IMPACTO FINANCEIRO DA MODERNIZAÇÃO DA ILUMINAÇÃO PÚBLICA NO PARQUE DA CIDADE EM JOINVILLE – ENGENHARIA ELÉTRICA – UNISOCIESC/ CAMPUS JOINVILLE

JANTSCH, Marcelo [1]
ARNOS, Marcelo [2]
STIEVE, Victor[3]
SENHORINHA, Márcio José Käms [4]

RESUMO

O Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) aborda a importância da eficiência energética na modernização da iluminação pública, com foco na substituição de lâmpadas de vapor metálico por luminárias de LED em uma praça na cidade de Joinville/SC. O estudo destaca os desafios das lâmpadas de vapor metálico, como baixa eficiência energética e limitada vida útil, propondo os LEDs como uma solução promissora.Os objetivos do TCC incluem a análise técnica da iluminação da Praça da Cidade, o design de um sistema de LED eficiente e seguro, e a avaliação do impacto financeiro da modernização. A pesquisa se concentra na comparação entre uma praça não modernizada e outra já modernizada. Utilizando um luxímetro, foram coletados dados de intensidade luminosa, evidenciando que luminárias de LED mais eficientes podem substituir as antigas com economia significativa.A escolha da praça para o estudo foi baseada na parte oeste do Parque da Cidade, comparando-a com a Praça das Palmeiras, já modernizada. A coleta de dados incluiu a medição da intensidade luminosa em ambas as praças. A análise demonstrou que luminárias de LED menos potentes supriram a intensidade necessária com maior eficiência.O estudo também abrange os custos da modernização, considerando a reutilização de infraestrutura existente. Foram detalhados orçamentos de fornecedores para luminárias e cabos, além de custos de mão de obra e equipamentos. Com a modernização, estima-se uma redução de R$1.787,73 nos custos mensais. O investimento total na obra é de R$148.397,96. A análise propõe um cálculo do tempo necessário para o retorno do investimento, dividindo o custo da obra pela economia de energia estimada.

Palavras-chave: Iluminação Pública, Eficiência Energética, Custos de Operação, Redução de consumo.

[1]Graduanda(o) do Curso de Engenharia Elétrica do Centro Universitário UNISOCIESC, email@email.com; [2]Graduanda(o) do Curso de Engenharia Elétrica do Centro Universitário UNISOCIESC, email@email.com ; [3]Graduanda(o) do Curso de Engenharia Elétrica do Centro Universitário UNISOCIESC, email@email.com [4]Professor orientador: Mestre, Centro Universitário UNISOCIESC, marcio.senhorinha@unisociesc.com.br

Joinville – SC, 11 de Dezembro de 2023

1 INTRODUÇÃO

A iluminação pública desempenha um papel crucial nas áreas urbanas, proporcionando segurança, conforto e beleza às nossas cidades. Com o avanço da tecnologia e a crescente necessidade de promover soluções mais eficientes e sustentáveis, a modernização dos sistemas de iluminação tornou-se uma prioridade em muitos municípios ao redor do mundo. Neste contexto, este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) se propõe a realizar um estudo de caso na modernização dos pontos de iluminação de uma praça que ainda utiliza lâmpadas de vapor metálico, com o objetivo de substituí-las por luminárias de LED.

Este estudo de caso se concentrará principalmente na análise dos custos da modernização dos pontos de iluminação da Praça da cidade em Joinville/SC, atualmente iluminada por lâmpadas de vapor metálico, com a substituição dessas lâmpadas por luminárias de LED. O escopo do trabalho incluirá a análise técnica e econômica da modernização. A pesquisa se restringe a esse parque como caso de estudo, sem aprofundar em outros locais ou sistemas de iluminação pública.

O uso de lâmpadas de vapor metálico em sistemas de iluminação pública é amplamente difundido, no entanto, apresenta desafios significativos. Estas lâmpadas têm uma eficiência energética relativamente baixa, uma vida útil limitada e produzem uma luz que muitas vezes não atende aos critérios de qualidade desejados. Além disso, temos também as lâmpadas que são fontes de luz de alta pressão de sódio, que emitem luz amarela, tornando difícil a identificação de cores e detalhes, o que pode afetar negativamente a segurança nas áreas urbanas. A modernização para luminárias de LED representa uma solução promissora para abordar esses problemas.

A modernização dos sistemas de iluminação pública para a tecnologia LED oferece uma série de benefícios significativos. Os LEDs são conhecidos por sua eficiência energética superior, maior vida útil e capacidade de proporcionar iluminação de alta qualidade com opções de controle de intensidade, cor e direção da luz. Além disso, a substituição das lâmpadas de vapor metálico por luminárias de LED contribuirá para a redução do consumo de energia e, consequentemente, dos custos operacionais, promovendo uma solução mais sustentável para a iluminação pública.

Os objetivos deste trabalho consistem em realizar uma análise técnica da iluminação da Praça da Cidade na cidade de Joinville/SC, projetar um sistema de iluminação baseado em luminárias de LED que atenda a critérios de segurança, eficiência energética e avaliar o impacto financeiro da modernização.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Iluminação pública é o serviço que tem o objetivo de prover luz ou claridade artificial aos logradouros públicos no período noturno ou nos escurecimentos diurnos ocasionais, incluindo locais que demandem iluminação permanente no período diurno (HAAS; LUCIANO, 2009).

Segundo COPEL (2023), um sistema de iluminação pública eficiente diminui o desperdício de energia, melhora a imagem do município, favorece o comércio, o turismo e o lazer noturno, além de contribuir diretamente para o desenvolvimento econômico e social do município e, por consequência, do País. Com as evoluções tecnológicas, este é um mercado que está sempre em transformação, devido à oferta de produtos mais eficientes e inovadores.

2.1 BREVE HISTÓRICO DA ILUMINAÇÃO PÚBLICA

Segundo Hass (2009) a iluminação pública teve sua provável origem na Inglaterra em 1415, quando comerciantes solicitaram medidas para combater o crime. No século XIX e início do século XX, as lâmpadas a gás foram amplamente usadas antes de serem substituídas pelas lâmpadas elétricas.

Ainda segundo Haas(2009), a iluminação pública no Brasil teve início no século XVIII, quando cerca de 100 luminárias a óleo de azeite foram instaladas nos postes do Rio de Janeiro em 1794. Em 1887, a primeira usina elétrica começou a operar em Porto Alegre, estabelecendo o primeiro serviço municipal de iluminação elétrica. Essa evolução se espalhou para outras cidades, e a introdução da luz elétrica marcou uma nova era na iluminação pública. Além disso, a adoção de lâmpadas de descarga e melhorias na eficiência dos equipamentos de iluminação resultaram em níveis mais altos de iluminação.

2.2 REGULAMENTAÇÃO DOS SERVIÇOS DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA

Conforme estipulado na Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, a responsabilidade pela manutenção e administração da iluminação pública está a cargo dos municípios.

> Art. 30. Compete aos Municípios: V - organizar e prestar, diretamente ou sob regime de concessão ou permissão, os serviços públicos de interesse local, incluído o de transporte coletivo, que tem caráter essencial. (CONSTITUIÇÃO DO BRASIL, 1988)

O município pode organizar e gerir os serviços ou realizar a contratação de empresas privadas especializadas por meio de licitação, na modalidade de concorrência e obedecendo as leis vigentes. Sendo responsável por gerir o setor ou delegar a atividade a empresas terceirizadas ela é cobrada dos contribuintes através da COSIP, uma taxa inclusa dentro da fatura de energia. Os municípios têm a obrigação de realizar os pagamentos à concessionária referente a carga de iluminação pública instalada na rede. Em 2002, por meio de Emenda Constitucional foi autorizado a cobrança de tributos para o custeio do sistema. Conforme a Constituição Federal:

> Art. 149-A Os Municípios e o Distrito Federal poderão instituir contribuição, na forma das respectivas leis, para o custeio do serviço de iluminação pública, observado o disposto no art. 150, I e III. (CONSTITUIÇÃO DO BRASIL, 1988)

A cobrança é repassada aos munícipes, chamada de “contribuição para custeio do serviço de iluminação pública” ou COSIP e segue a legislação de cada município.

2.3 NORMATIVAS REGULAMENTADORAS VIGENTES

- NBR 5101 (ABNT, 2018) – Iluminação Pública – Procedimentos;
- NBR 15129 (ABNT, 2012) – Luminárias para iluminação pública – Requisitos particulares;
- NBR IEC 62722-2-1 (ABNT, 2016) – Desempenho de luminárias; Parte 2-1: Requisitos particulares para luminárias LED;
- NBR IEC 60662 (ABNT, 1997) – Lâmpadas a vapor de sódio a alta pressão;
- NBR IEC 1167 (ABNT, 1997) – Lâmpadas a vapor metálico;

- IEC/TS 62504 – Termos e definições para LEDs e os módulos de LED de iluminação geral;38
- Resolução Normativa nº 414 (ANEEL, 2010) – Estabelece as Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica de forma atualizada e consolidada;

2.4 PRINCIPAIS EQUIPAMENTOS DO SISTEMA DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA

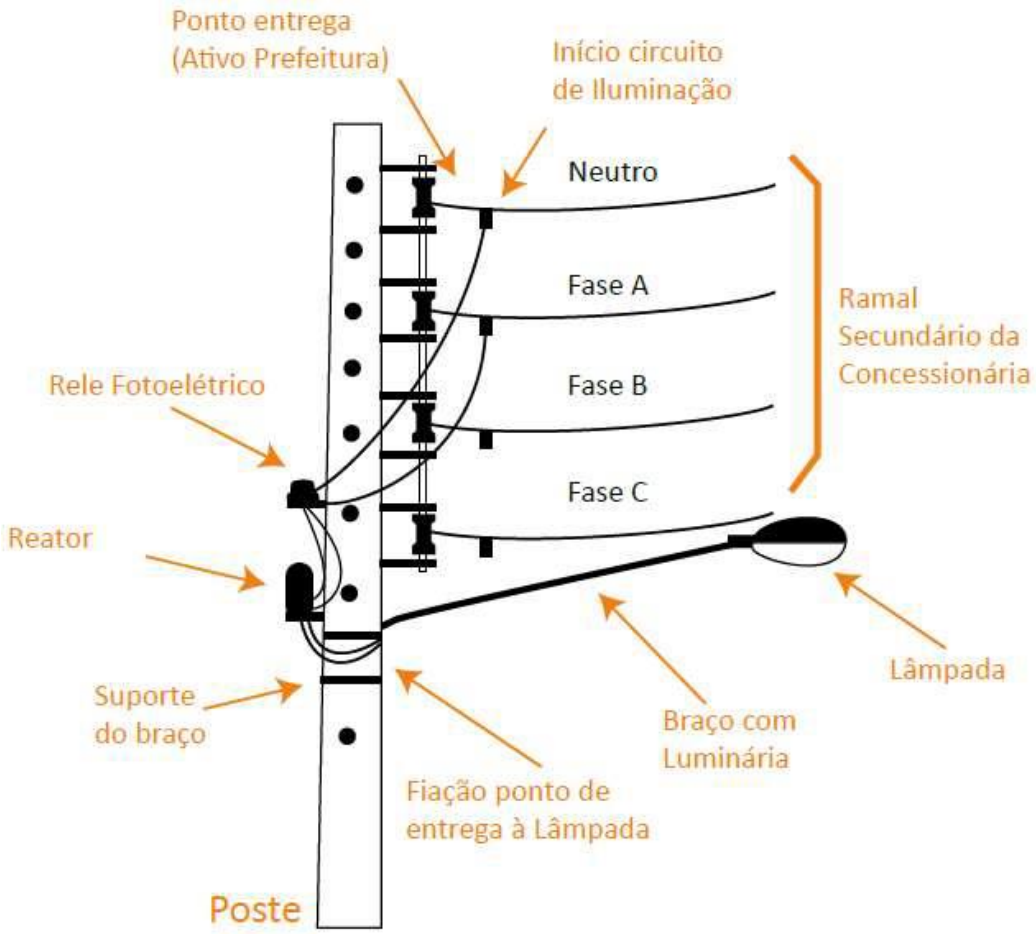
A tecnologia aplicada aos sistemas de iluminação pública tem avançado significativamente ao longo dos anos em todo o mundo, resultando em custos reduzidos e maior eficiência no produto final. Por essa razão, o uso de equipamentos mais modernos e confiáveis é de extrema importância para as empresas que prestam esse serviço.

Os principais componentes utilizados no sistema de iluminação pública incluem:

- Luminárias
- Lâmpadas
- Reatores
- Relés fotoelétricos
- Braços de suporte
- Tomadas (anteriormente conhecidas como bases para relés)

A Figura 1 ilustra os principais equipamentos que compõem o conjunto de um ponto de iluminação pública.

Figura 1: Conjunto de Iluminação Pùblica



Fonte:

COPEL (2023)

2.4.1 LUMINÁRIAS

Luminárias são componentes essenciais no sistema de iluminação pública, conforme a ABNT NBR 5401 (1996). Elas distribuem e modificam a luz das lâmpadas, oferecendo proteção e funcionalidade. Segundo Beller et al. (2001), luminárias desempenham funções de distribuição de luz, alojamento de lâmpadas e elementos estéticos. Sem elas, a distribuição adequada de luz não seria viável. Existem três tipos de luminárias para iluminação pública.

2.4.1.1 LUMINÁRIA ABERTA

As luminárias iniciais eram do tipo abertas, como ilustrado na Figura 2. No entanto, essas luminárias têm baixa eficiência luminosa e expõem as lâmpadas a riscos como vandalismo e insetos, o que pode reduzir a vida útil das lâmpadas.

Figura 2: Luminária aberta

Fonte: BRALUZ (2023)

2.4.1.1 LUMINÁRIA FECHADA

Para aumentar a eficiência luminosa das luminárias e proteger a lâmpada, foram criadas luminárias fechadas, como mostrado na Figura 3. Estas luminárias têm conjuntos ópticos que direcionam o fluxo luminoso das lâmpadas para iluminar áreas específicas, reduzindo a dispersão de luminosidade e, por conseguinte, minimizando a poluição luminosa.

Figura 3: Luminária fechada

Fonte: COPEL (2012)

2.4.2 LÂMPADAS

Na iluminação pública, existe uma variedade de lâmpadas disponíveis hoje. Cada tipo de lâmpada possui características distintas, desde a eficiência energética até a temperatura de cor da luz emitida. Neste contexto, exploraremos diversas categorias, como as incandescentes, fluorescentes, LEDs e as de descarga de alta intensidade, como vapor de mercúrio, vapor de sódio e multivapores metálicos

2.4.2.1 LÂMPADA VAPOR DE MERCÚRIO DE ALTA PRESSÃO

A lâmpada a vapor de mercúrio, comercializada a partir de 1908, utiliza o princípio da descarga em alta pressão, onde a luz é emitida através da excitação de gases provocada pela corrente elétrica.

É constituída de um tubo de descarga transparente, inserida em um bulbo de vidro revestido internamente com uma camada de “fósforo”. O tubo de descarga contém vapor de mercúrio de 2 a 4 atmosferas e argônio a 0,03 atmosferas. O argônio tem a função de atuar como gás de partida, diminuindo a tensão de ignição e gerando o calor necessário para vaporizar o mercúrio. O tubo de descarga é de quartzo para suportar temperaturas elevadas e evitar a absorção da radiação ultravioleta emitida pela descarga.

É uma lâmpada de reação com partida dada por meio de um resistor, uma vez iniciado o arco entre os eletrodos, o vapor de mercúrio contido no tubo se vaporiza, gerando um meio de condução favorável. Entre os eletrodos principais ocorre um arco elétrico, produzindo uma energia luminosa visível. O tempo de partida até a estabilização total varia de 2 a 15 minutos. Para limitar a corrente de alimentação é necessário a utilização de reatores.

2.4.2.2 LÂMPADA VAPOR DE SÓDIO

A lâmpada de vapor de sódio é um tipo de lâmpada de descarga de gás que utiliza sódio metálico em estado gasoso para produzir luz. Existem dois tipos principais de lâmpadas de vapor de sódio: as de alta pressão e as de baixa pressão. Vamos dar uma olhada em como essas lâmpadas funcionam:

A lâmpada de vapor de sódio de alta pressão opera através da presença de sódio metálico vaporizado em uma mistura de gases inertes, como argônio. Ao ligar a lâmpada, uma corrente elétrica é aplicada, gerando calor que vaporiza o sódio, transformando-o em vapor altamente condutivo. Esse vapor de sódio conduz eletricidade, resultando em uma descarga elétrica que emite luz na faixa do ultravioleta, inicialmente invisível para o olho humano. No entanto, a lâmpada possui um revestimento interno de fósforo que converte essa luz ultravioleta em luz visível, geralmente na faixa do amarelo-alaranjado. As lâmpadas de vapor de sódio de alta pressão são conhecidas por sua eficiência energética e são normalmente utilizadas em iluminação pública, estradas e outros ambientes externos.

A lâmpada de vapor de sódio de baixa pressão funciona através da vaporização do sódio e mercúrio. Quando a lâmpada é ligada, uma corrente elétrica é aplicada, ionizando o sódio e o mercúrio. Esse processo gera luz ultravioleta. Em seguida, o revestimento interno de fósforo na lâmpada converte essa luz ultravioleta em luz visível. O resultado final é uma emissão de luz na faixa do amarelo-alaranjado. Esse tipo de lâmpada é eficiente em termos de energia e é geralmente utilizada em iluminação pública, estradas e áreas externas.

2.4.2.3 LÂMPADAS DE MULTIVAPORES METÁLICOS

As lâmpadas de multivapores metálicos, introduzidas em 1964, são uma evolução das lâmpadas de vapor de mercúrio, semelhantes em aparência às lâmpadas de vapor de sódio. Elas funcionam de maneira semelhante às lâmpadas de vapor de mercúrio, mas com iodetos metálicos (tálio e índio) para maior eficiência luminosa. Requerem reatores e ignitores para operar.

Essas lâmpadas têm uma temperatura de cor entre 4.000K e 6.000K, proporcionando uma luz branca e brilhante. A vida útil varia de 8.000 a 20.000 horas, e lâmpadas de alta potência têm uma eficiência de cerca de 90 lm/W e um IRC de 90%. São comuns na iluminação pública, com potências de 70W a 600W.

2.4.2.4 LUMINÁRIA LED

No mercado, as lâmpadas LED oferecem uma ampla gama de opções em termos de espectro de luz, intensidade luminosa e a direção em que a luz é emitida, e, além disso, não contém elementos prejudiciais, como metais pesados. Elas

possuem uma longa vida útil, geralmente cerca de 50.000 horas, e são muito eficientes, produzindo cerca de 150 lumens por watt (lm/W), com um índice de reprodução de cores (IRC) variando de 60 a 94.

A maioria dos LEDs funciona com tensões que variam de 1,6 a 3,3 volts em corrente contínua. Portanto, é necessário um dispositivo chamado driver, que converte corrente alternada em corrente contínua, e esse driver deve estar em conformidade com a norma NBR 16026:2012. Para garantir um funcionamento adequado, o driver precisa ser compatível com as tensões da lâmpada e do sistema, efetuar a conversão sem perdas significativas, ter um alto fator de potência e não gerar distorções harmônicas significativas na rede elétrica.

3 METODOLOGIA

No presente capítulo, será realizada uma caracterização da pesquisa, fornecendo uma visão geral do estudo de caso sobre eficiência energética em uma praça pública. Este capítulo apresentará o método de pesquisa, descreve as etapas envolvidas na condução do estudo e explicará a abordagem qualitativa adotada para coleta e análise de informações.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Temos como objetivo demonstrar a importância da eficiência energética na troca de luminárias em praças que utilizam lâmpadas MVM (Multi Vapor Metálico), para LED.

Estaremos calculando de quanto será a economia de energia, qual o valor médio do investimento e em quanto tempo o município teria um retorno financeiro.

Utilizamos como 1° exemplo de uma praça pública que ainda não foi modernizada, onde há 55 Luminárias MVM de 150W e 64 Refletores MVM de 400W, e como 2º exemplo uma outra praça pública, onde já foi realizada a modernização.

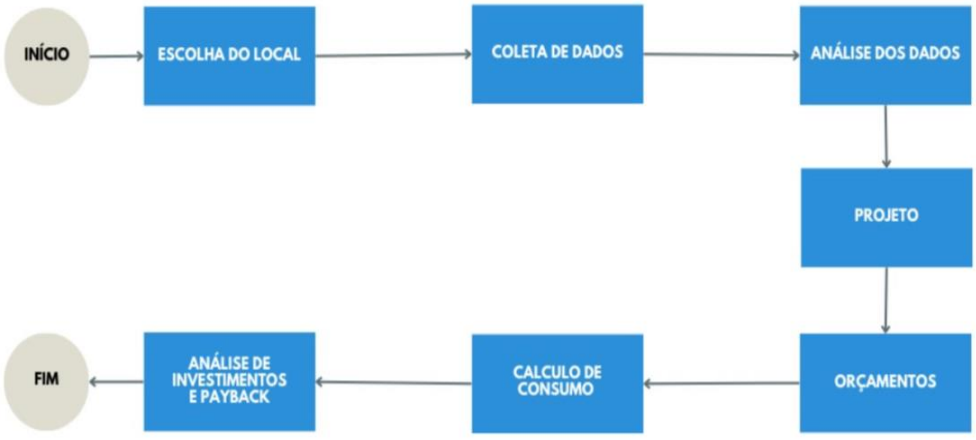
3.2 ETAPAS DA PESQUISA

O processo do estudo da modernização da Iluminação Pública do Parque da Cidade, inicia-se com a escolha de dois locais distintos, sendo um ainda não modernizado e outro já submetido às obras de modernização, possibilitando uma comparação. Após a seleção desses locais, registram-se os dados de intensidade luminosa em cada praça por meio de um luxímetro.

A fase subsequente consiste na análise dos dados coletados anteriormente, uma etapa crucial para compreender os efeitos da modernização na praça já modernizada. Posteriormente, elabora-se um projeto, cujo propósito principal é dimensionar as quantidades de materiais, facilitando o orçamento com os fornecedores e a estimativa dos custos envolvidos na obra. Além disso, realiza-se o cálculo do consumo para avaliar o impacto da modernização na redução do consumo de energia na praça.

Por último, realiza-se uma avaliação do investimento efetuado, analisando em quanto tempo o município recuperará financeiramente os recursos investidos devido à diminuição no consumo de energia. O fluxograma apresentado na Figura 6 ilustra de forma visual cada etapa desse processo.

Figura 6: Fluxograma do Processo



Fonte: Os autores (2023)

3.2.1 ESCOLHA DO LOCAL

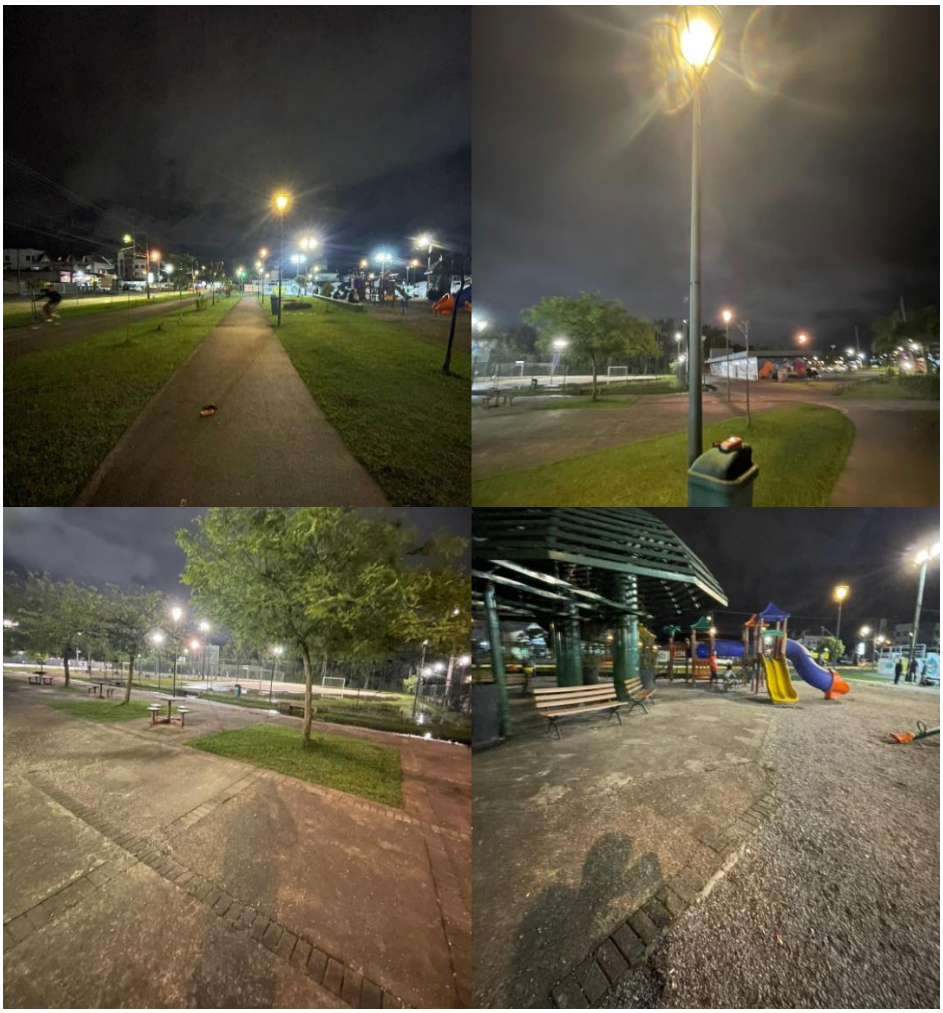
A praça escolhida para realizar o projeto de implementação trata-se de uma parte oeste do parque da cidade onde fica localizado os ambientes de quadras, pista de skate e o parque infantil, na rua Graciosa no Bairro Guanabara, em Joinville/SC conforme figura 7.

Figura 7: Localização Parque da Cidade

Fonte: GOOGLE MAPS (2023)

Abaixo na figura 8, há algumas imagens mostrando a atual situação da iluminação pública do Parque da Cidade, que ainda utiliza as lâmpadas de vapor metálico.

Figura 8: Iluminação Parque da Cidade



Fonte: Os autores (2023)

O local que utilizamos como base de comparação trata-se da Rua das Palmeiras no Bairro Centro, também em Joinville, conforme figura 9, onde na mesma já foi realizada a modernização e com isso conseguimos coletar dados importantes para o nosso projeto.

Figura 9: Localização Rua das Palmeiras

Fonte: GOOGLE MAPS (2023)

Podemos notar na figura 10, que a Rua das Palmeiras, além de ter as luminarias de leds, também conta com uma iluminação projetada para o solo, contribuindo com a diminuição da poluição luminosa.

Figura 10: Iluminação Rua das Palmeiras

Fonte: Os autores (2023)

3.2.2 COLETA DE DADOS

Com o auxílio de um luxímetro, realizamos a coleta de dados e um comparativo entre a praça Parque da Cidade e a Praça das Palmeiras já modernizada.

Na figura 11 é possível ver o luxímetro no Parque da Cidade medindo 66.8 lux, onde ele foi colocado em um ponto estratégico para coletar a intensidade luminosa de um fóco onde a luz de um Refletor de 400W MVM e uma Luminária de 150W MVM se encontram.

Figura 11: Iluminação Parque da Cidade

Fonte: Os autores (2023)

Na figura 12 é possível ver o luxímetro na Praça das Palmeiras medindo 71.9 lux, onde ele também foi colocado em um ponto estratégico para coletar a intensidade luminosa de um fóco onde a luz de uma luminária de 250W e uma luminária de 55W se encontram.

Figura 12: Iluminação Parque da Cidade

Fonte: Os autores (2023)

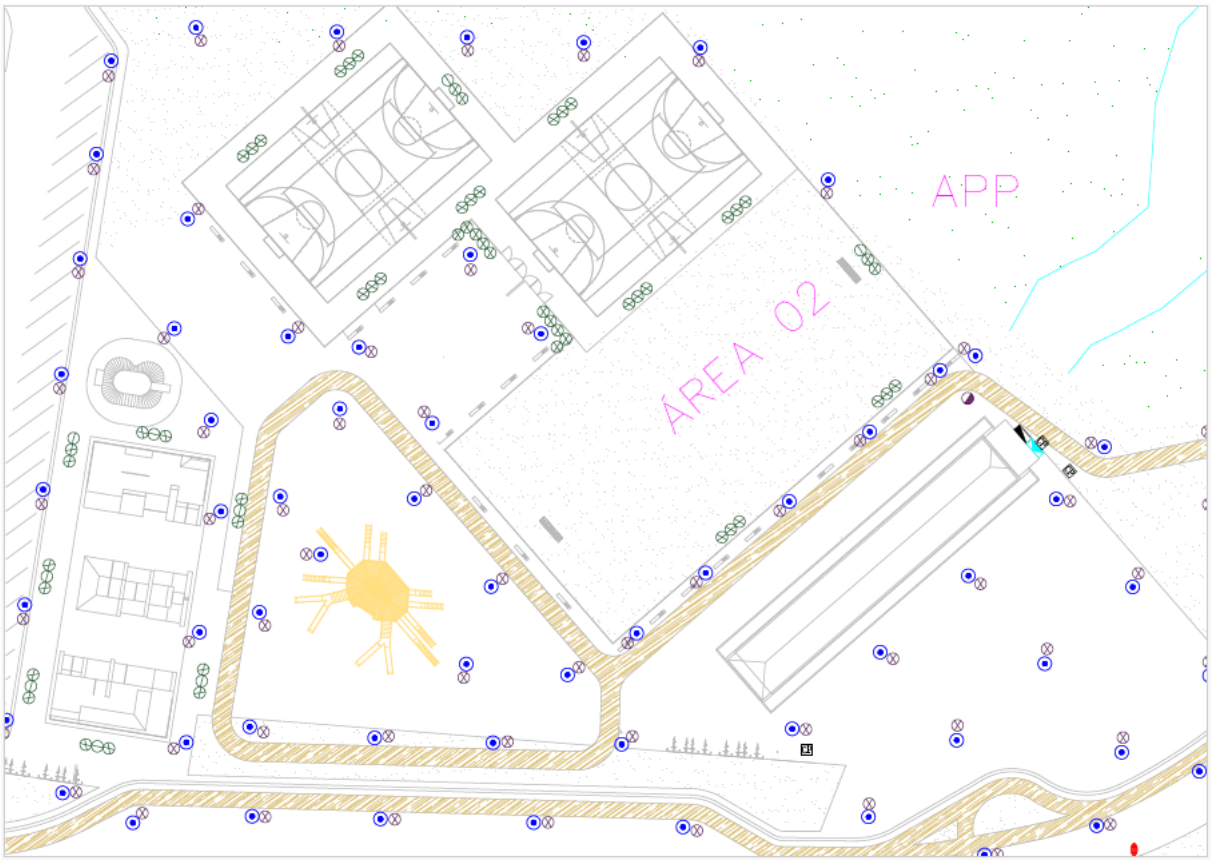
3.2.3 ANÁLISE DOS DADOS

Analisando os dados coletando na figura 10 e 11, temos como constatação que mesmo a luminária de 55W sendo 63.3% menos potente que as de 150W, e a de 200W sendo 50% menos potente que as de 400W, elas suprem com facilidade a intensidade luminosa necessária para substituí com muito mais economia

3.2.4 PROJETO

Na figura 13, temos o projeto de modernização do Parque da Cidade feito através do AutoCad, onde, os pontos em azul, são as luminárias de led de 55w que substituem as lâmpadas de vapor metálico de 150w, e os pontos em verde, são os refletores de 200w que ficam ao redor da pista de skate e quadras, que devido a prática de esportes, demandam uma iluminação mais adequada.

Figura 13: Projeto da iluminação pública da praça da cidade



Fonte: Os autores (2023)

3.2.5 ORÇAMENTO

Para o cálculo dos custos da obra, foi decidido reutilizar parcialmente a infraestrutura já instalada no parque, incluindo postes, eletrodutos, cabos subterrâneos e outros materiais, detalhados na tabela 1. Na tabela 2, os custos dos materiais foram direcionados à substituição das luminárias e do cabo HEPR responsável por conectar as luminárias aos Dispositivos de Proteção Diferencial Residual (DRs). Também foi considerado que a execução da obra será terceirizada para uma empreiteira especializada em serviços na iluminação pública.

Tabela 1: Materiais reutilizados

DESCRIÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE
POSTE DE 4 METROS EM METAL SENDO 1 SOTERRAD	PÇ	55
DR'S DE 10A	PÇ	55
HASTE DE ATERRAMENTO DE 2M	PÇ	72
CABO DE COBRE 10MM² 1KV	M	2000
CABO DE COBRE AZUL 10MM² 1KV	M	6000
CAIXA DE PASSAGEM	PÇ	120
ELETRODUTO	M	2000
POSTE DE CONCRETO DUPLO T DE 300DAN DE 12M	PÇ	17
PAINEL ELÉTRICO	PÇ	1
FOTOCÉLULA	PÇ	1
BASE PARA FOTOCÉLULA	PÇ	1
CONTATORES DE 80A	PÇ	2
CONTATOR DE 50A	PÇ	1
TIMER	PÇ	1
DISJUNTOR GERAL 250A	PÇ	1
DISJUNTOR 30A	PÇ	6
DISJUNTOR 20A	PÇ	3

Fonte: Os autores (2023)

No caso das luminárias, foram feitos três orçamentos com as fornecedoras Reeme, Fortlight e Demape, sendo os melhores valores da Reeme, e o cabo foi cotado com a Corfio.

DESCRIÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL
REFLETOR LED 200W	PEÇ	64	R$ 799,04	R$ 51.138,56
LUMINÁRIA LED 55W	PEÇ	55	R$ 782,97	R$ 43.063,35
CABO FLEX 2,5MM² 1KV HEPR	M	900	R$ 2,19	R$ 1.971,00
			TOTAL	**R$ 96.172,91**

Tabela 2: Materiais orçados

Fonte: Os autores (2023)

Para calcular o investimento também foi considerado o custo de mão de obra, que seria de uma equipe com dois eletricistas, um ajudante e uma caminhonete com cesto aéreo de 12 metros. O tempo estimado para a realização da obra foi de 3 dias, com uma jornada de trabalho de 8 horas diárias. Vale ressaltar, que a quantidade de tres dias foi estabelecido após a consulta com um profissional que atua na área da manutenção da iluminação pública da cidade de Joinville

Para calcular os custos com os colaboradores, caminhonete e equipamentos, primeiro calculamos os custos mensais conforme tabela 3 e 4, que mostram os custos com os eletricistas e o veículo respectivamente.

Tabela 3: Custos mensais equipe operacional.

1. CUSTOS MÃO DE OBRA OPERACIONAL - EQUIPE PESADA				R$			15.709,45
1.1	Salário Eletricista	Unid	2,00	R$	1.955,63	R$	3.911,26
1.2	Salário Ajudante de Eletricista	Unid	1,00	R$	1.533,44	R$	1.533,44
1.8	Periculosidade	%	30%	R$	5.444,70	R$	1.633,41
1.9	Encargos Sociais	%	90,00%	R$	7.078,11	R$	6.370,30
1.10	Vale Transporte	Unid	3,00	R$	142,89	R$	428,67
1.11	Vale Alimentação	Unid	3,00	R$	90,00	R$	270,00
1.12	Seguro de Vida	Unid	3,00	R$	8,16	R$	24,48
1.13	Ferramental Individual - Eletricista	Unid	2,00	R$	125,17	R$	250,34
1.15	Uniformes e EPI's - Eletricista	Unid	2,00	R$	507,17	R$	1.014,34
1.16	Uniformes e EPI's - Motorista/Ajudante	Unid	1,00	R$	154,87	R$	154,87
1.18	Smartphone	Unid	0,03	R$	1.200,00	R$	33,33
1.19	Pacote de Voz e Dados Smartphone	Unid	1,00	R$	85,00	R$	85,00
	QUANTIDADE DE EQUIPES PESADAS		1	R$			15.709,45

Fonte: Os autores (2023)

Na tabela 4 temos os custos relacionados a caminhonete.

Tabela 4: Custos mensais caminhonete.

3. CUSTOS VEÍCULO EQUIPADO COM CESTO AÉREO HIDRÁULICO - EQUIPE CAMINHONETE				R$			6.563,40
3.3	Manutenção Mecânica Geral da Caminhonete	Mês	1,00	R$	1.350,00	R$	1.350,00
3.7	Depreciação	Mês	1,00	R$	3.800,00	R$	3.800,00
3.9	Ferramental Coletivo e Equipamento de Proteção Coletiva (EPC's)	Mês	1,00	R$	444,74	R$	444,74
3.10	Seguro	Mês	0,08	R$	6.000,00	R$	500,00
3.11	Rastreamento	Mês	1,00	R$	52,00	R$	52,00
3.12	IPVA/DPVAT	Mês	0,08	R$	5.000,00	R$	416,67
	QUANTIDADE DE VEÍCULOS		1	R$			6.563,40

Fonte: Os autores (2023)

Após calcular os custos mensais, os valores são divididos pelo número de dias do mês a fim de termos o custo diário, e assim multiplicar pelos dias estipulados para realização da obra.. Também foi adicionado os custos de diesel e almoço, conforme tabela 5.

Tabela 5: Custos adicionais

4. CUSTO ADICIONAL				R$			411,00
4.1	Óleo Diesel	LT	15,00	R$	6,40	R$	96,00
4.4	Almoço	Unid.	9,00	R$	35,00	R$	315,00

Fonte: Os autores (2023)

Sendo assim, conforme a tabela 6, o custo total da mão de obra ficou em R$ 1.713,75.

Tabela 6: Valor da mão de obra.

CÁLCULO MÃO DE OBRA		
VALOR HORA	R$	37,41
VALOR DIA	R$	329,25
QUANTIDADE DE DIAS DA OBRA		3,00
VALOR MULTIPLICADO PELOS DIAS DA OBRA	R$	987,75
VALOR DOS DIAS + DESLOCAMENTO	R$	1.713,75

Fonte: Os autores (2023)

O custo da mão de obra e compra de materiais ficou em R$ 94.571,66, com esse valor aplicamos o BDI para acrescentar as demais despesas não calculadas como impostos, custos com a sede e lucro, conforme tabela 7.

Tabela 7: Composição do BDI.

BDI	
Descrição	***Indicador***
ISS	*5,00%*
PIS/CONFINS	*9,25%*
Sede	*10,00%*
Lucro	*20,00%*
BDI	*34,25%*
MARKUP	***65,75%***

Fonte: Os autores (2023)

Após a aplicação do BDI chegamos ao valor total da obra de R$ 148.397,96, conforme tabela 8.

Tabela 8: Custos após a aplicação do BDI.

Material	***Mão de Obra***	***Linha Viva***	***Total***
R$ 96.172,91	R$ 1.398,75		R$ 97.571,66
R$ 146.270,59	**R$ 2.127,38**	**R$ -**	**R$ 148.397,96**

Fonte: Os autores (2023)

3.2.6 **CÁLCULO DE CONSUMO**

Para realizar o cálculo utilizamos a formula da figura 14 :

Figura 14: Formula de Consumo de Energia.

$$Consumo\ (Kwh) = \frac{Potência\ (W) \times Horas\ (h)}{1000}$$

Fonte: MATTEDE (2016)

Primeiro utilizaremos da fórmula com os dados antes da modernização que Conforme tabela 9:

Tabela 9: Calculo de Consumo

Calculo de Consumo	
64 Refletores de 400W	25600
55 Luminárias de 150W	8250
TOTAL	33850W
33850 X 10	338500
338500 / 1000	338,5KW

Fonte: Os Autores (2023)

multiplicamos o consumo pelo valor do KWH tarifa B4b no estado de R$0,32, conforme tabela 10.

Tabela 10: Calculo de Fatura

338,5 X 0,32	R$ 108,32
108,32 X 30 dias	R$ 3.357,57

Fonte: Os Autores (2023)

Valor da fatura é R$ 3357,57 reais aproximadamente.

Agora o calculo após a modernização, conforme tabela 11:

Tabela 11: Calculo de Consumo

Calculo de Consumo	
64 luminárias de 200W	12800
55 luminárias de 55W	3025
TOTAL	15825W
15825 X 10	158250
158250/1000	158,25KWH

Fonte: Os Autores (2023)

Multiplicamos o consumo pelo valor do KWH tarifa B4b no estado de R$0,32, conforme tabela 12.

Tabela 12: Calculo de fatura

158,25x0,32= 50,64	R$ 50,64
50,64 X 30 dias	R$ 3.357,57

Fonte: Os Autores (2023)

Valor da tarifa é = R$ 50,64 x 31dias = R$1569,84 aproximadamente

Redução de Consumo:

338,5kWh/dia − 158,25kWh/dia = 180,25kWh/dia

Redução de Custo Diário:

R$108,32/*dia* − *R*$50,64/*dia*=*R*$57,68/*dia*

Redução de Custo Mensal:

R$3.357,57 - *R*$1.569,84 =*R*$1.787,73

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 ANÁLISE DE INVESTIMENTOS

Considerando que com a modernização a prefeitura terá uma redução de em média R$ 1.787,73 mensal e que o custo da obra será de R$ 148.397,96, podemos chegar em um prazo aproximado de quanto tempo a prefeitura teria um retorno deste investimento apenas com a redução de consumo, dividindo o valor do custo da obra pela economia de energia. Conforme tabela 9.

Tabela 9: Payback

CUSTO DA OBRA	R$ 148.397,96
REDUÇÃO DE CONSUMO	R$ 1.787,73
PAYBACK EM MESES	83
PAYBACK EM ANOS	7

Fonte: Os autores (2023)

Portanto, após a modernização, houve uma significativa redução no consumo diário, resultando em uma economia considerável nos custos diários e mensais de energia elétrica. Isso sugere que a modernização foi eficaz em termos de eficiência energética e economia financeira.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo destaca de maneira inequívoca a eficácia da modernização em uma única praça, revelando não apenas uma substancial economia de energia elétrica, mas também melhorias significativas no campo de visão do local e na redução dos impactos ambientais. Os benefícios observados neste projeto piloto fornecem uma base sólida para a conclusão de que a modernização em toda a extensão da cidade de Joinville é uma escolha altamente vantajosa.

É importante destacar que este artigo aborda uma análise dos efeitos financeiros de uma atualização, conforme sugerido no estudo, e não se refere a uma inovação a ser efetivamente implantada. Isso se deve ao fato de que a tecnologia de LEDs já está disponível no mercado há algum tempo.

Os dados fornecidos pela prefeitura, que indicam aproximadamente 32.760 pontos de iluminação pública ainda a serem modernizados, destacam a extensão do potencial impacto positivo que essa iniciativa pode ter. Esses pontos abrangem diversas áreas, como praças, parques, avenidas, entre outros, cada um sujeito às especificações da NBR, garantindo a escolha adequada de luminárias com fluxo luminoso específico para suas características.

A realização de um levantamento de cálculos e dados mais avançado, embora demande um tempo significativo de planejamento, é crucial para viabilizar a modernização em escala tão ampla. No entanto, os benefícios identificados no projeto de praça apresentado neste artigo fornecem uma base sólida para a conclusão de que essa iniciativa em larga escala resultará em economias substanciais, melhorias ambientais e aprimoramento da qualidade de vida para os residentes.

Assim, a modernização em toda a extensão da cidade não apenas atenderá às demandas de eficiência energética, mas também representará um compromisso valioso com a sustentabilidade e o bem-estar da comunidade. Este estudo destaca a necessidade e a viabilidade de implementar medidas semelhantes em outras áreas urbanas, consolidando a cidade de Joinville como uma referência em práticas eficientes e sustentáveis.

REFERÊNCIAS

BELLER. C.S. et al. **Alternativa de Conservação de Energia em Iluminação Pública e Áreas de Uso Comum.** 2001. 140 f Monografia – Centro Federal de Educação Tecnológica, Paraná, 2001.

BRALUZ. RPF 153 Luminária Publica. Disponível em <https://www.braluz.com.br/produto/rpf-153-luminaria-publica/> Acesso em 15 de nov de 2023.

BRASIL. **Constituição de 1998.** Disponível em **<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm>** Acesso em 24 de out. de 2023.

COPEL. Companhia Paranaense de Energia. Manual de Iluminação Pública
LUCIANO HAAS ROSITO. **Desenvolvimento da Iluminação Pública no Brasil.** Disponível em: <https://copel0.sharepoint.com/sites/documentos-site-copel/Documentos%20Compartilhados/Forms/AllItems.aspx?id=%2Fsites%2Fdocumentos%2Dsite%2Dcopel%2FDocumentos%20Compartilhados%2FManuais%20poder%20p%C3%Bablico%2Fmanual%2Diluminacao%2Dpublica%2Epdf&parent=%2Fsites%2Fdocumentos%2Dsite%2Dcopel%2FDocumentos%20Compartilhados%2FManuais%20poder%20p%C3%BAblico&p=true&ga=1> Acesso em 25 de out. de 2023.

JOINVILLE. **Projeto PPP Iluminação Pública Joinville.** Disponível em <https://www.joinville.sc.gov.br/wp-content/uploads/2023/05/Apresentacao-Projeto-PPP-para-Iluminacao-Publica.pdf> Acesso 14 de nov de 2023