,4 m<sup>3</sup>, que pode ser justificado pelo possível reparo do hidrômetro da estação, por possíveis furtos de água, ou por vazamentos ocultos. Durante a vistoria dos aparelhos hidrossanitários foi identificado apenas uma bacia sanitária com vazamento, outras duas bacias sanitárias e uma torneira com defeito mas sem indícios de vazamento, mas não se pode garantir que esses itens que causaram o aumento no consumo da estação, pois na vistoria realizada em junho de 2017 pela equipe do CAES, foi encontrado também uma bacia sanitária com vazamento, mas que não foi a mesma identificada na vistoria de 2018. O Gráfico 7 exibe o consumo mensal da estação CJM durante o período pré CAES e o período pós CAES, onde é possível visualizar o grande aumento no consumo a partir do mês de outubro de 2017.

Gráfico 7 - Consumo mensal de água na estação CJM.



Fonte: Autora, 2019.



A variação no consumo anual, mostrado na Tabela 17, mostra que o maior aumento no consumo de água aconteceu entre os anos de 2016 e 2017, que foi de 238%, e que no ano seguinte o consumo de água continuou crescendo, com um acréscimo de 51% em relação ao ano de 2017.

Tabela 17 - Consumo anual de água na estação CJM

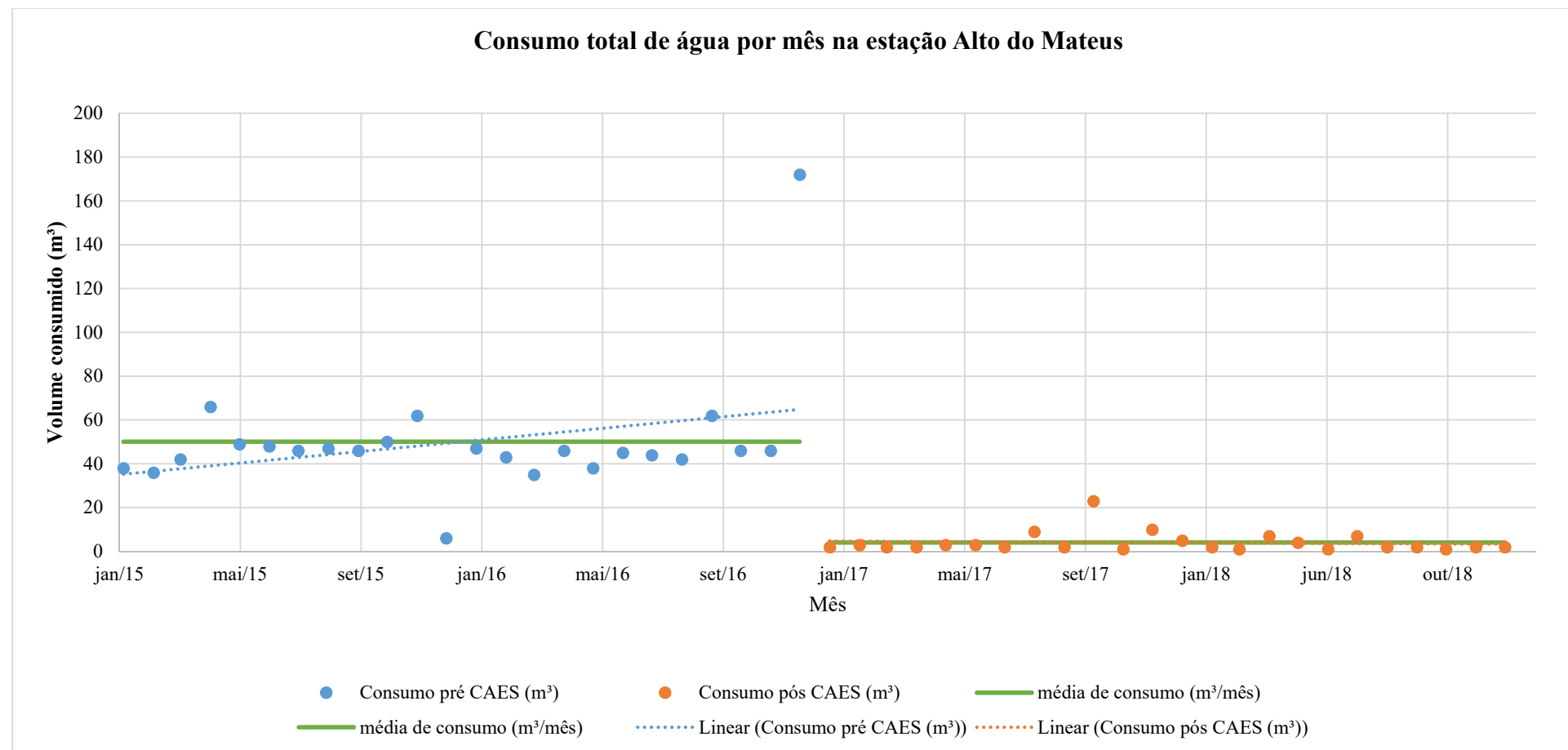
<b>Comparativo anual</b>	
<b>Ano</b>	<b>Consumo (m³)</b>
2015	236
2016	229
2017	775
2018	1173
<i>Variação 15/16</i>	<i>-2,97%</i>
<i>Variação 16/17</i>	<i>238,43%</i>
<i>Variação 17/18</i>	<i>51,35%</i>

Fonte: Autora, 2019.

Em relação as estações que apresentaram melhores resultados na redução no consumo, apenas 5 tiveram resultados positivos, sendo elas: CVN, CBX, CAM, CMD e CRE. Sendo a melhor a estação CAM, que obteve uma diminuição de 64% no período pós CAES, reduzindo a média mensal de consumo de 11,33 m³ para 4,08 m³. A estação conta com apenas 1 posto de trabalho e não possui banheiros para os usuários, sendo o único ponto de consumo de água o banheiro dentro da bilheteira.

O Gráfico 8 apresenta os dados de consumo mensal na estação CAM, no período pré CAES e pós CAES, sendo possível analisar a redução na média de consumo entre esses dois períodos, bem como a maior homogeneidade no consumo depois da implantação do programa.

Gráfico 8 - Consumo mensal de água na estação CAM.



Fonte: Autora, 2019.

O comparativo do consumo anual da estação (Tabela 18) mostra que em todos os anos analisados houve uma redução no consumo, passando de 71 m<sup>3</sup> no ano de 2016 para 36 m<sup>3</sup> em 2018, o que significa uma redução de quase 50% no consumo após a implantação do programa de sustentabilidade. Essa facilidade de implantação pode ser associada ao porte da estação, que por ser pequena e possuir apenas um banheiro para o funcionário, o que torna mais fácil o controle de vazamentos e a aplicação da educação ambiental. Outras hipóteses que podem ser associadas à redução no consumo são a redução no furto de água na estação e a redução na frequência do fornecimento pela CAGEPA.

Tabela 18 - Consumo anual de água na estação CAM.

Comparativo anual	
Ano	Consumo (m <sup>3</sup> )
2015	201
2016	71
2017	62
2018	36
<i>Variação 15/16</i>	<i>-64,68%</i>
<i>Variação 16/17</i>	<i>-12,68%</i>
<i>Variação 17/18</i>	<i>-41,94%</i>

Fonte: Autora, 2019.

#### 5.4. Análise do consumo de energia

Com relação à análise do consumo mensal de energia, houve uma pequena redução de 4% na média de consumo dos dois anos de implantação do programa em relação aos dois anos antes da implantação, sem levar em conta os postos de trabalho da empresa. Os resultados da análise foram divididos da mesma forma que na análise do consumo de água, os valores encontrados são apresentados a seguir, na Tabela 19.

Conforme os dados obtidos, os valores mínimo e máximo no período pós CAES foram menores que no período anterior à implantação do programa, como também a amplitude dos valores de consumo foi menor nos 24 meses após o início do CAES, mostrando uma boa eficiência do programa com relação ao consumo de energia da empresa.

Tabela 19 - Dados do consumo geral de energia na CBTU.

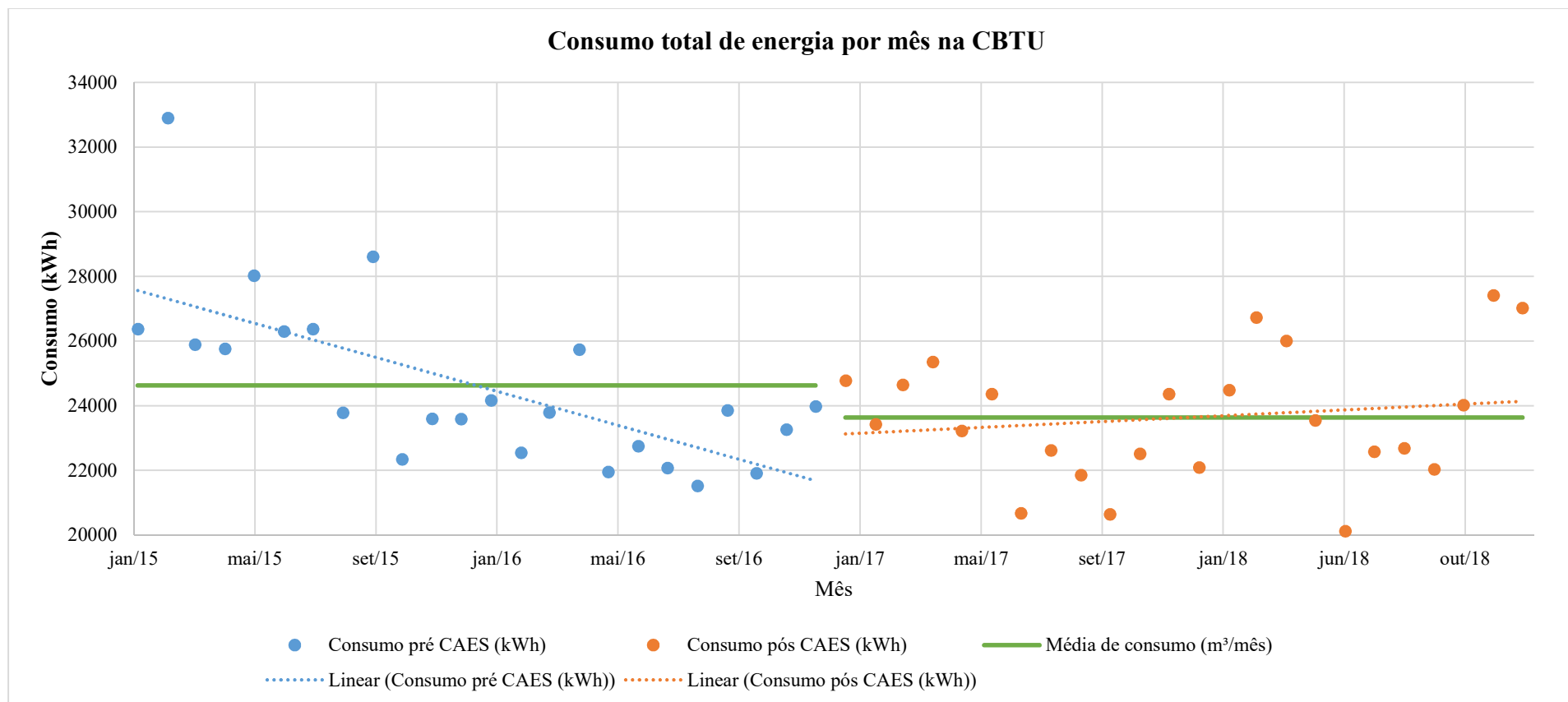
Estatísticas descritivas							
CONSUMO (KWh)	Medidas	Período pré CAES			Período pós CAES		
		2015	2016	24 meses	2017	2018	24 meses
	Mínimo	22343	21523	21523	20643	20124	20124
	Máximo	32899	25736	32899	25354	27414	27414
	Média	26129	23130	24630	23205	24062	23633
	Amplitude	10556	4213	11376	4711	7290	7290

Fonte: Autora, 2019.

Os valores dos consumos mensais mostrados no Gráfico 9, apresentam a variação no consumo de energia em Quilowatt-hora gasto pela empresa durante os 48 meses analisados, assim como a média de consumo nos dois períodos adotados. A média de consumo de energia no período pós CAES se aproximou bastante da linha de tendência gerada, entende-se então que o consumo de energia da CBTU permaneça próximo da média desses últimos dois anos.

A média de consumo nos 24 meses teve uma redução de 24630 kWh para 23633 kWh, não sendo uma redução muito significativa, considerando que o programa realizou a troca não só de lâmpadas, mas de aparelhos eletrônicos inefficientes, como por exemplo, os antigos aparelhos de ar-condicionado. Não se sabe o percentual de consumo de energia desses equipamentos em relação aos demais, o que gera uma necessidade de um estudo mais aprofundado sobre o impacto no consumo por estes aparelhos.

Gráfico 9 - Consumo mensal de energia na CBTU.



Fonte: Autora, 2019.

No comparativo de consumo em cada ano, os resultados nos anos de 2017 e 2018 tiveram um aumento em relação ao ano de 2016, representando um total de aproximadamente 4% entre esses anos. Os dados correspondentes à esses valores são apresentados na tabela abaixo (Tabela 20).

Tabela 20 - Consumo anual de energia na CBTU.

Comparativo anual	
Ano	Consumo (KWh)
2015	313550
2016	277559
2017	278462
2018	288740
<i>Variação 15/16</i>	<i>-11,48%</i>
<i>Variação 16/17</i>	<i>0,33%</i>
<i>Variação 17/18</i>	<i>3,69%</i>

Fonte: Autora, 2019.

Nos resultados acima não foram considerados o número de funcionários por postos de trabalho da empresa, que, e, assim como nos resultados para o consumo de água, considerar o aumento no número de funcionários durante os anos de 2017 e 2018 é bastante importante. Desta forma, para avaliar a real variação no consumo com a implantação do programa, foi feita a análise do consumo *per capita* na CBTU, os resultados encontrados são apresentados na Tabela 21.

Tabela 21 - Dados do consumo de energia por funcionários por posto de trabalho na CBTU.

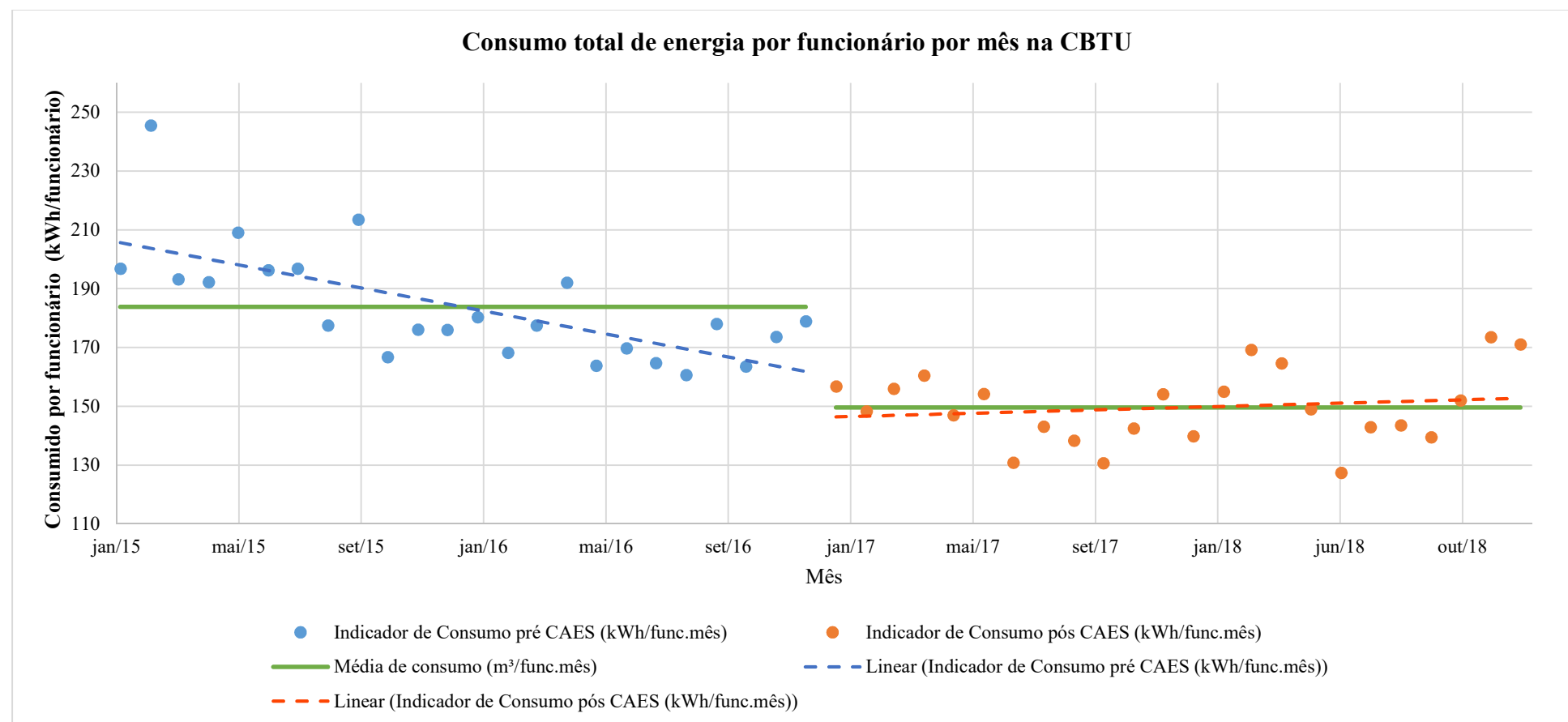
Estatísticas Descritivas - com funcionários por postos de trabalho							
CONSUMO (KWh)	Medidas	Período pré CAES			Período pós CAES		
		2015	2016	24 meses	2017	2018	24 meses
	Mínimo	167	161	161	131	127	127
	Máximo	246	192	246	160	174	174
	Média	195	173	184	147	152	150
	Amplitude	79	31	85	30	46	46

Fonte: Autora, 2019.

Assim, ponderando o aumento de 15% dos funcionários, a redução no consumo de energia *per capita* no período pós CAES foi de 19%, diminuindo de um consumo médio de 184 KWh por posto de trabalho por mês para 150 KWh por posto de trabalho por mês. Portanto, considerando o consumo por pessoa na empresa, a redução entre os períodos analisados se torna mais significativa.

O consumo mensal de energia por posto de trabalho nos 48 meses analisados, que se encontra no Gráfico 10, nota-se um grande distanciamento entre as linhas de consumo médio dos períodos analisados, como também a linha de tendência no período pós CAES aproxima-se mais da linha de consumo médio.

Gráfico 10 - Consumo mensal de energia por funcionário por posto de trabalho na CBTU.



Fonte: Autora, 2019.



#### 5.4.1. Redução no consumo de energia por estação de trem

No ano de 2018 cerca de 92% do consumo de energia elétrica da STU-JOP se concentrou nos seguintes locais: João Pessoa, Santa Rita, Mandacaru e Cabedelo; sendo a estação de João Pessoa a que mais consome energia, representando cerca de 59% do consumo total de energia elétrica da empresa. Portanto, mudanças nos hábitos de consumo e outras medidas nesses locais têm fundamental importância para redução das despesas com energia na empresa.

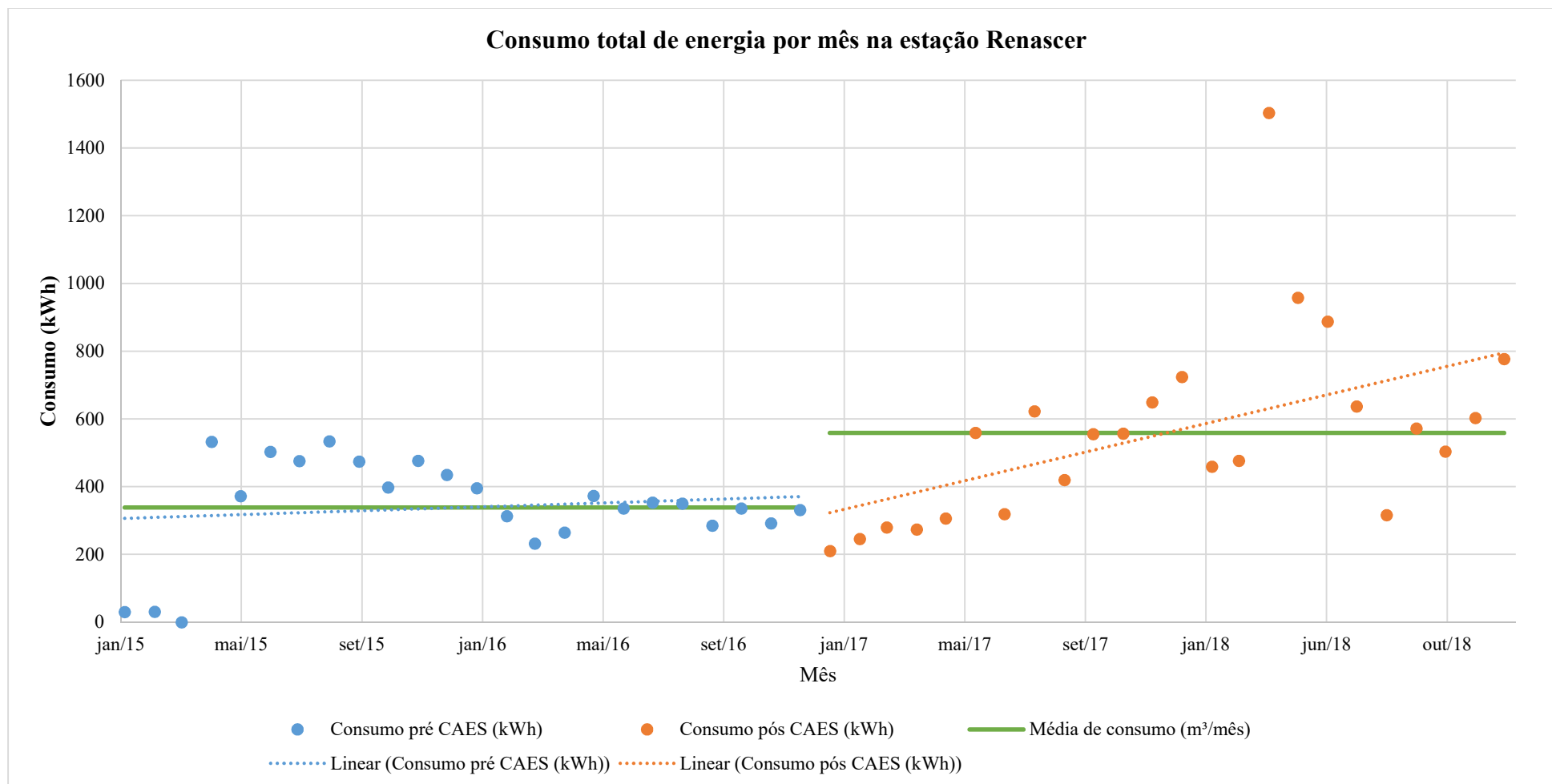
Na estação de João Pessoa, em relação à redução no consumo de energia no período pós CAES, encontrou-se uma redução de 16% no consumo de energia por funcionário, passando de uma média de consumo de 139 kWh por funcionário por posto de trabalho por mês nos anos de 2015 e 2016, para a média de 117 kWh por funcionário por posto de trabalho por mês nos anos de 2017 e 2018. Desta forma, mesmo a estação de João Pessoa apresentando a maior porcentagem de consumo de energia elétrica da empresa, visto que em seu prédio também funciona a parte administrativa do prédio, além de conter o maior número de postos de trabalho da empresa, mostra que o programa está gerando resultados positivos na redução do consumo, diminuindo consideravelmente a conta final de energia a ser paga pela empresa.

Sobre as estações que obtiveram os piores resultados na redução do consumo a partir da implantação do programa CAES, foram encontradas 5 estações, sendo essas: CVN, CBX, CRR, CRE e CJM. Entre essas estações, a estação CRR teve a pior evolução durante o período de implantação do CAES. Na estação CRR foram encontradas no levantamento 31 lâmpadas em funcionamento, e apenas 4 dessas lâmpadas são do tipo LED. A estação do Renascer apresentou um aumento de 65,1% na média do consumo mensal, comparando o período pós CAES com o período pré CAES.

A média mensal da estação CRR aumentou de 339 kWh para 559 kWh. Esta estação conta apenas com um posto de trabalho, sendo assim, o aumento do número de funcionários na empresa não afetou o consumo *per capita* da estação em questão. O que pode justificar este aumento são os prováveis furtos de energia pelas lojas, que estão sendo construídas pela população lindeira, na calçada da estação do Renascer.

O Gráfico 11 exibe o consumo mensal da estação CRR durante o período pré CAES e o período pós CAES, onde é possível visualizar o aumento da média de consumo entre os dois períodos analisados.

Gráfico 11 - Consumo mensal de energia na estação CRR.



Fonte: Autora, 2019.

Com relação ao comparativo de consumo anual da estação, a Tabela 22 mostra que o maior aumento no consumo de água aconteceu entre os anos de 2017 e 2018, que foi de 68,45%, o maior de todos os outros anos analisados.

Tabela 22 - Consumo anual de energia na estação CRR.

<b>Comparativo anual</b>	
<b>Ano</b>	<b>Consumo (KWh)</b>
2015	4263
2016	3862
2017	4998
2018	8419
<i>Variação 15/16</i>	<i>-9,41%</i>
<i>Variação 16/17</i>	<i>29,41%</i>
<i>Variação 17/18</i>	<i>68,45%</i>

Fonte: Autora, 2019.

Entre as estações e prédios da empresa, nove deles mostraram uma redução na média do consumo de energia, sendo elas: CZR, CAM, CIB, CJP, CMD, CPC, CCL, Oficina de trens e o Almojarifado. O melhor desempenho na redução foi visto na estação do Alto do Mateus que obteve uma redução de 46% do consumo no período pós CAES. A média mensal de gasto de energia era de 223 kWh nos anos de 2015 e 2016, passando para uma média mensal de 120 kWh nos anos de 2017 e 2018. A estação possui apenas 3 lâmpadas em funcionamento, sendo 1 do tipo LED.

O comparativo do consumo anual, apresentado na Tabela 23, mostra uma redução crescente no consumo em todos os anos estudados, passando de 2834 kWh no ano de 2015 para 833 kWh no ano de 2018. Essa redução pode ser associada ao pequeno porte da estação, ou a possíveis cortes de ligações clandestinas para furto de energia elétrica significando que houve uma melhoria no monitoramento da empresa nesta estação.

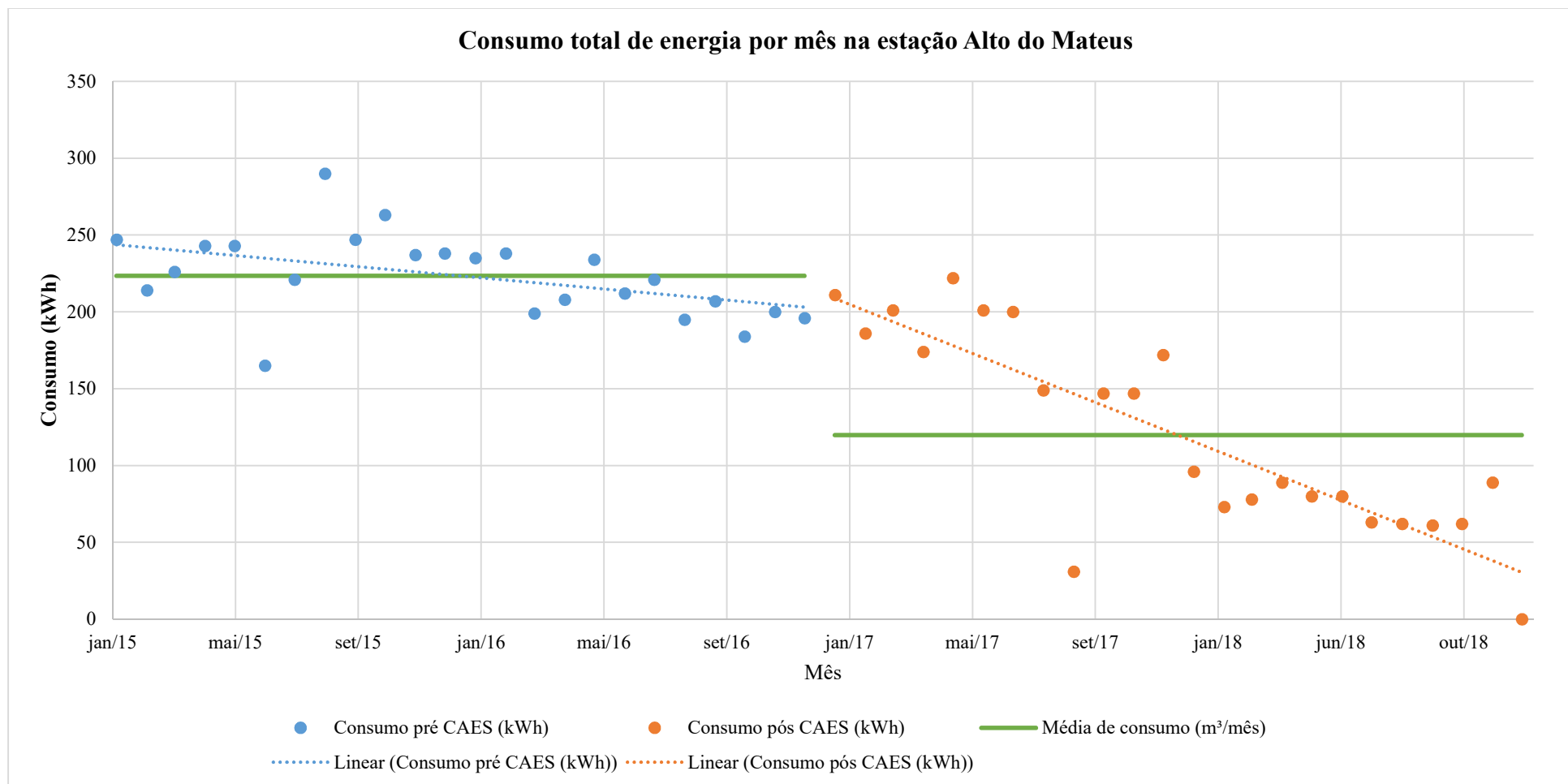
Tabela 23 - Consumo anual de energia na estação CAM.

<b>Comparativo anual</b>	
<b>Ano</b>	<b>Consumo (KWh)</b>
2015	2834
2016	2529
2017	2041
2018	833
<i>Variação 15/16</i>	<i>-10,76%</i>
<i>Variação 16/17</i>	<i>-19,30%</i>
<i>Variação 17/18</i>	<i>-59,19%</i>

Fonte: Autora, 2019.

O Gráfico 12 mostra o consumo mensal de energia na estação CAM, entre o período pré CAES e pós CAES, bem como a linha de consumo médio de energia nesses dois períodos. Com o auxílio da linha de tendência, utilizada para averiguação do comportamento da série temporal, é possível analisar a grande redução no consumo durante os anos de 2017 e 2018, seguindo uma propensão para um consumo ainda menor nos anos seguintes.

Gráfico 12 - Consumo mensal de energia na estação CAM.



Fonte: Autora, 2019.

### 5.5. Cumprimento de normas e leis

No âmbito das normas e leis que o sistema metroferroviário está submetido, e que puderam ser analisadas a partir dos resultados obtidos, a Instrução Normativa nº 1 do MPOG regulamenta em seu Artigo 4º o uso de tecnologias e materiais que reduzam o impacto ambiental, com o objetivo de reduzir o consumo de energia e água, entre eles: automação da iluminação do prédio, projeto de iluminação, interruptores, iluminação ambiental, iluminação tarefa, uso de sensores de presença; uso exclusivo de lâmpadas fluorescentes compactas ou tubulares de alto rendimento e de luminárias eficientes; e, sistema de medição individualizado de consumo de água e energia. A CBTU apresentou bons resultados em relação a esta norma, possuindo em todos os prédios um sistema individualizado de medição de água e energia, o uso de quase 100% das lâmpadas do tipo fluorescentes ou LED, e a grande maioria das plataformas das estações de trem possuíam automatização da iluminação nas plataformas, onde as lâmpadas eram ligadas automaticamente de acordo com a intensidade da luz do sol. Faltando apenas a implantação de sensores de presença nos locais possíveis de serem implantados.

A Lei nº 13.647, de abril de 2018, regulamenta apenas as construções feitas a partir da data da publicação da Lei, não sendo obrigatório a CBTU se adequar ao estabelecido. Porém, como é buscado o consumo sustentável dos recursos, é interessante se adequar a esta Lei, onde diz que todos os banheiros destinados ao público deverão conter equipamentos mecânicos ou eletrônicos para evitar o desperdício de água. Portanto, para atingir essa meta, a CBTU ainda precisa fazer muitas mudanças, pois como visto nos resultados do levantamento, praticamente não existem aparelhos com dispositivos economizadores de água, como arejadores, redutores de pressão ou descargas do tipo dual flush.

Assim como a Lei nº 13.647 regulamenta nacionalmente, no âmbito estadual, a Lei nº 9.130, de maio de 2010, regulamenta sobre todos os empreendimentos imobiliários construídos a partir da data da publicação da Lei, dispondo também sobre a utilização de dispositivos hidráulicos visando o controle e a redução do consumo de água. Assim como dito anteriormente é conveniente que a CBTU busque a adequação a esta Lei.

Programas de consumo consciente e sustentável são importantes, nos quais se busca, além da preservação dos recursos naturais, a redução nos gastos desnecessários com estes bens. Programas como o CAES deveriam ser cada vez mais aplicados em todos os locais, seja nas empresas e prédios públicos quanto nos privados, gerando assim uma grande redução no

consumo dos recursos naturais e consequentemente ajudando a garantir a disponibilidade desses bens para o futuro.

O governo brasileiro tem um papel principal na aplicação de programas de sustentabilidade, trazendo incentivos através de leis e normas para a implementação de ações para a conscientização e economia na utilização dos recursos naturais, não só em relação ao consumo de água e energia, buscando cada vez mais aplicar o conceito de desenvolvimento sustentável.

#### 5.6. Ações sugeridas para melhoria do CAES

A partir dos resultados do andamento do programa, foi notada a necessidade contínua de reparação não só dos vazamentos de água, como também dos defeitos das unidades consumidoras de água, pois mesmo que eles não apresentem prejuízo direto no consumo de água da empresa, eles geram prejuízos indiretos, como por exemplo o acionamento da válvula de descarga manualmente, podendo aumentar o volume de água gasto em cada descarga dada.

Além disso, se faz necessário à busca pela troca dos aparelhos hidrossanitários convencionais por aparelhos eficientes, como as bacias sanitárias com dispositivo de acionamento dual flush, torneiras hidromecânicas, dispositivos redutores de vazão e arejadores. A implantação desses dispositivos afeta diretamente na redução do consumo de água da empresa, podendo ser implantada aos poucos e gerar uma redução gradativa no consumo desse recurso, visto que a compra e instalação desses aparelhos geram um custo à empresa.

Faz-se necessário também buscar a eliminação de possíveis furtos de água e energia nas estações de trem, pois com a avaliação dos resultados de consumo e o levantamento das unidades consumidoras de água e energia foi notado que algumas estações de pequeno porte possuíam um grande consumo desses bens, e que nem todas essas estações tinham itens consumidores de água com algum tipo de vazamento ou defeito.

É sugerida também a instalação de sensores de presença nos banheiros dos prédios administrativos e das estações de trem, como também em algumas salas que seja possível a colocação desses sensores. Também deve continuar sendo feita a troca das lâmpadas fluorescentes e incandescentes por lâmpadas LED na medida em que as lâmpadas antigas forem queimando. Essas medidas, mesmo gerando um custo inicial maior para a empresa, são importantes para a contínua redução no consumo de energia no local.

Por fim, o incentivo ao consumo sustentável, por meio de ações de educação ambiental, precisa continuar nos próximos anos, atingindo não apenas os funcionários da empresa, mas também os usuários do serviço, pois os hábitos de consumo, sejam eles dos empregados ou dos usuários, configuram-se como aspectos determinantes para o consumo de água na empresa.



## 6. CONCLUSÃO

Assim é possível concluir que o consumo mensal de água na CBTU após a implantação do CAES não diminuiu, o que pode ter sido decorrente, principalmente, da reparação dos hidrômetros e do aumento do número de funcionários. Por outro lado, quando considerado o consumo por funcionário por posto de trabalho a porcentagem do aumento do consumo reduziu. Entende-se que a redução no consumo de água na empresa não depende apenas do controle de vazamentos e defeitos nos itens, mas também de hábitos e outras situações que não são controladas, sendo necessário um maior investimento nas atividades de educação ambiental, não apenas com os funcionários, mas também com os usuários dos serviços da empresa. É necessária a criação de novas metas para o ano de 2019 e um novo planejamento estratégico, para que as metas de redução do consumo, estipuladas no início do programa, possam finalmente ser alcançadas.

Com relação ao consumo mensal de energia na empresa, a implantação do CAES trouxe resultados positivos em relação à redução ao gasto, principalmente quando considerado o consumo *per capita* (por funcionários). Na situação em geral, a redução foi relativamente muito pouca, precisando ainda continuar a aplicação do programa para se almejar reduções mais significativas. Algumas estações precisam de um acompanhamento maior, visto que apresentaram um aumento no consumo de energia. Além disso, para a redução nos gastos com o consumo de energia elétrica são necessárias medidas que vão além de troca de equipamentos e lâmpadas, mas também é fundamental a conscientização dos funcionários em relação ao consumo e gasto com esse recurso.

Entre as estações de trem analisadas, conclui-se que a estação CAM é um exemplo de estação de pequeno porte a ser seguido, a qual apresentou os melhores resultados na redução do consumo e consequentemente onde o CAES teve maior sucesso. Dessa forma, é entendido que o programa apresentou maior eficiência nas estações de pequeno porte, onde o número de funcionários é menor e a quantidade de itens consumidores de água é pequena, sendo feito o controle de forma mais fácil.

A aplicação do programa é uma ação importante na empresa, e seus resultados são apresentados ao longo do tempo, por meio da redução dos gastos nas contas de água e energia. O CAES precisa ser uma ação aplicada de forma contínua e ininterrupta, para que os resultados sejam cada vez maiores e efetivos, gerando assim uma economia para a empresa e, portanto, sobrando verba para a aplicação em outras áreas necessitadas da empresa, visto que empresas públicas trabalham com verbas limitadas.

Por fim, é notado a necessidade da continuidade de estudos sobre o programa, sendo alguns deles a análise do consumo segregado de cada item hidráulico e elétrico; a inclusão da estimativa de consumo gerado pelos passageiros; o potencial de redução do consumo através, apenas, da mudança de hábitos de consumo dos usuários; a realização de um estudo comparativo com outras empresas e instituições que possuem um programa de consumo sustentável; e a análise de custos de implementação de equipamentos economizadores com a estimativa do tempo de retorno. Estes estudos são importantes, pois a aplicação do CAES apresenta perspectivas muito positivas com a continuidade de sua aplicação, sendo importante para a melhoria contínua do programa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AESA, **Agência Executiva de Gestão de Águas do Estado da Paraíba**. Volume dos açudes: Últimos volumes informados dos açudes. Disponível em: <<http://www.aesa.pb.gov.br/>>. Acesso em: 05 de março de 2019.

ALVES, W. C.; ROCHA, A. L.; GONÇALVES, R. F. Aparelhos Sanitários Economizadores. In: GONÇALVES, R. F. **Uso Racional da Água em Edificações**. Rio de Janeiro: ABES, 2006. p. 267-321.

ANA. **Agência Nacional de Águas**. CEBDS. Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável. Fatos e tendências: água. Brasília, 2009

ANDRADE, F. B.; QUEIROZ, L. P.; CAVALCANTI, L. T. C.; BORGES, F. F.; D'ANDREA, A. L. Sistema de iluminação baseado em lâmpada LED inteligente. **Revista Principia**. Nº 26, p. 56 – 63. João Pessoa, junho de 2015.

ARAÚJO, R. T. Diretrizes para elaboração de plano de uso racional da água em instituições de ensino superior. 2018. **Dissertação (Mestre em Engenharia Civil e Ambiental)** - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande – PB, 2018.

AZEVEDO, B. M. L. Avaliação do uso da água no Centro de Tecnologia da UFPB. 2016. **Monografia (Graduação)** - Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa – PB.

BRASIL. **Agenda 21** – Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Capítulo 18. Rio de Janeiro, 3 – 14 de junho de 1992.

\_\_\_\_\_. **Decreto nº 7.746, de 5 de junho de 2012**. Regulamenta o art. 3º da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, para estabelecer critérios e práticas para a promoção do desenvolvimento nacional sustentável nas contratações realizadas pela administração pública federal direta, autárquica e fundacional e pelas empresas estatais dependentes, e institui a Comissão Interministerial de Sustentabilidade na Administração Pública - CISAP. Brasília, 5 jun. 2012.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993.** Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências. Brasília, 21 jun. 1993.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997.** Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Brasília, 8 jan. 1997.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 10.295, de 17 de outubro de 2001.** Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia e dá outras providências. Brasília, 17 out. 2001.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 13.647, de 9 de abril de 2018a.** Estabelece a obrigatoriedade da instalação de equipamentos para evitar o desperdício de água em banheiros destinados ao público. Brasília, 9 abr. 2018.

\_\_\_\_\_, **Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética (EPE).** Balanço Energético Nacional 2018b: Ano base 2017 / Empresa de Pesquisa Energética. – Rio de Janeiro: EPE, 2018.

\_\_\_\_\_, Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO). **Cartilha Lâmpada LED.** 2016. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/>>. Acesso em 15 de março de 2019.

\_\_\_\_\_, Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (MPOG). **Instrução Normativa n. 1 de 19 de janeiro de 2010a.** Dispõe sobre os critérios de sustentabilidade ambiental na aquisição de bens, contratação de serviços ou obras pela Adm. Pública Federal direta, autárquica e fundacional e dá outras providências.

\_\_\_\_\_. **Portaria Interministerial nº 244, de 6 de junho de 2012.** Institui o Projeto Esplanada Sustentável - PES. Brasília, 06 jun. 2012.

\_\_\_\_\_. **Portaria Interministerial nº 1.007, de 31 de dezembro de 2010b.** Aprova a Regulamentação Específica de Lâmpadas Incandescentes. Brasília, 31 dez. 2010.

\_\_\_\_\_. **Portaria nº 23, de 12 de fevereiro de 2015.** Estabelece boas práticas de gestão e uso de Energia Elétrica e de Água nos órgãos e entidades da Administração Pública Federal direta, autárquica e fundacional e dispõe sobre o monitoramento de consumo desses bens e serviços. [S. l.], 12 fev. 2015.

\_\_\_\_\_, SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: diagnóstico dos serviços de água e esgotos – 2016.** Brasília, DF: Ministério das Cidades, 2018c. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/>>. Acesso em: 14 de fevereiro de 2019.

BRAVO, A. A. S. Proteção e gestão das águas na União Europeia: a aposta pela sustentabilidade. **Cadernos Jurídicos UNISAL Liceu Salesiano.** Ano I, vol. 1, nº 1 – 2010. P. 13 – 46.

CARNEIRO. M. A.; PEREIRA. L. H. M. **Gestão sustentável no sistema metroferroviário de João Pessoa/PB: Implantação de um Programa de Consumo Consciente de Água e Energia.** 23ª Semana de Tecnologia Metroferroviária. AEAMESP. 2017. São Paulo – SP.

CAGEPA. **Estrutura Tarifária da Cagepa.** CAGEPA, 2018. Disponível em: <<http://www.cagepa.pb.gov.br/outras-informacoes/estrutura-tarifaria/>>. Acesso em: 21 de fevereiro 2019.

CBTU, Companhia Brasileira de Trens Urbanos. **Plano de Trabalho do Programa de Consumo de Água e Energia Sustentável.** João Pessoa, março de 2017.

\_\_\_\_\_, Companhia Brasileira de Trens Urbanos. **Programa de Consumo de Água e Energia Sustentável: Relatório Final 2017.** João Pessoa, março de 2018.

\_\_\_\_\_, **Companhia Brasileira de Trens Urbanos.** Sistemas: Sistema de João Pessoa. 2019. Disponível em: <<https://www.cbtu.gov.br/index.php/pt/sistemas-joao-pessoa>>. Acesso em: 16 de março de 2019.

CHELALA, C. Economia verde: desafios para o setor público. **Planeta Amazônia: Revista Internacional de Direito Ambiental e Políticas Públicas.** Macapá, n. 4, p. 45-59, 2012.

CHEUNG, P. B.; KIPERSTOK, A.; COHIM, E.; ALVES, W. C.; PHILIPPI, L. S.; ZANELLA, L.; ABE, N.; GOMES, H. P.; SILVA, B. C.; PERTEL, M.; GONÇALVES, R. F.

(2009) In GONÇALVES, R. F. (Org.) **Conservação de água e energia em sistemas prediais e públicos de abastecimento de água**. Rio de Janeiro: ABES. p. 36-98.

CRACIUN, G. P. Conservação e uso racional de água nos sistemas prediais: efetividade do Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (produtos economizadores de água). 2007. **Monografia de especialização (Especialista)**. Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia. Salvador – BA.

DALLABRIDA, E. C.; GONÇALVES, C. M.; PIOVESAN, T. R. **Análise comparativa da eficiência energética em lâmpadas incandescentes, fluorescentes e LED**. XXIII Seminário de Iniciação Científica. UNIJUÍ. 2015.

DOS SANTOS, R. A.; ARVELLOS, L. F. R.; FERRERIRA, A. F.; DE CARVALHO, J. T. Procedimentos de segurança para o manuseio correto e consciente de lâmpadas de vapor. **Revista Teccen**. Jul./dez. 2017.

FERREIRA, J. Z. Estudo comparativo entre lâmpadas fluorescentes tubulares t8 e tubulares de LED. 2014. **Monografia de especialização (Especialista)**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba.

FERREIRA, R. A. F. **Manual de Luminotécnica**. Apostila auxiliar da disciplina ENE-065 para o curso de engenharia elétrica da UFJF. Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG. 2010.

GONÇALVES, R. F.; JORDÃO, E. P.; JANUZZI, G. (2009) In GONÇALVES, R. F. (Org.) **Conservação de água e energia em sistemas prediais e públicos de abastecimento de água**. Rio de Janeiro: ABES. p. 21-35.

LAMBERTS, R.; TRIANA, M. A.; FOSSATI, M.; BATISTA, J. (2008). **Sustentabilidade nas edificações: contexto internacional e algumas referências brasileiras na área**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

MARENGO, J. A.; TOMASELLA, J.; NOBRE, C. A. **Mudanças Climáticas e Recursos Hídricos**. Águas Do Brasil - Análises Estratégicas, 2010. p. 201–215.

MARENGO, J. A.; NOBRE, C. A.; SELUCHI, M. E.; CUARTAS, A.; ALVES, L. M.; MENDIONDO, E. M.; OBREGÓN, G.; SAMPAIO, G. A seca e a crise hídrica de 2014-2015 em São Paulo. **Revista USP**, São Paulo, n° 106, p. 31-44. Julho/agosto/setembro 2015.

MARQUES, S. B.; BISSOLI-DALVI, M.; DE ALVAREZ, C. E. Políticas públicas em prol da sustentabilidade na construção civil em municípios brasileiros. **Revista Brasileira de Gestão Urbana** (Brazilian Journal of Urban Management), 2018, 10(Supl. 1), 186-196.

MOURÃO, R. F.; SEO, E. S. M. Logística reversa de lâmpadas fluorescentes. **Revista Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade**. v. 7 n. 2, 2012.

NUNES, L.; FERNANDES, J.; CARDOSO, J.; PARENTE, J.; ALMEIDA, P.; BETTENCOURT, T. **Disponibilidade de água doce no planeta: existe água doce suficiente para satisfazer as necessidades do planeta?** Porto: Universidade do Porto. 2009.

OLIVEIRA, L. H. Metodologia para a implantação de programa de uso racional de água em edifícios. 1999. **Tese (Doutorado)** – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo – SP.

ONU, **Organização das Nações Unidas**. United Nations World Water Development Report: Water for a sustainable world, 2015. Disponível em: < [www.unesco.org](http://www.unesco.org) >. Acesso em 14 de fevereiro de 2019.

PADILHA, M.; JUNG, F.; RODRIGUES, E. Estudo **Comparativo entre Lâmpadas Fluorescentes e LED Aplicado no IFC – Campus Luzerna**. 8ª Mostra Nacional de Iniciação Científica e Tecnológica Interdisciplinar. Instituto Federal Catarinense. 2015. Santa Rosa do Sul – SC.

PARAÍBA. **Lei nº 9.130, de 27 de maio de 2010**. Cria o Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações Públicas da Paraíba, conforme especifica e adota outras providências. João Pessoa, 27 maio 2010.

PUC, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Faculdade de Engenharia. Grupo de Eficiência Energética. **USE - Uso Sustentável da Energia [recurso eletrônico]: guia de orientações** / PUCRS, FENG, GEE, PU; coord. PROAF. - Dados eletrônicos. - Porto Alegre: PUCRS, 2010.

REBOUÇAS, A. C. **Água na região Nordeste: Desperdício e escassez**. Estudos Avançados, v. 11, n. 29, p. 127-154, 1997.

SANTOS, T. S.; BATISTA, M.C.; POZZA, S. A.; ROSSI, L. S. Análise da eficiência energética, ambiental e econômica entre lâmpadas de LED e convencionais. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.20 n.4. Out/Dez, 2015.

SAUTCHÚK, C. A. Formulação de diretrizes para implantação de programas de conservação de água em edifícios. 2004. **Dissertação (Mestrado)** - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo – SP.

SAUTCHÚK, C.; FARINA, H.; HESPANHOL, I.; OLIVEIRA, L. H.; COSTI, L. O.; ILHA, M. S. de O.; GONÇALVES, O. M.; MAY, S.; BONI, S. da S. N.; SCHMIDT, W. **Conservação e Reuso da Água em Edificações**. São Paulo: ANA, FIESP & SindusConSP, 2005.

SEABRA, L. O.; TACO, P. W. G.; DOMINGUEZ, E. M. Sustentabilidade em transportes: do conceito às políticas públicas de mobilidade urbana. **Revista dos Transportes Públicos – ANTP**, 35, 103-124. 2013.

TOMAZ, P. **Economia de Água Para Empresas e Residências: Um Estudo Atualizado Sobre o Uso Racional da Água**. 2ª. ed. São Paulo: Navegar, 2001.

VALENTIM, A. A.; FERREIRA, H. S.; COLETTTO, M. A. Lâmpadas de LED: Impacto no consumo e fator de potência. **Revista Ciências do Ambiente On-line**, vol. 6, nº 1. Junho, 2010.

WORLD ENERGY COUNCIL, **World Energy Resources (WER)** – Survey 2013. Disponível em: < [www.worldenergy.org](http://www.worldenergy.org) >. Acesso em 09 de abril de 2019.

WWAP. **United Nations World Water Assessment Programme/UN-Water**. 2018. The United Nations World Water Development Report 2018: Nature-Based Solutions for Water. Paris, UNESCO.

WWAP. **United Nations World Water Assessment Programme - UN-Water**. 2019. Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2019: Não deixar ninguém para trás, resumo executivo (português). 11p. Paris, UNESCO.



**YOSHIMOTO, P. M. Programa de redução de perdas na região metropolitana de São Paulo.** Sabesp, dezembro de 2006.

## APÊNDICES

### Apêndice I - Checklist de vistoria de instalações hidráulicas

 Universidade Federal da Paraíba	<b>CHECKLIST</b> Vistoria das Instalações Hidráulicas	CAES	Página ____/____
--	--	------	---------------------

<b>Identificação</b>			
Setor(es) / Estação		N. de empregados	
Responsável		Data da vistoria	____/____/____

Diagnóstico das Instalações																		
Setor →																		
Área/Seção/Dependência →																		
Item	SIT	TP	VOL	SIT	TP	VOL	SIT	TP	VOL	SIT	TP	VOL	SIT	TP	VOL	SIT	TP	VOL
Pia(s)																		
Torneira(s) s/ arejador																		
Torneira c/ arejador																		
Descarga acoplada																		
Descarga corda																		
Chuveiro																		
Mictório																		
Ducha																		
Outro: _____																		
Outro: _____																		

Legendas			
SIT: Situação do item.	Onde: V = Vazamento	D = Defeito	O = Funcionamento Normal
TP: Tipo de aparelho	Onde: C = Convencionais	E = Com Economizadores	
VOL: Volume total estimado perdido em vazamentos	Onde: Olhar tabela: Sautchuk et al., 2005.		

Estação:	
Ocorre falta de água no local? Sim [ ] Não [ ]	Comentário/Frequência:
Teste de movimentação do ponteiro (hidrômetro)	
Anotações Gerais	

Estação:	
Ocorre falta de água no local? Sim [ ] Não [ ]	Comentário/Frequência:
Teste de movimentação do ponteiro (hidrômetro)	
Anotações Gerais	

## Apêndice II - Checklist de vistoria de lâmpadas

	Universidade Federal da Paraíba	<b>CHECKLIST</b> Vistoria das Instalações Elétricas	CAES	Página ___/___
---	---------------------------------	--	------	-------------------

<b>Identificação</b>			
Setor(es) / Estação		N. de empregados	
Responsável		Data da vistoria	___/___/___

<b>Diagnóstico das Instalações</b>							
Área/Seção/Dependência →							
Lâmpadas	Fluorescentes						
	Incandescente						
	LED						
	Outras						

Anotações:
------------

<b>Identificação</b>			
Setor(es) / Estação		N. de empregados	
Responsável			

<b>Diagnóstico das Instalações</b>							
Área/Seção/Dependência →							
Lâmpadas	Fluorescentes						
	Incandescente						
	LED						
	Outras						

Anotações:
------------

<b>Identificação</b>			
Setor(es) / Estação		N. de empregados	
Responsável			

<b>Diagnóstico das Instalações</b>							
Área/Seção/Dependência →							
Lâmpadas	Fluorescentes						
	Incandescente						
	LED						
	Outras						

Anotações:
------------