

CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA



Universidade Federal
de Campina Grande

JOÃO MARCELO NOVAIS MARQUES

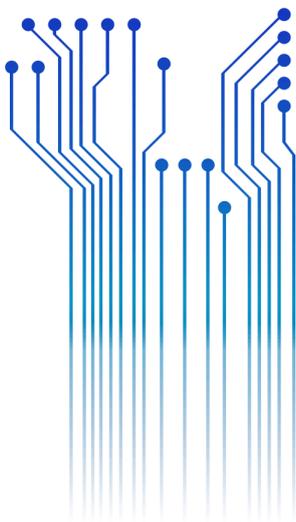


Centro de Engenharia
Elétrica e Informática

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
ELABORAÇÃO DE PROJETOS LUMINOTÉCNICOS DE ÁREAS EXTERNAS PARA PRÁTICA
DE ATIVIDADES FÍSICAS



Departamento de
Engenharia Elétrica



Campina Grande – PB
2024

JOÃO MARCELO NOVAIS MARQUES

ELABORAÇÃO DE PROJETOS LUMINOTÉCNICOS DE ÁREAS EXTERNAS PARA PRÁTICA DE
ATIVIDADES FÍSICAS

*Trabalho de Conclusão de Curso submetido à
Coordenação do Curso de Graduação em
Engenharia Elétrica da Universidade Federal de
Campina Grande como parte dos requisitos
necessários para a obtenção do grau de
Bacharel em Ciências no Domínio da
Engenharia Elétrica.*

Área de Concentração: Eletrotécnica

Professor Célio Anésio da Silva, Dr.
Orientador

Campina Grande – PB
2024

JOÃO MARCELO NOVAIS MARQUES

ELABORAÇÃO DE PROJETOS LUMINOTÉCNICOS DE ÁREAS EXTERNAS PARA PRÁTICA DE
ATIVIDADES FÍSICAS

*Trabalho de Conclusão de Curso submetido à
Coordenação do Curso de Graduação em
Engenharia Elétrica da Universidade Federal de
Campina Grande como parte dos requisitos
necessários para a obtenção do grau de
Bacharel em Ciências no Domínio da
Engenharia Elétrica.*

Área de Concentração: Eletrotécnica

Aprovado em 23 / 05 / 2024

Professor Pablo Bezerra Vilar, Dr.
Universidade Federal de Campina Grande
Avaliador, UFCG

Professor Célio Anésio da Silva, Dr.
Universidade Federal de Campina Grande
Orientador, UFCG

Dedico este trabalho à minha mãe, a meu pai, meus avós e demais familiares e pessoas guardadas em meu coração para sempre. Sem eles, jamais chegaria a este momento.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu Deus, Jesus Cristo, por sua infinita bondade, misericórdia e graça sobre minha vida, trazendo a luz para o meu caminho e o consolo para a minha alma que a todo instante necessitou e recebeu da Sua proteção. Não existem palavras que possam mensurar a tamanha gratidão que tenho por Jesus, pois meus lábios não são capazes de falar e meu corpo não é capaz de expressar, todavia o meu coração e mente, exalam sentimentos de amor e encantamento em tanta formosura. Cristo Reina por nós.

Agradeço por este mesmo Deus me presentear com pessoas fenomenais que citarei ao longo desse escopo de agradecimento.

À toda minha família que sempre acreditou em mim e que não mediram esforços para me fornecer o melhor cenário de vida. À minha linda mãe Rita Martins Novais e meu pai Marcelo Souza Marques por todo o amor, conselhos, orações e pelos exemplos de coragem e perseverança, meus avós Eudes Martins Novais, Délcio Pedreira de Novais, Helena Souza Almeida e Mário Marques de Almeida por serem maravilhosos comigo, por suas orações e atenção, meus tios Abel Martins Novais e Zenon Martins Novais, e a minha querida bisavó Lindaura Barbosa, pelo seu coração benevolente e sua garra para com a vida.

À Marcos Henrique Alves de Jesus, Lucas Viana Neves de Sá, Roberto da Silva Dourado Vasconcelos, Guilherme Teixeira Martins, Lucas Dantas Pereira, Douglas de Souza Almeida e Jackson da Silva Guedes por todo o compartilhando e vivência com a Universidade, e pelas trocas de informações como seres humanos e profissionais.

À Maciel Alves da Silva, Michael Novaes da Silva, Alysson Silva Firmino, Yuri Henrique de Souza Sodré, Silas Araújo Santos, Mateus Teles, Davy Araújo Sá Teles, Lucas Gorgônio Lins de Medeiros, José Adalberto Martins Filho e toda a minha galera especial de Campina Grande – PB, por toda a amizade, conversas ao longo do tempo e pelas muitas brincadeiras e histórias inesquecíveis em toda a capital da Borborema.

À Universidade Federal de Campina Grande e ao Departamento de Engenharia Elétrica pela oportunidade de estar em etapa final do curso, me tornando um engenheiro eletricitista. Enfim, à todos os familiares, amigos, professores e servidores, meu muito obrigado.

“Honra a teu pai e a tua mãe, pois este é o primeiro mandamento com promessa. Para que te vá bem, e vivas muito tempo sobre a terra”.

Efésios 6:2-3.

RESUMO

A elaboração de projetos luminotécnicos visa a melhoria e segurança da iluminação em áreas externas, levando em consideração a infraestrutura e estética envolvente, e a necessidade de uso do ambiente iluminado para a prática de exercícios físicos. Com a iluminação adequada para áreas externas, a resultante será uma maior garantia da segurança dos ocupantes, prevenindo acidentes como quedas, colisões e tropeções. O projeto, tido como base para este trabalho, foi constituído por processos rigorosos envolvendo visita ao local a ser construído e inserida a iluminação, medição da área e perímetro, projeções e simulações da iluminação com o uso da ferramenta DIALux e orçamento da obra. Com isso, cada etapa foi concluída e todo o planejamento foi cumprido, seguindo a sequência necessária, gerando a impressão do projeto e levando para análise da distribuidora de energia do estado da Bahia.

Palavras-chave: iluminação pública, prática esportiva, projetos.

ABSTRACT

The development of lighting projects aims to improve and protect lighting in external areas, taking into account the surrounding infrastructure and aesthetics, and the need to use the illuminated environment for physical exercise. With adequate lighting for external areas, the result will be a greater guarantee of occupant safety, preventing accidents such as falls, collisions and trips. The project, used as the basis for this work was made up of rigorous processes involving visiting the site to be built and inserting the lighting, measuring the area and perimeter, projections and lighting simulations using the DIALux tool and a construction budget. With this, each stage was completed and all planning was completed following the necessary sequence, generating the impression of the project and taking it for analysis by the energy distributor in the state of Bahia.

Keywords: public lighting, sports, projects.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Atividades físicas mais praticadas pelos brasileiros.....	15
Figura 2 - Diagnóstico Nacional do Esporte	16
Figura 3 - Evolução da lâmpada.....	19
Figura 4 - Avenida Central em 1912	20
Figura 5 - Avenida Rio Branco no Rio de Janeiro	21
Figura 6 - Iluminação pública em São Paulo no século XIX	21
Figura 7 - Conceitos ilustrados da iluminação	23
Figura 8 - Trecho para construção da ciclovia	32
Figura 9 - Trecho da Avenida Canarana (principal).....	32
Figura 10 - Trecho da Avenida Barro Alto.....	33
Figura 11 - Trecho da BA-046	33
Figura 12 - Locais e posições das Figuras 8, 9, 10 e 11	34
Figura 13 - Planta baixa da ciclovia.....	34
Figura 14 - Planta baixa com pontos dos postes.....	34
Figura 15 - Renderização da BA-046, Sentido Canarana	37
Figura 16 - Renderização com visão aérea da avenida Canarana (Entrada)	37
Figura 17 - Renderização com vista aérea da BA-046.....	38
Figura 18 - Renderização com visão aérea panorâmica	39
Figura 19 - Identificação do fluxo luminoso da área.....	39
Figura 20 - Simulação da iluminância média	40
Figura 21 - Estrutura da IP	42
Figura 22 - Planilha orçamentária	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Classe de iluminação para tipo de via.....	29
Tabela 2 – Iluminância média e fator de uniformidade mínimo para as classes.....	30
Tabela 3 – Carga instalada em cada circuito	40
Tabela 4 – Queda de tensão por circuito	41

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IP	Iluminação Pública
ORSE	Orçamento de Obras de Sergipe
SINAPI	Sistema Nacional de Pesquisas de Custos e Índices

LISTA DE UNIDADES

daN	decaNewton
A	ampère
V	volt
W	watts
kVA	quilovoltampère
mm	milímetro
km	quilômetro
lm	lúmens
cd/m ²	candela por metro quadrado
m	metros

SUMÁRIO

1	Introdução	14
1.1	Objetivo Geral	17
1.2	Organização do trabalho.....	17
2	Fundamentação Teórica	18
2.1	Contexto Histórico	18
2.1.1	Crescimento da iluminação pública no mundo	18
2.1.2	Crescimento da iluminação pública no Brasil.....	19
2.1.3	Caracterizações da iluminação	22
2.2	ABNT 5101/2018 – Iluminação pública	24
2.3	Resolução Normativa nº 404/2010 – ANEEL.....	25
2.4	Aplicações de iluminação para práticas esportivas	26
2.5	Projetos de IP	27
3	Metodologia	29
4	Estudo de caso	31
4.1	Projeto de IP numa ciclovia em Lagoa Funda – BA, distrito de Barro Alto.....	31
4.2	Elaboração de orçamento do projeto de IP.....	42
4.3	Resultados	44
5	Considerações Finais	45
	Referências Bibliográficas.....	46

1 INTRODUÇÃO

A prática de atividades físicas se encontra numa ascensão e crescente considerável. Porém, os maiores obstáculos e dificuldades que a sociedade enfrenta para a não prática esportiva se concentram na vida profissional e afazeres do lar, uma vez que a falta de exercícios colabora de forma direta a problemas das mais variadas áreas.

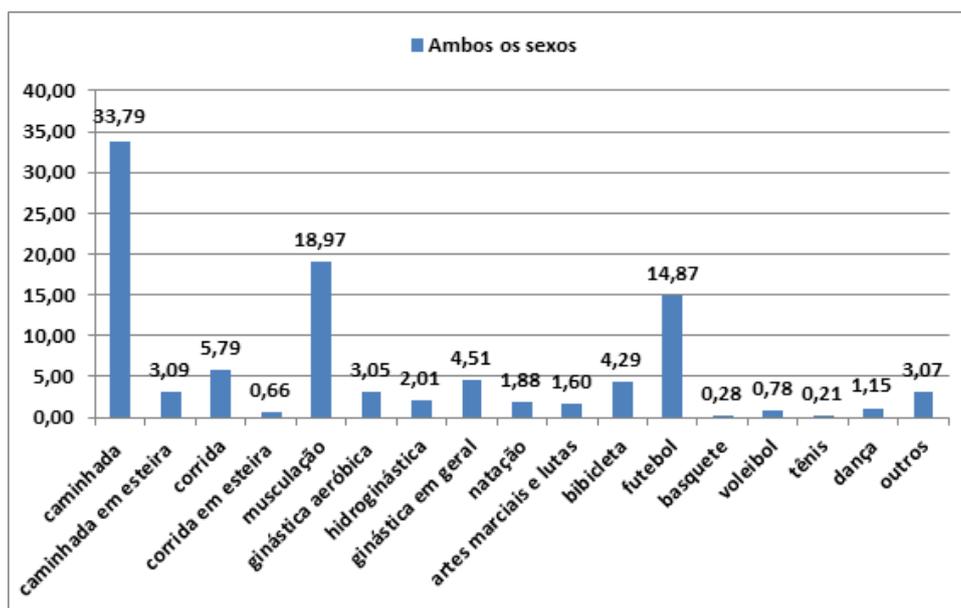
Existem várias atividades físicas que podem ser realizadas ao ar livre, aproveitando os benefícios do ambiente externo. Sendo algumas delas: caminhada, corrida, ciclismo, yoga ao ar livre, treinamento funcional. Além de existir em inúmeros tipos de práticas, as mesmas desempenham um papel fundamental na manutenção da saúde e do bem-estar em todas as faixas etárias (SANTOS, 2019).

A caminhada, sendo uma das atividades mais singelas e acessíveis, é excelente para melhorar a saúde cardiovascular, fortalecer os músculos das pernas e queimar calorias. A mesma pode ser feita em parques, trilhas ou ao redor de um bairro. Por sua vez, a corrida, de forma semelhante à caminhada, é uma ótima maneira de melhorar a resistência do indivíduo e também queimar calorias. Assim como a caminhada, ela pode ser desenvolvida nos mesmos ambientes (SANTOS, 2019).

O ciclismo é uma atividade de grande referência e bastante executada pelas pessoas, porém estando ainda em crescimento. É possível explorar novas áreas enquanto é fortalecido os músculos das pernas e uma melhora na saúde cardiovascular. Para a prática yoga ao ar livre, pode adicionar uma dimensão extra à sua prática. A natureza ao seu redor pode ajudar a aprimorar a concentração e a relaxar ainda mais durante as posturas e meditações (SANTOS, 2019).

Um novo estudo divulgado pelo Ministério da Saúde revela que a corrida é a quarta atividade física mais popular entre os brasileiros, como mostra a Figura 1. Ela fica atrás da caminhada, musculação e futebol. Além disso, os dados indicam uma mudança de preferência, com a musculação ganhando mais adeptos em comparação com o futebol, considerado o "esporte nacional"(KUNSCH, 2014).

Figura 1 – Atividades físicas mais praticadas pelos brasileiros.



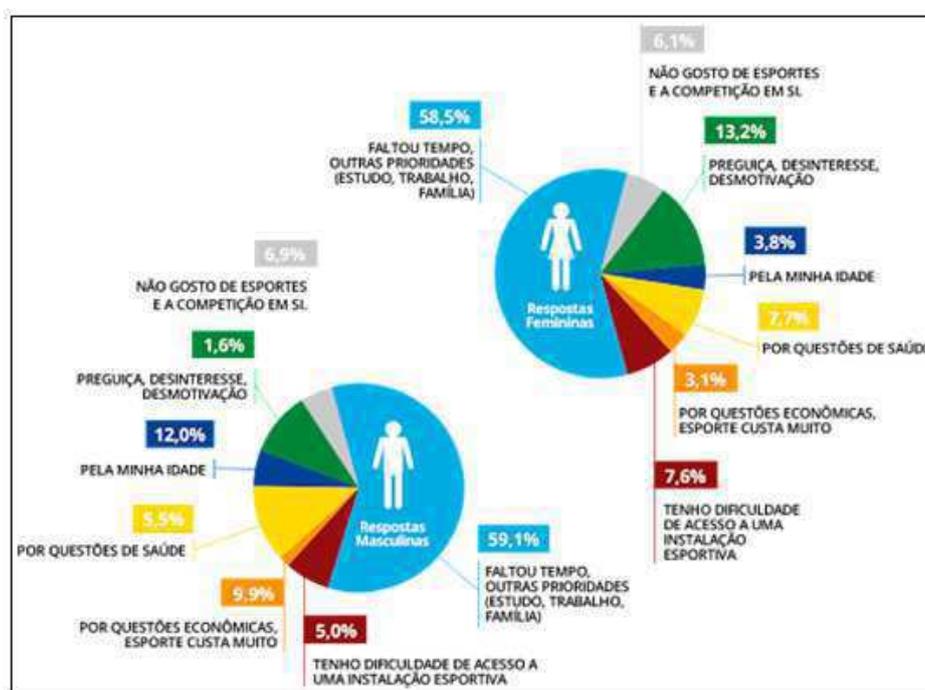
Fonte: (SCHMIDT, 2014)

Além dos benefícios físicos, o envolvimento em atividades físicas desempenha um papel crucial na saúde mental e no bem-estar emocional. Elas auxiliam na redução do estresse, da ansiedade e da depressão, melhoram o humor e a autoconfiança, favorecem um sono de melhor qualidade e ampliam a capacidade de concentração e memória (KUNSCH, 2014).

As atividades físicas não apenas impactam aspectos físicos e estéticos, mas também têm uma influência significativa na esfera social e comunitária. Elas proporcionam oportunidades para interações sociais positivas, promovem o espírito de equipe e fortalecem os laços familiares e de amizade. Em suma, as atividades físicas praticadas em grupo contribuem para a formação de um senso de pertencimento e coesão comunitária (KUNSCH, 2014).

Conforme mostra a Figura 2, nota-se que a maioria das justificativas estão atreladas à falta de tempo e às demais obrigações do cotidiano de cada indivíduo entrevistado pelo governo. O trabalho diário, ou estudo, faz com que, de modo geral, interrompa, ou impeça, a progressão de exercícios físicos, sejam em casa ou zonas externas.

Figura 2 – Diagnóstico Nacional do Esporte.



Fonte: (GOV.BR, 2021)

A prática regular de atividades físicas é uma das principais estratégias na prevenção de doenças crônicas não transmissíveis. Elas ajudam a controlar fatores de risco como pressão arterial elevada, níveis elevados de colesterol e obesidade, reduzindo assim o risco de desenvolver doenças como hipertensão, doenças cardiovasculares e diabetes. Desse modo, percebe-se a tamanha importância de uma vida constante de movimento física, juntamente a uma boa alimentação, gerando uma maior expectativa de vida para todo aquele que se lança a esse estilo de vida promissor, e possivelmente longânimo (COELHO; BURINI, 2009).

Diante do exposto, o presente trabalho de conclusão de curso tem o compromisso de contribuir com a iluminação pública (IP) e esclarecer os critérios para a construção de projetos luminotécnicos, considerando com relevância a saúde e segurança aos praticantes das atividades físicas.

1.1 OBJETIVO GERAL

Com base no que foi citado anteriormente, este trabalho tem como principais objetivos abordar as etapas do processo de elaboração de projetos luminotécnicos em áreas externas para atividades físicas, com foco nos seguintes princípios:

- Tratamento com a realidade da população sobre a prática de atividades físicas em áreas externas;
- Importância da iluminação pública e suas normas para a sociedade em diversos aspectos;
- Apresentação de um projeto luminotécnico para uma ciclovia.

1.2 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Este trabalho está dividido em cinco capítulos. O primeiro dedicado à introdução e apresentação dos objetivos do trabalho. No segundo, são apresentados alguns fundamentos referentes à prática de atividades físicas e ambientes adequados à mesma. No terceiro, são abordados os estudos de integração necessários para projetos luminotécnicos. No quarto, é apresentado um estudo de caso, onde são mostrados por meio de *software*, os processos a serem seguidos para elaboração de projetos luminotécnicos. E por fim, no quinto, são apresentadas as considerações finais obtidas a partir dos conteúdos apresentados.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 CONTEXTO HISTÓRICO

2.1.1 CRESCIMENTO DA ILUMINAÇÃO PÚBLICA NO MUNDO

Por muito tempo, as cidades europeias eram envoltas em escuridão durante à noite. Após o toque de recolher, tudo desaparecia em uma escuridão absoluta, iluminada apenas pelo brilho das estrelas e da lua. Por isso, muitas vezes era mais seguro permanecer em casa, mas ocasionalmente era necessário sair, seja por motivos de trabalho, para frequentar a igreja, assistir a peças teatrais, participar de bailes ou jantares na casa de amigos. No inverno, era comum as pessoas se verem fora de casa quando o crepúsculo chegava (LÓPEZ, 2022).

O desafio não era apenas a falta de luz, mas também a questão da segurança, pois à noite se tornava o domínio dos criminosos. O poeta Boileau expressou essa preocupação em 1666 ao escrever: "Quando as sombras pacíficas do crepúsculo fazem fechar as lojas com grades duplas, os ladrões tomam conta da cidade", referindo-se a Paris (LÓPEZ, 2022). Na tentativa de lidar com essa situação, em cidades como Paris, rondas noturnas compostas por até quarenta homens armados percorriam as ruas com tochas. No entanto, era difícil proteger uma cidade que, no século XVII, já abrigava mais de 500 mil habitantes (LÓPEZ, 2022).

Durante séculos, a humanidade sempre se atentou com a questão da iluminação, devido as atividades diárias só poderem ser realizadas durante o dia, enquanto havia luz solar disponível. Isso levou ao estabelecimento do dia como o período de trabalho e a noite como o momento de descanso (LÓPEZ, 2022). A iluminação recebeu uma evolução de extrema relevância e notada por todos os indivíduos. Essa crescente se deve a inúmeros fatores tecnológicos e sociais, em que as lâmpadas receberam novas formas e fluxos luminosos diferentes das demais, além de uma nova estética ao instrumento. A Figura 3 mostra essa evolução.

Figura 3 – Evolução da lâmpada.



Fonte: (ZANQUINI, 2021)

Com o passar do tempo, as invenções relacionadas à iluminação, especialmente a iluminação pública, começaram a desafiar essa norma, mudando gradualmente os hábitos das pessoas. À medida em que mais luz estava disponível durante à noite, as pessoas ganharam a capacidade de realizar uma variedade de atividades após o anoitecer. Além disso, a questão da segurança também estava intimamente ligada à falta de iluminação noturna, já que a escuridão tornava as pessoas mais vulneráveis a atividades criminosas. As soluções desenvolvidas para atender a essas demandas relacionadas à escuridão permitiram que as pessoas utilizassem as cidades à noite e expandissem suas atividades para além do período diurno (ENGENHARIA, 2022).

2.1.2 CRESCIMENTO DA ILUMINAÇÃO PÚBLICA NO BRASIL

Até a chegada do século XVIII, a iluminação era predominantemente uma questão privada, e o conceito de iluminação pública ainda não existia. As pessoas dependiam de lampiões e lamparinas fixados em suas casas ou utilizavam versões portáteis ao saírem. Conseqüentemente, as ruas à noite eram escuras e representavam ambientes perigosos. O primeiro registro de iluminação pública no Brasil remonta a 1794, na cidade do Rio de Janeiro - RJ. Naquela época, as ruas eram adornadas com luminárias abastecidas com óleos de origem vegetal e animal, que eram acesas diariamente para oferecer alguma iluminação nas vias públicas (ENGENHARIA, 2022).

Antes da chegada dos europeus ao Brasil, os povos indígenas dependiam principalmente da luz do fogo e do brilho da lua para se orientarem quando chegasse a noite. Com a influência do Velho Mundo, novos métodos de iluminação foram

introduzidos no Brasil, incluindo lamparinas que utilizavam óleos de origem animal e vegetal, como óleo de coco e mamona (IP MINAS, 2021).

A primeira cidade brasileira a adotar a iluminação a gás foi São Paulo, em 1854, um serviço que permaneceu em operação até 1936. Foi somente no século XIX que as primeiras cidades brasileiras começaram a ser iluminadas com lâmpadas alimentadas por óleo de baleia. Nessa época, os trabalhadores eram encarregados de acender manualmente as lamparinas nas ruas diariamente. Assim, durante esse período, velas, fogueiras, lamparinas e lampiões foram os principais meios de iluminação nas cidades por um longo tempo, até a introdução das lâmpadas elétricas e da tecnologia LED que são comuns hoje em dia (IP MINAS, 2021).

No começo do século XX, a cidade do Rio de Janeiro, também conhecida como cidade maravilhosa, começou a receber iluminação elétrica durante uma reforma liderada pelo prefeito Pereira Passos. A primeira região da cidade a ser iluminada com eletricidade foi o canteiro central da Avenida Central como mostra a Figura 4, hoje conhecida como Avenida Rio Branco, mostrada na Figura 5. No entanto, as laterais da via ainda eram iluminadas por postes a gás (MELO, 2015).

Figura 4 – Avenida Central em 1912.



Fonte: (FOTOGRAFIA, 2020)

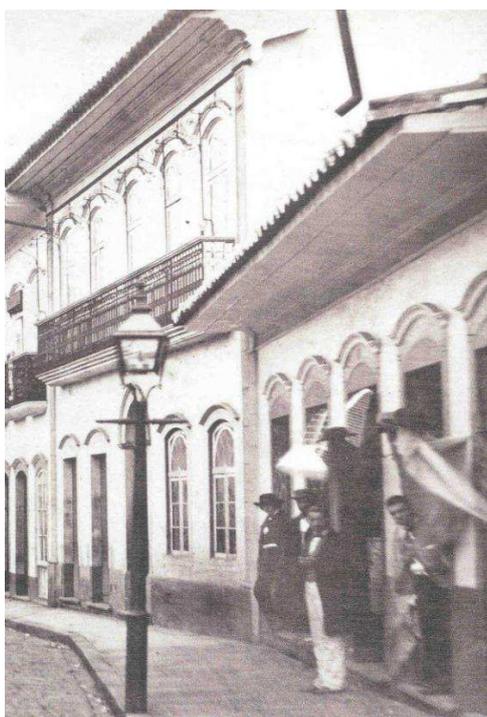
Figura 5 – Avenida Rio Branco no Rio de Janeiro.



Fonte: (TYBA, 2018)

Na Figura 6, com a imagem da capital paulista, a instalação das primeiras lâmpadas alimentadas por energia elétrica teve início em 1911. Por volta de 1914, cerca de 1.600 pontos de iluminação elétrica já haviam sido instalados na maior cidade do país. As avenidas Brigadeiro Faria Lima e Higienópolis foram as primeiras áreas da capital paulista a receberem iluminação elétrica (MELO, 2015).

Figura 6 – Iluminação pública em São Paulo no século XIX.



Fonte: (ALESP, 2004)

2.1.3 CARACTERIZAÇÕES DA ILUMINAÇÃO

Antes do aprofundamento nos detalhes de um projeto luminotécnico, e considerando os termos técnicos necessários para sua elaboração, é essencial compreender as terminologias ligadas à iluminação pública.

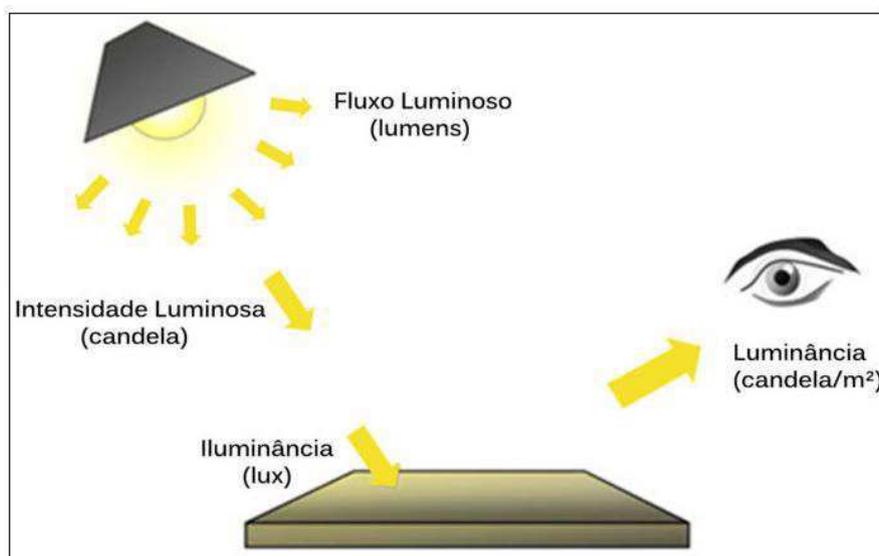
O Manual de Distribuição: Projetos de Iluminação Pública da Cemig (CEMIG, 2012) serve como um guia que estabelece os princípios essenciais para os projetos de iluminação pública, assegurando que os requisitos técnicos e econômicos básicos para iluminar espaços públicos sejam atendidos. O capítulo 2 desse manual apresenta as terminologias fundamentais dos conceitos relacionados à iluminação pública. Dentre eles, se encontram os seguintes conceitos:

- Coeficiente de reflexão: esse coeficiente indica a proporção de luz que é refletida por uma superfície em relação à luz que incide sobre ela. Ele é determinado principalmente pelas propriedades reflexivas do material iluminado.
- Eficiência luminosa de uma fonte de luz: refere-se à eficácia com que uma lâmpada converte energia elétrica em luz visível. É medida pela quantidade de luz emitida por unidade de energia consumida, expressa em lúmens por Watt (lm/W).
- Fator de depreciação da luminária: este fator considera a perda de luz causada pelo acúmulo de sujeira na parte óptica da luminária, variando de acordo com o nível de proteção contra a entrada de sujeira.
- Fator de depreciação da instalação: indica a perda de luz devido às condições de sujeira e poluição presentes no local onde o projeto será implementado.
- Fluxo luminoso: é a quantidade total de luz emitida por uma fonte de luz em todas as direções. É medido em lúmens (lm).
- Iluminância: refere-se à quantidade de luz que incide sobre uma determinada superfície em relação à sua área. Representa a quantidade de luz que atinge um ponto específico na superfície, medida em lux (lm/m²).
- Índice de reprodução de cor (IRC): indica quão fielmente uma fonte de luz artificial reproduz as cores verdadeiras de objetos ou superfícies. Quanto mais alto o índice, melhor a qualidade da reprodução das cores.
- Intensidade luminosa: é o fluxo luminoso emitido por uma fonte de luz em uma direção específica, por segundo. É medida em candela (cd).

- Luminância: refere-se ao brilho ou intensidade de luz emitida, ou refletida, por uma superfície em direção ao observador. É medida em candela por metro quadrado (cd/m^2).
- Luminária: é um equipamento de iluminação usado para abrigar a lâmpada, fornecer proteção, realizar conexões elétricas, controlar e distribuir eficientemente a luz, e manter as condições necessárias para o funcionamento adequado da lâmpada.
- Luz (Radiação visível): é a parte do espectro eletromagnético que é percebida pelo olho humano, possibilitando a visão.
- Ofuscamento: é uma condição visual em que há desconforto, ou dificuldade, em distinguir detalhes, ou objetos, devido a uma distribuição inadequada da intensidade da luz ou a um contraste excessivo.
- Rendimento (de uma luminária): é a relação entre o fluxo luminoso emitido pela lâmpada medida fora da luminária e o fluxo total emitido pela luminária.
- Temperatura de cor correlata (TCC): é uma medida que descreve a cor de uma fonte de luz em comparação com a cor de um irradiador padrão de corpo negro. É expressa em graus Kelvin (K), onde temperaturas mais altas indicam uma luz mais branca.

Na Figura 7, é mostrado de forma ilustrativa, a diferença dos conceitos apresentados.

Figura 7 – Conceitos ilustrados da iluminação.



Fonte: (GRADO ILUMINAÇÃO, 2021)

2.2 ABNT NBR 5101/2018 – ILUMINAÇÃO PÚBLICA

A NBR 5101 desempenha um papel central na definição dos critérios para a iluminação pública, assegurando que os projetos e implementações estejam em conformidade com os padrões mínimos estabelecidos. Originada pelo Comitê Brasileiro de Eletricidade (ABNT/CB03) e pela Comissão de Estudo de Iluminação Pública (CE-03:034.04), essa norma foi sujeita a várias atualizações ao longo do tempo, mantendo-se identificada como ABNT NBR 5101.

Em 2012, uma revisão significativa foi realizada, substituindo a versão anterior de 1992, que estava fortemente ligada ao uso de lâmpadas de vapor de mercúrio. Tal atualização se mostrou necessária devido ao surgimento de materiais e equipamentos mais eficientes. Em 2018, a norma foi novamente revisada, resultando na terceira edição ABNT NBR 5101:2018, que incorporou a Emenda 1 de 25/10/2018, invalidando e substituindo a edição anterior.

Essas revisões têm o objetivo de acompanhar o progresso tecnológico e garantir que os materiais e equipamentos empregados atendam aos requisitos mínimos de segurança nos projetos de iluminação pública (ABNT, 2018).

As condições estabelecidas na norma visam assegurar que a iluminação pública desempenhe sua função de proporcionar visibilidade precisa e confortável, contribuindo para a segurança tanto do tráfego de veículos quanto de pedestres. Ademais, busca-se garantir vantagens sociais e econômicas para os usuários, tais como:

- Redução de acidentes e perdas econômicas durante a noite;
- Melhoria das condições de vida em comunidades menos privilegiadas;
- Apoio às atividades de segurança pública, com foco na proteção individual;
- Facilitação do fluxo do tráfego;
- Destaque para edifícios e obras públicas durante à noite (ABNT, 2018).

2.3 RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 414/2010 – ANEEL

A Resolução Normativa nº 414/2010 tem como finalidade principal estabelecer as condições gerais para o fornecimento de energia elétrica de maneira atualizada e consolidada, visando à sua observância tanto por parte dos consumidores quanto das distribuidoras (ANEEL, 2010).

A Constituição Federal de 1988 atribui aos municípios a responsabilidade pela iluminação pública, no entanto, considerando que esse serviço envolve o fornecimento de energia elétrica, ele deve ser regulado pela legislação federal. As especificações para o fornecimento de energia elétrica destinado à iluminação pública eram definidas pela Resolução Normativa ANEEL 456/2000, a qual foi posteriormente atualizada para a Resolução Normativa ANEEL 414/2010 (BALIZA, 2016).

A Resolução Normativa nº 414/2010 exhibe as informações sobre iluminação pública como sendo:

O fornecimento de iluminação de ruas, avenidas, túneis, estradas, passagens subterrâneas, vias, logradouros de uso comum e livre acesso, abrigos de transportes coletivos, praças, jardins, inclusive monumentos, fachadas, fontes luminosas, obras de arte, obras de valor histórico, cultural ou ambiental, localizadas em locais públicos e definidas por meio de legislação específica, menos o fornecimento que tenha por finalidade contemplar propaganda ou publicidade, ou destinada a realizações de atividades que tenham objetivos econômicos em sua finalidade.

Para as autoridades municipais, lidar com essa situação é um desafio considerável, pois precisam gerenciar os custos e a qualidade dos serviços de iluminação pública, que são de sua responsabilidade e impactam diretamente suas finanças anuais (BALIZA, 2016).

Para enfrentar essa questão, é essencial desenvolver estratégias e executar iniciativas que proporcionem soluções mais eficientes para a iluminação pública. Essas propostas incluem a implementação de projetos que visam utilizar materiais e equipamentos mais avançados, além de melhorar a gestão e o controle desses projetos (BALIZA, 2016).

2.4 APLICAÇÕES DE ILUMINAÇÃO PARA PRÁTICAS ESPORTIVAS

É fundamental considerar as características específicas de cada modalidade esportiva ao planejar adequadamente a iluminação de quadras esportivas. Isso implica em um cuidadoso projeto luminotécnico para assegurar um sistema eficiente, tanto em termos de economia de energia quanto de custos de manutenção. A utilização de luminárias LED pode resultar em significativa redução no consumo energético, em comparação com tecnologias tradicionais, como os projetores com lâmpadas de multivapores metálicos. Além disso, a longa durabilidade das luminárias LED permite uma redução nos custos de manutenção, uma vez que sua vida útil pode ser até quatro vezes maior do que as fontes de luz convencionais (LEDVANCE, 2018).

Alguns critérios são bastante importantes para um projeto de iluminação, dentre eles vale destacar os seguintes:

- Tipo de esporte: velocidade dos movimentos, tamanho das bolas;
- Se para lazer ou competição;
- Distância de visualização dos espectadores;
- Adequação para transmissões de TV;
- Principais características da luz: nível de luminosidade, uniformidade, brilho, índice de reprodução de cores.

Além dos projetos com ênfase em práticas esportivas, deve-se enfatizar o local dessas práticas considerando, de acordo cada caso, como um espaço público e de grande área. O principal propósito da iluminação em vias públicas é garantir uma visão segura e confortável. Além de promover a segurança, uma iluminação eficiente facilita e aprimora o fluxo de veículos.

A seleção apropriada da tecnologia LED proporciona não apenas economia de energia, mas também vantagens sociais, incluindo:

- Diminuição de acidentes noturnos;
- Apoio à vigilância policial e segurança pública;
- Melhoria da mobilidade;
- Facilitação do tráfego noturno, tanto de veículos quanto de pedestres;
- Redução do consumo de eletricidade (LEDVANCE, 2018).

O propósito da iluminação pública é garantir ao motorista uma visibilidade ideal para evitar obstáculos e seguir com segurança o curso da estrada, executando manobras precisas de forma segura, além de proporcionar maior conforto visual durante a condução. Uma iluminação de alta qualidade também contribui para a estética urbana, realçando a beleza das avenidas à beira-mar e a paisagem noturna (LEDVANCE, 2018).

Os parâmetros para iluminar espaços públicos são definidos pela Norma ABNT NBR 5101, que estipula os padrões para a iluminação das ruas, visando a segurança de pedestres e condutores. O planejamento luminotécnico deve atender aos requisitos mínimos de brilho, luminosidade e uniformidade. Além disso, é essencial garantir uma iluminação eficaz e agradável, levando em conta não apenas a iluminação vertical nas faixas de pedestres, mas também nas calçadas e demais áreas destinadas a pedestres. Um projeto bem elaborado de iluminação pública deve promover um tráfego seguro e reduzir o número de acidentes (LEDVANCE, 2018).

2.5 PROJETOS DE IP

O projeto de iluminação pública precisa seguir as diretrizes da distribuidora de energia, assim como as regulamentações da NR-10 do Ministério do Trabalho e Emprego, além das normas estabelecidas pela ABNT. Para ser aceito pela distribuidora, deve ser submetido à análise e incluir a assinatura de um Engenheiro Eletricista, ou profissional autorizado pelo CONFEA/CREA, acompanhada da Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) quitada (NEOENERGIA, 2016).

Os projetos de IP elaborados pelos municípios devem aderir à norma NOR.DISTRIBUI-ENGE-0025 e serem elaborados por funcionários ou empresas contratadas pelo município, com todos os custos sendo cobertos integralmente pelo solicitante (NEOENERGIA, 2016).

De acordo com Neoenergia (2016), todos os postes metálicos em redes exclusivas de IP com base de concreto devem ser individualmente aterrados com uma haste de terra, cabo de cobre de 10 mm² e um conector padronizado ou solda exotérmica. A norma NOR.DISTRIBUI-ENGE-0025 solicita que os equipamentos e as instalações atendam aos critérios da última revisão das normas da ABNT e as resoluções dos órgãos regulamentadores oficiais, em caráter especial, as listadas na sequência:

- NBR 8451 – Postes de concreto armado e protendido para redes de distribuição e de transmissão de energia elétrica – especificação;
- NBR 8158 – Ferragens eletrotécnicas para redes aéreas de distribuição de energia elétrica – especificação;
- NBR 8159 – Ferragens eletrotécnicas para redes aéreas de distribuição de energia elétrica – padronização;
- NBR 8182 – Cabos de potência multiplexados, autossustentados com isolamento extrudada de PE, ou XLPE, para tensões até 0,6/1 kV – requisitos 34 de desempenho;
- NBR 5410 – Instalações elétricas de baixa tensão;
- NR 10 – Segurança em instalações e serviços em eletricidade.

Na ausência de normas específicas da ABNT, ou em caso de omissão das mesmas, devem ser analisados os requisitos das últimas edições das normas e recomendações das seguintes instituições:

- ANSI – *American National Standard Institute*;
- NESC - *National electric Safety Code*;
- NEMA – *National Electrical Manufactures Association*;
- NEC – *National Electrical Code*;
- IEEE – *Institute of Eletrical and Electronics Engineers*;
- IEC – *Internacional Electrotechnical Commission*.

3 METODOLOGIA

Inicialmente, para elaboração de um projeto luminotécnico são feitas visitas ao local e análises com suas atuais condições técnicas e ambientais, levando em conta a área a ser construída, os postes já existentes e outros quesitos. Com isso, são filtradas todas as informações básicas para elaboração do projeto de modo a respeitar as normas vigentes e cumprir com o objetivo do projeto em questão.

Dentre as informações necessárias, é de fundamental importância considerar a flora local e os possíveis desenvolvimentos do perímetro, levando de melhor modo uma análise de risco dos lotes de terras vizinhos.

Para auxiliar nas tomadas de decisões faz-se o uso da norma ABNT – NBR 5101: Iluminação Pública – Procedimentos. Por meio dessa normativa, é possível estimar a iluminância média necessária para se implantar um projeto luminotécnico adequado para os devidos fins. De acordo a Tabela 1 da NBR 5101, Classe de iluminação para cada tipo de via, foi constatada a classe de iluminação P2 para projetos desse tipo.

Tabela 1 – Classe de iluminação para tipo de via.

Descrição da via	Classe de iluminação
Vias de uso noturno intenso por pedestre (calçadas, passeios de zonas comerciais)	P1
Vias de grande tráfego noturno de pedestre (passeios de avenidas, praças, áreas de lazer)	P2
Vias de uso noturno moderado por pedestre (passeios, acostamentos)	P3
Vias de pouco uso por pedestres (passeios de bairros residenciais)	P4

Fonte: (ABNT, 2018)

Após avaliação das alternativas fornecidas na regulamentação, foi determinado que a classe de iluminação mais apropriada para o terminal turístico é o P2. Conseqüentemente, na Tabela 2, é exibida a iluminância média requerida para satisfazer a classe P2.

Tabela 2 – Iluminância média e fator de uniformidade mínimo para as classes.

Classe de iluminação	Iluminância horizontal média lux	Fator de uniformidade mínimo
P1	20	0,3
P2	10	0.25
P3	5	0,2
P4	3	0,2

Fonte: (ABNT, 2018)

Após ser realizado todo o levantamento das medidas do perímetro, são usados, no mínimo, dois *softwares* para a realização do projeto. O AutoCAD tem função de explorar todo o âmbito da rede de distribuição do local, sendo nele inserido os postes duplo T, o transformador já existente em trabalho, os pontos de aterramento e os futuros postes que serão postos em locais estratégicos, considerando um futuro crescimento populacional e comercial.

Já o DIALux, como *software* escolhido para a renderização, escolha dos pontos de iluminação e suas luminárias, tem seu objetivo na execução do luminotécnico. O luminotécnico é o planejamento da iluminação do ambiente de forma funcional, utilizando os recursos de iluminação natural, luminárias e automação combinados para ter um ambiente iluminado de acordo com sua necessidade e com economia de energia (LEDSTAR, 2021).

Por meio do DIALux, é possível extrair a quantidade otimizada de lúmens para o ambiente, bem como a quantidade de luminárias necessárias para uma boa iluminação pública. O mesmo ainda fornece, de forma gráfica, a intensidade da luz para todos os pontos vigentes.

4 ESTUDO DE CASO

De acordo com o que foi citado no capítulo 3, onde foram abordadas as informações necessárias para o projeto, são necessários os estudos luminotécnicos e ambientais sobre o local a ser inserido uma iluminação. Neste capítulo, para que seja possível um melhor entendimento sobre os estudos de projetos de iluminação pública, serão apresentadas e realizadas uma análise de um projeto luminotécnico referentes a um estudo de caso, onde será abordado de uma forma detalhada o passo a passo de como se deve desenvolver esse tipo de projeto.

4.1 PROJETO DE IP NUMA CICLOVIA EM LAGOA FUNDA – BA, DISTRITO DE BARRO ALTO – BA

A cidade de Barro Alto – BA é localizada no interior da Bahia a aproximadamente 130 km da Chapada Diamantina, um ponto turístico extremamente conhecido e muito visitado por turistas de todas as partes do mundo. A cidade possui, segundo pesquisa do IBGE em 2020, 15.054 habitantes, considerando a sede do município e seus povoados e distritos.

Um dos distritos mais populosos e maiores em extensão territorial da cidade, chama-se Lagoa Funda – BA, localizado a 9 km da cidade de Barro Alto e com uma população de aproximadamente 2.500 habitantes. Devido ao crescimento considerável do município ao longo dos últimos anos, foi proposto pela Prefeitura Municipal de Barro Alto, a construção de uma ciclovia para uso geral da população, com o intuito de fornecer melhor qualidade de vida aos moradores do distrito e alavancar a expectativa de vida e saúde dos mesmos.

O projeto da ciclovia conta com uma área de aproximadamente 75.789,55 m² e perímetro de 1.393,77 m. O espaço é visto como um ambiente promissor para crescimento residencial e comercial, justamente por estar localizado na entrada do distrito. Desse

modo, as pessoas que visitam a BA-046, com certeza terão a vista da ciclovia e boa parte da área.

Para realizar o trabalho, foi necessário elaborar um estudo no local onde o futuro projeto de iluminação pública seria implantado. Dessa forma, é de extrema importância o conhecimento pleno do perímetro da ciclovia e seus arredores.

As Figuras 8, 9, 10 e 11 mostram quatro diferentes zonas da atual situação da iluminação pública do distrito de Barro Alto – BA, em Lagoa Funda – BA.

Figura 8 – Trecho para construção da ciclovia.



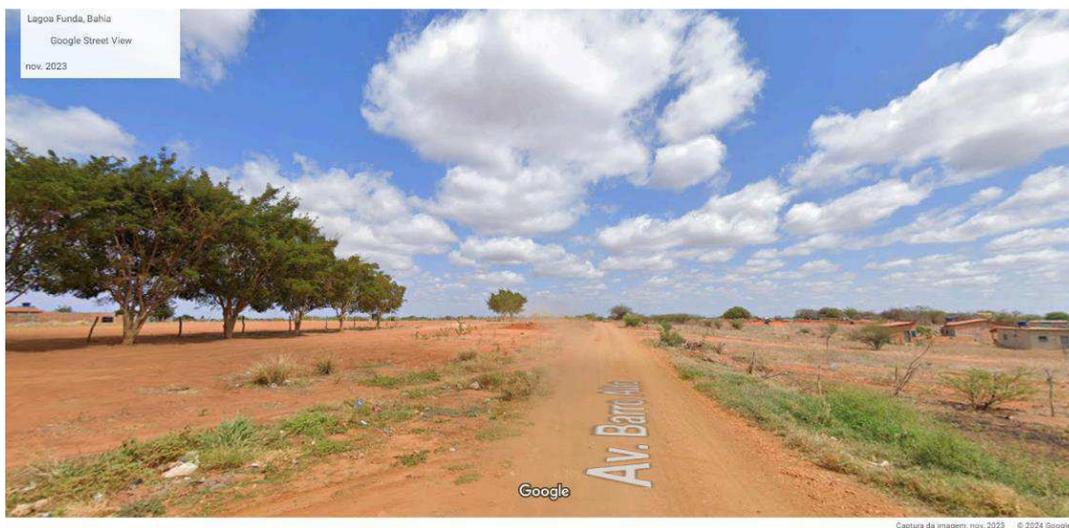
Fonte: (Google Maps, 2023)

Figura 9 – Trecho da Avenida Canarana (principal).



Fonte: (Google Maps, 2023)

Figura 10 – Trecho da Avenida Barro Alto.



Fonte: (Google Maps, 2023)

Figura 11 – Trecho da BA-046.



Fonte: (Google Maps, 2023)

Em todas as imagens, é possível detectar a falta de iluminação em determinados setores, tanto para a zona da ciclovia, quanto para as avenidas que ligam até o centro do distrito, Avenida Canarana e Avenida Barro Alto. Nota-se que o processo de retirada das árvores próximas à ciclovia e ao asfalto foram realizados, visto que deve ser feita uma limpeza nos locais da construção, devido à segurança da instalação de iluminação e para os postes de distribuição de energia. As árvores podem, eventualmente, cair ou ter contato direto com as linhas de distribuição, gerando assim problemas e falhas tanto para a própria iluminação, quanto para o restante da distribuição (internet, linhas telefônicas).

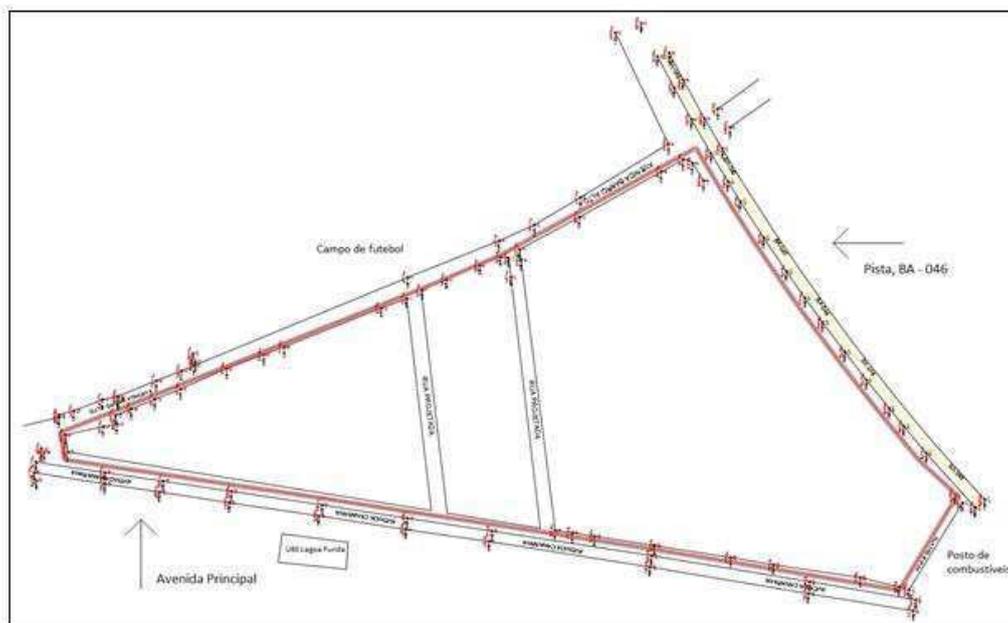
O trecho apresentado na Figura 12, esboça toda a área vista por satélite da ciclovia a ser construída, destacando os pontos em que foram mostrados nas Figuras 8, 9, 10 e 11.

Figura 12 – Locais e posições das Figuras 8, 9, 10 e 11.



Fonte: (Google Earth, 2023)

Figura 13 – Planta baixa da ciclovia.



Fonte: (Autoria Própria, 2024)

Para um melhor entendimento da elaboração do projeto e esquematização de todo o orçamento, faz-se necessário compreender como ocorreu a seleção de cada material presente no projeto. Em seguida apresenta-se os materiais e suas justificativas de escolha:

- Luminária de LED de 176 W para o passeio: a escolha do tipo de luminária se deu por meio de teste luminotécnico realizado no software DIALux, onde a luminária utilizada precisava atender uma luminância adequada de acordo com a norma vigente ABNT NBR 5101 - Iluminação pública – procedimentos.
- Altura das luminárias: segundo ABNT (2018) na NBR 5101 - Iluminação pública – procedimentos, indica que a altura da luminária seja aproximadamente igual à largura da via que será iluminada ou de 3 a 4 vezes a altura do poste em questão, nesse caso, foi necessário o uso da luminária a uma altura mínima de 7,5 m, portanto, optou-se por um poste que tivesse dentro dessas condições. E assim, foi utilizado postes com altura iguais a 9 m para a ciclovia. Todavia, para a entrada do distrito, foi optado pelo uso de postes de 11m de altura.
- Cabo multiplexado de 16 mm²: segundo a ABNT (2004), condutores de alumínio de 16 mm², suportam correntes com valor superior a 62 A, após dimensionar os circuitos de IP o maior valor de corrente apresentado se apresenta nos circuitos com uma corrente no valor de 88,86 A.
- Eletroduto corrugado flexível de cor preta ou laranja de 32 mm: para abrigar os eletrodutos fase e neutro de 16 mm² faz-se necessário o uso de um eletroduto de 32 mm, a cor preta ou laranja são destinadas para eletrodutos que vão ser usado enterrados no solo, pois, eles apresentam um material mais resistente que o eletroduto de cor amarela (de uso mais convencional).
- Tipo de poste e altura: escolheu-se um poste de aço curvo simples devido à sua contribuição visual, uma vez que os mesmos possuem desenhos mais sofisticados agregando valor e boa estética ao local, além de ocupar menos espaços que os postes de concreto, evitando assim, poluição visual e o comprometimento do espaço referente ao passeio. Sua altura foi determinada de modo que pudesse deixar as luminárias na altura indicada, para que se ficasse com aproximadamente 7 m de altura fez-se necessário escolher um poste de 9 m de altura, pois, após engastar, o mesmo ficaria com 7,5 m de altura, vale ressaltar que o engastamento do poste é dado pela expressão $e = 0,1L + 0,6m$, onde L é a altura do poste,

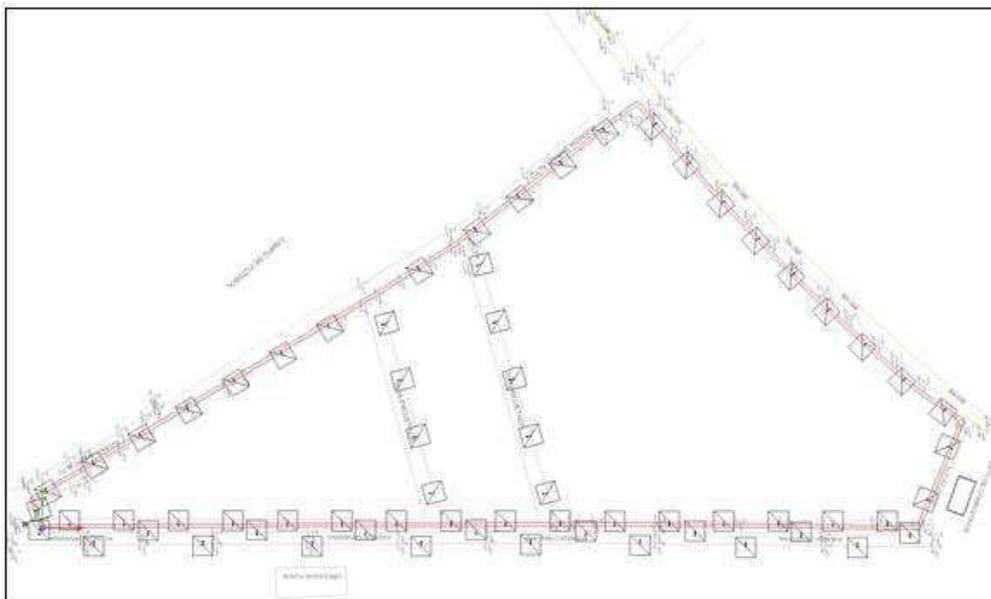
portanto, $e = 0,1.9 + 0,6 = 0,9 + 0,6 = 1,5$ m de engastamento, essa equação se aplica para qualquer tipo de poste. Também se ressalta que a concessionária local diz em sua norma NOR.DISTRIBUI-ENGE-0025 no item 4.5.1 que o poste padronizado para rede de distribuição de IP multiplexada é de 9 m de altura para os esforços de 200, 400 e 600 daN (NEOENERGIA, 2016).

- Distância entre os postes: a concessionária local faz uso dos indicativos da NBR 510 – iluminação pública – procedimentos, onde ABNT (2018) indica que a distância entre os postes deve ser entre 3 e 4 vezes o valor de sua altura, com uma altura de 7,5 m poderiam ser usados valores de 22,5 m até 30 m de distância entre os postes, portanto, por questões de logística, optou-se por usar um espaçamento de 30 m entre os postes, atendendo assim os requisitos solicitados.
- Aterramento dos postes: segundo a NEOENERGIA (2016), todos os postes metálicos instalados em rede exclusiva de IP sob base de concreto devem ser aterrados individualmente com haste de terra, cabo de cobre de 10 mm² e conector padronizado ou solda exotérmica.
- Postes de concreto duplo T: foram inseridos para uma melhor distribuição da rede, levando em consideração a expansão do distrito, fazendo com que gere uma demanda maior devido ao aumento de residências ou pontos comerciais / industriais. Foram projetados 11 postes de concreto duplo T ao redor do perímetro da Avenida Barro Alto até certo ponto da Avenida Canarana, aproveitando todo o restante dos postes já energizados.

Após classificar o local e saber o valor de iluminância média, fez-se uso do *software* DIALux para simular a iluminação no ambiente, bem como apresentar os valores de iluminância para um comparativo com a norma. As luminárias escolhidas foram de acordo com as opções dadas e recomendadas pelo próprio DIALux, visto que foi constatada uma eficiência e estética considerável ao ambiente que irá recebê-la. Os tipos escolhidos contêm luminária de LED na cor branco frio de 176 W, 6000 K, 25.000 lm e a luminária de LED na cor branco frio de 100 W, 4000 K, 9000 lm.

Além das escolhas das luminárias, foram traçadas simulações nas quais mostraram uma visão 3D com suas intensidades de luz na entrada do distrito de Lagoa Funda e em todo o perímetro da ciclovia. Na Figura 14, mostram-se os pontos em que foram colocados cada poste de iluminação na ciclovia.

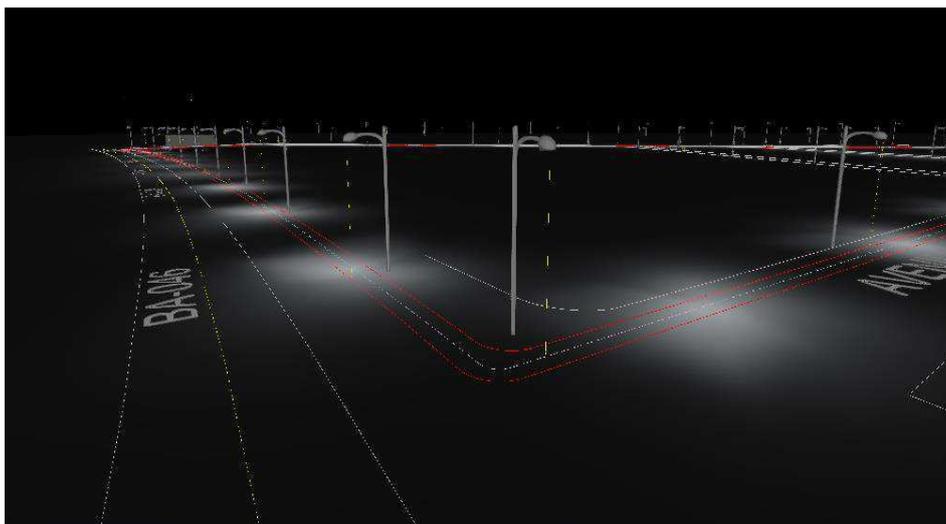
Figura 14 – Planta baixa com pontos dos postes.



Fonte: (Autoria Própria, 2024)

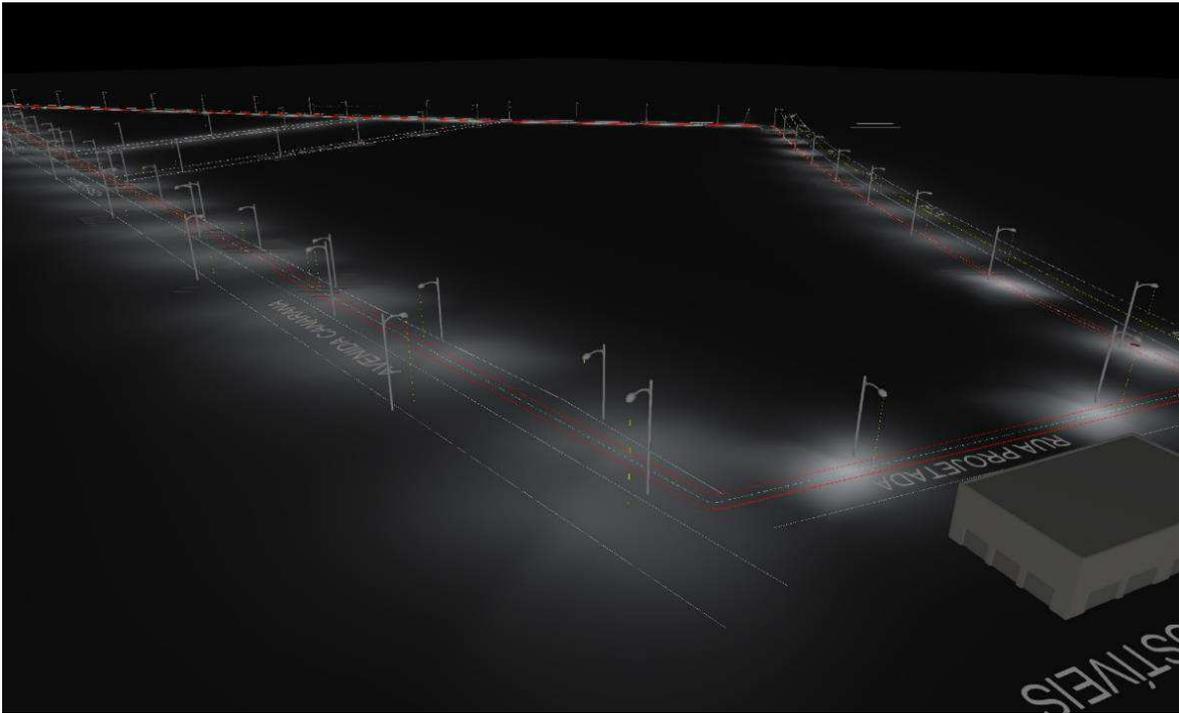
As figuras 15 a 18, mostram as visões e simulações obtidas por meio do *software*. As renderizações foram obtidas através do *software* DIALux, responsável por desempenhar projetos luminotécnicos. No projeto, há a inserção dos postes de iluminação, bem como sua luminosidade e altura correspondente.

Figura 15 – Renderização da BA-046, Sentido Canarana.



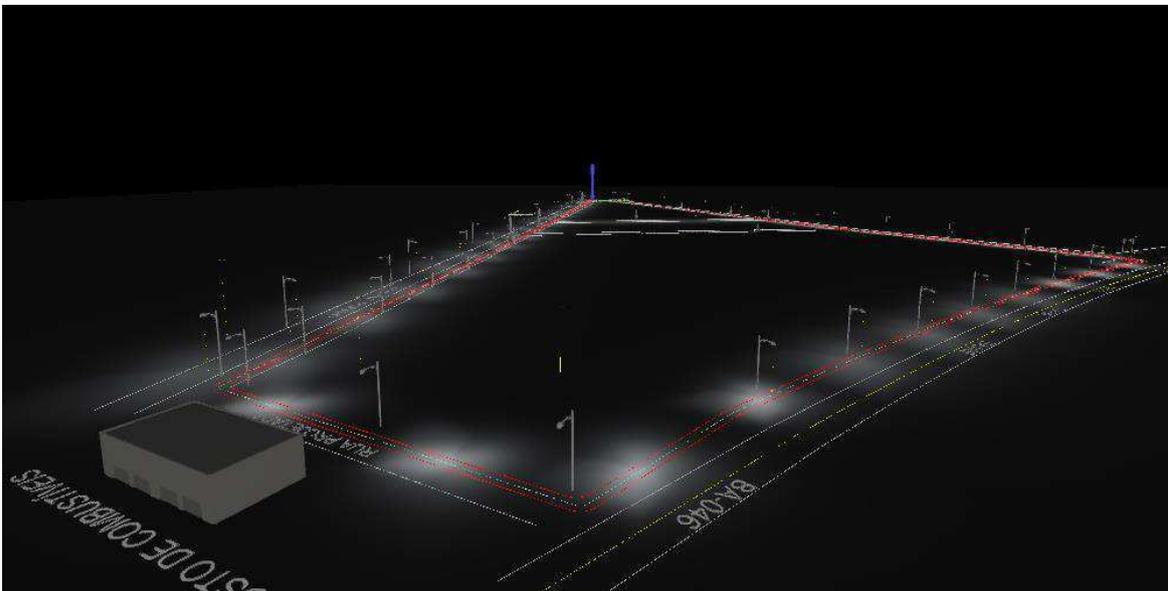
Fonte: (Autoria Própria, 2024)

Figura 16 – Renderização com visão aérea da avenida Canarana (Entrada).



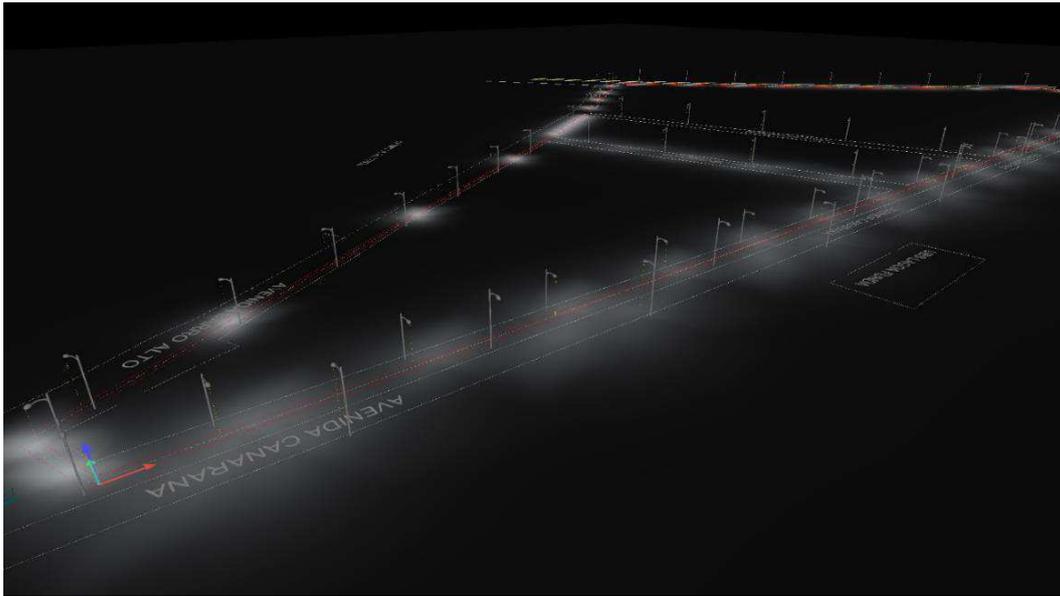
Fonte: (Autoria Própria, 2024)

Figura 17 – Renderização com vista aérea da BA-046.



Fonte: (Autoria Própria, 2024)

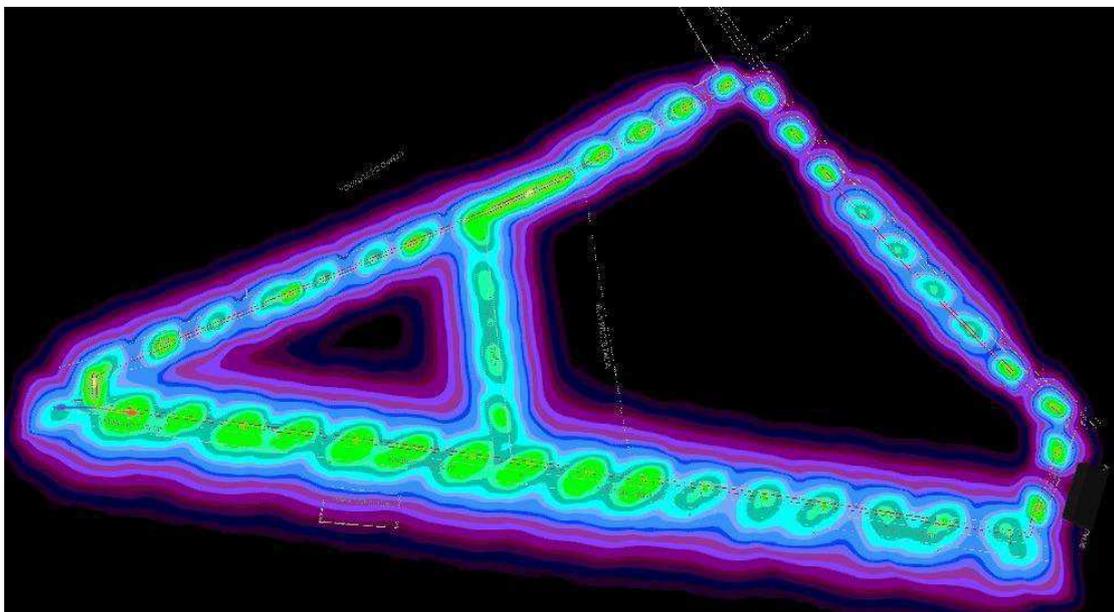
Figura 18 – Renderização com visão aérea panorâmica.



Fonte: (Autoria Própria, 2024)

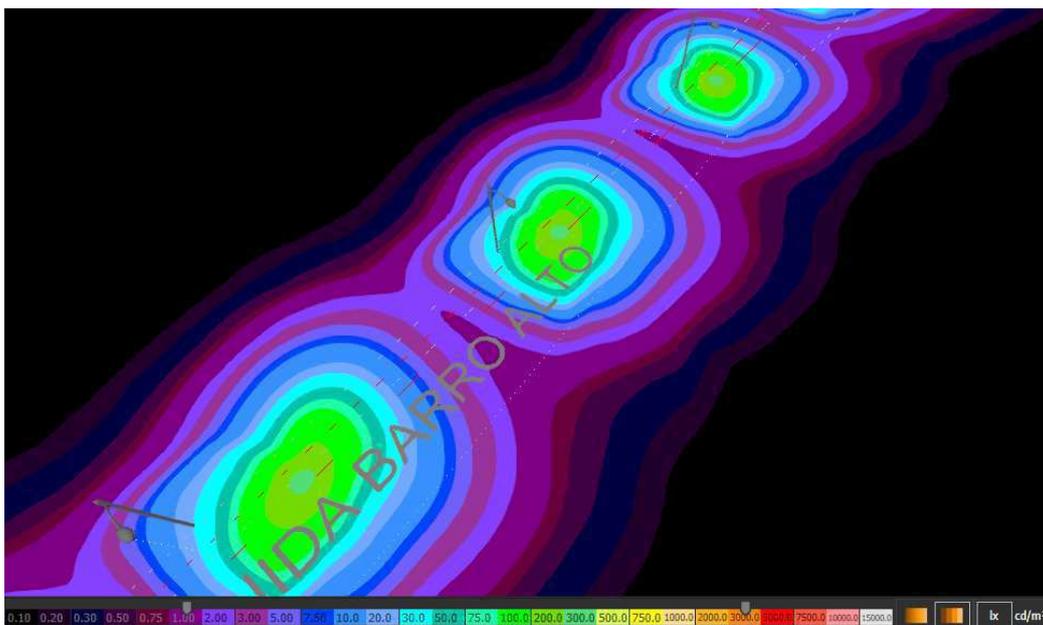
A Figura 19 esboça a visão aérea, bem como a iluminância nos pontos onde estão localizados os postes de iluminação.

Figura 19 – Identificação do fluxo luminoso da área.



Fonte: (Autoria Própria, 2024)

Figura 20 – Simulação da iluminância média.



Fonte: (Autoria Própria, 2024)

Analisando a Figura 20, é possível perceber que a faixa com a menor iluminância é de 7,5 cd/m², mostrando assim que os valores estão dentro do esperado e correspondente a norma.

As Tabelas 3 e 4 mostram os resultados referentes à potência, tensão e corrente e seus valores sobre queda de tensão. Os valores dos critérios de tensão dos três circuitos ficaram abaixo de 5%, valor estipulado pela norma, o que torna correta a sua parametrização.

Tabela 3 – Carga instalada em cada circuito.

CIRCUITOS	IP01	IP02	IP03	IP04
POTENCIA POR POSTE (W)	1150	1150	1150	1150
QUANTIDADE	17	17	17	16
POTENCIA TOTAL (W)	19550	19550	19550	18400
FATOR DE POTÊNCIA	1	1	1	1
POTÊNCIA TOTAL INSTALADA (kVA)	19550	19550	19550	18400
CORRENTE (A)	88,86	88,86	88,86	83,64
DISJUNTOR (A)	90	90	90	90

Fonte: (Autoria Própria, 2024)

Tabela 4 – Queda de tensão por circuito.

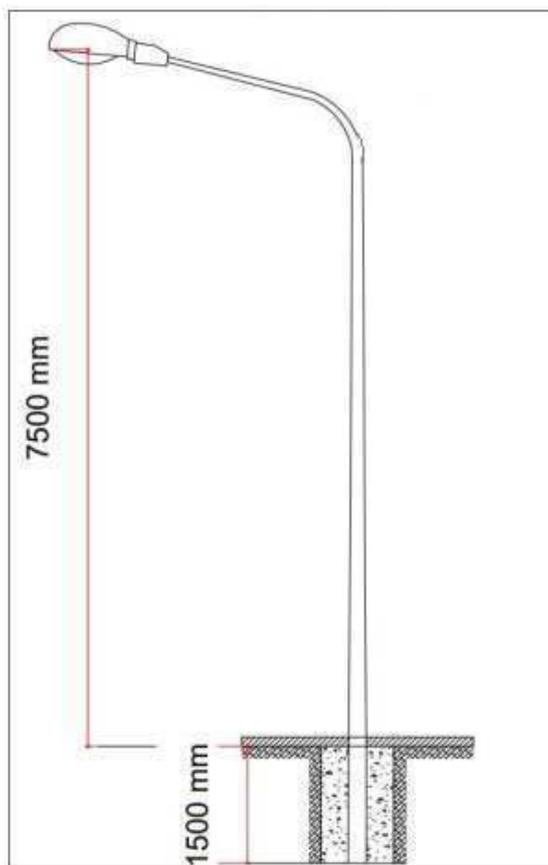
CIRCUITOS	IP01	IP02	IP03	IP04
K = CONST. CIRCUITO (F+N)	200	200	200	200
TENSÃO (F+N)	220V	220V	220V	220V
SEÇÃO DO CONDUTOR (mm)	16	16	16	16
DISTÂNCIA QUADRO- CARGA	265	250	220	210
CORRENTE P/ CARGA 1150W	5,23A	5,23A	5,23 ^a	5,23A
CONST. MATERIAL APLICADO	0,0292	0,0292	0,0292	0,0292
DV (%)	2,30	2,17	1,91	1,82

Fonte: (Autoria Própria. 2024)

Vale destacar que as ruas projetadas são contidas de luminárias com poste de concreto duplo T, bem como toda a avenida Barro Alto. As luminárias são sustentadas por braços de aço que serão embutidos nos postes de concreto. Porém, todo o restante da iluminação será construído e colocado com postes de aço cônico curvo, da cor branca.

A Figura 21 mostra o tipo de poste utilizado para construção da ciclovia, bem como seu tamanho e formato estabelecidos.

Figura 21 – Estrutura da IP.



Fonte: (Autoria Própria, 2024)

4.2 ELABORAÇÃO DE ORÇAMENTO DO PROJETO DE IP

Após a conclusão de todo o projeto dentro das normativas vigentes, fez-se necessário elaborar o orçamento do mesmo, visando, assim, a sua licitação. Para se elaborar o orçamento do projeto básico executivo, fez-se uso da planilha do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices – SINAPI, no site da Caixa Econômica Federal e do site Orçamento de Obras de Sergipe – ORSE, o uso desses dados se faz essencial quando o destino da obra é licitação.

Na planilha que se acompanha este documento, é apresentada uma orçamentária base de serviços a contratar para o projeto em estudo. Para que seja possível entender melhor o montante expresso pelo valor de R\$ 255.887,35 para execução da obra em questão, faz-se necessário analisar a composição de cada um dos serviços listados no orçamento.

Figura 22 – Planilha orçamentária.

ITEM		CODIGO	DESCRIÇÃO	QUANT.	UN.	VALORES UNITÁRIOS SEM BDI	VALORES UNITÁRIOS COM BDI	VALORES PARCIAIS (BDI)	VALORES PARCIAIS SEM BDI
 ESTADO DA BAHIA PREFEITURA MUNICIPAL DE BARRO ALTO Endereço: R. Miguel Marquês, 139 - Centro, Barro Alto - BA, 44895-000			OBJETIVO: ILUMINAÇÃO PÚBLICA DA CICLOVIA E ENTRADA DE LAGOA FUNDA - BA						
			Área:			m²			
			Valor por (R\$/m²):			Processo:			
1									
2									
1.1	ORSE 1776		PLACA DA OBRA EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO BASEADO NA COMPOSIÇÃO 0051/ORSE	1.00	UNID.	R\$ 332.66	R\$ 422.05	R\$ 422.05	R\$ 332.66
2.1		SIPCI-100620	POSTE DE AÇO CÔNICO CONTÍNUO CURVO SIMPLES, H = 9m ENGASTADO COM BASE CONCRETADA DE 1.5m DE CONCRETO E 0,5m DE SOLO, SEM LÂMPADAS	49.00	UNID.	R\$ 1,968.10	R\$ 2,496.93	R\$ 122,349.57	R\$ 96,436.90
2.2		91856/SINAPI	ELETRODUTO FLEXÍVEL PEAD, PVC, (1 1/4") PARA DISTRIBUIÇÃO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO BASEADO NA COMPOSIÇÃO	3.00	M	R\$ 23.40	R\$ 78.00	R\$ 234.00	R\$ 70.20
2.3		1751	FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO DE CABO DE ALUMÍNIO MULTIPLEXADO 4X16MM² - INCLUSO ACESSÓRIOS NECESSÁRIOS	1980.00	M	R\$ 11.21	R\$ 13.77	R\$ 27,264.60	R\$ 22,195.80
2.4		SINAPI-96986	ATERRAMENTO COMPOSTO DE HASTE DE COBRE L = 2,40M, INTERLIGADA COM CABO DE COBRE TIPO CORDOALHA - FORNECIMENTO BASEADO NA COMPOSIÇÃO	60.00	M	R\$ 20.10	R\$ 67.00	R\$ 4,020.00	R\$ 1,206.00
2.5		THORN LIGHTING 96238667	LUMINÁRIA DE LED PARA ILUMINAÇÃO PÚBLICA DE 100W, BRANCO FRIO, 4000K, 25.000lm, AC 110 - 220V BIVOLT	17.00	UNID.	R\$ 226.42	R\$ 278.20	R\$ 4,729.40	R\$ 3,849.14
2.6		THORN LIGHTING 96238667	LUMINÁRIA DE LED PARA ILUMINAÇÃO PÚBLICA DE 176W, BRANCO FRIO, 6000K, 9.000lm	48.00	UNID.	R\$ 511.94	R\$ 636.81	R\$ 30,566.88	R\$ 24,573.12
2.7		SINAPI 101632	RELÉ FOTOELÉTRICO PARA COMANDO DE ILUMINAÇÃO EXTERNA 1000W	68.00	UNID.	R\$ 17.95	R\$ 22.77	R\$ 1,548.36	R\$ 1,220.60
2.9		SIPCI-100620	POSTE DE AÇO CÔNICO CONTÍNUO CURVO SIMPLES, H = 11m ENGASTADO COM BASE CONCRETADA DE 1.5m DE CONCRETO E 0,5m DE SOLO, SEM LÂMPADAS	17.00	UNID.	R\$ 3,100.00	R\$ 3,808.97	R\$ 64,752.49	R\$ 52,700.00
CUSTO DA OBRA									R\$ 202,584.42
Importa a presente apuração de valor global a ser contratado o valor de R\$ 255.887,35 (Duzentos e cinquenta e cinco mil, oitocentos e oitenta e sete e trinta e cinco centavos)									
CUSTO TOTAL DA OBRA (BDI 22,87%)									R\$ 255,887.35

Fonte: (Autoria Própria, 2024)

4.3 RESULTADOS

Analisando as simulações realizadas sobre a iluminação pública da ciclovia e restante do local, pode-se verificar que a área estará bem iluminada e segura para os usuários utilizarem da melhor maneira, fazendo com que estimule a prática de atividades físicas para a população local. Os postes foram distribuídos de forma constante e com distâncias iguais entre eles, melhorando assim a iluminância. Após o término do projeto, é necessário o mesmo passar por uma análise dos responsáveis técnicos e financeiros que estarão coordenando a obra, até que chegue ao ponto da aprovação para o início da construção e instalação da ciclovia.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, foi realizado um breve estudo sobre os critérios envolvidos na elaboração de um projeto luminotécnico, destacando as regulamentações e pesquisas necessárias para sua conclusão. Para abordar a falta de iluminação em grande parte da ciclovia em Lagoa Funda - BA, várias áreas de conhecimento foram aplicadas, incluindo normas técnicas para projetos de iluminação e elétricos, habilidades em *software* para garantir a eficiência durante a elaboração do projeto, além de uma compreensão teórica e prática dos procedimentos legais para gerenciar uma obra pública. Também foram apresentados o orçamento e outros documentos necessários para iniciar um processo de licitação. Apesar das dificuldades encontradas, foram implementadas alternativas para resolver o problema, resultando em um projeto que atende às normas atuais, comprovadamente eficiente, e um orçamento pronto para licitação. Dessa forma, os objetivos estabelecidos por este trabalho foram alcançados mediante a constantes orientações docentes e disciplinas acadêmicas ao longo da graduação, que auxiliaram dia após dia com informações valiosas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL), Condições gerais de fornecimento de energia elétrica, Resolução Normativa N° 414/2010 – Direitos e deveres do consumidor de energia elétrica – Brasília, DF, 2010.
- ALESP (São Paulo). IP EM SÃO PAULO NO SÉCULO XIX Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/noticia/?id=296158>. Acesso em: 22 abr 2024.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5101: Iluminação Pública - Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2018. 35 p
- BALIZA, Émerson Silva. Otimização da Iluminação Pública Utilizando Sistemas de Controle e Automação. 2016. 41 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Controle e Automação, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2016.
- COELHO, Christianne de Faria Coelho; BURIRI, Roberto Carlos. Atividade física para prevenção e tratamento das doenças crônicas não transmissíveis e da incapacidade funcional. Revista de Nutrição, v. 22, n. 6, p. 937–946, 2009.
- FOTOGRAFIA. (São Paulo). Avenida Central em 1912. Disponível em: <<https://brasilianafotografica.bn.gov.br/?p=5880>>. Acesso em: 1 maio, 2024
- GRADO ILUMINAÇÃO (São Paulo) (org.). CONCEITOS BÁSICOS DE ILUMINAÇÃO. 2021. Disponível em: <https://www.gradoiluminacao.com.br/artigos/conceitos-basicos-de-iluminacao/>. Acesso em: 20 abr. 2024.
- IP MINAS. Entenda a história da iluminação pública nas cidades do Brasil. Disponível em: <<https://www.ipminas.com.br/entenda-a-historia-da-iluminacao-publica-nas-cidades-do-brasil/>>. Acesso em: 22 abr. 2024.
- KUNSCH, Daniela. Corrida é a atividade física que mais ganha adeptos no Brasil. Disponível em: < <https://dani-se.online/corrida-e-a-atividade-fisica-que-mais-ganha-adeptos-no-brasil/>>. Acesso em: 26 abr 2024.
- LEDVANCE. Iluminação de áreas externas para aplicação profissionais. Disponível em: < https://www.ledvance.com.br/00_Free_To_Use/asset-11553012_Ebook_Ilumina-C3-A7-C3-A3o_de_-C3-A1reas_externas.pdf >. Acesso em : 25 abr 2024.
- LÓPEZ, Alfonso. Como a iluminação pública mudou as cidades. Disponível em: < https://www.nationalgeographic.pt/historia/como-a-iluminacao-publica-mudou-as-cidades_3286>. Acesso em: 25 abr 2024.

MELLO, Celso Antônio Bandeira de. Curso de Direito Administrativo. 28. ed. São Paulo: Malheiro Editores, 2010.

NEOENERGIA. Projeto de Rede de Distribuição de Iluminação Pública. DIS-NOR-037 - 04. Bahia. 2016.

SANTOS, Eduardo Ribeiro dos. A iluminação pública como elemento de composição da paisagem urbana. 2005. 109 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Curitiba, 2005.

SANTOS, Vanessa Sardinha dos. "Importância das atividades físicas"; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/saude-na-escola/importancia-das-atividades-fisicas.htm>. Acesso em 29 de abril de 2024.

SCHMIDT, Fabiane. Brasileiro troca futebol por musculação. Disponível em: https://www.saradosdobrasil.com/2014/10/brasileiro-troca-futebol-por-musculacao_4.html. Acesso em: 1 maio. 2024

TYBA. Avenida Rio Branco (Rio de Janeiro). Disponível em: http://tyba.com.br/br/resultado/?busca=Avenida%20Rio%20Branco&pag=0#registro-cd393_310. Acesso em: 21 abr 2024.

ZANQUINI, Tatiana. A evolução da Iluminação, disponível em: <https://naville.com.br/pt/blog/a-evolucao-da-iluminacao/>. Acesso em: 15 abr. 2024