

---

## 7 ESTUDO LUMINOTÉCNICO EM UM TRECHO DA AVENIDA FRAGA MAIA EM FEIRA DE SANTANA-BA

### **Jemima Guedes**

Doutorado e Mestrado em Física, ambos pela Universidade Federal da Bahia. Bacharelado em Física pela Universidade Estadual de Feira de Santana. Atualmente é Professora Adjunta da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, lotada no Centro de Ciência e Tecnologia em Energia e Sustentabilidade, situado na cidade de Feira de Santana.

E-mail: [jemimafis@gmail.com](mailto:jemimafis@gmail.com)

### **Lorena Da Silva Ferreira**

Especialização em Interdisciplinar em Ambiente, Tecnologia e Sustentabilidade pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Graduada em Engenharia Elétrica pelo Instituto Federal da Bahia (IFBA). Têm experiência de 1 ano no Movimento Empresa Júnior pela Luminus Jr. - Empresa Júnior de Engenharia Elétrica, atuando como gerente geral.

E-mail: [lorennaengenhaira@gmail.com](mailto:lorennaengenhaira@gmail.com)

### **Jadiel Dos Santos Pereira**

Doutorado em Física pela Universidade Federal da Bahia, mestrado em Física pela Universidade Federal da Bahia e Bacharelado em Física pela Universidade Estadual de Feira de Santana. Atualmente é professor com dedicação exclusiva na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia com lotação no Centro de Ciência e Tecnologia em Energia e Sustentabilidade (CETENS).

E-mail: [jadielpereira@ufrb.edu.br](mailto:jadielpereira@ufrb.edu.br)

## **RESUMO**

Entre os fatores fundamentais para o desenvolvimento econômico de uma região está a iluminação pública, que hoje é realizada a partir da aplicação de diferentes tecnologias. O emprego de tecnologias obsoletas neste setor resulta em desperdício de energia, devido ao uso de modelos de lâmpadas com baixa eficiência. Neste artigo objetiva-se analisar a iluminação pública de LED implementada no trecho limitado entre os logradouros 5810-6830 na Avenida Francisco Fraga Maia, na cidade de Feira de Santana, no estado da Bahia. A metodologia utilizada para o sistema é baseada na norma de iluminação pública NBR 5101. Para análise dos níveis de iluminação do trecho foram realizadas medições in loco e para desenvolvimento do projeto luminotécnico, foram realizadas simulações computacionais através do software DIALux e, por fim, foi apresentado o levantamento de custo e uma análise financeira simplificada.

**Palavras-chave:** Iluminação pública. Tecnologia LED. Projeto luminotécnico.

## ABSTRACT

Among the fundamental factors for the economic development of a region is public lighting, which today is carried out through the application of different technologies. The use of obsolete technologies in this sector results in energy waste, due to the use of lamp models with low efficiency. This article aims to analyze the LED street lighting implemented in the limited stretch between the streets 5810-6830 on Avenida Francisco Fraga Maia, in the city of Feira de Santana, in the state of Bahia. The methodology used for the system is based on the public lighting standard NBR 5101. To analyze the lighting levels of the stretch, measurements were carried out in loco and for the development of the lighting project, computer simulations were carried out through the DIALux software and, finally, it was presented the cost survey and a simplified financial analysis.

**Keywords:** Street lighting. Led technology. Lighting project.

## 7.1 INTRODUÇÃO

A demanda global de recursos energéticos apresentou crescimento exponencial nas últimas décadas, sobretudo nos países em desenvolvimento, necessitando de novas formas de geração de energia que atendam a demanda da atual sociedade sem degradar o meio ambiente. É essencial o acesso da população à energia e a disponibilidade deste recurso configura, juntamente com saneamento básico, transporte e telecomunicações, alguns dos principais indicadores no desenvolvimento de uma nação (WERLANG; GELLER, 2018).

O setor público representa uma parcela significativa do consumo final de eletricidade no Brasil. O uso de tecnologias que visam a eficiência e qualidade na iluminação pública pode resultar em economia, uma vez que a energia elétrica é um serviço que impacta nos custos dos municípios e varia conforme é adquirida e utilizada. O crescente consumo de energia elétrica deve estar associado à eficiência energética, em especial aos produtos utilizados na iluminação. A substituição de equipamentos ineficientes por produtos cada vez mais eficientes é necessária para suprir a demanda por energia, reduzir valores das tarifas e colaborar com o meio ambiente reduzindo alguns impactos ambientais (REIS, 2018).

A iluminação pública (IP) é de grande importância para os aspectos estéticos de uma cidade e de seus pontos turísticos. Conforme Castro e Luciano (2012, p. 1), a iluminação pública “possibilita a utilização do espaço público no período noturno, contribuindo com a segurança dos centros urbanos, e ajuda na fluidez do tráfego dos veículos”. Definida pelo Inciso XXVI do Art. 2º da Resolução Normativa Aneel 414/2010, a iluminação pública trata-se do serviço público que tem por objetivo exclusivo prover de claridade os logradouros públicos, de forma periódica, contínua ou eventual (RN n.º 414, 2010, p. 6), tornando-a essencial para a qualidade de vida nas áreas urbanas.

Os tipos de lâmpadas habitualmente utilizadas no mercado da iluminação pública são: as lâmpadas de mercúrio, de sódio e metálicas. Inicialmente as lâmpadas de mercúrio eram largamente aplicadas. Por conta do seu material foram substituídas pelas lâmpadas de vapor de sódio e, posteriormente por lâmpadas metálicas (ROBERTO; SCHULTZ, 2017).

A tecnologia LED (*Light Emitting Diode*) vem se estabelecendo de forma progressiva no mercado brasileiro. Devido à sua maior durabilidade e eficiência energética, o diodo emissor de luz vem ganhando espaço (PERDIÇÃO, 2020). Conforme Perdição (2020, p. 13), essa tecnologia “está em pleno desenvolvimento e apresenta um crescimento contínuo, permitindo propor que no atual estágio tecnológico já seja possível sua implementação em larga escala”. Segundo Oliveira (2016, p. 20), traz “algumas outras vantagens: maior vida útil, robustez,

ausência de elementos químicos tóxicos, variedades de cores, maior segurança, redução e facilidades de manutenção, dentre outras”. Deste modo, tal tecnologia mostra-se bastante adequada para utilização em IP.

No Brasil a principal norma a esse respeito é a ABNT NBR 5101:2012 “Iluminação Pública – Procedimento”, que fixa requisitos mínimos necessários à iluminação de vias públicas, os quais são destinados a propiciar algum nível de segurança ao tráfego de pedestres e veículos (ABNT NBR 5101, 2012). Essa norma pode ser aplicada a sistemas de iluminação pública convencionais e a sistemas que contam com a tecnologia LED. A norma fixa os níveis mínimos de iluminância e uniformidade das vias de acordo com sua classificação. Além disso, ela traz o método de verificação das iluminâncias para vias públicas e a classificação das luminárias quanto à sua distribuição luminosa (CARNEIRO, 2019).

Os estudos e pesquisas em relação a aplicação da tecnologia LED nos sistemas de iluminação pública continuam avançando atualmente, mas essa tecnologia ainda não é empregada em grandes proporções no Brasil. Na esfera do município de Feira de Santana - BA, o parque de iluminação pública é composto por aproximadamente 60.500 pontos, sendo que apenas 7.000 pontos (11,57% do parque) são formados por luminárias LED (SECRETARIA MUNICIPAL DE SERVIÇOS PÚBLICOS, 2021). Portanto, a utilização do LED na cidade de Feira de Santana ainda é muito reduzida considerando os aspectos positivos que tal tecnologia pode oferecer.

Uma das mais importantes avenidas da cidade de Feira de Santana é a Avenida Maria Quitéria, que toma o nome de Avenida Francisco Fraga Maia a partir do seu cruzamento com o anel de contorno da cidade. A avenida Francisco Fraga Maia é uma das avenidas da cidade contempladas com a iluminação LED. Porém, existe um trecho localizado entre os logradouros de número 5810 a 6830 com pontos escuros (não uniformes). Diante desse cenário, surge a questão norteadora do presente estudo: Existe um projeto luminotécnico para este trecho da avenida? Se sim, qual a qualidade deste projeto? Ele está corretamente implementado quanto aos critérios exigidos pela norma brasileira e qual a eficiência no uso dos recursos oferecidos pela tecnologia LED?

Alguns dos problemas frequentes em vias públicas desprovidas de projeto luminotécnico são o consumo elevado de energia elétrica, com a utilização de dispositivos de baixa eficiência, e o dimensionamento incorreto de iluminação, podendo causar ofuscamentos pelo resultado da luz indesejada no campo visual. Nesse contexto, a presente pesquisa torna-se importante, uma vez que objetiva realizar um estudo luminotécnico para o trecho limitado entre os logradouros 5810-6830 na Av. Francisco Fraga Maia, em Feira de Santana - BA, e

confeccionar um projeto de iluminação pública que obedeça às normas, utilizando a tecnologia das lâmpadas LEDs. Salientamos que, num prévio levantamento de dados, não foram encontradas informações a respeito da aplicação efetiva da iluminação LED no local. Nesse contexto, o trabalho visa contribuir com informações para compor o acervo técnico do município acerca dessa tecnologia que ainda é pouco empregada.

A pesquisa tem por objetivo geral analisar a iluminação pública de LED implementada no trecho limitado entre os logradouros 5810-6830 na Avenida Francisco Fraga Maia. A investigação possui quatro objetivos específicos: (i) verificar a existência do projeto luminotécnico, com tecnologia LED, para o trecho da avenida Francisco Fraga Maia que encontra-se com pontos não iluminados; (ii) analisar a qualidade de tal projeto, com base nos aspectos da iluminância, uniformidade e atendimento aos critérios exigidos pela norma brasileira de iluminação pública, caso o mesmo exista; (iii) desenvolver projeto luminotécnico para o trecho, com a tecnologia LED, atendendo os critérios exigidos pela norma regulamentadora NBR 5101 e; (iv) estimar a viabilidade econômica do projeto proposto. O artigo está dividido em introdução, referencial teórico, metodologia, resultados e discussão e conclusões.

## 7.2 REFERENCIAL TEÓRICO

A presente seção tem por objetivo apresentar, de maneira sucinta, conceitos técnicos necessários para a execução do projeto proposto. Descreve-se brevemente os principais conceitos luminotécnicos necessários para o entendimento dos projetos de iluminação pública.

### 7.2.1 Conceitos luminotécnicos

Através da luminotécnica é possível definir e aplicar o estudo da iluminação, atender os padrões estabelecidos pela norma, possibilitando a redução no consumo de energia (CAVALIN, 2011). O conhecimento prévio dos conceitos e definições das grandezas luminotécnicas, componentes das lâmpadas e seus dispositivos auxiliares, das luminárias e seus componentes são de grande importância para auxílio e construção dos projetos e cálculos luminotécnicos (CREDER, 2016).

### 7.2.1.1 Fluxo luminoso

Conforme Cavalin (2011, p. 109), fluxo luminoso é a “potência de radiação total emitida por uma fonte de luz e capaz de estimular a retina ocular à percepção da luminosidade”. Também pode ser definido como a potência de radiação emitida por uma determinada fonte de luz avaliada pelo olho humano (MAMEDE, 2017). A unidade de fluxo luminoso é o lúmen (lm).

### 7.2.1.2 Intensidade luminosa

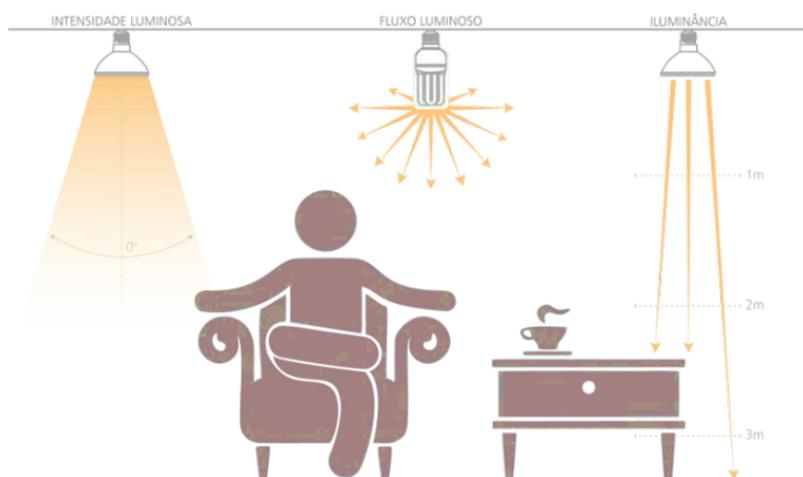
A intensidade luminosa é uma expressão de quantidade de luz irradiada num determinado sentido do interior. Segundo Creder (2016, p.410), podemos considerar que a intensidade luminosa “corresponde à potência de radiação luminosa numa dada direção”. As medições de intensidade luminosa são realizadas dentro dos laboratórios dos fabricantes de luminárias para conseguir as características de distribuição da luz e informar o consumidor (CREDER, 2016). Segundo Mamede (2017, p. 74), a intensidade luminosa pode ser definida como “a potência de radiação visível que uma determinada fonte de luz emite em uma direção especificada”. Sua unidade é denominada em candela (cd). A intensidade luminosa geralmente é representada por curvas de distribuição luminosa. Esta curva, é “expressa na forma polar e representa a variação da intensidade luminosa da fonte, segundo um plano passando pelo centro em função da direção” (PROCEL, 2011, p. 8).

### 7.2.1.3 Iluminância

Iluminância é a luz que irradia de uma fonte, essa grandeza não é visível e pode ser medida com o auxílio de um luxímetro, sua unidade é o lux (MAMEDE, 2017). Conforme Mamede (2017, p. 33), o iluminamento é definido “como sendo o limite da razão do fluxo luminoso, incidente num elemento de superfície que contém um ponto dado, pela área deste elemento, quando esta área tende para zero”.

A iluminância de ambientes de trabalho geralmente é definida em termos de iluminância média. Um lux corresponde a iluminância de uma superfície plana de 1 m<sup>2</sup> que incide um fluxo luminoso de 1 lúmen, ou seja, é o fluxo luminoso que incide em uma área (COTRIM, 2009). A Figura 1 exemplifica a diferença entre iluminância, fluxo luminoso e intensidade luminosa.

Figura 1 - Exemplificação de grandezas luminotécnicas



Fonte: Empalux, 2018.

#### 7.2.1.4 Eficiência luminosa

A eficiência luminosa ( $n$ ) é calculada pela razão entre o fluxo luminoso ( $\Phi$ ) em lumens, e a potência ( $P$ ) consumida em watts, sendo  $n$  expressa em  $\text{lm/W}$ . Quanto maior a relação  $\text{lm/W}$ , mais eficiente é a fonte luminosa (MAMEDE, 2017).

#### 7.2.1.5 Fator de uniformidade

O fator de uniformidade ( $U$ ) é a relação entre o menor valor de iluminância em uma área considerada e o valor da iluminância média nessa mesma área. O mesmo resulta em um valor adimensional variando entre zero e a unidade, que indica como está a distribuição da luminosidade na superfície aferida. Diferenças acentuadas entre os dois índices diminui a segurança das áreas de circulação nas vias públicas devido o desempenho visual ficar prejudicado (SOUSA, 2018).

#### 7.2.1.6 Ofuscamento

Segundo Sousa (2018, p. 15), o ofuscamento é “o fenômeno de desconforto visual de um observador, resultante de uma fonte luminosa de luz mais intensa do que a luminosidade geral”. Na iluminação pública, este fenômeno tem maior proporção no início da noite, no acionamento das fontes luminosas, repercutindo diretamente sobre a segurança do tráfego.

### 7.2.1.7 Temperatura de cor correlata

Para cada tipo de ambiente, há uma temperatura de cor mais indicada para a aplicação. Esta expressa a aparência de cor da luz emitida pela fonte. A sua unidade de medida é o Kelvin (K). Quanto mais clara a tonalidade da luz, maior a sua temperatura de cor. A tonalidade da cor que a luz representa no ambiente pode ser expressa como luz quente ou luz fria (OSRAM, 2012).

### 7.2.1.8 Índice de reprodução de cor

O índice de reprodução de cor está associado a correspondência entre a cor real de um objeto e a que ele está apresentando diante da fonte luz. O IRC varia numa escala numérica de 0 a 100 de acordo com a fonte luminosa do ambiente a que se destina. Quanto maior o IRC, melhor é a fidelidade de cores (PROCEL, 2011). Segundo Mamede (2017, p. 112), o IRC é definido “como sendo a capacidade de uma fonte de luz, ao iluminar um objeto, de fazer com que este reproduza suas cores naturais”.

## 7.2.2 Lâmpadas

As lâmpadas de vapor de mercúrio são compostas por quatro eletrodos, sendo dois principais e dois auxiliares. De acordo com Sousa (2018, p. 15), eles são “colocados dentro de um tubo de descarga com a mistura de mercúrio e argônio em alta pressão. Durante o funcionamento, ela é aquecida e, gradualmente, o mercúrio é vaporizado, passando a emitir luz em intensidade baixa”. Um gás inerte, para permitir estabilidade térmica, é adicionado à lâmpada (entre o tubo de descarga e a ampola exterior) para controlar o aquecimento gerado durante seu funcionamento.

As lâmpadas de vapor de sódio são encontradas em duas variações: as de baixa pressão e as de alta pressão. As lâmpadas de iodetos metálicos têm estrutura parecida com as de vapor de mercúrio, porém na sua composição são adicionadas ao mercúrio misturas com emissores moleculares ou iônicos. Um exemplo de mistura com emissores moleculares é formado com a junção de iodeto e cloreto de estanho. Enquanto o iônico é formado por iodetos de sódio, tálio e índio (SOUSA, 2018).

LED trata-se de uma tecnologia diferente das demais que não conta com filamentos ou descarga elétrica. Esta se caracteriza por ser um dispositivo semicondutor que converte a

energia elétrica em luz, devido às interações dos elétrons. Essa iluminação praticamente não emite radiação infravermelha (IV) e ultravermelha (UV) (REIS, 2018).

### 7.2.3 NBR 5101 - 2012 - Iluminação Pública

A norma brasileira regulamentadora NBR 5101 (2012) é a norma vigente no Brasil para Iluminação Pública. Ela rege os requisitos para iluminação de logradouros públicos, gerando segurança aos tráfegos de veículos e pedestres.

Tabela 1 - Níveis de iluminância e uniformidade para vias públicas

Descrição da Via	Volume de Tráfego	$E_{\min}$ (lux)	$U_{\min}$
Vias de trânsito rápido; vias de alta velocidade de tráfego, com separação de pistas, sem cruzamentos em nível e com controle de acesso; vias de trânsito rápido em geral; auto-estradas	Intenso	30	0,4
	Médio	20	0,3
Vias arteriais; vias de alta velocidade de tráfego com separação de pistas; vias de mão dupla, com cruzamentos e travessias de pedestres eventuais em pontos bem definidos; vias rurais de mão dupla com separação por canteiro ou obstáculo	Intenso	30	0,4
	Médio	20	0,3
Vias coletoras; vias de tráfego importante; vias radiais e urbanas de interligação entre bairros, com tráfego de pedestres elevado	Intenso	20	0,3
	Médio	15	0,2
	Leve	10	0,2
Vias locais; vias de conexão menos importante; vias de acesso residencial	Médio	10	0,2
	Leve	5	0,2
Vias de uso noturno intenso por pedestres (por exemplo, calçadas, passeios de zonas comerciais)		20	0,3
Vias de grande tráfego noturno de pedestres (por exemplo, passeios de avenidas, praças, áreas de lazer)		10	0,25
Vias de uso noturno moderado por pedestres (por exemplo, passeios, acostamentos)		5	0,2
Vias de pouco uso por pedestres (por exemplo, passeios de bairros residenciais)		3	0,2

Fonte: Adaptado de ABNT, 2012.

Um aspecto abordado pela norma consiste na classificação da via que se pretende iluminar. As vias devem possuir níveis de iluminância média e uniformidade mínima de acordo com a sua classificação. Estes valores são obtidos na ABNT NBR 5101 e estão dispostos na Tabela 1.

### 7.2.4 Método de análise econômica de investimento

A análise econômica é importante para que se tenha subsídios para a tomada de decisão com relação ao investimento. O critério utilizado para análise foi o *payback* simples, que representa o período de tempo necessário para recuperação do investimento. Para o cálculo deste indicador, são necessárias duas informações: os custos de implantação do sistema e a

economia anual relativa ao investimento (SAMANEZ, 2002). A Equação 1 apresenta a expressão para o cálculo do *payback* simples.

$$Payback = \frac{Custos}{Benefícios} (anos) \quad (1)$$

Onde, *custos* é o custo total do projeto (R\$) e *benefícios* é a economia anual proporcionada pelo investimento (R\$/ano).

### 7.3 METODOLOGIA

A metodologia do trabalho consistiu em realizar a análise do objeto de estudo (delimitação), seguido de uma pesquisa bibliográfica. Posteriormente foram realizados os procedimentos iniciais, como visitas, levantamento das características do ambiente e medições de iluminância. Em seguida, foi elaborado um projeto luminotécnico através de *software* e, por fim, análise e discussão dos resultados. Estas etapas serão descritas neste capítulo.

O estudo de caso é “uma maneira de se fazer pesquisa empírica, investigando fenômenos contemporâneos dentro de contexto da vida real de seu pesquisador” (YIN, 2005, p. 23). Representa uma estratégia ideal quando se pretende pesquisar ‘como’ e ‘porquê’. Tem como propósito, a análise exaustiva e pode envolver exame de registros, observação de ocorrência de fatos, o pesquisador produz relatórios que apresentam um estilo mais informal, narrativo, ou com exemplos e descrições fornecidos pelos sujeitos, podendo ainda utilizar fotos, desenhos, quadros, colagens ou qualquer outro tipo de material que o auxilie na transmissão do caso (GIL, 2008).

Inicialmente foi realizada a pesquisa bibliográfica, através da qual buscou-se compreender os parâmetros que determinam a qualidade e os requisitos necessários para a iluminação pública. As principais fontes de pesquisas foram livros, trabalhos e artigos científicos na área de instalações elétricas, luminotécnica e eficiência energética. Normativos que estabelecem parâmetros luminotécnicos foram consultados, como a ABNT NBR 5101:2012 que normaliza os procedimentos e requisitos para a iluminação pública.

Para o levantamento das características do ambiente, foi realizada a observação cuidadosa da Avenida Francisco Fraga Maia e seu respectivo sistema de iluminação pública. Identificando quantidade, tipo e localização das luminárias. Com o intuito de coletar informações de relevância para a análise do trabalho, foram realizados registros fotográficos

com auxílio de câmera de smartphone. Para compor as características do sistema de iluminação mediu-se a largura da via (somatório de todas as faixas), largura das calçadas, recuo da calçada, distância entre os postes e a projeção do braço.

Para a análise dos índices de iluminância foi utilizado um luxímetro do fabricante Minipa, modelo MLM-1011, e realizadas medições, *in loco*, no período noturno, utilizando os procedimentos de verificação indicados pela NBR 5101. A norma estabelece as orientações e procedimentos para confecção da malha de medição. Segundo a norma brasileira, há três tipos de malha de medição: malha para verificação detalhada, malha de medição devido ao número de rolamentos e malha de referência (ABNT, 2012). Para este trabalho foi adotada a malha de medição devido ao número de rolamentos.

Levando-se em consideração as características da Avenida Fraga Maia e o auxílio das ferramentas do *software* livre Dialux Evo e da norma ABNT NBR 5101, foi desenvolvido um projeto luminotécnico com intuito de proporcionar um sistema mais eficiente de iluminação para aquele trecho, que atenda aos critérios exigidos pela norma brasileira. Para o projeto foram considerados os níveis mínimos de iluminância, uniformidade, classificação das vias etc.

## 7.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesse tópico serão expostos os resultados obtidos através da via estudada, coletas de dados e posteriormente, da discussão dos mesmos. Em seguida, serão explanados os resultados da elaboração do projeto luminotécnico em *software*, que será sucedido de uma análise de viabilidade para implementação do projeto proposto.

### 7.4.1 Caracterização da via estudada

Antes de iniciar o estudo luminotécnico na Avenida Francisco Fraga Maia, é importante conhecer como a mesma está classificada em relação à norma NBR 5101/2012. Por ser uma via de tráfego intenso, importante para a área urbana e de interligação entre bairros e apresentar grande fluxo noturno de pedestres, a avenida tem como requisitos normativos mínimos, iluminância média de 20 lux e uniformidade de 30% na pista de rolamento e iluminância média de 10 lux e uniformidade de 20% na calçada (Tabela 1). A avenida estudada passou por diversas intervenções e possui as seguintes topologias de IP:

- Trecho inicial - iluminação em posteamento bilateral e canteiro central;
- Trecho intermediário - iluminação em posteamento bilateral;



Figura 3 - Caracterização da IP do trecho intermediário



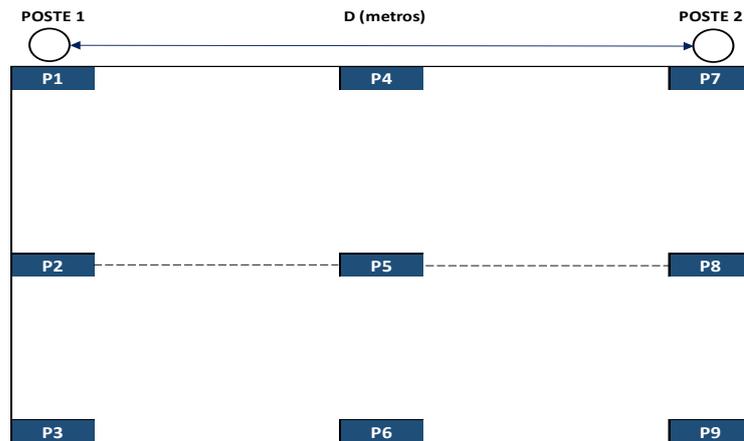
Fonte: Elaboração própria (2022).

#### 7.4.2 Medição dos atuais níveis de iluminância

No dia 14 de março de 2022, foram realizadas as medições de iluminância em três vãos distintos da avenida e no canteiro central. Foram realizadas 9 medições em cada vão escolhido. Para realização das medições foi utilizado um luxímetro do fabricante Minipa, que possui uma variação de precisão igual a + ou - 4%. Também foi utilizada uma trena de 50 metros e uma câmera de smartphone para auxiliar na realização das medições. Todas as medições foram realizadas após as 21h00min, onde a movimentação de automóveis que circulam pela via é menor. Este cuidado teve por finalidade reduzir as interferências de luz veicular nas medições.

O método realizado consistiu em: medir a largura do vão (distância entre os postes), achar o ponto médio e fazer as marcações com giz em três pontos da via – início, meio e fim. Também foram coletados os dados do início, meio e fim da faixa de rolamento. Na Figura 4 é apresentada a grade de medições de iluminância que foi desenvolvida para a coleta de dados. Onde “P” representa os pontos coletados, poste 1 e 2 são os postes do vão e “d” a distância entre eles.

Figura 4 - Grade de medições de iluminância



Fonte: Elaboração própria (2022).

A Tabela 2 apresenta os valores calculados mais relevantes, referentes às medições de iluminâncias feitas *in loco*. Os locais das medições foram denominados como: trecho 1, trecho 2, trecho 3 e trecho 4. Onde os trechos 1 ao 3 são vãos situados ao longo das pistas de rodagem e o trecho 4 é o trecho do canteiro central. D é a distância dos vãos medidos, E a iluminância medida, Eméd o valor médio das iluminâncias e U a uniformidade do trecho.

Tabela 2 - Resumo das medições de iluminância realizadas

LOCAL	D (m)	E (lux)			Eméd (lux)	U (Emin/Eméd)
		P1	P4	P7		
Trecho (1)	39,7	P1	P4	P7	30,78	0,06
		103	2	11		
		P2	P5	P8		
		88	8	14		
Trecho (2)	59,35	P3	P6	P9	39,11	0,03
		36	8	7		
		P1	P4	P7		
		81	2	37		
Trecho (3)	26	P2	P5	P8	42,67	0,47
		78	1	49		
		P3	P6	P9		
		64	2	38		
Trecho (4)	10	P1	P4	P7	5	0,2
		3	1	4		
		P2	P5	P8		
		3	5	9		
Trecho (4)	10	P3	P6	P9	5	0,2
		2	6	12		

Fonte: Elaboração própria (2022).

A medição luminotécnica na IP do trecho estudado equipada com luminárias LED de 150 W, apresentou resultados insatisfatórios conforme rege a norma NBR 5101/2012, pois apesar da iluminância média da pista de rolamento diagnosticada in loco ser de 30,78 lux para o trecho (1) e 39,11 lux para o trecho (2), acima do mínimo exigido de 20 lux, a uniformidade foi de 0,06 e 0,03 para o trecho (1) e (2), respectivamente, ou seja, abaixo de 0,3 conforme exigido pela norma. Em relação ao trecho (3), o valor da iluminância média foi atingido (42,67 lux), mas ultrapassa em 113,35% ao exigido por norma. Podendo causar pontos de ofuscamento devido a luminosidade excessiva em relação a luminosidade geral. Em relação a uniformidade, o trecho (3) apresentou o valor dentro do exigido pela norma (0,47).

Para o canteiro central (trecho 4), a NBR 5101 – 2012 – Norma Brasileira de Iluminação Pública, não possui especificações exclusivas para ciclovias e ciclofaixas. Assim, neste estudo de caso, a ciclovia foi considerada como via para tráfego de pedestres. A classe de iluminação P2 foi adotada por se referir a vias com grande tráfego noturno de pedestres (por exemplo, passeios de avenidas, praças, áreas de lazer), sendo que a iluminância horizontal média de referência para esse caso é de 10 Lux e uniformidade 0,2. Os valores encontrados foram 5 lux para a iluminância média e 0,2 para a uniformidade.

Dessa forma, através das medições realizadas comprovou-se que existe uma deficiência no sistema de iluminação pública do trecho estudado. Observa-se a não padronização nos vãos existentes entre os postes (D em metros) da distribuidora de energia. Este fator afeta diretamente na qualidade da iluminação da via, uma vez que, grandes distâncias limitam o alcance da uniformidade. Outro ponto observado é a não existência e/ou aplicabilidade do projeto luminotécnico no trecho, pois apesar da aplicação da tecnologia LED, o sistema encontra-se sobredimensionado e não atende aos critérios exigidos pela norma.

### 7.4.3 Projetos luminotécnicos

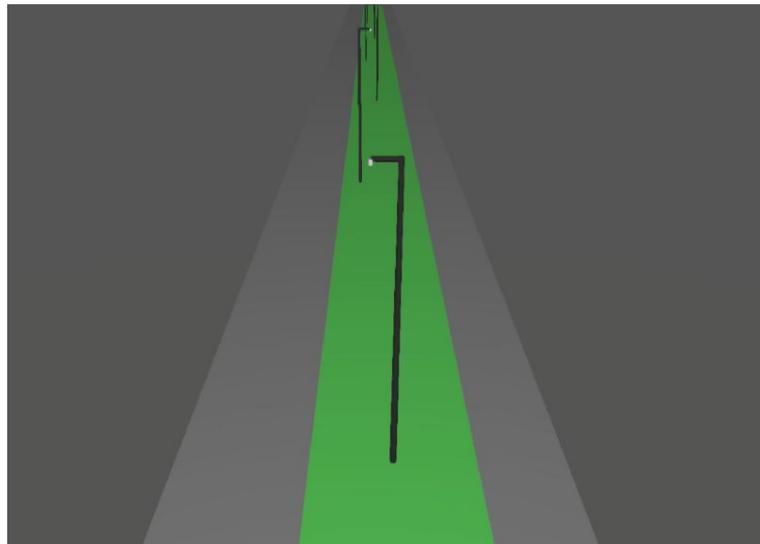
A análise da atual configuração do sistema de iluminação do trecho da avenida revelou a necessidade da elaboração de um projeto luminotécnico. Fazendo uso de ferramentas disponíveis no Dialux Evo 10.1 elaborou-se o projeto luminotécnico, respeitando os critérios de iluminação vigentes e procurando atender as necessidades da avenida. Para compor a simulação completa do trecho, foi elaborado um projeto para as vias de tráfego e um projeto para o canteiro central (ciclovia e pista de cooper). Posteriormente à simulação, caracterizou-se o projeto elaborado, analisando os resultados obtidos, comparando-os com as normas e parâmetros estabelecidos pela ABNT. A proposta de *retrofit* tem por objetivo reduzir a potência

total consumida por este sistema e padronizar os níveis de iluminação. Com esta solução, adequando as exigências normativas, reduz-se os esforços físicos visuais dos usuários devido à variação de densidade de iluminação.

#### 7.4.3.1 Resultado do projeto luminotécnico para o canteiro central

Para iniciar o projeto, partiu-se da escolha da altura dos postes e sua distribuição. Foi adotado postes de aço com altura de 7 metros, com suporte de 0,5 metros para 01 luminária e distribuição bilateral alternada, semelhante aos postes utilizados no trecho inicial da avenida. Em relação ao posicionamento dos postes, eles foram dispostos na faixa verde de forma a não interferir nas pistas de *cooper* e ciclovia com intervalos de 40 metros. Observa-se na Figura 5 o ambiente de simulação luminotécnica com a distribuição dos postes no canteiro central. Foram utilizadas as medidas reais do local.

Figura 5 - Distribuição dos postes no ambiente de simulação luminotécnica



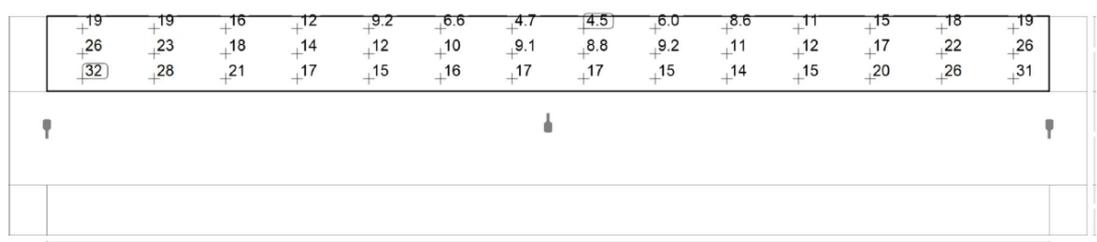
Fonte: Dialux (2022).

Para a definição da luminária, foram avaliados modelos comercializados por marcas consolidadas no ramo de iluminação existente no Brasil. O objetivo nesta etapa do projeto foi obter informações necessárias para a aquisição dos sistemas LED que atendessem as necessidades da via sob o ponto de vista técnico e econômico.

Inicialmente, foi realizada uma simulação com a luminária UNI-NO1604KB056V2, de 56 W, do fabricante Trópico. O resultado não foi satisfatório, uma vez que a iluminância média obtida ultrapassou o dobro do valor estabelecido por norma (10 lux), acarretando em uma

elevada carga instalada e, conseqüentemente, um elevado consumo de energia elétrica. Buscando uma maior eficiência energética, a segunda opção foi a luminária UNI-NO1604KB037V2, de 37 W, do fabricante Trópico. A Figura 6 mostra o resultado simulado da iluminância ponto a ponto sobre a superfície da ciclovia através das linhas de isolux. Enquanto que a Figura 7 apresenta os resultados para a pista de corrida. Os resultados da simulação para os parâmetros iluminância média, mínima e máxima e uniformidade são mostrados na Tabela 3. Observa-se que os valores atendem aos requisitos mínimos estabelecidos pela norma.

Figura 6 - Iluminância ponto a ponto simulada para a ciclovia



Fonte: Dialux (2022).

Figura 7 - Iluminância ponto a ponto simulada para a pista de cooper

m	1.429	4.286	7.143	10.000	12.857	15.714	18.571	21.429	24.286	27.143	30.000	32.857	35.714	38.571
1.667	10.38	11.08	12.26	13.98	18.28	24.04	27.51	26.95	22.45	17.12	12.57	11.29	10.01	10.04
1.000	6.12	8.09	10.61	13.11	16.84	21.05	22.88	22.45	19.76	15.98	11.77	9.84	7.33	5.92
0.333	4.43	6.25	8.78	11.63	15.24	17.60	17.88	17.48	16.67	14.41	10.25	8.15	5.70	4.25

Fonte: Dialux (2022).

Tabela 3 - Resultados da simulação – Ciclovia e pista de cooper

Resultados	Emed(lux)	Emin(lux)	Emáx(lux)	U(Emin/Emed)
Ciclovia	15,9	4,51	32	0,28
Pista de cooper	13,8	4,25	27,5	0,31

Fonte: Dialux (2022).

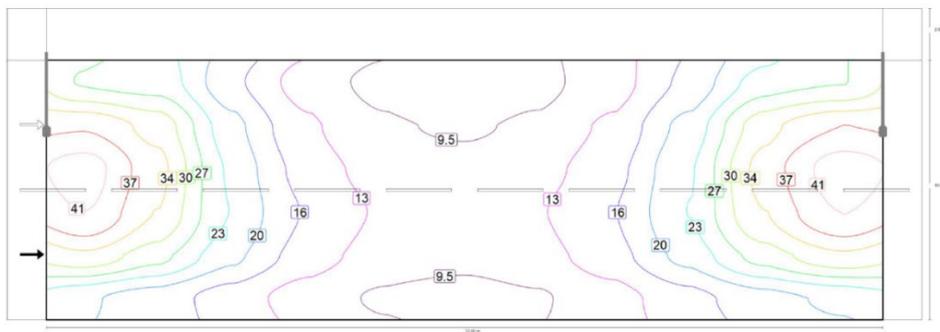
#### 7.4.3.2 Resultado do projeto luminotécnico para as vias de tráfego

Para o cenário das pistas de rodagem, foram adotados os parâmetros reais da via, mantidos os braços existentes (projeção de 3 metros), objetivando a redução de custos, e foram simulados diferentes cenários para os espaçamentos entre os postes. Nas simulações, concluiu-se que o vão máximo para a otimização dos resultados, em relação a uniformidade, é 35 metros. Acima desse distanciamento, o aumento da potência da luminária não corresponde no aumento

da uniformidade e a solução para a correção do problema é a implantação de postes entre vãos acima de 35 metros.

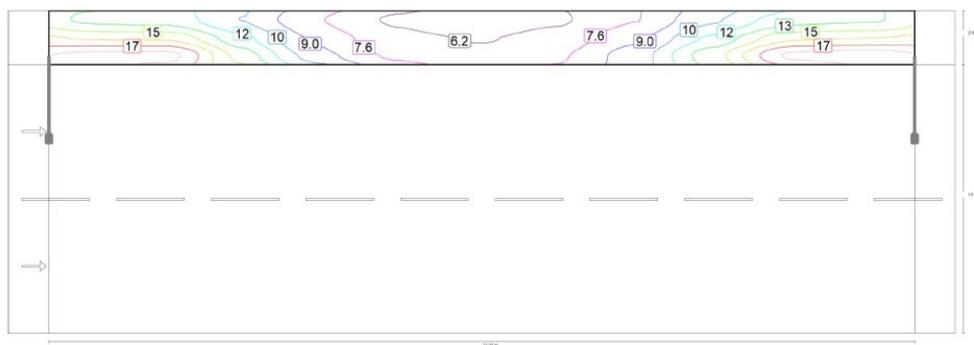
Buscando uma maior eficiência energética, a opção foi a luminária UNI-NO1604KB085V2, de 85 W, do fabricante Trópico. Em comparação com o sistema atual, a potência utilizada foi reduzida em 43,3%. Para este cenário, o resultado da simulação para a pista de rodagem (Figura 8) e passeio (Figura 9) é positivo e atende aos requisitos mínimos exigidos por norma.

Figura 8 - Iluminância simulada em linhas isolux para a pista de rodagem



Fonte: Dialux (2022).

Figura 9 - Iluminância simulada em linhas isolux para o passeio



Fonte: Dialux (2022).

Os resultados da simulação para os parâmetros iluminância média, mínima e máxima e uniformidade são mostrados na Tabela 4. Observa-se que os valores atendem aos requisitos mínimos estabelecidos pela norma.

Tabela 4 - Resultados da simulação – pista de rodagem e passeio

Resultados	Emed(lux)	Emin(lux)	Emáx(lux)	U(Emin/Emed)
Pista de rodagem	20,35	7,77	42,6	0,38
Passeio	11,4	5,54	19,6	0,49

Fonte: Dialux (2022).

#### 7.4.3.3 Características técnicas das luminárias utilizadas no projeto

A proposta para os projetos luminotécnicos para o trecho da avenida Francisco Fraga Maia prevê luminárias que atendam as condições mínimas (nível de iluminância e fator de uniformidade) exigidas pela norma NBR 5101. A direção para a escolha foi a partir do nível do fluxo luminoso e potência que os modelos do mercado oferecem. As características técnicas das luminárias propostas estão apresentadas na Tabela 5. De acordo com as informações construtivas fornecidas pelo fabricante, as luminárias possuem corpo fabricado em alumínio injetado, lente dos LEDs em policarbonato de alta resistência à UV e impactos, grau de proteção IP 66 e resistência a impactos IK08.

Tabela 5 - Especificações técnicas das luminárias propostas

Luminária	Fluxo luminoso (lm)	Potência (W)	Eficácia (lm/w)	Temperatura de cor (K)	Vida útil (h)
UNI-NO1604KB037V2	5920	37	160	4000	77000
UNI-NO1604KB085V2	13600	85	160	4000	77000

Fonte: Trópico (2022).

#### 7.4.4 Levantamento de custo do projeto luminotécnico

O sistema de iluminação projetado no software contou com 13 luminárias para o canteiro central. Para a iluminação das pistas de rodagem foram inseridas 40 luminárias, sendo 34 luminárias existentes e 06 para a correção dos pontos não uniformes em vãos acima de 35 metros. Após a elaboração da proposta técnica é importante realizar o levantamento econômico do sistema projetado, ou seja, foi elaborado um orçamento com os valores para os equipamentos utilizados no projeto luminotécnico do trecho estudado. O resultado obtido está disponível nos Quadros 1 e 2.

Para o levantamento de preços foram realizadas pesquisas de mercado, contato com fornecedores e utilizada a tabela de insumos do sistema nacional de pesquisa de custos e de

índices da construção civil (SINAPI). Não foram considerados os custos com a mão-de-obra para execução do projeto e com a concessionária local para a implantação dos postes.

Para o projeto do canteiro central (Quadro 1), uma vez que não existe iluminação específica nesse cenário, foram inseridos todos os materiais que compõem o sistema de iluminação. Enquanto que para a via lateral (Quadro 2) foi elaborada uma proposta de *retrofit*, reaproveitando alguns equipamentos existentes no local, como os braços de sustentação e relés. A posteriori verificou-se que o investimento inicial é aproximadamente R\$48.454,00 para o projeto da pista central e R\$41.790,04 para as pistas de rodagem.

Quadro 1 - Orçamento do projeto luminotécnico para o canteiro central

DESCRIÇÃO DO INSUMO	PREÇO MEDIANO	QTDE	UNIDADE	PREÇO TOTAL
Poste cônico contínuo em aço galvanizado, reto, engastado, h = 7 m, diâmetro inferior = *125* mm.	R\$ 1.696,11	13	UN	R\$ 22.049,43
Luminária LED 37 w.	R\$ 457,00	13	UN	R\$ 5.941,00
Rele fotoelétrico interno e externo bivolt 1000 w, de conector, sem base.	R\$ 53,25	13	UN	R\$ 692,25
Cabo multipolar de cobre, flexível, classe 4 ou 5, isolamento em hepr, cobertura em pvc-st2, antichama bwf-b, 0,6/1 kv, 3 condutores de 1,5 mm2.	R\$ 6,41	150	M	R\$ 961,50
Cabo multipolar de cobre, flexível, classe 4 ou 5, isolamento em hepr, cobertura em pvc-st2, antichama bwf-b, 0,6/1 kv, 3 condutores de 6 mm2.	R\$ 20,61	600	M	R\$ 12.366,00
Haste de aterramento em aço com 3,00 m de comprimento e dn = 5/8", revestida com baixa camada de cobre, com conector tipo grampo.	R\$ 88,65	13	UN	R\$ 1.152,45
Conector metálico tipo parafuso fendido (split bolt), para cabos até 6 mm2.	R\$ 4,80	26	UN	R\$ 124,80
Caixa de concreto armado pré-moldado, com fundo e tampa, dimensões de 0,30 x 0,30 x 0,30 m.	R\$ 181,89	13	UN	R\$ 2.364,57
Eletroduto/duto pead flexível parede simples, corrugação helicoidal, cor preta, sem rosca, de 1 1/4", para cabeamento subterrâneo (nbr 15715).	R\$ 4,67	600	M	R\$ 2.802,00
<b>Custo total</b>				<b>R\$ 48.454,00</b>

Fonte: Elaboração própria (2022).

Quadro 2 Orçamento do projeto luminotécnico para as pistas de rodagem

DESCRIÇÃO DO INSUMO	PREÇO MEDIANO	QTDE	UNIDADE	PREÇO TOTAL
Poste de concreto armado de seção circular, extensão de 9,00 m, resistência de 200 a 300 dan, tipo c-14	R\$ 1.449,69	6	UN	R\$ 8.698,14
Luminária LED 85 w.	R\$ 737,00	40	UN	R\$ 29.480,00
Rele fotoelétrico interno e externo bivolt 1000 w, de conector, sem base.	R\$ 53,25	6	UN	R\$ 319,50
Cabo multipolar de cobre, flexível, classe 4 ou 5, isolamento em hepr, cobertura em pvc-st2, antichama bwf-b, 0,6/1 kv, 3 condutores de 1,5 mm2.	R\$ 6,41	160	M	R\$ 1.025,60
Conector Cdp-70 10-95,0mm X 1,5 10,00mm	R\$ 9,00	120	UN	R\$ 1.080,00
Braço de 3000mm incluindo ferragens	R\$ 197,80	6	UN	R\$ 1.186,80
<b>Custo total</b>				<b>R\$ 41.790,04</b>

Fonte: Elaboração própria (2022).

### 7.4.5 Viabilidade econômica

Para análise da viabilidade foi considerado o projeto elaborado para as pistas de rodagens pois é possível realizar um comparativo do consumo atual x consumo proposto. O Quadro 3 apresenta a estimativa de potência do sistema atual e do sistema proposto com as luminárias LEDs.

Quadro 3 - Demanda de potência ativa do sistema atual e proposto

SISTEMA IP	QTDE LUMINÁRIA	POTÊNCIA UNITÁRIA (W)	POTÊNCIA TOTAL (KW)
ATUAL	34	150	5,1
PROPOSTO	40	85	3,4

Fonte: Elaboração própria (2022).

Esses dados mostram que, em relação ao sistema atual, o sistema proposto com luminárias de 85W demanda 33,33% menos potência ativa, ou seja, um terço da demanda atual é reduzida. Seguindo esse mesmo raciocínio, é possível estimar também a economia obtida com consumo de energia elétrica entre os sistemas, como apresentado no Quadro 4.

Quadro 4 - Estimativa do consumo de energia do sistema atual e do sistema proposto

SISTEMA IP	POTÊNCIA INSTALADA (KW)	HORAS/DIA	KWH (DIA)	KWH (MÊS)	MWH (ANO)
ATUAL	5,1	11,28	57,53	1725,84	21,00
PROPOSTO	3,4	11,28	38,35	1150,56	14,00

Fonte: Elaboração própria (2022).

No Quadro 4, observa-se que a estimativa de consumo diário é baseada no funcionamento do sistema durante 11,28 horas, período estimado das 18 horas à 05:28 horas da manhã do dia seguinte. O consumo mensal é a multiplicação da estimativa diária em kWh por 30 e o anual por 365. Como a potência demandada pelo sistema proposto é menor que as existentes, considerando a substituição de todos os pontos de iluminação do trecho estudado, é obtido uma economia de aproximadamente 575,28 kWh por mês ou 7 MWh por ano.

Considerando os dados de demanda de potência obtidos na seção anterior, pode-se estimar, em termos financeiros, o consumo mensal do sistema atual e do sistema proposto, levando em consideração o valor da tarifa de iluminação pública B4a de R\$ 0,34077/kWh aplicada pela concessionária local, Neoenergia Coelba, com PIS/COFINS e ICMS. Os dados

que foram estimados no Quadro 4 apontam uma redução de 575,28 kWh por mês no consumo de energia ativa após a implantação do projeto. Considerando a atual tarifa aplicada de R\$ 0,34077/kWh tem-se uma economia de R\$ 196,04 por mês. Do mesmo modo, anualmente, uma redução no consumo de energia de 7 MWh, temos uma redução de R\$ 2.385,39.

Para o cálculo do *payback* foi utilizado o valor inicial do investimento total do projeto (Quadro 2) e como benefícios o valor do consumo de energia economizado anualmente, como calculado anteriormente. Não foi considerado o valor economizado com manutenção das luminárias visto que esse processo é realizado somente quando as luminárias ou equipamentos encontram com algum tipo de defeito, seja por vandalismo, como, por exemplo a quebra de lente das luminárias, ou que foram furtadas de seus locais de instalação. Como se trata de um parâmetro muito volátil optou-se por não calcular o *payback* prevendo essas intervenções de manutenção. Assim, utilizando a Equação 1, o *payback* simples, ou tempo de recuperação de capital de investimento será de 17,52 anos. Logo é possível concluir que o tempo de retorno do investimento feito na compra das luminárias é inferior ao tempo de operação desses equipamentos levando em consideração a informação do fabricante, é estimado em 77 mil horas, ou seja, se for considerado o funcionamento do sistema durante 11,28 horas diárias, o tempo de funcionamento das luminárias é de aproximadamente, 18,7 anos. Portanto, o investimento mostra-se favorável, já que reduz o consumo de energia elétrica e garante o retorno de todo o investimento realizado. Outro ponto relevante na viabilidade do projeto é o seu retorno social. Isto é, a sua implementação implica na adequação do trecho aos critérios exigidos pela norma NBR 5101 e, conseqüentemente proporciona melhores condições para dirigibilidade e minimiza os riscos de acidente na via.

## 7.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Iluminar um local não significa apenas destinar àquele espaço ou superfície uma determinada quantidade de fluxo luminoso, mas criar condições com a luz para que as atividades sejam desenvolvidas pelo modo mais eficiente e confortável (ABNT, 2012). Por conta disso, a iluminação pública é um assunto tão importante a ser debatido pelas prefeituras e seus gestores, uma vez que esta demanda está diretamente vinculada ao bem-estar e segurança da população.

Neste trabalho foram analisados os níveis de iluminância e uniformidade do trecho limitado entre os logradouros 5810-6830 na Avenida Francisco Fraga Maia. Através das medições foi possível concluir que o sistema atual não se enquadra nos critérios de

uniformidade exigidos pela norma. Ou seja, na via existem pontos não iluminados que provocam o efeito conhecido como zebração. Este efeito oferece riscos para quem utiliza a via, pois nesses pontos as condições para a visualização de pessoas, objetos e obstáculos é minimizada, aumentando a probabilidade de acidentes. Dessa forma, foram propostos dois projetos luminotécnicos, utilizando a tecnologia LED, para a adequação do trecho aos critérios exigidos pela NBR5101. Os projetos foram divididos entre o canteiro central e pistas de rodagem. As duas sugestões de projetos atenderam aos requisitos de fator de uniformidade e iluminância. Ambos oferecem além do retorno econômico, maior segurança, proporciona melhor dirigibilidade e minimiza os riscos de acidente para quem utilizada a via.

Portanto, os objetivos propostos foram atendidos com êxito. Para trabalhos futuros, sugere-se o estudo em toda a Avenida Fraga Maia com o levantamento de custos e a análise de viabilidade, com a inclusão da mão-de-obra e custos com a concessionária distribuidora de energia para implantação dos postes.

## REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5101: Iluminação Pública - Procedimento**. Maio, 2012.

ANEEL. **Resolução Normativa nº. 414. 2010**. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/bren2010414.pdf>. Acesso em: 26 maio 2021.

CARNEIRO, Cristiane Regina Cecon. **O uso do LED na iluminação pública**. Dissertação (mestrado), Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2019.

CASTRO, Felipe Nóbrega de; LUCIANO, Benedito Antonio. **Eficiência Energética em Sistemas de Iluminação Pública**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SISTEMAS ELÉTRICOS, 4, 2012. Goiânia. **Anais eletrônicos [...]**. Goiânia: UFG, 2012. Disponível em: <http://www.swge.inf.br/anais/sbse2012/anais01.html>. Acesso em: 26 maio 2019.

CAVALIN, Geraldo. **Instalações Elétricas Prediais: Conforme Norma NBR 5410:2004**. 21 ed. rev. e atual. São Paulo: Érica, 2011.

COTRIM, Ademaro A. M. B. **Instalações Elétricas**. 5. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

CREDER, Hélio. **Instalações Elétricas**. 16. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

EMPALUX. **Luminotécnica**. 2018. Disponível em: <http://www.empalux.com.br/?a1=1>. Acesso em: 10 set. 2021.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

MAMEDE FILHO, João. **Instalações Elétricas Industriais**. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2017.

OLIVEIRA, Gustavo Almeida de. **Aplicação de LED's na iluminação pública: estudo de caso na Avenida Deputado Renato Azeredo**. Monografia (Graduação) - Centro Universitário do Sul de Minas, Varginha, 2016.

OSRAM. **Manual Luminotécnico Prático**. 2012. Disponível em: <https://hosting.iar.unicamp.br/lab/luz/ld/Livros/ManualOsram.pdf>. Acesso em: 01 out. 2019.

PERDIÇÃO, Larissa Martins de Freitas. **Estudo de viabilidade da substituição de lâmpadas convencionais pelas lâmpadas com tecnologia LED: Estudo de caso**. Monografia (Graduação) - Universidade Federal de Ouro Preto, João Monlevade, 2020.

PROCEL. **Manual de Iluminação**. 2011. Disponível em: [http://www.mme.gov.br/documents/10584/1985241/MANUAL+DE+ILUMINACAO+-+PROCEL\\_EPP+-AGOSTO+2011.pdf/d42d2f36-0b90-4fe0-805f54b862c9692c;jsessionid=A7AE9AD7FFE410D97E371853D50763B0.srv154](http://www.mme.gov.br/documents/10584/1985241/MANUAL+DE+ILUMINACAO+-+PROCEL_EPP+-AGOSTO+2011.pdf/d42d2f36-0b90-4fe0-805f54b862c9692c;jsessionid=A7AE9AD7FFE410D97E371853D50763B0.srv154). Acesso em: 01 mar. 2022.

REIS, Lucas Tavares dos. **Eficiência Energética: substituição de lâmpadas fluorescentes por luminárias leds na biblioteca da universidade federal - UNIFAL - MG**. Monografia (Graduação) - Centro Universitário do Sul de Minas, Varginha, 2018.

ROBERTO, Thais Jeniffer; SCHULTZ, Edson Luiz. Estudo Comparativo de Sistemas de Iluminação Pública: Lâmpadas LED, Lâmpadas de Indução e Lâmpadas a Vapor de Sódio. **Revista Técnico-Científica do CREA**, Paraná, 2017.

SAMANEZ, Carlos Patricio. **Matemática Financeira: Aplicações à Análise de Investimentos**. 3. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

SECRETARIA MUNICIPAL DE SERVIÇOS PÚBLICOS. Disponível em: <https://www.feiradesantana.ba.gov.br/servicos.asp?titulo=Luz-da-Gente-avan%C3%A7a-com-mais-de-38-mil-pontos-de-ilumina%C3%A7%C3%A3o-modernizados.html&id=13&link=secom/noticias.asp&idn=31132#noticias>. 2021.

SOUSA, Carlos César Silva de. **Análise da eficiência energética, viabilidade econômica e ambiental do uso da tecnologia LED**. Monografia (Graduação) - Universidade do Maranhão, São Luis, 2018.

WERLANG, Ana Beatriz Carvalho; GELLER, Illana. **Uma Análise da Relação entre o Consumo de Energia Elétrica e o Crescimento Econômico no Mundo**. 2018. Monografia. (Graduação) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica, Rio de Janeiro, 2018.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. Porto Alegre, RS: Bookman, 2005.

**MINI CURRÍCULO E CONTRIBUIÇÕES AUTORES**

<b>TÍTULO DO ARTIGO</b>	<b>ESTUDO LUMINOTÉCNICO EM UM TRECHO DA AVENIDA FRAGA MAIA EM FEIRA DE SANTANA-BA</b>
<b>RECEBIDO</b>	07/10/2022
<b>AVALIADO</b>	19/11/2022
<b>ACEITO</b>	06/12/2022

<b>AUTOR 1</b>	
PRONOME DE TRATAMENTO	Prof <sup>ª</sup> . Dr <sup>ª</sup> .
NOME COMPLETO	Jemima Guedes
INSTITUIÇÃO/AFILIAÇÃO	Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB
CIDADE	Feira de Santana
ESTADO	Bahia
PAÍS	Brasil
RESUMO DA BIOGRAFIA	Doutorado e Mestrado em Física, ambos pela Universidade Federal da Bahia. Bacharelado em Física pela Universidade Estadual de Feira de Santana. Atualmente é Professora Adjunta da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, lotada no Centro de Ciência e Tecnologia em Energia e Sustentabilidade, situado na cidade de Feira de Santana.
<b>AUTOR 2</b>	
PRONOME DE TRATAMENTO	Sra.
NOME COMPLETO	Lorena da Silva Ferreira
INSTITUIÇÃO/AFILIAÇÃO	Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB
CIDADE	Feira de Santana
ESTADO	Bahia
PAÍS	Brasil
RESUMO DA BIOGRAFIA	Especialização em Interdisciplinar em Ambiente, Tecnologia e Sustentabilidade pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Brasil (2022). Graduada em Engenharia Elétrica pelo Instituto Federal da Bahia (IFBA). Têm experiência de 1 ano no Movimento Empresa Júnior pela Luminus Jr. - Empresa Júnior de Engenharia Elétrica (2018-2019), atuando como gerente geral.
<b>AUTOR 3</b>	
PRONOME DE TRATAMENTO	Prof. Dr.
NOME COMPLETO	Jádriel dos Santos Pereira
INSTITUIÇÃO/AFILIAÇÃO	Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB
CIDADE	Feira de Santana
ESTADO	Bahia
PAÍS	Brasil
RESUMO DA BIOGRAFIA	Doutorado em Física pela Universidade Federal da Bahia (2018), mestrado em Física pela Universidade Federal da Bahia (2011) e Bacharelado em Física pela Universidade Estadual de Feira de Santana. Atualmente é professor com dedicação exclusiva na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia com lotação no Centro de Ciência e Tecnologia em Energia e Sustentabilidade (CETENS).
CONTRIBUIÇÃO DO AUTOR NO ARTIGO	Todos os autores contribuíram na mesma proporção.

Endereço de Correspondência dos autores	de	<b>Autor 1:</b> <a href="mailto:jemimafis@gmail.com">jemimafis@gmail.com</a> <b>Autor 2:</b> <a href="mailto:lorennaengenheira@gmail.com">lorennaengenheira@gmail.com</a> <b>Autor 3:</b> <a href="mailto:jadielpereira@ufrb.edu.br">jadielpereira@ufrb.edu.br</a>
---	----	--