



**UNIVERSIDADE DA INTEGRAÇÃO INTERNACIONAL DA
LUSOFONIA AFRO-BRASILEIRA
INSTITUTO DE ENGENHARIAS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL
CURSO DE ENGENHARIA DE ENERGIAS**

PEDRO FOCOLA LUIS

**CADASTROS LUMINOSOS: IDENTIFICAÇÃO DE INEFICIÊNCIAS E
PROBLEMAS TÉCNICOS NO SISTEMA DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA DE
ACARAPE-CE**

**REDENÇÃO - CE
2023**

PEDRO FOCOLA LUIS

**CADASTROS LUMINOSOS: IDENTIFICAÇÃO DE INEFICIÊNCIAS E
PROBLEMAS TÉCNICOS NO SISTEMA DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA DE
ACARAPE-CE**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto de Engenharias e Desenvolvimento Sustentável (IEDS) da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Energias.

Orientador: Professor Dr. Halisson de Souza Pinheiro

**REDENÇÃO - CE
2023**

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Sistema de Bibliotecas da UNILAB
Catalogação de Publicação na Fonte.

Luís, Pedro Focola.

L953c

Cadastrros luminosos: Identificação de ineficiências e problemas técnicos no sistema de iluminação pública de Acarape-CE / Pedro Focola Luís. - Redenção, 2023.

0f: il.

Monografia - Curso de Engenharia De Energias, Instituto De Engenharias E Desenvolvimento Sustentável, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Redenção, 2023.

Orientador: Prof. Dr. Halisson de Souza Pinheiro.

1. Energia - Iluminação pública - Cadastramento. 2. Sistema de iluminação pública. 3. Eficiência energética. I. Título

CE/UF/Dsibiuni

CDD 621.310

PEDRO FOCOLA LUIS

**CADASTROS LUMINOSOS: IDENTIFICAÇÃO DE INEFICIÊNCIAS E
PROBLEMAS TÉCNICOS NO SISTEMA DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA DE
ACARAPE-CE**

Trabalho de conclusão do curso apresentado como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Energias, na Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira – UNILAB.

Aprovado em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof Dr. Halisson de Souza Pinheiro

Prof (a): Dra. Rejane Felix Pereira

Prof (a): Dr. Antonio Alisson Pessoa Guimarães

AGRADECIMENTOS

Primordialmente meus agradecimentos vão sobretudo a Deus, pela saúde concedida e bênçãos diárias.

A minha mãe Domingas Dombo Focola por todas formas de apoio, pela crença, dedicação e amor incondicional.

Aos Meus Irmãos, sobrinhos e minha Filha Aysha.

Aos meus colegas de graduação por todo empenho, persistência, dedicação e pelo laço de amizade que foi construído.

Aos meus professores, pela paciência, didática, Ensino e o ensino passado dedicarem e se esforçarem por toda a minha graduação para que fosse possível a realização deste sonho.

Em especial, ao Professor Dr. Hallison Pinheiro, Alison Guimarães, Humberto Icaro, Vandilberto, professora Ada e a professora Rejane, excelentes professores e grandes seres Humanos, obrigado pela Oportunidade, e o ensino passado.

A todos os Técnicos e a coordenação da IEDS que sempre estiveram em prontidão quando a gente solicitava.

— A competitividade de um país não começa nas indústrias ou nos laboratórios de engenharia. Ela começa na sala de aula. (Lee Iacocca)

RESUMO: Considerando a iluminação pública como uma parte essencial da infraestrutura urbana, devendo proporcionar segurança, orientação e uma atmosfera acolhedora nas cidades, o presente estudo tem por **objetivo** realizar um amplo cadastro, identificar tipos de lâmpadas e analisar problemas técnicos com ênfase na eficiência energética. Em seguida, comparar os dados do cadastro anterior e o atual anterior, e sugerir medidas para resolver as ineficiências identificadas no sistema de iluminação pública da cidade. A abordagem metodológica adotada é um estudo transversal, utilizando uma metodologia mista que engloba aspectos qualitativos e quantitativos. Qualitativamente o estudo baseou-se na análise de conteúdo de Bardin. E quantitativamente, como dados de coleta foi feito um cadastramento do parque de iluminação da cidade. Dos instrumentos foram utilizados um veículo para locomoção, escada, celular e vários aplicativos tais como; *Locus Map*, que serviu como um avançado recurso de GPS para rastreamento das ruas, JUPITER, registrando informações de cadastro diretamente em dispositivos móveis e KLM, linguagem baseada para expressar informações geográfica exibindo conteúdo como mapas 2D e terrestres 3D. **A pesquisa mostrou que** o cadastramento contribuiu para identificar as problemáticas apresentadas no parque de iluminação, como tipos de lâmpadas, pontos de luz, condições de manutenção e consumo energético atual. Enfatiza-se que adoção de tecnologias eficientes e sustentáveis, como lâmpadas LED, promove uma eficiência energética, reduzindo consumo de energia elétrica na iluminação pública, viabilizando o desenvolvimento sustentável.

Palavras-chave: Cadastramento, Iluminação Pública, Eficiência energética.

ABSTRACT: Considering public lighting as an essential part of urban infrastructure, that must provide security, guidance and a welcoming atmosphere in cities, this case study focuses on the identification of energy inefficiencies present in the city of Acarape, in the State of Ceará, and to impel concrete measures such as resolutions of these collected inefficiencies. **The present study topic as methodology:** Cross-sectional study, with a mixed methodology, not a qualitative and quantitative approach. Qualitatively, the study is based on the Bardin content analysis. And quantitatively, like pigtail dice, it was made a registration of the city lighting park. As tools are used the Locus Map application, which serves as an advanced GPS resource for road tracking, and the data is processed by the JUPITER application, recording necessary or cadastre information directly on mobile devices and KLM, a language based on expressing geographic information displaying contents such as 2D and 3D terrestrial maps. **The research showed that:** The registration contributed to identify the problems presented by lighting devices, such as types of lamps, light points, maintenance conditions and current energy consumption. It is emphasized that the adoption of efficient and sustainable technologies, such as LED lamps, promotes energy efficiency, reducing consumption of electrical energy in public lighting, enabling sustainable development.

Keywords: Registration, Public Lighting, Energy efficiency.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização da cidade de Acarape no mapa do Ceará.....	15
Figura 2 – Reator.....	20
Figura 3 – Etiqueta de eficiência energética.....	22
Figura 4 – Localização do maciço de Baturité.....	23
Figura 5 – Tela de localização Locus Map.....	25
Figura 6 – Código da cidade e alimentador para o censo.....	26
Figura 7 – Legenda código do tombamento do transformador.....	26
Figura 8 – Legenda dados do ponto.....	27
Figura 9 – Dados do ponto – Parte 1.....	28
Figura 10 – Dados do ponto – Parte 2.....	28
Figura 11 – Troca de lâmpadas – 1.....	29
Figura 12 – Troca de lâmpadas – 2	29
Figura 13 – Cadastro de reator.....	30
Figura 14 – Cadastro tipo de lâmpada.....	30
Figura 15 – Potência de lâmpada por percentual.....	37

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CIP	Contribuição de Iluminação Pública
CONPET	Programa Nacional de Racionalização do Uso dos Derivados de Petróleo e do Gás Natural
COPEL	Companhia Paranaense de Energia
ENEL	<i>Ente Nazionale per L'Energia Elettrica</i> (em italiano), Entidade Nacional de Eletricidade (em português)
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
FIRJAN	Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro
FL	Fluorescente
GPM	Gestão de Produtividade e Materiais
GPS	<i>Global Positioning System</i> (em inglês), Sistema de Posicionamento Global (em português)
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia
IPECE	Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará
KML	<i>Keyrole Markup Language</i> (em inglês), Linguagem de Marcação Keyhole (em português)
LED	<i>Light Emitting Diode</i> (em inglês), Diodo Emissor de Luz (em português).
ME	Vapor Metálica
PBE	Programa Brasileiro de Etiquetagem
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
SIG	Sistema de Informação Geográfica
TWh	Terawatt Hora
VM	Lâmpada Mista
VS	Lâmpada Vapor Sódio
CE	Ceara
KWH	QuiloWatt-hora

LISTA DE QUADROS

Tabela 1 – Classe residencial.....	17
Tabela 2 – Quantidade de lâmpadas em cada bairro e seu percentual.....	31
Tabela 3 – Contagem de tipo de lâmpadas por tipo.....	33
Tabela 4 – Percentual de contagem de lâmpadas por tipo.....	34
Tabela 5 – Contagem dos reatores	36
Tabela 6 – Contagem de tipo de lâmpada (rótulos de linhas).....	37
Tabela 7 – Quadro comparativo anterior x atual estimados Lâmpadas fluorescentes.	39
Tabela 8 – Quadro comparativo anterior x atual estimados Lâmpadas Fluorescentes.....	41
Tabela 9 – Quadro comparativo anterior x atual estimados lâmpadas Mercúrio.....	42
Tabela 10 – Quadro comparativo anterior x atual estimados lâmpadas mercúrio.....	43
Tabela 11 – Quadro comparativo anterior x atual estimados lâmpadas vapor de Sódio.....	44
Tabela 12 – Quadro comparativo medido Anterior x atual lâmpada de Vapor de Sódio.....	45
Tabela 13 – Quadro comparativo anterior x atual medidos Vapor metálica.....	46
Tabela 14 – Quadro comparativo anterior x atual (vapor metálica)	47
Tabela 15 - Quadro comparativo anterior x atual medidos LED.....	49
Tabela 16 – Quadro comparativo anterior x atual medidos LED.....	50
Tabela 17 – Total do Consumo e Lâmpadas Estimados.....	52
Tabela 18 – Total do Consumo e Lâmpadas Medidos.....	53
Tabela 19 – Defeitos encontrados em lâmpadas.....	54
Tabela 20 – Tipos de Defeitos.....	55

SUMÁRIO

	Página
1 INTRODUÇÃO	10
2 REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1 HISTÓRICO DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA NO MUNDO.....	12
2.2 BREVE HISTÓRIADA ILUMINAÇÃO PÚBLICA NO CEARÁ.....	13
2.3 ATUAL CENÁRIO DE ILUMINAÇÃO.....	14
2.4 CIDADE DE ACARAPE ATUAL CENÁRIO DE ILUMINAÇÃO.....	15
2.5 LEI MUNICIPAL Nº 280/2002 – DISPÕE SOBRE A ILUMINAÇÃO PÚBLICA E OUTRAS PROVIDÊNCIAS.....	16
2.6 LÂMPADA LED.....	18
2.7 LÂMPADA VAPOR DE SÓDIO.....	19
2.8 LÂMPADA VAPOR METÁLICO.....	19
2.9 REATOR.....	20
2.10 EFICIÊNCIA ENERGETICA.....	20
3 MÉTODO	23
3.1 TIPO DE ESTUDO.....	23
3.2 REGIÃO DE COLETA.....	23
3.3 MATERIAIS USADOS.....	24
3.4 PROCEDIMENTOS DE COLETA DADOS.....	24
3.4.1 PROCESSO TÉCNICO INTERNO.....	24
3.4.2 PROCESSO OPERACIONAL.....	25
3.4.3 INFORMAÇÕES COLETADA EM CAMPO.....	26
3.4.4 PROCEDIMENTO DE ANÁLISE DE DADOS.....	30
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
4.1 BAIRROS X QUANTIDADE DE LÂMPADAS.....	31
4.2 BAIRROS E TIPOS DE LÂMPADAS X QUANTIDADE.	33
4.3 BAIRROS X PERCENTUAL DE LÂMPADAS.....	34
4.4 QUADRO COMPARATIVO ENEL.....	38
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	52
REFERÊNCIASIBLIOGRÁFICAS	53

1 INTRODUÇÃO

Segundo PEREIRA (2021), a iluminação pública é um fator primordial de extrema importância na vida dos seres humanos, seja na composição da paisagem da cidade para embelezamento, seja do ponto de vista da segurança à noite, ilumina ruas escuras e assim traz segurança para quem os utiliza na locomoção.

A iluminação pública é uma parte essencial da infraestrutura urbana, proporcionando segurança, orientação e uma atmosfera acolhedora nas cidades. No entanto, muitas vezes, sistemas de iluminação pública são mal gerenciados, resultando em ineficiência energética e altos custos operacionais. O presente estudo de caso concentra-se na cidade de Acarape, abordando os problemas técnicos da falta de um cadastro detalhado do sistema de iluminação pública e sua ineficiência energética associada.

A Resolução Normativa nº 414/2010 da ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) de 09 de setembro de 2010 estabeleceu o prazo de 24 meses para que as distribuidoras repassem aos municípios os ativos de iluminação pública. Após duas incorporações, as prefeituras assumiram os serviços de extensão, operação e manutenção das redes de iluminação até 31 de dezembro de 2014 (BRASIL, 2010).

De acordo com a PREFEITURA MUNICIPAL DE VILA VELHA, (2023) serviços relacionados com o cadastro da rede de iluminação pública urbana são: coleta, registro, manutenção, correção e atualização de dados relacionados à identificação, características, quantificação e localização geográfica individualizada todas as luzes públicas, painel de controle, transformadores, poste e demais itens que fazem parte da rede de iluminação pública municipal.

O cadastro básico da rede de iluminação pública urbana é o principal sistema de identificação e registro de informações sobre o patrimônio da rede de iluminação pública municipal, que, além de acompanhar o histórico de desempenho dos equipamentos de iluminação pública instalados no município, serve para garantir a eficácia da gestão da iluminação pública do município.

E sabe-se que hoje em dia, a energia é essencial para o desenvolvimento humano e é um componente para acelerar o crescimento global, entre outros nos setores econômico, industrial, tecnológico e hospitalar. É um componente intimamente ligado ao desenvolvimento humano nos últimos séculos. Ela é um dos fatores mais importantes no que diz respeito ao fenômeno de globalização e integração social, dando mais opções

ambientalmente adequadas para evolução do produto interno bruto (PIB) de uma nação.

Segundo INFOTECBRASIL (2022), o censo ou cadastramento de iluminação pública (I.P.) é definido como o processo de apuração dos bens que compõem os equipamentos de iluminação públicas nas vias, ruas, praças, etc., de forma a realizar o correto faturamento, possibilitar a recuperação da energia consumida, não faturada e minimizar perdas de energia.

Normalmente os parques de iluminação pública dos municípios são gerenciados pelas prefeituras e os parques de iluminação nas BR's são gerenciados pelas concessionárias. A eficiência energética tem-se tornado uma questão crucial em um mundo cada vez mais consciente das mudanças climáticas e da necessidade de conservar recursos naturais.

O estudo é de extrema relevância não apenas pela sua capacidade de realizar o cadastramento, identificação, sugestões de medidas para resolver as ineficiências identificadas no sistema de iluminação pública. Mas sim, destaca-se por sua capacidade de contribuir para a mitigação das emissões de gases de efeito estufa, alinhando-se com os objetivos de sustentabilidade ambiental. Adicionalmente, a otimização do sistema de iluminação tem o potencial de gerar economias substanciais para o município de Acarape. Para enfrentar essas questões, é necessário investir em um sistema de cadastro eficiente e atualizado, promover a padronização das informações, fornece recursos técnicos adequados, e estimular a adoção de tecnologias mais eficientes e sustentáveis.

O propósito deste trabalho é fazer um cadastro altamente eficiente para garantir a integridade e atualização das informações referentes aos pontos de iluminação pública da cidade de Acarape-ce.

Objetivos específicos incluem:

- levantar e identificar os tipos de lâmpadas existente na cidade.
- Analisar os problemas técnicos no sistema de iluminação pública, focando na eficiência energética.
- Analisar minuciosamente os dados do cadastro atual em comparação com o cadastro anterior, com atenção especial para as lâmpadas LED e o consumo de energia.

Em resumo, este estudo visa buscar inspirar soluções concretas para problemas técnicos e ineficiência energética, promovendo assim o desenvolvimento sustentável da cidade.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Histórico da iluminação pública no Mundo

Conforme exposto por (Carvalho,2012), a lamparina emergiu como uma das primeiras soluções para prover iluminação, introduzida pelos colonizadores portugueses ao solo brasileiro. Estas luminárias operavam através da utilização de óleos extraídos de fontes vegetais e/ou animais. O óleo de oliva foi amplamente empregado como combustível para alimentar essas lamparinas; no entanto, este óleo era importado da Europa e seu transporte para o território brasileiro implicava em custos substanciais, o que restringia o acesso a essa forma de iluminação somente à camada privilegiada da sociedade.

Com o passar do tempo, o óleo de oliva foi gradualmente substituído por óleos produzidos localmente, como o óleo de coco e o óleo de mamona. Além disso, foram desenvolvidos óleos derivados de gorduras de origem animal, especialmente de peixes, contribuindo para que a indústria de pesca de baleias se tornasse uma atividade significativa nas regiões costeiras do Brasil.

Historicamente, desde os primórdios as atividades eram realizadas apenas no período em que o sol proporciona iluminação natural, pois se sabe que o homem dependia muito da visão para exercer as suas atividades, à noite ela era utilizada apenas para descanso após um dia cansativo e de muito trabalho pesado. Porém, no período paleolítico, com a descoberta do fogo, esse cenário começou a mudar. O desenvolvimento da humanidade foi acompanhado pela evolução da iluminação, desde a grande descoberta do fogo pelos povos primitivos, até a sociedade atual, com lâmpadas de LED (Neto, 2017).

De acordo com as observações de Carvalho (2012), até o século XVIII, a ausência de iluminação pública nas urbes era notória, e somente a partir do século XIX que a introdução de lamparinas para iluminar vias públicas ganhou impulso, embora esse sistema não fosse universalmente adotado nas cidades brasileiras. Progressivamente, lampiões alimentados por gás substituíram as lâmpadas movidas a óleos.

Com a chegada da energia elétrica ao Brasil e a subsequente implantação das infraestruturas de distribuição de eletricidade, os sistemas de iluminação baseados em gás ou óleos foram gradualmente suplantados pelas lâmpadas incandescentes. A partir da década de 1960, teve início a adoção das lâmpadas de descarga nos sistemas de iluminação, conforme mencionado por Carvalho (2012). É também destacado pelo autor que a cidade pioneira em estabelecer redes elétricas nas vias públicas foi Campos, situada no interior do Rio de Janeiro,

em 1883, graças à presença de uma usina termelétrica local.

A iluminação pública foi inicialmente implementada com lâmpadas de combustível (lâmpadas). Em Nova York, em 1762, a administração da cidade introduziu uma taxa para subsidiar a instalação de lâmpadas, os meios de manutenção necessários e o consumo de óleo. Os sistemas elétricos ainda eram usados de forma intercambiável com as lâmpadas de combustível, pois foi até o século XX que os sistemas elétricos se tornaram confiáveis o suficiente para operar sem a necessidade de *backup*, segundo CLDC (2005, *apud* SILVA, 2006). Segundo o manual de iluminação pública COPEL (2018, p. 13):

Historicamente a iluminação pública de ruas começou baseada em conceitos de segurança individual e da propriedade e, posteriormente, na necessidade de identificação do cidadão dentro da comunidade e de sua participação em atividades públicas. Finalmente, com a invenção do automóvel, a iluminação pública veio contribuir para a sinalização e orientação do tráfego automobilístico (COPEL, 2018, p.13).

Conforme as considerações de Melo (2015), um elemento que trouxe obstáculos à implementação da iluminação pública em todas as localidades foi a carência de usinas geradoras de energia nas imediações. No entanto, com o estabelecimento das redes de transmissão, a expansão da iluminação pública elétrica no Brasil foi estimulada (MELO, 2015).

2.2. Breve História da iluminação pública do estado do Ceará

Segundo (Garcia, 2012), na sua explanação ele afirma que, em janeiro de 1866, foi instalado na cidade de Fortaleza, no estado do Ceará, um gasômetro, pertencente à empresa Ceará Companhia de Gás Limitada (*Ceara Gas Company Limited*). Por tanto, Fortaleza-Ceará começou a ser iluminada no início de 1867, e isso foi feito por meio de gás hidrogenado. O sistema consistia em 1.607 câmaras de combustão, embutidas no solo próximo às calçadas.

portanto, por sua vez, a iluminação elétrica teve início em 1913, com uma exceção, favorecendo apenas a propriedade privada, enquanto a iluminação pública ainda era operada pela Companhia Cearense de Gás. Posteriormente, o serviço foi transferido para a cearense Tramway Light and Power Company, cujo contrato foi rescindido em 1934, ano em que se iniciou a iluminação pública com lâmpadas elétricas, começando com algumas lâmpadas na Praça do Ferreira. (GARCIA, 2012).

Entre 1951 a 1955, foi construída e colocada em operação uma usina com potência de 12.500 kW, localizada próximo ao Farol do Mucuripe. Em 30 de agosto de 1971, foi criada a Companhia Ceará-Coelce de Eletricidade, a qual foi autorizada a funcionar por decreto federal em 5 de novembro de 1971, que fornecia energia elétrica para Paulo Afonso. Inicia-se assim a expansão do serviço de iluminação no Ceará (Garcia, 2012).

2.3. Atual cenário de iluminação

Portanto, de acordo o EPE (2022), o consumo total de energia elétrica no Brasil em 2021 foi de 497 TWh, cerca de 4,6% maior do que no ano anterior. Embora a distribuição regional ainda esteja concentrada no Sudeste, ela muda entre as regiões e os movimentos podem ser observados ao longo de 2021.

Como afirma EPE (2022), o consumo de energia por classe aumentou em relação ao ano de 2020, em sete das oito classes, A única exceção foi a iluminação pública que teve diminuição ou redução em 9,2%.

Atualmente, existem programas governamentais que buscam tornar-se os sistemas de iluminação pública do país mais eficientes, a fim de reduzir o consumo e o desperdício de energia elétrica e conseqüentemente o valor pago na conta de luz. Com um sistema de iluminação pública eficiente, é possível reduzir esse índice a longo prazo, o que representa um alívio na conta dos consumidores locais, o sistema de iluminação pública nacional representa cerca de 2,8% do total de energia consumida no país (Epe, 2022).

2.4. CIDADE DE ACARAPE

Acarape é um município brasileiro situado no estado do Ceará. Com uma localização estratégica na região Nordeste do país, Acarape faz parte do maciço de Baturité e está a cerca de 60 quilômetros de distância da capital Fortaleza. (IBGE ,2020). O mapa do estado do Ceará é mostrado na figura 1

Figura 01 - Localização da cidade de Acarape-CE



Fonte : Via michelin, (2022)

De acordo com IPECE (2021), a economia de Acarape tem suas raízes na agricultura, com destaque para a produção de culturas como milho, feijão, mandioca e frutas. Além disso, a pecuária também desempenha um papel importante na economia local. O município mantém uma conexão com suas tradições culturais, promovendo festas e eventos que celebram a cultura nordestina. No tocante à história, Acarape possui uma rica herança que remonta ao período colonial do Brasil. O município tem uma população que engloba diferentes grupos étnicos e mantém tradições culturais arraigadas, refletindo a diversidade cultural característica do nordeste brasileiro.

O município apresenta um índice FIRJAN de desenvolvimento municipal (IFDM) de 0,6977. Esse índice, que varia numa escala de zero a um, constitui uma avaliação do progresso socioeconômico de uma localidade, abrangendo três dimensões: emprego e renda, educação e saúde (FIRJAN, 2018).

No tocante à eficiência energética, constata-se que não está implementado um plano de gestão energética no município. Entretanto, há um interesse manifestado pela Administração Municipal na alocação de recursos para iniciativas voltadas à conservação de energia. Atualmente, encontra-se em análise a viabilidade de investimentos em projetos de modernização das luminárias presentes na infraestrutura de iluminação pública do município, com a substituição das luminárias convencionais por tecnologia LED.

2.5. LEI MUNICIPAL Nº 280/2002 - DISPÕE SOBRE ILUMINAÇÃO PÚBLICAS E OUTRAS PROVIDÊNCIAS

A Administração Municipal de Acarape, através do seu Chefe Executivo, estabeleceu por meio da LEI MUNICIPAL Nº 280/2002, aprovada pela Câmara Municipal, a implementação da Contribuição de Iluminação Pública (CIP). Essa medida tem como objetivo financiar os custos associados aos serviços de iluminação pública oferecidos aos cidadãos nas ruas e espaços públicos.

No Parágrafo único, com a finalidade de esclarecer essa informação, é definido que a iluminação pública é aquela que está diretamente conectada à rede elétrica e que serve às áreas públicas, garantindo uma iluminação adequada.

No Artigo 2, o foco é na determinação da cobrança pelo serviço prestado. Ele especifica que a contribuição é calculada com base na prestação do serviço de iluminação pública realizada pelo município dentro de sua jurisdição territorial.

No Artigo 3, é estipulado que o contribuinte é o proprietário que detém o domínio útil ou o possuidor de qualquer unidade imobiliária que seja beneficiada pela iluminação pública.

O Artigo 4, por sua vez, descreve a metodologia de cálculo. Ele estipula que a base de cálculo para a contribuição é o resultado da distribuição proporcional dos custos dos serviços de iluminação das vias e espaços públicos entre os contribuintes, com base no número de unidades imobiliárias.

No parágrafo único, o montante da contribuição, calculado com base nos gastos anuais do serviço de iluminação das áreas públicas, terá consideração pelas diferentes categorias de contribuintes, como industrial, comercial, residencial, serviços públicos e entidades governamentais. O pagamento será realizado em 12 parcelas mensais, identificadas de acordo com o consumo, seguindo as porcentagens da tarifa de iluminação pública em vigor.

Cabe destacar que os termos e disposições da lei mencionada visam garantir a arrecadação dos recursos necessários para a manutenção dos serviços de iluminação pública, proporcionando uma distribuição equitativa das obrigações entre os diversos tipos de contribuintes.

Quadro 1 - Classe Residencial

CLASSE RESIDENCIAL	Faixa de consumo	Aliquota (%)
	Até 30 kWh	0,33
	De 31 A 50 kWh	0,77
	De 51 A 100 kWh	1,54
	De 101 A 200 kWh	3,09
	De 201 A 500 kWh	6,54
	Acima de 500 kWh	11,58

CLASSE INDUSTRIAL, COMERCIAL, SERVIÇOS E OUTRAS ATIVIDADES	Faixa de Consumo	Aliquota (%)
	Até 30 kWh	1,16
	De 31 A 50 kWh	1,54
	De 51 A 100 kWh	2,7
	De 101 A 200 kWh	5,02
	De 201 A 500 kWh	7,72
	Acima de 500 kWh	19,31

Fonte: adaptado de Acarape (2002)

No Parágrafo segundo – afirma que o custeio do serviço de iluminação pública compreende: despesas com energias consumidas pelos serviços de iluminação pública; despesas com administração, operação, manutenção, eficientização e ampliação do sistema de iluminação e construção de pequenos ramais:

Art 5 - é facultada a cobrança da contribuição da fatura de consumo de energia elétrica, emitida pela empresa concessionária permissionária local, condicionada à celebração de contrato ou de convênio.

Parágrafo único - o poder executivo fica autorizado a celebrar contrato de convênio com a empresa concessionária ou permissionária de energia elétrica local para promover a arrecadação da contribuição de iluminação pública -CIP.

Art 6 - aplicam-se a contribuição no que couber, as normas do código tributário nacional e legislação tributária do município, inclusive aquelas relativas às infrações e penalidades.

Art 7 - A presente Lei será regulamentada no prazo de 60 (sessenta) dias a partir da data da sua publicação (Acarape, 2002).

2.6. LÂMPADA DE LED

Nas últimas décadas, houve notáveis avanços nos sistemas de iluminação, especialmente devido aos progressos na eletrônica. Uma nova abordagem de iluminação que ganhou destaque é a utilização de diodos emissores de luz, conhecidos como LEDs, para criar sistemas de iluminação em ambientes domésticos, comerciais, industriais e públicos (Rodrigues, 2010).

Na década de 1960, os diodos emissores de luz (LEDs) surgiram como dispositivos semicondutores que operam por meio do fenômeno de eletroluminescência, emitindo luz através da recombinação de elétrons e lacunas em um material sólido (Sá Júnior, 2007).

No contexto da história e evolução dos LEDs, o primeiro indício de emissão de luz a partir de um semicondutor foi observado em 1907 pelo engenheiro britânico Henry Joseph Round, que notou um brilho amarelado nos detectores de carboneto de silício (Steverson, 2009). Entretanto, devido às dificuldades em manipular o carboneto de silício e à baixa intensidade luminosa, esse fenômeno não recebeu muita atenção.

O avanço significativo ocorreu na década de 1920, quando Oleg Vladimirovich Losev, um cientista russo, identificou o brilho proveniente de compostos de óxido de zinco e carboneto de silício, utilizados em diodos retificadores em rádios da época (Zhedulev, 2007). Losev foi o pioneiro em compreender o potencial dessa tecnologia e, mesmo após sua morte, foi reconhecido como o inventor do LED. No entanto, os primeiros LEDs semelhantes aos atuais só foram desenvolvidos na década de 1950, pelos Signal Corps Engineering Laboratories, localizados em Fort Monmouth, Nova Jersey (Ribau, 2010).

O LED é amplamente considerado o futuro da iluminação global e há previsões de que, até 2015, estará competindo de igual para igual no mercado com as lâmpadas fluorescentes compactas, de acordo com FREITAS (2010). Segundo VIALI E BALAZINA (2011), no Brasil é esperado que até 2016 as lâmpadas incandescentes deixem de ser comercializadas, sendo substituídas pelas lâmpadas de LED. Isso acarretaria em uma economia significativa para residências e domicílios, através da substituição total ou parcial das lâmpadas convencionais.

A redução do consumo de energia é um objetivo primordial na área de iluminação, especialmente em contextos residenciais e comerciais. Nesse sentido, o uso de LEDs pode oferecer uma contribuição altamente relevante, uma vez que apresentam uma notável eficiência energética (Bley, 2012).

Nos últimos dez anos, à medida que os LEDs foram aperfeiçoados para aplicações de iluminação, os cidadãos brasileiros, incluindo profissionais do setor, enfrentam desafios para reconhecer as vantagens dessa tecnologia e, sobretudo, para acreditar que o investimento inicial em equipamentos de LED pode se tornar economicamente viável em um curto espaço de tempo (Bley, 2012).

2.7. Lâmpadas a vapor de sódio

O princípio de operação da lâmpada de vapor de sódio é comparável ao da lâmpada de vapor de mercúrio, com a distinção principal sendo a incorporação do sódio. Para seu funcionamento, além do reator, a utilização de um ignitor é essencial, uma vez que ele desempenha a função de iniciar a ignição na lâmpada (Rosito, 2009a).

A lâmpada de vapor de sódio emite uma luz de tonalidade amarelada, o que pode resultar em uma aparência de queimado nas plantas e causar desconforto visual. Isso decorre principalmente de seu baixo índice de reprodução de cores, que fica em torno de 25%. Essa característica é considerada sua principal desvantagem. Entretanto, sua eficiência luminosa é alta, podendo atingir até 140 lm/W, dependendo da potência e da qualidade tecnológica empregada durante a fabricação. Sua vida útil supera os modelos anteriores de lâmpadas, variando entre 16.000 e 32.000 horas (Rosito, 2009b).

Devido à sua durabilidade superior em comparação com outros tipos de lâmpadas mencionados anteriormente, essa variante é a mais prevalente na iluminação de espaços públicos e áreas externas, especialmente em locais onde a fidelidade na reprodução das cores não é um fator de extrema importância (Neto, 2017).

2.8. Lâmpadas a vapor metálico

O funcionamento básico das lâmpadas de vapor metálico é análogo ao de outras lâmpadas de descarga. A emissão de luz ocorre quando uma descarga elétrica percorre um tubo contendo gás, resultando em iluminação. A distinção reside na composição do gás empregado, composto por iodetos metálicos (Rosito, 2009b).

A luminosidade emitida por esse tipo de lâmpada é notavelmente intensa e de tonalidade branca. Para operar, demanda um reator e ignitor. Essa lâmpada combina algumas vantagens das lâmpadas de vapor de sódio e vapor de mercúrio, resultando especialmente em um índice de reprodução de cor mais elevado, cerca de 70% (Rosito, 2009b).

A eficiência luminosa pode atingir até 100 lm/W, porém, sua vida útil é

consideravelmente menor, aproximadamente 15.000 horas, substancialmente inferior à das lâmpadas de vapor de sódio, constituindo-se como sua principal desvantagem (Rosito, 2009b).

2.9. Reator

O reator desempenha um papel auxiliador, visando regulamentar a corrente elétrica que perpassa a lâmpada. Além de desempenhar esse papel crucial, sua função primordial reside na configuração das propriedades elétricas apropriadas, assegurando a durabilidade estipulada pelo produtor (Aguera, 2015; Rosito, 2009c).

Sua incorporação é uma exigência incontestável e inafastável no contexto da iluminação que envolve lâmpadas fluorescentes, de vapor de mercúrio, de sódio e de características metálicas.

Figura 2 - Reator



Fonte: WEC (2001)

Com base no princípio operacional, os reatores podem ser categorizados como eletrônicos ou magnéticos. Também, sob o prisma da utilização, eles são classificados como internos ou externos, dependendo do escopo específico da aplicação em questão. A representação visual fornecida pela figura 2 ilustra um caso exemplar de como se estabelece a conexão entre uma lâmpada e a rede de fornecimento de energia por intermédio de um reator situado externamente.

2.10. EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Em dezembro de 1985 marcou o surgimento do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL), uma iniciativa supervisionada pelo Ministério de Minas e Energia e executada pela Eletrobras. Seu propósito fundamental é fomentar a utilização racional de energia e combater o desperdício energético. Posteriormente, em

dezembro de 1993, dentro do âmbito do PROCEL, foi estabelecido o Selo Procel de Economia de Energia, também conhecido como Selo Procel. Essa ferramenta desempenha uma função direta e eficaz ao proporcionar aos consumidores informações claras sobre dispositivos e eletrodomésticos disponíveis no mercado que apresentam uma maior eficiência energética, o que resulta em um menor consumo de energia elétrica (PROCEL INFO, 2022)

A Lei de Eficiência Energética, numerada como Lei nº 10.295 e datada em 18 de outubro de 2001, desempenha o papel central de regulamentar a Política Nacional de Conservação e Uso Sustentável de Energia. O artigo inaugural desta lei enfatiza a imperatividade de uma alocação eficaz dos recursos energéticos e a preservação do meio ambiente. No segundo artigo, está estabelecido que é responsabilidade do Poder Executivo a definição dos patamares máximos de consumo específico de energia, bem como os níveis mínimos de eficiência energética a serem observados por máquinas e dispositivos consumidores de energia, que sejam produzidos ou comercializados dentro do território nacional. Este processo se baseia em critérios técnicos específicos como fundamento diretriz (Brasil, 2001).

Essa legislação também institui a instauração de um Programa de Metas que impõe a fabricantes e consumidores a adoção de ações para atender aos critérios definidos relativos ao consumo de energia e à eficiência energética. Adicionalmente, a lei sublinha que o Poder Executivo é incumbido de criar mecanismos para fomentar a eficiência energética em edificações erigidas no país.

Cada um dos dispositivos utilizados nos lares consome uma determinada quantidade de potência elétrica, ou seja, a quantidade de energia que o dispositivo utiliza para executar a tarefa designada. No mercado, há uma diversidade de equipamentos e marcas com a mesma finalidade. Nesse sentido, optar por equipamentos mais eficientes, que realizam a mesma função com um consumo energético menor, pode ser um fator significativo na redução do consumo mensal de energia em uma residência.

O selo permite a identificação do grupo do equipamento, seu consumo mensal e eficiência. A responsabilidade de avaliar os produtos fabricados e enviados para os laboratórios pertence ao Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO), onde ocorre a certificação após diversos testes. Os produtos, submetidos a rigorosos testes, recebem uma etiqueta que denota seu nível de eficiência energética, sendo categorizados de acordo com sua performance em letras de "A" a "G". Um produto com a classificação "A" é o mais eficiente em termos energéticos, resultando em menor impacto ambiental e, por conseguinte, redução

de despesas na conta de energia. A figura 3 ilustra o formato do selo (Pavani, 2021)

Figura 3 - Etiqueta de eficiência energética

Usando a etiqueta de eficiência energética e o selo Procel

O selo Procel traz apenas a informação que o produto consome menos energia. A etiqueta de eficiência energética traz as informações mais importantes.



http://www2.inmetro.gov.br/pbe/a_etiqueta.php

Fonte: Pavani (2021).

Com base nas informações disponibilizadas pelo selo, ilustrado na figura 3, o consumidor tem à sua disposição a capacidade de reconhecer a eficiência energética dos dispositivos, permitindo-lhe realizar uma estimativa média do consumo de energia. A incorporação dessa etiqueta nos equipamentos constitui uma ferramenta que auxilia o consumidor na seleção do produto que apresenta características superiores em termos de desempenho energético.

De acordo com Santos (2020), são diversos os ganhos primordiais que podem decorrer de um desempenho energético adequado. Estes incluem a redução do desperdício de energia, a otimização do consumo, a economia advinda de um uso consciente, o fomento à competitividade da tecnologia industrial para a criação de dispositivos com índices de eficiência energética aprimorados, o incremento da produtividade, a redução de custos e a elevação da qualidade dos produtos, entre outros benefícios.

3 MÉTODO

Estudo transversal, com metodologia mista, no enfoque qualitativo e quantitativo.

3.1 Região de coleta

Em 2021/2022, o autor realizou um estágio na EFICIENTE-SERVICE, uma organização especializada em engenharia elétrica. Durante esse período, desempenhou um papel fundamental no levantamento conduzido pela empresa na localidade de Acarape, como parte de um amplo censo. Durante essa empreitada, coletou e analisou diversos dados do censo, com as devidas autorizações concedidas pela empresa, dedicando-se a uma pesquisa minuciosa que agregou valor à sua formação acadêmica.

Vale ressaltar que a partilha da pesquisa e material obtido durante o censo foi disponibilizado e autorizado pela empresa, excluindo informações de natureza econômica e detalhes relacionados aos valores das licitações. Os dados coletados para a pesquisa foram informações sobre a tipologia, quantidade de lâmpadas em vigor na localidade, problemas de iluminação pública, bem como detalhes relativos à potência das mesmas, entre outros aspectos.

Além disso, para dar início ao Censo atual, a prefeitura de Acarape emitiu uma solicitação formal à ENEL, requisitando os dados referentes ao histórico do parque de iluminação pública, em 2018. A ENEL prontamente forneceu essas informações, incluindo os índices mensais de consumo, à prefeitura, que, por sua vez, redirecionou esses dados à empresa EFICIENTE-SERVICE.

A presente pesquisa foi realizada no município de Acarape, que está localizado na macrorregião do Maciço de Baturité no estado do Ceará (Brasil, 2023). Teve como foco de coleta a região supracitada, que após definido os trechos necessários, foi realizado censo, plaqueamento, cadastro e monitoramento.

Figura 4 – Localização do Maciço de Baturité



Fonte: IPECE(2023)

3.2 Materiais usados

Neste estudo, foram empregados os seguintes recursos e ferramentas: um veículo para a mobilidade, escada retrátil que é utilizada para alcance em alturas, adesivo preguê fácil, pistola de silicone para a fixação do adesivo.

Aplicativos de celular desempenharam um papel relevante na pesquisa, na captura de imagens, acréscimo de informações e navegação pelo mapa. Aplicativos tais como: *Locus Map*, uma aplicação versátil de navegação para Android, que oferece recursos avançados de GPS tanto *online* quanto *offline*. KML uma linguagem baseada em XML empregada para expressar informações geográficas e exibir conteúdo como mapas 2D e visualizações terrestres 3D. Aplicativo "Júpiter" utilizado para o registro de informações censitárias ou de cadastro diretamente em dispositivos móveis.

Todos esses recursos e ferramentas foram instrumentalizados para a realização deste estudo, cada um desempenhando um papel específico na coleta e análise de dados, bem como na navegação espacial e no gerenciamento de informações.

3.4 Procedimento de Coleta de Dados

3.4.1 Processo técnico interno

Antes de iniciar suas atividades, os cadastradores e o estagiário receberam instruções e passaram por um processo de preparação e formação. Eles também foram orientados a baixar mapas para uso *offline*, o que melhorou o planejamento das rotas a serem percorridas.

A geração de mapas para o cadastro foi realizada por meio de uma plataforma georreferenciada que utilizou informações dos transformadores listados. Esses mapas foram sobrepostos ao *Google Earth*. Em seguida, os mapas ou arquivos KML contendo as rotas foram gerados e exportados para o aplicativo *Locus Map* (conforme mencionado na Seção 1.3). Esses arquivos foram compartilhados por e-mail ou outros aplicativos de comunicação. Posteriormente, os dados em formato KML foram importados para o sistema *Locus Map*, conforme ilustrado na Figura 6.

Figura 5 – Tela de localização *Locus Map*

Fonte: Eficiente (2022)

3.4.2 Processo Operacional

Ao chegar ao local designado, o veículo era estacionado de maneira segura e adequada. Em seguida, a estrutura a ser cadastrada era localizada e uma escada retrátil era posicionada ao lado do poste. As tarefas envolveram a colocação de placas que atuam como pontos de identificação em cada poste elétrico, fixadas ao lado de cada estrutura de iluminação. A placa de identificação recebia aplicação de cola na parte posterior e, após essa etapa, a placa era fixada normalmente na altura média do poste.

Após a correta fixação da placa no poste e a confirmação de sua aderência, um aparelho celular era utilizado para registrar informações detalhadas. Esses registros incluíam fotografias da luminária, especificações da lâmpada, tipo de braço da luminária, características, fotossensor, transformadores, placas, e modelo do poste. Completavam-se essas informações com dados como o endereço do poste cadastrado, incluindo nome da rua, bairro, logradouro e outros relevantes.

Uma seção de observação foi dedicada ao registro de defeitos encontrados nos equipamentos, registrando qualquer anomalia. Se alguma luminária estivesse acesa durante o dia, o que indicava um defeito, uma anotação era feita e os técnicos de manutenção eram encaminhados para resolver o problema. Após cadastrar um poste, o processo prosseguia, seguindo mapas, com o cadastramento dos pontos existentes (postes que permaneceram no local desde o último censo da concessionária). Este processo era repetido em todos os transformadores ao longo de todo o trajeto da rota de média tensão.

3.4.3 Informações coletadas em campo

As figuras a seguir representam as telas do aplicativo Júpiter e demonstração das informações coletadas:

Figura 6 - Código da cidade e alimentador para o censo



Fonte: Eficiente (2022)

Na figura acima, inicialmente nós temos a tela inicial do aplicativo júpiter, aberto nesta tela, são adicionadas informações coletadas, como a cidade, bairro, ruas e alimentadores como mostrado acima, depois de adicionar essas informações correta, prossegue-se para outra etapa.

Figura 7 - Legenda código tombamento do transformador



Fonte: Eficiente (2022)

Nesta fase do aplicativo, são coletadas informações essenciais, como a localização precisa do transformador, o status do poste (definitivo ou provisório), dados do proprietário e o número de fases, frequentemente registrados como desconhecidos. A potência do transformador é determinada pelos cadastradores, geralmente verificando se está visível no equipamento; caso não esteja, faz-se uma estimativa, posteriormente verificada pela equipe administrativa através de fotos. Em casos de divergência, o analista ajusta as informações na planilha baixada do GPM. A situação do cadastro é marcada como pendente ou concluída, com pendências acionadas em caso de erros ou discrepâncias, exigindo intervenção do supervisor de campo para resolução.

Nesta etapa, na figura 8 abaixo, o cadastro começa a partir da sequência do poste anterior. No campo "Tipo", informações precisas sobre o tipo de poste são coletadas, como circular, comum, madeira, particular, etc. Nas "Características", são registrados detalhes como altura da estrutura, frequentemente encontrados nas laterais das estruturas. Para a "Rede", são coletadas informações sobre o tipo de rede à qual a luminária está conectada, como convencional, multiplex, DAT, subterrânea, etc., sendo normalmente convencional. Em relação à "Plaqueta", são coletados dados do número da placa que será anexada ao poste cadastrado na região, facilitando a identificação em caso de problemas de iluminação. Após essa etapa, a situação é automaticamente definida como "Cadastro Concluído".

Figura 8 - Legenda dados do ponto

The screenshot displays a mobile application interface for recording point data. At the top, there are tabs for "Ponto", "Endereço", "IP", and "Utili:". Below these, there are fields for "P. Atual:" (value: 1) and "P. Anterior(ponto-plaqueta-barrar)" (value: Nenhum). The main form includes sections for "Característica:", "Rede:", "Plaqueta:", and "Poste:". There are also radio buttons for "Derivação:" and "Ponto c/ Trafo:", both currently set to "Não". The status is indicated as "Situação: CAD. CONCLUIDO". At the bottom, there are fields for "Latitude:" (0.000000) and "Longitude:" (0.000000), along with "Capturar" and "Confirmar" buttons. The bottom status bar shows "Precisão: atual= 12.50 m salva= 0 m", "Velocidade: 1 Km/h", and "Qtde sat: 14".

Fonte: Eficiente, 2022

Figura 9 - Dados do ponto (Parte 1)

Fonte: Eficiente(2022)

Nesta fase, identifica-se o tipo de lâmpada, geralmente verificando se é LED, vapor metálico, vapor de sódio, etc., juntamente com suas respectivas potências, e os tipos de luminárias, muitas vezes visíveis na própria luminária em letras maiores. Quanto ao reator, são definidas a potência e a classificação como interno ou externo, sendo comum encontrar reatores internos em luminárias fechadas, mas também ocasionalmente em luminárias abertas.

Figura 10 - Dados do ponto (Parte 2)

Fonte: Eficiente (2022)

Ao término da jornada de trabalho, é essencial que todos os cadastros estejam marcados como "CAD. CONCLUÍDO", indicando que as informações foram cadastradas com êxito. Após essa etapa, os dados sincronizados são enviados diretamente para o servidor, onde a equipe administrativa pode acessá-los integralmente para dar continuidade ao processamento das informações recebidas.

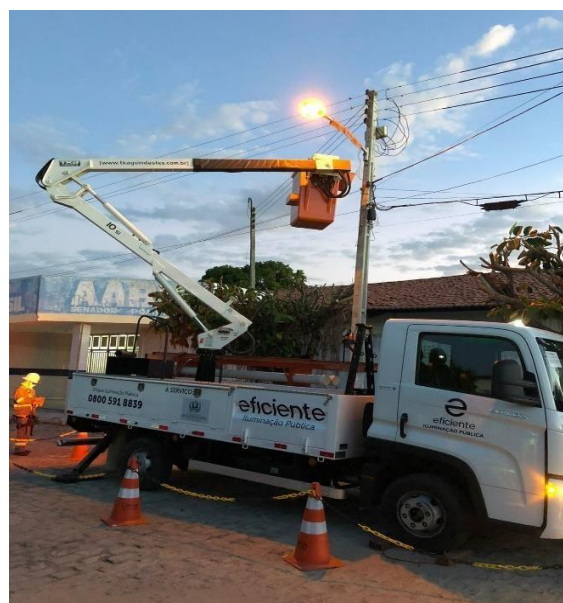
Após a coleta de dados, a equipe administrativa realiza o *download* do arquivo bruto do programa GPM, que é no formato Excel. Em seguida, verifica-se minuciosamente se os dados estão corretamente cadastrados, comparando-os com as fotos de luminárias, transformadores, reatores, placas e postes tiradas pelos cadastradores. Em caso de discrepâncias, uma equipe em campo é acionada para verificar as informações duvidosas e esclarecer dúvidas. Posteriormente, é elaborado um relatório e uma apresentação, que é apresentada pelo órgão responsável da prefeitura, destacando informações relevantes, como o número de pontos, custos econômicos, perdas ou ganhos de energia e recomendações relacionadas à eficiência energética.

Figura 11: Troca de Lâmpadas - 1



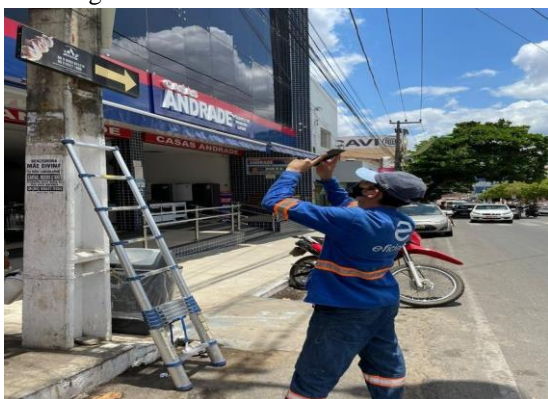
Fonte: Eficiente (2022)

Figura 12: Trocas de lâmpadas - 2



Fonte: Eficiente (2021)

Figura 13 - Cadastrando o reator



Fonte: Autoria própria (2021)

Figura 14 - Cadastro tipo de lâmpada



Fonte: Autoria própria (2021)

3.4.4. Procedimento de análise de Dados.

Para a análise quantitativa, os dados foram computados a partir da coleta de informações *in loco*, e feita a validação das informações recebidas por meio dos bancos de dados do município, são compilados por meio dos recursos do *Google Earth*, *AutoCAD* e *QGIS* em relação ao censo anterior e atualizações atuais, a fim de verificar divergência de não incluídos nos dados coletados. As divergências foram enviadas às equipes de campo para análise e correção. Após correção e finalização, foi realizado o procedimento de controle de qualidade dos pontos cadastrados (monitoramento). Após o término do atendimento na área indicada, a equipe fiscalizadora deverá realizar uma verificação amostral do censo concluído com dados cadastrais, com foco na verificação de pontos críticos e situações atípicas.

A avaliação dos dados qualitativos foi baseada na Análise de Conteúdo de Bardin (2016). Obedecendo os seguintes aspectos: 1) pré-análise - organização das temáticas através da leitura flutuante, hipóteses, formulação de hipóteses, objetivos e elaboração de indicadores; 2) exploração de material – os dados são codificados a partir de unidades de registro; 3) tratamento de resultados e interpretação - categorizando as temáticas a partir da classificação de dados em acordo com suas semelhanças e por diferenciação. Portanto, trabalham-se as temáticas aqui apresentada no material do texto, estabelecendo categorias para a sua interpretação. Nesta proposta metodológica, o foco recai sobre o conteúdo coletado, entendendo que as informações obtidas, o analista busca categorizar as unidades conforme se apresentam .

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diante das informações anteriormente mencionadas, que foram obtidas por meio de uma coleta minuciosa em campo, pode-se explorar detalhes relevantes para discussão com base nos dados fornecidos. Portanto, os resultados do cadastro realizados pelo autor foram tabulados, fornecendo informações cruciais sobre a distribuição e quantidade das lâmpadas por bairro naquela cidade. A coleta abrangeu 29 bairros, conforme demonstrado na tabela

4.1 BAIRROS X QUANTIDADES DE LAMPADAS

Quadro 2 - Quantidades de lâmpadas em cada bairro e seu percentual

Bairro	Unidades de Lâmpadas	Percentual
CENTRO	363	24%
CANTA GALO	222	15%
SAO BENEDITO	208	14%
SAO FRANCISCO	113	7%
AMARGOSO	77	5%
RIACHAO	68	4%
PAU BRANCO	59	4%
PEDREIRA	55	4%
ACUDE MAMOEIRO	44	3%
POCO ESCURO	39	3%
MORENOS	38	3%
TAMANDUA	30	2%
MARRECOS	30	2%
GARAPA	24	2%
TANQUES	20	1%
LAGOA DOS VEADOS	17	1%
VILA VELHA	17	1%
PASCOALZINHO	14	1%
ALTO CIPRIANO	14	1%
POCO ESCURO 1	12	1%
TEOBALDO	11	1%
ERERE	11	1%
ASSENTAMENTO 24 DE ABRIL	8	1%
OLHO D ÁGUA	7	0%
PAU BRANCO II	6	0%
FAZENDA SAO FRANCISCO	4	0%
ASSENTAMENTO 14 DE ABRIL	4	0%
CONJUNTO SAO FRANCISCO	3	0%
ACUDE	1	0%
Total Geral	1519	100%

Fonte: Autoria própria, 2022.

De forma notável, na tabela anterior vê-se que o bairro Centro concentra a maior quantidade de lâmpadas na cidade, totalizando 363 unidades, o que representa 24% do total de lâmpadas instaladas na localidade. Em sequência, temos o bairro Cantagalo com 222 unidades, correspondendo a 15%, e o bairro São Benedito, que detém 208 unidades, com um percentual de 14%.

Esses três bairros destacam-se por possuir agrupamentos substanciais de lâmpadas. O somatório do percentual de lâmpadas instaladas nesses bairros se junta aos bairros São Francisco, com 7% de lâmpadas, Amargoso com 5%, Riachão com 4%, Pau Branco com 4%, Pedreira com 4% e Açude Mamoeiro com 3%. Somados, esses valores correspondem a 80% do total de lâmpadas existentes em Acarape. Contrapondo essa análise, é evidente na tabela que alguns bairros apresentam quantidades relativamente baixas de lâmpadas, como o bairro Açude, com apenas 1 lâmpada, representando 0%. Isso sinaliza uma disparidade preocupante no investimento em iluminação pública na cidade.

De acordo com Prasad (2020), a iluminação pública proporciona uma sensação de segurança aos residentes e aprimora a qualidade de suas vidas.

Como já mencionado anteriormente, isso frequentemente está relacionado à melhoria da segurança e da qualidade de vida das pessoas que habitam nessas regiões. É claro que a quantidade de lâmpadas instaladas em cada bairro reflete os investimentos feitos pela prefeitura no setor de iluminação pública.

Essa discrepância pode ser explicada pela densidade populacional e pela infraestrutura mais densa na área central da cidade, que naturalmente demanda uma quantidade maior de iluminação pública. Além disso, investimentos financeiros substanciais são direcionados para essa região. Por outro lado, os bairros com menos lâmpadas podem indicar necessidades específicas nessas comunidades ou restrições de recursos para investimentos em infraestrutura. Isso, por sua vez, prejudica a qualidade de vida da população, já que as noites escuras podem ser perigosas para a mobilidade noturna.

Isso realmente poder ser confirmado de acordo Liu (2014), os gastos de iluminação, tem sido estrondoso, pois a iluminação pública pode consumir até 43,9 bilhões de kWh de eletricidade anualmente.

Neste contexto, a necessidade de iluminação pública em áreas urbanas e rurais é crucial para o desenvolvimento e a segurança. A quantidade de lâmpadas em cada bairro reflete os investimentos da prefeitura. É relevante analisar discrepâncias nos investimentos entre bairros e identificar oportunidades de desenvolvimento em áreas menos favorecidas.

4.2 BAIRROS E TIPOS DE LÂMPADAS X QUANTIDADES

A tabela anterior, mostra os bairros, quantidade e tipo de lâmpadas que foram coletados na cidade, coletou-se diferentes tipos de lâmpadas, tais como: fluorescente (FL), LED, vapor metálica (ME), lâmpada Mista (VM) e lâmpada vapor saturado (VS), como visto acima, para lâmpadas fluorescentes, foi coletado 1 lâmpada fluorescente no bairro açude, anteriormente no censo feito pela Enel, que é o assunto que veremos mais na frente para lâmpada Fluorescente, foi cadastrado 30 lâmpadas, sendo 26 no centro de Acarape, 2 em arare, e 1 de cada nos bairros de Riachão do norte e poço escuro motivo dessa perda de lâmpadas, foi a substituição delas, por diferentes modelos, como as lâmpadas led, que é uma tecnologia recente, e maior parte dessas lâmpadas estão concentrada no centro da cidade com 27 lâmpadas led, em seguida o são benedito com 8 lâmpadas led.

Quadro 3- Contagem de tipo de lâmpadas

CONTAGEM DE TIPO LÂMPADA						
Bairro	FL	LED	ME	VM	VS	Total
CENTRO		27	243		93	363
CANTA GALO		2	175		45	222
SAO BENEDITO		8	130		70	208
SAO FRANCISCO			71		42	113
AMARGOSO			54		23	77
RIACHAO			41		27	68
PAU BRANCO		1	25		33	59
PEDREIRA			38		17	55
ACUDE MAMOEIRO		1	9		34	44
POÇO ESCURO			13		26	39
MORENOS			21		17	38
TAMANDUA		2	18		10	30
MARRECS			19		11	30
GARAPA			15		9	24
TANQUES			8		12	20
LAGOA DOS VEADOS			12		5	17
VILA VELHA			12		5	17
PASCOALZINHO		3	5		6	14
ALTO CIPRIANO			12		2	14
POCO ESCURO 1		1	6		5	12
TEOBALDO			8		3	11
ARARE		2	1		8	11
ASSENTAMENTO 24 DE ABRIL			2		6	8
OLHO D AGUA			7			7
PAU BRANCO II			1	1	4	6
ASSENTAMENTO 14 DE ABRIL			1		3	4

SAO FRANCISCO			2		2	4
SAO FRANCISCO			3			3
ACUDE	1					1
Total Geral	1	47	952	1	518	1519

Fonte: Eficiente, 2022.

4.3 BAIRROS X PERCENTUAL DE LÂMPADAS

Basicamente nós aqui temos o quadro 4, mas representado em percentual. para chegar a esses cálculos, é notório começamos pela lâmpada fluorescente, aonde em quase em todos bairros, não existe nenhuma lâmpada instalada, exceto açude, que tem uma única lâmpada.

Por tanto para chegar ao percentual da lâmpada, fez seguinte fórmula: % = (parte ÷ todo) x 100, nesse caso, exemplo seria, Percentagem = $(1 \div 1) \times 100 = 100\%$, isso significa, que de todas as lâmpadas fluorescente instalada na cidade, 100% delas estão no bairro de açude, para saber o percentual da mesma incluindo em todos os tipos de lâmpadas instalado na cidade, a matemática é feita Percentagem = $(1 \div 1519) \times 100 = 0,0658\%$, arredondando para 0% como mostrado na tabela. Isso significa que as lâmpadas fluorescentes são 0% instalada na cidade e assim a matemática seguiu para os mais casos.

O mesmo acontece para lâmpada led, para todo tipo de lâmpada instalada na cidade, a led tem um percentual de 3%, isso porque fez –se matematicamente a percentagem = $(47 \div 1519) \times 100 = 3\%$.

E para saber o seu percentual a cada bairro, é seguir a mesma lógica, tal como o bairro centro, que aparece com um percentual de 7%, isso significa que de todas as lâmpadas instalada naquele bairro, 7% são led, sendo o maior percentual, para chegar nesse valor da tabela, fez-se Percentagem = $(27 \div 363) \times 100 = 7,43\%$ e arredondando que ficou para 7% e assim a matemática seguiu.

Com esse percentual de lâmpada led instalado sugere a necessidade de esforços para adotar tecnologias mais eficientes, economizar energia e reduzir os custos energéticos, bem como diminuir o impacto ambiental.

As lâmpadas convencionais, como as de vapor metálico e vapor de sódio, são amplamente utilizadas na cidade, com destaque para o bairro central, que possui 67% das lâmpadas de vapor metálico e 26% de lâmpadas de vapor de sódio. Em comparação, a lâmpada LED representa apenas 7% das lâmpadas na cidade.

Essa variação pode ser atribuída a vários fatores, incluindo investimentos em

infraestrutura pela prefeitura, preferências da comunidade local, planos de modernização da iluminação pública e considerações técnicas. As lâmpadas de vapor metálico e vapor de sódio dominam o cenário, representando 63% e 34% do total de lâmpadas coletadas, respectivamente, devido a fatores como custo e disponibilidade dessas lâmpadas na cidade.

Quadro 4 – Percentual de contagem de lâmpadas por tipo

Bairros % de Lâmpada por Tipo (Autor 2022)	FL	LED	ME	VM	VS	Total Geral
CENTRO	0%	7%	67%	0%	26%	100%
CANTAGALO	0%	1%	79%	0%	20%	100%
SAO BENEDITO	0%	4%	63%	0%	34%	100%
SAO FRANCISCO	0%	0%	63%	0%	37%	100%
AMARGOSO	0%	0%	70%	0%	30%	100%
RIACHAO	0%	0%	60%	0%	40%	100%
PAU BRANCO	0%	2%	42%	0%	56%	100%
PEDREIRA	0%	0%	69%	0%	31%	100%
ACUDE MAMOEIRO	0%	2%	20%	0%	77%	100%
POCO ESCURO	0%	0%	33%	0%	67%	100%
MORENOS	0%	0%	55%	0%	45%	100%
TAMANDUA	0%	7%	60%	0%	33%	100%
MARRECOS	0%	0%	63%	0%	37%	100%
GARAPA	0%	0%	63%	0%	38%	100%
TANQUES	0%	0%	40%	0%	60%	100%
LAGOA DOS VEADOS	0%	0%	71%	0%	29%	100%
VILA VELHA	0%	0%	71%	0%	29%	100%
PASCOALZINHO	0%	21%	36%	0%	43%	100%
ALTO CIPRIANO	0%	0%	86%	0%	14%	100%
POCO ESCURO 1	0%	8%	50%	0%	42%	100%
TEOBALDO	0%	0%	73%	0%	27%	100%
ERERE	0%	18%	9%	0%	73%	100%
ASSENTAMENTO 24 DE ABRIL	0%	0%	25%	0%	75%	100%
OLHO D ÁGUA	0%	0%	100%	0%	0%	100%
PAU BRANCO II	0%	0%	17%	17%	67%	100%
ASSENTAMENTO 14 DE ABRIL	0%	0%	25%	0%	75%	100%
FAZENDA SAO FRANCISCO	0%	0%	50%	0%	50%	100%
CONJUNTO SAO FRANCISCO	0%	0%	100%	0%	0%	100%
ACUDE	100%	0%	0%	0%	0%	100%
Total	0%	3%	63%	0%	34%	100%

Fonte: Autoria própria, 2022.

A contagem e percentual dos reatores conforme o Quadro 5 que foi cadastrado, como mostrado na tabela, o bairro com a maior quantidade de reatores é o Centro, isso deve-se também a grande quantidade de ponto e lâmpadas instalada na cidade, o centro aparece com um total de 336 unidades de reatores instalado na cidade, assim sendo assim, um percentual de 23% do total de reatores registrados. Em seguida naquela cidade, tem-se o bairro Canta Galo, que também é um dos bairros com muitos pontos de iluminação, aparece com 220 reatores (15%), e São Benedito, em terceiro lugar, aparecendo assim com 200 reatores (14%).

A concentração de reatores em determinados bairros, indica uma demanda significativa por energia elétrica nessas áreas, esses bairros podem ser considerados como principais consumidores de eletricidade na região, estão falando em função de ordem de maior a menor.

Os reatores são componentes essenciais em lâmpadas de descarga, como vapor de sódio, vapor metálico e fluorescentes, fornecendo a voltagem e corrente necessárias para iniciar e manter a lâmpada funcionando. Existem dois tipos principais: magnéticos, mais antigos e menos eficientes em energia, e eletrônicos, que são mais eficientes, consomem menos energia e oferecem recursos adicionais, como controle de intensidade luminosa e partida rápida das lâmpadas.

Quadro 5 – Contagem dos reatores

CONTAGEM DOS REATORES		
Bairro	Unidades	Percentual
CENTRO	336	23%
CANTA GALO	220	15%
SAO BENEDITO	200	14%
SAO FRANCISCO	113	8%
AMARGOSO	77	5%
RIACHAO	68	5%
PAU BRANCO	58	4%
PEDREIRA	55	4%
ACUDE MAMOEIRO	43	3%
POCO ESCURO	39	3%
MORENOS	38	3%
MARRECOS	30	2%
TAMANDUA	28	2%
GARAPA	24	2%
TANQUES	20	1%
LAGOA DOS VEADOS	17	1%
VILA VELHA	17	1%
ALTO CIPRIANO	14	1%
POCO ESCURO 1	11	1%

PASCOALZINHO	11	1%
TEOBALDO	11	1%
ERERE	9	1%
ASSENTAMENTO 24 DE ABRIL	8	1%
OLHO D AGUA	7	0%
PAU BRANCO II	6	0%
FAZENDA SAO FRANCISCO	4	0%
ASSENTAMENTO 14 DE ABRIL	4	0%
CONJUNTO SAO FRANCISCO	3	0%
Total Geral	1471	100%

Fonte: Aatoria própria, 2022

Como verificado abaixo no Quadro 6, nós temos o total de lâmpadas cadastrada em todo censo em 2022, foram 1519 pontos, com lâmpadas e potências, como mostrado acima, onde as lâmpadas Vapor metálica e vapor de sódio se destacam com maior percentual na cidade, como nós podemos ver na tabela.

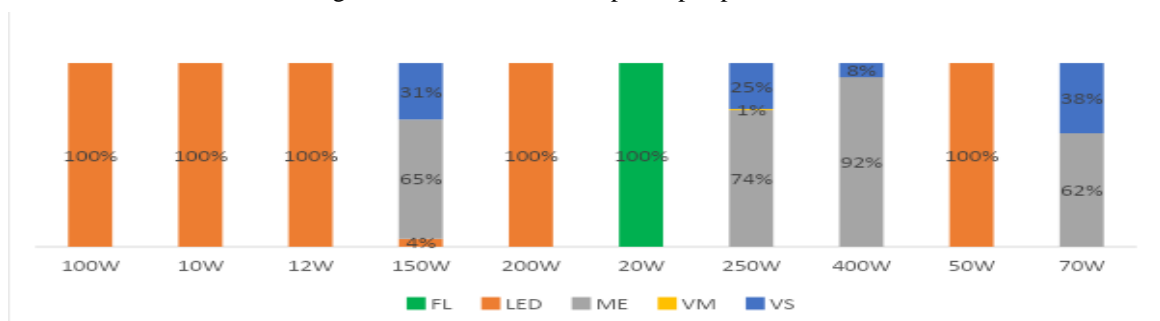
Quadro 6 – Contagem de tipo de lâmpada

TIPO DE LAMPADAS	100W	10W	12W	150W	200W	20W	250W	400W	50W	70W	Total Geral
FL						1					1
LED	13	1	3	13	4				13		47
ME				193			122	12		625	952
VM							1				1
VS				91			41	1		385	518
Total Geral	13	1	3	297	4	1	164	13	13	1010	1519

Fonte: Eficiente, 2022

Acima verifica-se a potência de lâmpadas mostrado em percentagem. Para calcular a percentagem usou-se a equação utilizada no quadro 4, onde percentagem = $(\text{parte} \div \text{todo}) \times 100$ e com a ajuda do Excel, nós simulamos os gráficos presente vê-se que para potência de 100w, 100% são lâmpadas Led, assim segui para lâmpadas com potência de 10w, 12w, 50w e 200w que 100% são lâmpadas Led. Para potência de 20w, vê-se que 100% das lâmpadas são fluorescente, enquanto que para lâmpadas Vapor Metálica, 62% são lâmpadas de 70W, 65% são lâmpadas com potência de 150W, 74% são lâmpadas com potências de 250W, 92% são lâmpadas com potência de 400W, já para lâmpadas vapor de sódio nós temos as seguintes potências 70w com percentual de 38%, 150w com percentual de 31%, 250w com percentual de 25%, e 400w com percentual de 8%.

Figura 16 – Potência de lâmpadas por percentual



Fonte: Autoria própria, 2023.

4.4. QUADRO COMPARATIVO ENEL X AUTOR

Aqui nós temos o quadro comparativo anterior x atual o quadro anterior é que foi feito pelo enel em 2018, o quadro atual é que foi feito pelo autor em 2022, aqui nós comparamos as lâmpadas e perda do reator e o consumo, para lâmpadas fluorescentes, em contabilidade estimada.

Quadro 7 – Quadro comparativo anterior x atual – estimados – Lâmpadas Fluorescentes

QUADRO COMPARATIVO ANTERIOR X ATUAL – ESTIMADOS (lâmpadas Fluorescentes)								
Tipo de Lâmpadas	Potência (W)	Perdas do Reator	Total de Lâmpadas Anterior	Consumo kWh/mês anterior	Total de Lâmpadas Atual	Consumo kWh/mês atual	Diferença Lâmpadas	diferença do Consumo kWh/mês
Fluorescente	12	56,0%	1	6	0	0	-1,00	-6
Fluorescente	13	56,0%	0	0	0	0	0,00	0
Fluorescente	15	66,7%	1	9	0	0	-1,00	-9
Fluorescente	20	75,0%	1	12	1	12,06	0,00	0
Fluorescente	25	75,0%	0	0	0	0	0,00	0
Fluorescente	30	33,3%	0	0	0	0	0,00	0
Fluorescente	32	46,9%	0	0	0	0	0,00	0
Fluorescente	34	46,9%	0	0	0	0	0,00	0
Fluorescente	35	47,0%	2	35	0	0	-2,00	-35
Fluorescente	36	30,6%	0	0	0	0	0,00	0
Fluorescente	40	30,0%	3	54	0	0	-3,00	-54
Fluorescente	42	30,0%	0	0	0	0	0,00	0
Fluorescente	45	30,0%	1	20	0	0	-1,00	-20
Fluorescente	50	30,0%	0	0	0	0	0,00	0
Fluorescente	60	30,0%	0	0	0	0	0,00	0
Fluorescente	65	23,0%	1	28	0	0	-1,00	-28

Fonte: Eficiente (2022)

Antes de contextualizar o resultado obtivo na tabela anterior, é importante salientar que a Ligação ou pontos estimados, são pontos que normalmente não tem transformadores e as suas contabilizações do custo de energia é baseado na estimativa dos cálculos da potência da lâmpada e do reator existente naquele ponto, diferente dos pontos medidos.

Para COPEL (2018), na maioria das instalações elétricas usadas na iluminação pública, não há medição direta do consumo de energia em cada ponto de luz. Essas instalações são conhecidas como "ligações a forfait". A legislação atual não exige a instalação de medidores de energia elétrica em cada ponto de iluminação pública. Em vez disso, o faturamento é calculado estimando o consumo com base na carga instalada, no período de utilização e nos equipamentos auxiliares que fazem parte do sistema.

A partir na tabela fornecida, é apresentado um estudo comparativo entre as o cadastro anterior realizados em 2018 e os cadastros atuais realizadas pelo autor em 2022.

Na tabela, o termo “anterior” refere-se ao censo de cadastro realizado pela Enel em

2018, enquanto “atual” refere-se ao censo realizado pelo autor em 2022. Conforme observado, o censo anterior de 2018 identificou diversas potências de lâmpadas fluorescentes. No atual censo realizado pelo autor, existe somente umas lâmpadas fluorescentes em relação ao censo anterior.

Muitas dessas lâmpadas foram substituídas por outras mais eficientes. Ao comparar os dois censos, podem ser destacadas as seguintes observações: Houve redução no número de lâmpadas fluorescentes de 35W. Uma redução semelhante é observada na categoria de 15W. A categoria de 20W permanece inalterada. Porém, há uma redução de 3 unidades na categoria de 40W. Reduções de 1 unidade também são notadas nas categorias de 45W e 65W. Esta redução pode ser atribuída a investimentos na implementação de substituições de lâmpadas mais novas e eficientes e, em alguns casos, devido a mudanças na configuração territorial.

Esta redução no número de lâmpadas tem impacto direto no consumo mensal estimado de energia em kWh, conforme tabela. Seguindo em frente, a redução acumulada é evidente. Por exemplo, no caso das lâmpadas de 35W, a diferença é de menos 35 kWh, indicando uma diminuição no consumo de eletricidade. Vale ressaltar que as lâmpadas de 20W permanecem em ambos os censos, significando sua presença contínua no local atual.

É fundamental ressaltar que a substituição das lâmpadas fluorescentes por alternativas mais eficientes contribui significativamente para a sustentabilidade ambiental. Esta mudança reduz o consumo de energia da cidade e, subsequentemente, reduz as emissões de gases com efeito de estufa, beneficiando tanto o planeta como os seus habitantes.

Segundo ANEEL nas diretrizes, no que diz respeito ao processo de faturamento da energia elétrica usada na iluminação pública, podemos identificar o que é definido no artigo 24 da Resolução Normativa nº 414/2010, conforme mencionado anteriormente:

Art. 24. Para fins de faturamento da energia elétrica destinada à iluminação pública ou à iluminação de vias internas de condomínios, o tempo a ser considerado para consumo diário deve ser de 11 (onze) horas 52 (cinquenta e dois) minutos, ressalvado o caso de logradouros que necessitem de iluminação permanente, em que o tempo é de 24 (vinte e quatro) horas por dia do período de fornecimento.

§ 2º A tarifa aplicável ao fornecimento de energia elétrica para IP é a Tarifa B4a. (ANEEL, 2010).

É importante frisar que, no que diz respeito ao cálculo do consumo de energia para

iluminação pública, utilizamos um aplicativo padronizado para esse propósito. Basta inserir a potência da lâmpada, e os cálculos são realizados automaticamente. No entanto, não nos foi fornecido o tempo exato que se levou em consideração das lâmpadas em funcionamento, o que é essencial para considerar os cálculos. Mas segundo (COPEL,2018), para calcular o consumo total de energia do sistema de iluminação pública, de acordo a equação (10) é dada por:

$$kWh = \frac{NL * (PO + PR) * (ND * HD)}{1000} \text{ (equação 1)}$$

onde:

KWh = Consumo de Energia, medido em kWh;

NL = Número de lâmpadas;

PO = Potência das lâmpadas;

PR = Perda do Reator (conforme tabela do fabricante);

ND = Número de Dias do mês;

HD = Horas Diárias: 11,8667 (0,8667 = relação decimal entre 52 minutos e 60 minutos).

Quadro 8 - Quadro comparativo medido ENEL x autor (Lâmpadas Fluorescentes)

QUADRO COMPARATIVO ANTERIOR X ATUAL – MEDIDOS (Fluorescente)								
Tipo de Lâmpadas	Potência (W)	Perdas do Reator	Total de Lâmpadas Anterior	Consumo kWh/mês anterior	Total de Lâmpadas Atual	Consumo kWh/mês atual	Diferença Lâmpadas	Diferença Consumo kWh/mês
Fluorescente	15	66,7%	4	34	0	0	-4,00	-34
Fluorescente	20	75,0%	0	0	0	0	0,00	0
Fluorescente	40	30,0%	12	215	0	0	-12,00	-215
Fluorescente	45	30,0%	4	81	0	0	-4,00	-81

Fonte: Aatoria própria (2022)

Pontos medido são os pontos que as luminárias são medidas que possuem medidores para a leitura de seu consumo, por tanto assim é contabilizado. Ligação ou pontos medidos, diferente dos estimados, são pontos que normalmente tem medidores e as suas contabilizações são medidos.

Para os pontos medidos em lâmpadas fluorescentes nós podemos ver grande discrepância, e desativação de alguns pontos, como mostrado, o censo atual não foram encontradas lâmpadas fluorescentes em funcionamento, indicando uma desativação completa desse tipo de iluminação no período entre os dois censos. Essa mudança pode ser resultado da

substituição por tecnologias mais eficientes e sustentáveis, como as lâmpadas LED, como já mencionado, e também esses pontos pode se dar o caso de inexistente, uma vez que o Acarape teve uma perda territorial para cidade de barreira, e alguns pontos deixaram de ser de Acarape, e Com essas desativação das lâmpadas, como podemos ver então o consumo mensal estimado em kWh também reduziu bastante, no censo anterior, o consumo mensal estimado para as lâmpadas fluorescentes era de 330 kWh/mês, enquanto no censo atual, esse valor caiu para zero.

Outra grande diferença podemos ver nos números de lâmpadas, que foram -20 lâmpadas no total inexistente, que anteriormente existiam, atualmente já não existem por várias razões, uma delas é o maior consumo que ela tem, e outra pode ser dar o caso de perda territorial. Quanto aos reatores no censo anterior, as lâmpadas apresentaram diferentes taxas de perda do reator, variando de 30% a 75%. Essas perdas representam energia desperdiçada e contribuem para um maior consumo geral, essas substituições de lâmpadas, também podem estar alinhadas às preocupações ambientais e aos esforços para economizar recursos, vindo do governo.

Quadro 9 - Quadro comparativo anterior x atual – estimados (lâmpadas vapor de mercúrio).

QUADRO COMPARATIVO ANTERIOR X ATUAL - ESTIMADOS								
Tipo de Lâmpadas	Potência (W)	Perdas do Reator	Total de Lâmpadas Anterior	Consumo kWh/mês	Total de Lâmpadas Atual	Consumo kWh/mês	Diferença Lâmpadas	Consumo kWh/mês
VM (Vapor de Mercúrio)	80	12,0%	0	0	0	0	0,00	0
VM (Vapor de Mercúrio)	250	10,0%	0	0	1	94,74	1,00	95
VM (Vapor de Mercúrio)	400	9,0%	0	0	0	0	0,00	0

Fonte: Autoria própria (2022.)

Como visto no censo anterior realizado pela Enel em 2018, por tanto não foi cadastrado lâmpadas de Vapor de Mercúrio, já no censo atual, foi registrado, uma lâmpada com potência de 250w, o que indica que foi implementado após o censo da anterior ser feito e perdas do reator de 10%, Essa introdução pode indicar uma escolha específica de iluminação em determinada área ou uma substituição de tecnologias anteriores por lâmpadas de Vapor de Mercúrio, até porque as lâmpadas desse tipo, normalmente estão sendo substituído, o seu consumo mensal estimado em kWh foi de 94,74.

Esse consumo está diretamente relacionado à potência da lâmpada e às perdas do

reator, implementação dessa lâmpada indicam uma possível preferência ou necessidade de utilizar lâmpadas de Vapor de Mercúrio em uma determinada área, e acaba sendo um consumo a mais, se fosse substituída pelas lâmpada led, mas isso é um caso específico, uma vez que as lâmpadas vapor mercúrio tem eficiência reduzida e gastos energético maior.

Quadro 10 - Quadro comparativo anterior x atual – medidos (Vapor de Mercúrio)

Tipo de Lâmpadas	Potência (W)	Perdas do Reator	Total de Lâmpadas Anterior	Consumo kWh/mês	Total de Lâmpadas Atual	Consumo kWh/mês	Diferença Lâmpadas	Consumo kWh/mês
VM (Vapor de Mercúrio)	250	10,0%	2	189	0	0	-2,00	-189

Fonte: Autoria própria, (2022)

No censo da anterior havia um total de 2 lâmpadas de Vapor de Mercúrio de 250W em operação, com um consumo mensal de 189 kWh. No censo atual, realizado pelo autor em 2022, não foram encontradas unidades de lâmpadas de Vapor de Mercúrio em operação, indicando uma substituição, ou retirada do ponto.

Isso resulta em uma diferença de 2 lâmpadas a menos e um consumo reduzido em 189 kWh para as lâmpadas de Vapor de Mercúrio. É importante notar que a substituição de lâmpadas de tecnologias mais antigas, como o Vapor de Mercúrio, por lâmpadas LED também pode trazer benefícios econômicos, uma vez que a economia de energia resultante pode levar a uma redução nos custos de eletricidade para os municípios e empresas responsáveis pela iluminação pública.

Em conclusão, a ausência de lâmpadas de Vapor de Mercúrio no censo atual demonstra que a transição para tecnologias mais eficientes e sustentáveis está ocorrendo, trazendo benefícios tanto ambientais quanto econômicos para a iluminação pública. A contínua adoção do LED e outras tecnologias eficientes é um passo importante rumo à construção de cidades mais sustentáveis e energeticamente eficientes.

Quadro 11 – Quadro comparativo anterior x atual – Estimados (Lâmpadas Vapor de sódio)

QUADRO COMPARATIVO ANTERIOR X ATUAL - ESTIMADOS								
Tipo de Lâmpadas	Potência (W)	Perdas do Reator	Total de Lâmpadas Anterior	Consumo kWh/mês	Total de Lâmpadas Atual	Consumo kWh/mês	Diferença Lâmpadas	Consumo kWh/mês
VS (Vapor de Sódio)	70	21,4%	920	26.933	378	11066,1	-542,00	-15.86
VS (Vapor de Sódio)	100	18,0%	0	0	0	0	0,00	0
VS (Vapor de Sódio)	150	17,3%	156	9.456	85	5152,24	-71,00	-4.3
VS (Vapor de Sódio)	250	14,8%	45	4.449	17	1680,81	-28,00	-2.76
VS (Vapor de Sódio)	400	13,5%	10	1.564	1	156,40	-9,00	-1.40
	Totais	-	1.491	57.161	1.302	48.300	-189	-8.861

Fonte: Autoria própria (2022)

O quadro comparativo nos mostrados os dados de diferente potencias de lâmpada vapor de sódio, que é a uma das mais usadas em quase todos os bairros na cidade, as potencias variam de 70w até a 400 w, diante dessa diferença de potência, existe também grande variação nos consumos para ambos os cadastros comparativo, é notório que com a diminuição do número de lâmpadas de Vapor de Sódio no censo atual, o consumo mensal estimado em kWh também reduziu, no censo anterior para lâmpadas de 70w como visto na tabela o consumo mensal estimado era de 26.933 kWh, comparativamente com censo atual, esse valor caiu para 11.066,148 kWh, tendo assim uma grande diferença reduzida de **-15.867 kWh**, numa diferença de -542 lâmpadas.

Uma das grandes diferenças do censo anterior e atual foi também nas grandes mudanças de potência, para lâmpadas de 150w, a diferença existente entre as lâmpadas é de -71 lâmpadas, reduzindo assim um consumo mensal de **-4.3kWh**.

Como sabe-se, essas mudanças na potência das lâmpadas podem estar relacionadas à busca por maior eficiência energética e menor consumo. Apesar de ser uma das lâmpadas mais usado na cidade, perdendo a pena pelo vapor metálico, apesar da sua eficiência, ela apresenta também algumas desvantagens, tais como aquecimento prolongado alto consumo de energia, por isso é que de uns anos para cá as grandes cidades tem optado em buscar melhores tecnologia de iluminação optando assim em lâmpadas LED.

Para os pontos estimados, em conclusão diante dos dados apresentados, Mostra uma redução significativa no número de lâmpadas de Vapor de Sódio, que dá entender que está sendo investido em outras tecnologias, e uma conseqüente redução no consumo de energia elétrica, como mostrado, isso pode significar esforço na busca por uma iluminação pública mais sustentável e eficiente.

Diante desses fatos apresentado, a migração para tecnologias de iluminação mais modernas e eficientes é uma tendência importante no setor de iluminação pública, redução do impacto ambiental e espera-se que essa transição continue a acontecer no futuro na cidade de Acarape, e em outras cidades também, e assim resultando em maior economia de energia e redução das emissões de carbono.

Quadro 12– Quadro comparativo anterior x atual medidos (Vapor de Sódio)

QUADRO COMPARATIVO ANTERIOR X ATUAL - MEDIDOS								
Tipo de Lâmpadas	Potência (W)	Perdas do Reator	Total de Lâmpadas Anterior	Consumo kWh/mês	Total de Lâmpadas Atual	Consumo kWh/mês	Diferença Lâmpadas	Consumo kWh/mês
VS (Vapor de Sódio)	70	21,4%	26	761	7	204,92	-19,00	-556
VS (Vapor de Sódio)	150	17,3%	58	3.516	6	363,68	-52,00	3.152
VS (Vapor de Sódio)	250	14,8%	63	6.229	24	2372,90	-39,00	3.856
VS (Vapor de Sódio)	400	13,5%	4	626	0	0	-4,00	-626

Fonte: Autoria própria (2022).

Observou-se que no censo da anterior havia um total de 26 lâmpadas de Vapor de Sódio de 70W em operação, com um consumo mensal de 761 kWh. Além disso, havia 58 lâmpadas de 150W, consumindo 3.516 kWh mensalmente, e 63 lâmpadas de 250W, consumindo 6.229 kWh mensalmente. Por fim, foram registradas 4 lâmpadas de 400W, com um consumo de 626 kWh por mês.

No censo atual, realizado pelo autor em 2022, houve uma redução significativa no total de lâmpadas de vapor de sódio em operação. Apenas 7 lâmpadas de 70W, 6 lâmpadas de 150W, 24 lâmpadas de 250W e nenhuma lâmpada de 400W foram encontradas. Isso representa uma diferença de 19 lâmpadas de 70W, 52 lâmpadas de 150W, 39 lâmpadas de 250W e 4 lâmpadas de 400W a menos em relação ao censo anterior. Além disso, o consumo mensal de energia das lâmpadas de vapor de sódio também diminuiu significativamente. No censo atual,

as 7 lâmpadas de 70W consomem apenas 204,92 kWh por mês, as 6 lâmpadas de 150W consomem 363,6876 kWh mensalmente e as 24 lâmpadas de 250W consomem 2.372,90 kWh por mês. Nenhuma lâmpada de 400W foi encontrada, resultando em um consumo de energia de 0 kWh para essa categoria.

Quadro 13 - Quadro comparativo anterior x atual – Estimados (Vapor metálica)

QUADRO COMPARATIVO ANTERIOR X ATUAL – ESTIMADOS (vapor metálica)								
Tipo de Lâmpadas	Potência (W)	Perdas do Reator	Total de Lâmpadas Anterior	Consumo kWh/mês	Total de Lâmpadas Atual	Consumo kWh/mês	Diferença Lâmpadas	Consumo kWh/mês
ME (Vapor Metálico)	70	15,0%	233	6.462	613	16999,82	380,00	10.538
ME (Vapor Metálico)	150	8,0%	79	4.409	144	8036,47	65,00	3.628
ME (Vapor Metálico)	250	7,6%	31	2.873	29	2687,44	-2,00	-185
ME (Vapor Metálico)	400	7,5%	5	741	12	1777,61	7,00	1.037
ME (Vapor Metálico)	1000	4,8%	0	0	0	0	0,00	0

Fonte: Autoria própria (2022)

No quadro comparativo, ela nos mostra dados relacionado as lâmpadas vapor metálica, sendo o tipo de lâmpada mais usado na cidade, nessa tabela nós temos possíveis diferença, seja das lâmpadas e das potencias. Como foi visto, existe grande diferença para lâmpadas de potência de 70w, são 380 lâmpadas de diferença, isso no cadastro de 2018 até o cadastro de 2022, desde o sendo que cadastro anterior tinha 233 lâmpadas de 70 w, e atualmente foram registrado 613 lâmpadas, de 70w, teve assim então uma perca do reator 15% e um consumo mensal de 6.462 kwh/mês, isso no Cadastramento da Enel feito em 2018, e atualmente, com o aumento das lâmpadas, o consumo das lâmpadas claramente que sofreu alteração então para 16999,82 kwh/mês, uma diferença de 10.538 kwh/mês, esse aumento pode indicar aumento de infraestrutura e crescimento da cidade e investimento em tecnologia mais recente e substituição em algumas lâmpadas de modelos antigos, como visto os consumos também aumentaram, até nas lâmpadas de 150w, consumo de anterior de **4.409** kwh/mês e atual passou a 8036,47kwh/mês uma diferença de **3.628** kwh/mês.

Enquanto para lâmpadas de 250 w uma baixa dividido as diferenças baixa Antes tinha 31 lâmpadas, tendo um consumo de 2.873 kwh/mês atualmente só tem 29 lâmpadas tendo

um consumo de 2687,44 kwh/mês, uma diferença de menos 2 lâmpadas, enquanto no consumo, uma diferença de **-185** kwh/mês para o 400w também teve um aumento e as diferença como mostrado na tabela As lâmpadas Vapor Metálico são conhecidas por sua eficiência energética em comparação com outras tecnologias mais antigas, como as lâmpadas de Vapor de Mercúrio, Lâmpadas Mista, Vapor de sódio perdendo apenas pela lâmpadas LED, que é muito mais sustentável e eficiente.

Quadro 14 – Quadro comparativo anterior x atual – Medido (Vapor Metálica)

QUADRO COMPARATIVO ANTERIOR X ATUAL – MEDIDOS (vapor metálica)								
Tipo de Lâmpadas	Potência (W)	Perdas do Reator	Total de Lâmpadas Anterior	Consumo kWh/mês Anterior	Total de Lâmpadas Atual	Consumo kWh/mês Atual	Diferença Lâmpadas	Diferença Consumo kWh/mês
ME (Vapor Metálico)	70	15,0%	2	55	12	332,78	10,00	277
ME (Vapor Metálico)	150	8,0%	15	837	49	2734,63	34,00	1.898
ME (Vapor Metálico)	250	7,6%	35	3.243	93	8618,33	58,00	5.375
ME (Vapor Metálico)	400	7,5%	53	7.851	0	0	-53,00	-7.851
ME (Vapor Metálico)	1000	4,8%	36	12.997	0	0	-36,00	-12.997

Fonte: Autoria própria (2022)

Observou-se que no censo da anterior havia um total de 2 lâmpadas de Vapor Metálico de 70W em operação para medidos, com um consumo mensal de 55 kWh. Além disso, havia 15 lâmpadas de 150W, 35 lâmpadas de 250W, 53 lâmpadas de 400W e 36 lâmpadas de 1000W, com consumos mensais de 837 kWh, 3243 kWh, 7851 kWh e 12997 kWh, respectivamente.

Enquanto que no censo atual, realizado pelo autor em 2022, foram observadas mudanças significativas nos números e nos consumos das lâmpadas de vapor metálico. O total de lâmpadas de 70W diminuiu para 12 unidades em ligações medidos, enquanto o consumo mensal aumentou para 332,78 kWh. Isso representa uma diferença de 10 lâmpadas a menos e um aumento no consumo de 277 kWh em relação ao censo anterior. Por tanto, já para lâmpadas de 150W, como visto, houve uma redução no número de unidades, passando de 15 para 49, porém, o consumo mensal aumentou para 2734,63 kWh.

Essa diferença representa um acréscimo de 34 lâmpadas e um consumo adicional de 1898 kWh. Já para as lâmpadas de 250W, o censo atual registrou um aumento no total de unidades, passando de 35 para 93. O consumo mensal também aumentou significativamente, chegando a 8618,33 kWh. Isso representa uma diferença de 58 lâmpadas a mais e um aumento de 5375 kWh no consumo em comparação com o censo anterior, o mesmo enquanto para as lâmpadas de 400W e 1000W, não foram encontradas unidades em operação no censo atual, indicando uma substituição completa dessas lâmpadas por outras tecnologias, possivelmente mais eficientes, como o LED, o perca territorial , por tanto Isso resulta em uma diferença de 53 lâmpadas a menos e um consumo reduzido em 7851 kWh para as lâmpadas de 400W, e uma diferença de 36 lâmpadas a menos e um consumo reduzido em 12997 kWh para as lâmpadas de 1000W.

Quadro 15 - Comparativo anterior x atual – Estimados (Led)

QUADRO COMPARATIVO ANTERIOR X ATUAL – ESTIMADOS (LED)								
Tipo de Lâmpadas	Potência (W)	Perdas do Reator	Total de Lâmpadas Anterior	Consumo kWh/mês anterior	Total de Lâmpadas Atual	Consumo kWh/mês atual	Diferença de Lâmpadas	diferença do Consumo kWh/mês
Led	3	0,0%	0	0	0	0	0,00	0
Led	5	0,0%	0	0	0	0	0,00	0
Led	9	0,0%	0	0	0	0	0,00	0
Led	10	0,0%	0	0	1	3,44	1,00	3
Led	12	0,0%	0	0	3	12,40	3,00	12
Led	15	0,0%	0	0	0	0	0,00	0
Led	20	0,0%	0	0	0	0	0,00	0
Led	25	0,0%	0	0	0	0	0,00	0
Led	30	0,0%	0	0	0	0	0,00	0
Led	35	0,0%	0	0	0	0	0,00	0
Led	40	0,0%	0	0	0	0	0,00	0
Led	50	0,0%	0	0	7	120,57	7,00	121
Led	60	0,0%	0	0	0	0	0,00	0
Led	80	0,0%	0	0	0	0	0,00	0
Led	100	0,0%	0	0	5	172,25	5,00	172
Led	120	0,0%	0	0	0	0	0,00	0
Led	150	0,0%	0	0	1	51,67	1,00	52
Led	200	0,0%	0	0	4	275,60	4,00	276
Led	210	0,0%	0	0	0	0	0,00	0
Led	400	0,0%	0	0	0	0	0,00	0

Fonte: Autoria própria (2022)

No comparativo entre os censos, em 2018 nenhuma lâmpada LED foi registrada, enquanto em 2022, houve uma adesão notável a essa tecnologia mais eficiente e econômica. O aumento no número de lâmpadas LED, especialmente em potências como as de 50W, que tiveram um acréscimo de 7 unidades, resultou em um aumento no consumo mensal de energia comparando somente em lâmpadas leds, Mesmo com esse aumento no consumo, a transição para lâmpadas LED ainda contribui para a redução geral do consumo de energia elétrica, levando a economias financeiras e benefícios ambientais, como a sustentabilidade. Além disso, as lâmpadas LED são mais duráveis, reduzindo a necessidade de substituição frequente. Esses resultados ressaltam a importância da implementação de tecnologias de iluminação eficientes e sustentáveis, como as lâmpadas LED.

Quadro 16 – Quadro comparativo anterior x atual – Medidos (LED)

QUADRO COMPARATIVO ANTERIOR X ATUAL – MEDIDOS (LED)								
Tipo de Lâmpadas	Potência (W)	Perdas do Reator	Total de Lâmpadas Anterior	Consumo kWh/mês anterior	Total de Lâmpadas Atual	Consumo kWh/mês atual	Diferença de Lâmpadas	Diferença do Consumo kWh/mês
Led	9	0,0%	0	0	0	0	0,00	0
Led	10	0,0%	0	0	0	0	0,00	0
Led	12	0,0%	0	0	0	0	0,00	0
Led	15	0,0%	0	0	0	0	0,00	0
Led	20	0,0%	0	0	0	0	0,00	0
Led	30	0,0%	0	0	0	0	0,00	0
Led	50	0,0%	1	17	6	103,34	5,00	86
Led	60	0,0%	0	0	0	0	0,00	0
Led	70	0,0%	0	0	0	0	0,00	0
Led	100	0,0%	0	0	8	275,59	8,00	276
Led	120	0,0%	0	0	0	0	0,00	0
Led	150	0,0%	0	0	12	620,09	12,00	620
Led	200	0,0%	0	0	0	0	0,00	0
Led	210	0,0%	0	0	0	0	0,00	0
Led	250	0,0%	0	0	0	0	0,00	0
Led	400	0,0%	0	0	0	0	0,00	0
Led	500	0,0%	0	0	0	0	0,00	0

Fonte: Eficiente (2022)

Como visto na tabela, esses dados acima permitem analisar as mudanças no uso e consumo de lâmpadas LED ao longo do tempo, perceptivelmente notou-se que censo anterior feito pela Enel, realizado em 2018, não foram encontradas nenhuma lâmpadas LED em funcionamento. No entanto, no censo atual, realizado pelo autor em 2022, foram registradas lâmpadas LED em operação, com diferentes potências, que realmente representa uma boa investida da parte do governo.

Além disso, é importante notar que o consumo mensal de energia elétrica para as lâmpadas LED é significativamente menor em comparação com outras tecnologias de iluminação, como lâmpadas fluorescentes ou de vapor de sódio. Isso demonstra a eficiência energética das lâmpadas LED, que consomem menos energia para produzir a mesma quantidade de luz.

Os resultados do cadastramento detalhado da Lâmpadas de iluminação pública em Acarape revelam uma predominância de lâmpadas de Vapor Metálica (ME), que são menos eficientes em termos de consumo de energia em comparação com as lâmpadas LED modernas que tem apenas 47 registradas em várias potências, com esses resultados obtidos, a eficiência energética da iluminação pública na cidade é uma preocupação relevante.

Segundo (Dizon, & Pranggono, 2022) Para economizar energia, os governos estão substituindo lâmpadas de sódio de alta pressão por LEDs com menor consumo energético nos postes de iluminação, aumentando a eficiência luminosa em cinco vezes.

Portanto, a modernização da iluminação pública pode ser uma solução valiosa para os desafios energéticos de Acarape, reduzindo custos e contribuindo para a sustentabilidade ambiental. Segundo (Dizon, & Pranggono, 2022) Também é indicado que a vida útil das lâmpadas LED é dez vezes maior do que as lâmpadas Convencionais, reduzindo a manutenção

Para abordar esse problema, uma possível solução seria a substituição gradual das lâmpadas convencionais por lâmpadas LED mais eficientes. Além disso, a implementação de tecnologias de Internet das Coisas (IoT), como sensores inteligentes, poderia otimizar o uso da iluminação pública, ajustando-a automaticamente com base nas condições de luminosidade e presença de pessoas.

Dos estudo feito na Indonésia, uma pesquisa adicional sobre iluminação inteligente com o mesmo propósito foi conduzida por (Khayam & Zaeni, 2022), Eles destacaram que um Sistema Inteligente de Iluminação Pública (SSL) é estruturado em três camadas: sensorial, de comunicação e de gerenciamento. Essas camadas operam de maneira coordenada para estabelecer um sistema de iluminação inteligente que prioriza a eficiência energética.

Como visto, a situação atual da iluminação pública em Acarape destaca a necessidade de melhorias na eficiência energética. A substituição das lâmpadas de mercúrio, vapor de sódio por LEDs podem contribuir para reduzir custos e tornar a cidade mais sustentável.

O estudo conduzido por Nogueira (2019) concentrou-se na melhoria da eficiência energética por meio da substituição de lâmpadas fluorescentes e incandescentes por lâmpadas de LED, da troca de chuveiros elétricos por sistemas termos solares e da substituição de dispositivos elétricos ineficientes por modelos eficientes, de acordo com a classificação do PROCEL. Os resultados desse projeto demonstraram uma notável redução de mais de 60% no consumo de energia elétrica.

QUADRO TOTAL DO CONSUMO E LAMPADAS (ESTIMADOS)

QUADRO 17 – QUADRO COMPARATIVO TOTAL ANTERIOR X ATUAL – ESTIMADOS

QUADRO COMPARATIVO Total ANTERIOR X ATUAL - ESTIMADOS								
Tipo de Lâmpadas	Potência (W)	Perdas do Reator	Total de Lâmpadas Anterior	Consumo kWh/mês	Total de Lâmpadas Atual	Consumo kWh/mês	Diferença Lâmpadas	Consumo kWh/mês
Totais	-		1.491	57.161	1.302	48.300	-189	-8.861

Fonte: Eficiente,2022

No quadro anterior tem-se o comparativo total do Censo para os pontos estimas, o total inclui todos os tipos de lâmpadas e Consumo em Kwh/mês. Percebeu-se então que no censo anterior, a cidade tinha um total de 1.491 lâmpadas, com um consumo mensal estimado de 57.161 kWh.

No censo atual, o número de lâmpadas diminuiu para 1.302, e o consumo mensal estimado foi de 48.300 kWh.

Isso representa uma diferença de -189 lâmpadas entre os dois censos e uma redução no consumo mensal de -8.861 kWh.

É fundamental destacar que, embora tenha havido uma diminuição no número total de lâmpadas, o consumo mensal estimado também caiu como mostrado no Quadro. Isso pode ser atribuído a vários fatores, incluindo, algumas situações como quadras de escolas, ginásio e estádio não foram coletadas no censo atual.

Apesar disso, essa diminuição no consumo também reflete a transição para tecnologias de iluminação mais eficientes, como lâmpadas LED, e a redução na utilização de lâmpadas de vapor de sódio. Por tanto, essas mudanças são indicativas do compromisso com a sustentabilidade e a eficiência energética na iluminação pública, resultando em benefícios econômicos e ambientais, como a redução das emissões de carbono e economia de energia como verificado ao longo desse Trabalho.

QUADRO 18 – QUADRO COMPARATIVO TOTAL ANTERIOR X ATUAL – MEDIDOS

QUADRO COMPARATIVO ANTERIOR X ATUAL - MEDIDOS								
Tipo de Lâmpadas	Potência (W)	Perdas do Reator	Total de Lâmpadas Anterior	Consumo kWh/mês	Total de Lâmpadas Atual	Consumo kWh/mês	Diferença Lâmpadas	Consumo kWh/mês
Totais		-	315	36.652	217	15.626	-98	-21.026

Fonte: Eficiente (2022)

Como mostrado no quadro anterior, O comparativo entre os censos de iluminação pública de Acarape revelou mudanças significativas para os pontos Medidos. O número total de lâmpadas diminuiu de 315 para 217, com uma diferença de menos 98 lâmpadas. O consumo de energia mensal caiu de 36.652 kWh para 15.626 kWh, uma diferença de menos 21.026 kWh/mês.

Vale ressaltar também, para os pontos medidos, alguns locais, como quadras de escolas, ginásios e estádios, não foram incluídos na coleta de dados, o que pode contribuir para essa diminuição.

Um dos grandes fatores significativos para essa diminuição do consumo energético, dá-se a desativação das lâmpadas fluorescentes, que indicaram uma migração para tecnologias mais eficientes ou sua possível inexistência devido à perda territorial para a cidade vizinha. A redução das lâmpadas de Vapor de Sódio e a diminuição no consumo também refletem a transição para tecnologias mais eficientes e sustentáveis. Como notório, nesse quesito, a introdução de lâmpadas LED indica um esforço governamental nessa tecnologia eficiente em termos de energia e econômica, contribuindo para a sustentabilidade ambiental.

QUADRO 19 – DEFEITOS ENCONTRADOS EM LAMPADAS

BAIRROS X DEFEITOS LÂMPADAS		
Bairros	Lampadas com defeito	Porcentagem
ACUDE MAMOEIRO	17	18%
CANTA GALO	10	10%
LAGOA DOS VEADOS	9	9%
SAO BENEDITO	8	8%
TAMANDUA	8	8%
SAO FRANCISCO	7	7%
PAU BRANCO	5	5%
CENTRO	4	4%
TEOBALDO	3	3%
ERERE	3	3%
AMARGOSO	3	3%
MORENOS	3	3%
ASSENTAMENTO 14 DE ABRIL	2	2%
ALTO CIPRIANO	2	2%
TANQUES	2	2%
PAU BRANCO II	2	2%
PASCOALZINHO	2	2%
RIACHAO	2	2%
FAZENDA SAO FRANCISCO	1	1%
VILA VELHA	1	1%
POCO ESCURO	1	1%
MARRECO	1	1%
GARAPA	1	1%
(vazio)		0%
Total Geral	97	100%

Fonte: Autoria própria (2022)

Na tabela anterior temos a tabela que mostra o cadastro feito de lâmpadas defeituosa, por tanto a partir desses reforça a dizer a importância de manter uma infraestrutura de iluminação pública funcional para garantir a segurança e a qualidade de vida dos cidadãos de Acarape.

QUADRO 20 – TIPOS DE DEFEITOS

DEFEITOS ENCONTRADOS		
Tipos de Defeitos	Quantidade de Lâmpadas	Percentual
Lâmpada Apagada	57	59%
Luminária Danificada	13	13%
Necessita de Poda	7	7%
Lâmpada Acesa	6	6%
Lâmpada Inexistente	10	10%
Lâmpada Quebrada	4	4%
Total Geral	97	100%

Fonte: autoria própria (2022).

Como visto, os resultados anteriores revelaram áreas com percentagens significativas de defeitos nas lâmpadas, enfatizando a importância da manutenção da iluminação pública em Acarape.

Portanto no censo atual, uma variedade de problemas foi identificada, desde lâmpadas apagadas e luminárias danificadas até necessidade de poda e lâmpadas quebradas. Isso ressalta a necessidade de uma abordagem abrangente para garantir um sistema de iluminação pública eficaz visto que qualidade de iluminação pública está intimamente ligado a qualidade da vida humana. A presença de lâmpadas acesas como um problema é relevante devido ao desperdício de energia, incentivando o investimento em tecnologias mais eficientes, como lâmpadas LED. Lâmpadas inexistentes e luminárias danificadas são preocupantes, pois criam áreas escuras que afetam a segurança. A análise detalhada dos problemas atuais permite a priorização de intervenções com base na gravidade e urgência.

Além da manutenção corretiva, a implementação de programas de manutenção preventiva é crucial para a eficiência energética. O envolvimento dos residentes na identificação de problemas é fundamental para a resolução eficaz das questões de iluminação pública.

5 . CONSIDERAÇÕES FINAIS

A importância da eficiência energética na iluminação pública reduz os custos operacionais urbanos ao adotar tecnologias eficientes como LEDs e sistemas inteligentes, diminuindo o consumo elétrico e as despesas de energia. Neste estudo, compreendeu-se que a substituição das lâmpadas de Vapor de Sódio pelo LED traz benefícios tanto em termos de eficiência energética quanto de redução dos custos de manutenção. A diminuição do consumo de energia das lâmpadas de vapor de sódio é positiva tanto do ponto de vista ambiental quanto econômico.

Com os benefícios todos mencionados sobre as lâmpadas LED, ainda assim os resultados mostram que o uso de lâmpadas LED ainda é limitado na cidade e nos bairros analisados, representando apenas 3% do total de lâmpadas coletadas.

Como limitações desta pesquisa menciona-se que alguns bairros apresentaram valores ausentes ou indicados como "###" no conjunto de dados fornecido, acabando assim prejudicar na coleta de dados.

Apesar de que alguns autores mencionados nesta pesquisa ratificaram que a iluminação pública dos municípios brasileiros, ainda é composta majoritariamente por lâmpadas de mercúrio, vapor de sódio, metálicas ou fluorescentes, a avaliação das coletas realizadas confere que o uso da tecnologia LED (Light Emitting Diode) ajuda no mundo do crescimento da eficiência energética, pois representa um alto nível de eficiência e durabilidade.

Verificou-se que o bairro com maior porcentagem de lâmpadas com defeito (18% do total), foi Açude Mamoeiro, que constou 17 lâmpadas com defeito. Constou-se ainda, que as maiores deficiências eram lâmpadas apagadas, num percentual de 56%, totalizando 54 lâmpadas.

Confirma-se também que o uso correto das lâmpadas nas vias públicas é de extrema importância. E que lâmpadas de baixa luminosidade, e principalmente de alto consumo, seu objetivo da iluminação pública não é alcançado, pois, não iluminam corretamente, propiciando para a ocorrência de crimes como roubo, violência, acidentes em vias públicas e outros.

Apesar dos limites, a presente pesquisa amplia a literatura ao compreender que o objetivo inicial proposto foi alcançado, complementando a com as investigações anteriores, como os dados dispostos pela ENEL, e uma análise aprofundada de autores e seus embasamentos, corrobora assim, a presente pesquisa, validando a importância desse estudo.

REFERÊNCIAS BLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. **RESOLUÇÃO NORMATIVANº 414, DE 9 DE SETEMBRO DE 2010**. Pag 135.

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. 2010. **Resolução Normativa nº 414 de 9 de Setembro de 2010**. Disponível em <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2010414comp.pdf>. Acesso em 29 out. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 16819:2020 – Instalações elétricas de baixa tensão: eficiência energética**.

BLEY, Francis Bergmann. **LEDs versus Lâmpadas Convencionais Viabilizando a troca**. Especialize Revista online: Pós-graduação em Iluminância e Design de Interiores. Maio (2012).

BRASIL. **Constituição, 1988**. Constituição da República Federativa do Brasil, promulgada em 5 de outubro de 1988. 20. Ed. São Paulo: Saraiva, 1988. (Coleção Saraiva de Legislação).

BRASIL. **Constituição, 1988**. Constituição da República Federativa do Brasil, promulgada em 5 de outubro de 1988. 20. Ed. São Paulo: Saraiva, 1988. (Coleção Saraiva de Legislação).

BRASIL. EPE. **ANUÁRIO ESTATÍSTICO DE ENERGIA ELÉTRICA 2022 Ano base 2021**. Brasil. **Lei nº 8.987** de 13/02/1995> Disponivem em : C3%BAblica%20tem%20por,meio%20de%20concess%C3%A3o%20ou%20permis%C3%A3o.

CÂMARA DOS DEPUTADOS Legislação Informatizada - Dados da Norma **LEI No 11.079, DE 30 DE DEZEMBRO DE 2004**. Capítulo I DISPOSIÇÕESPRELIMINARES Art. 1º.

CARVALHO, Elma Júlia Gonçalves de. **Políticas públicas e gestão da Educação no Brasil**. Maringá: Eduem, 2012.

CASTRO, Degmar Felgueiras. **Eficiência Energética Aplicada a Instalações Elétricas Residenciais**. 2015. 138 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

CONTITUIÇÃO Da REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL. **Artigo 149A da Constituição Federal de 1988**. Pagina 279, Brasília 2015.

COPEL. Companhia Paraense de Energia. **Manual de Iluminação Pública**. Versão 2012. 2012. Disponível em: [https://www.iar.unicamp.br/lab/luz/ld/Arquitetural/Ilumina%E7%E3o%20P%FAblica/Manuai 83 s/manual_de_iluminacao_publica_copel_companhia_paranaense_de_energia.pdf](https://www.iar.unicamp.br/lab/luz/ld/Arquitetural/Ilumina%E7%E3o%20P%FAblica/Manuai%2083/s/manual_de_iluminacao_publica_copel_companhia_paranaense_de_energia.pdf). Acesso em: 20 ago 2023.

CUNHA. Alysson Christian Dias. **Eficientização do parque de iluminação pública da cidade de Baturité utilizando tecnologia led e energia solar fotovoltaica**. Redenção – CE 2019. Disponível em < <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados>. Acesso em: 02 jan.2023.

DIZON, E., Pranggono, B." **Intelligent Street Lighting in a Smart City: A Case Study of Sheffield**". J Ambient Intell Human Comput 13, 2045–2060 (2022).

EFICIENTE. **Censo de Iluminação Pública**. Ceara.2022.

EFICIENTE. **Censo de Iluminação Pública**. Ceara.2021

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanco Energético Nacional 2022**: Ano base 2021. Empresa de Pesquisa Energética. Rio de Janeiro: EPE, 2022b.

GALVÃO, Jucilene; BERMANN, Célio. **Crise hídrica e energia: conflitos no uso múltiplo das águas. Estudos Avançados**, [S.L.], v. 29, n. 84, p. 43-68, ago. 2015. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em:

<http://dx.doi.org/10.1590/s0103-40142015000200004>. Acesso em: 20 out. 2023.

GARCIA, Fátima. **A Iluminação Pública em Fortaleza**. Fortaleza, 14 fevereiro 2012. Disponível em: <http://www.fortalezaemfotos.com.br/2012/02/iluminacao-publica-de-fortaleza.html> >. Acesso em: 09 jan. 2023.

IFC- INTERNATIONAL FINCE CORPORATION. **Estruturação de Projetos de PPP e Concessão no Brasil Diagnóstico do modelo brasileiro e propostas deaperfeiçoamento**. São Paulo - SP / Brasil, 2015

INFOTEC BRASIL. **Censo de iluminação pública e o período do COVID-19**.disponível em <https://infotecbrasil.com.br/2022/06/15/censo-de-iluminacao-publica-2/>. Acesso em : 18 out 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA [IBGE]. (2010). **Cidade de Acarape**. Recuperado em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/acarape/panorama>>. Acesso em: 25 de ago 2023.

IPECE. **estatística-e-geografia**. Disponível <https://www.ipece.ce.gov.br/estatistica-e-geografia/>.acesso em: 01 out 2023.

LIU, G . **Sustainable Viability of Photovoltaic Solar-Powered Public Lighting Systems**. Int J Electr Power Energy System 56:168–174. 2014.

MELO, A. L. **A História da Iluminação Pública Brasileira**. 2019. Disponível em: <https://www.estudokids.com.br/a-historia-da-iluminacao-publica-brasileira/>. Acesso em: 20 de agosto de 2023.

MONTEIRO, L.M. **Conforto Ambiental e as Possibilidades do Modelo Adaptativo**. In GONÇALVES, J.C.S.; BODE, K. (org.) **Edifício Ambiental**. São Paulo, Oficina de Textos, 2015. Pg. 27-36.

NETO, E, M, De Oliveira. **PANORAMA DA ILUMINAÇÃO PÚBLICANO BRASIL: ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE FORTALEZA.FORTALEZA**. 2017.

NOGUEIRA, S.P. **Eficiência energética em instalações elétricas de baixa tensão: teoria e aplicação de métodos para melhoria da eficiência energética em um estudo de caso**. 2019, 102f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Energia Elétrica), Universidade Federal de Uberlândia, 2019.

NORMA BRASILEIRA. **ABNT NBR 5101/2018**. Iluminação pública —Procedimento. 2018.rio de janeiro. Disponível em: <https://infotecbrasil.com.br/2022/06/15/censo-de-iluminacao-publica-2/> Censo de iluminação pública e o período do COVID-19. Acesso em 25 de ago 2023.

PAVANI, D.R. **Estudos de eficiência energética aplicada à iluminação. 2021, 40 f**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica), Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2021.

PEDRO, B.L. **Sistema de Domótica para Melhoria da Eficiência Energética em Edifícios. 2021, 132f**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Eletrotécnica), Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, 2021.

PEREIRA, LUANA MUSSO. **ILUMINAÇÃO PÚBLICA: eficientização das luminárias**. CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS ENGENHARIAELÉTRICA. Varginha - MG 2021.

PREFEITURA DA BARREIRA-BA. **PPP - Iluminação pública A iluminação da Cidadesdo Futuro!**. 2023 Prefeitura de Camaçari. **CADASTRO DA REDE MUNICIPAL DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA**.disponível em: <https://www.camacari.ba.gov.br/>. Acesso em: 2023

PREFEITURA MUNICIPAL DE ACARARE. **Lei nº 280/2002**, Institui no município de Acarape a contribuição para custeio da iluminação pública e outras providencias, prevista no artigo 149- A da Constituição Federal. . Acarape, CE, 30 dez. 2002.

PREFEITURA MUNICIPAL DE VILA VELHA. **Cadastro da Rede Municipal de Iluminação Pública**. Disponível em: <https://www.vilavelha.es.gov.br/>. Acesso em: 01 ago. 2023.

PROCEL. **Manual de Iluminação**. Rio de Janeiro, 2011.

R. PRASAD, "**Intelligent and Energy-Efficient Public Lighting System in the Smart City of Nagpur using IoT - A Case Study**," Fifth International Conference on Fog and Mobile Edge Computing (FMEC) 2020, Paris, France, 2020, pp. 100-103.

RIBAU, D.L. **Sistemas de Iluminação Pública com Gestão Inteligente de Consumo**. Departamento de Electrónica, Telecomunicações e Informática, Universidade de Aveiro, 2010. Disponível em: <<http://ria.ua.pt/bitstream/10773/3707/1/4917.pdf>>. Acesso em: 21 ago 2023.

RODRIGUES, C. R. B. S.; ALMEIDA, P. S.; SOARES G. M.; JORGE J. M.; PINTO D. P.; BRAGA H. A. C. **Um Estudo Comparativo de Sistemas de Iluminação Pública: Estado Sólido e Lâmpadas de Vapor de Sódio em Alta Pressão**. IEEE International Conference on Industry Applications (IEEE/IAS IX INDUSCON). São Paulo. 2010.

COPEL. Companhia Paraense de Energia. **Manual de Iluminação Pública**. Versão 2018. 2018. Disponível em:[https://www.copel.com/hpcopel/root/sitearquivos2.nsf/arquivos/manual_iluminacao_publica/\\$FILE/manual%20iluminacao%20publica.pdf](https://www.copel.com/hpcopel/root/sitearquivos2.nsf/arquivos/manual_iluminacao_publica/$FILE/manual%20iluminacao%20publica.pdf). Acesso em: 20 abr. 21.

ROSITO, Luciano Haas. **Capítulo IV Componentes da iluminação pública parte II**. Rev. O Setor Elétrico. São Paulo, edição 36, p. 18-24, 2009c.

ROSITO, Luciano Haas. **Desenvolvimento da iluminação pública no Brasil**. O Setor Elétrico, Riode Janeiro, v. 36, n. 1, p.30-35, mar. 2010.

SILVA, H.M.F.; ARAÚJO, F.J.C. **Energia solar fotovoltaica no brasil: uma revisão bibliográfica**. Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação. São Paulo, v.8, n.03, p. 859-869, mar. 2022.

SILVA, Lourenço Lustosa Fróes da. **Iluminação pública no brasil: aspectos energéticos e institucionais**. 2006. 172 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.<https://legis.senado.leg.br/norma/550863>. Acesso 15 out 2023.

STEVENSON, R. **The LED's dark secret**. IEEE Spectrum, Agosto 2009.

U. KHAYAM; A. ZAENI, "**A Review of Research on Smart Street Lighting in Indonesia**," 5th International Conference on Energy Engineering and Renewable Energies (ICPERE) 2022, Bandung, Indonesia, 2022.

VIALLI, Andrea; BALAZINA, Afra. **Lâmpadas incandescentes devem ser substituídas até 2016**. O Estado de São Paulo. São Paulo, 09 de jan. 2011. Disponível em: <<http://www.estadao.com.br/noticias/impresso,lampadasincandescentes-devem-ser-substituidas-ate-2016,663836,0.htm>> . Acesso em: 03 ago 2013.

VIAMICHELIN. **Mapa planta Acarape**. Disponível em: https://www.viamichelin.pt/web/Mapas-plantas/Mapa_planta-Acarape-62785-Ceara-Brasil. Acesso em: 08 set 2023.

VIEIRA, Luan; KÜHL, Roberto Carlos. Eficientização energética na iluminação pública. **Engenharia Elétrica-Pedra Branca**, 2019.

WAIDE, P. "**Findings of the Cold II SAVE Study to revise cold appliance Energy Labelling and Standards in the EU**". In: Proceedings of the 2001 ECEEE Summer Study, vol. II, PP.376-389. Paris: European Council for an Energy –Efficient Economy, 2001.