XV ENCAC Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído
XI ELACAC Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído
JOÃO PESSOA | 18 a 21 de setembro de 2019

# ANÁLISE QUANTITATIVA DA ILUMINAÇÃO PÚBLICA NA ORLA DE JOÃO PESSOA

**Rebeca Coutinho Gomes (1); Ítalo Pereira Fernandes (2)**
(1) Graduanda em Arquitetura e Urbanismo, rebecagcoutinho@gmail.com
(2) Arquiteto e Urbanista, Professor substituto, italo@live.com
Universidade Federal da Paraíba, Centro de Tecnologia, Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Campus I - Lot. Cidade Universitaria, João Pessoa, Paraíba, 58051-900, Tel.: (83) 3216 – 7115

## RESUMO
Este artigo, baseando-se na Norma Brasileira Regulamentadora (NBR) 5101/12 visa fazer uma análise quantitativa da iluminação na orla de João Pessoa, que teve em 2018 suas lâmpadas de vapor metálico substituídas por luminárias de LED. A delimitação espacial foi feita pelo estudo dos perfis da orla, ficando assim escolhidos os bairros de Tambaú e Manaíra. O espaço entre os postes foi medido e a distância mais frequente foi escolhida para o estudo. Para a etapa de medição das iluminâncias, foi necessário utilizar um luxímetro nos pontos definidos pela norma. Todos os pontos tiveram iluminância e fator de uniformidade maiores do que o exigido por norma, exceto na faixa de pedestres em Manaíra, onde houve incompatibilização da vegetação existente com o projeto lumínico. Concluindo que o sistema está superdimensionado e apesar de ter havido economia, ela poderia ser ainda maior com um projeto pautado na norma.
Palavras-chave: iluminação artificial, iluminação pública, iluminância, NBR-5101/2012.

## ABSTRACT
This article, based on the Norma Brasileira Regulamentadora (NBR) 5101/2012 pretends to do a quantitative analysis of the illumination in João Pessoa seafront, which had its metal vapour lamps changed for LED luminaires. This delimitation was made studying the road profile and chosen this way, two neighborhoods, Tambaú and Manaíra. The spacing between poles were measured and the most frequent distance was chosen to be studied. For the step of measuring the illuminances, was utilized a luximeter in the spots defined by the standard. All the spots had had illuminance and uniformity illuminance above required in the NBR 5101/2012 except on the pedestrian crossing in Manaíra, where it had had incompatibilities between the light and the existing vegetation. Concluding there for that the system is oversized and despite the economy made, it could have been even bigger with a project following the Brazilian standard.
Keywords: artificial illumination, public illumination, illuminance, NBR-5101/2012.

## 1. INTRODUÇÃO
A maior atenção para a iluminação como elemento capaz de agregar vida noturna às cidades surgiu, segundo Godoy e Candura (2009), como uma disciplina na França nos anos 80, chamada Light Urbanism. Esta fomentou as discussões e diretrizes que ajudariam na criação de planos diretores de iluminação. Os quais visam atender às necessidades objetivas de cada atividade, bem como instrumento de atração à permanência noturna na cidade.

A iluminação dos espaços urbanos deve permitir no mínimo a segurança para o tráfego dos pedestres, envolvendo o reconhecimento mútuo de pessoas e obstáculos. Um cuidado também importante é com o desequilíbrio no ecossistema local, através da poluição luminosa, onde luminárias mal dimensionadas ou mal direcionadas têm sua luz refletida nas partículas espalhadas pela atmosfera, fazendo com que exista muito brilho no céu (FERNANDES,2013), prejudicando assim a dinâmica de alguns insetos e até invadindo a privacidade dos moradores da orla.

Esse desperdício de energia é, segundo a NBR-5101/2012, resultado de projetos com níveis de iluminância superdimensionados, ou sem o correto controle de dispersão luminosa nas luminárias especificadas.

## 2. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é investigar numericamente se a iluminação do trecho do calçadão em analise está compatível com a NBR-5101/2012. Através do estudo de procedimentos de medição em iluminação pública fazendo diagnóstico quanto à situação atual através das medições *in loco*.

## 3. MÉTODO

A pesquisa se dividiu em três etapas principais:

1. Delimitação dos trechos, com estudo dos perfis e dos espaçamentos entre os postes do bairro.
2. Medições *in loco* de fluxo de carros e iluminância.
3. Classificações das vias de acordo com a NBR-5101/2012.
4. Caracterização da área, para entender as condições onde as medições são obtidas.

### 3.1 Delimitação dos trechos

A delimitação da área de estudo deu-se a partir da análise dos perfis de desenho urbano da orla de João Pessoa. Selecionaram-se duas opções que se organizam de maneira a conter condicionantes importantes de projeto, resultando no bairro de Tambaú com a ciclovia, e no de Manaíra com a faixa verde. Para à escolha do trecho a ser analisado nestes bairros, foram medidas as distâncias entre postes e foi visto qual a distância mais frequente em cada bairro (Fig 1), buscando assim, realmente um estudo que fosse a realidade da maior parte do bairro. O trecho compreendido pelo bairro Tambaú recebeu o nome de "Trecho 01"(Fig.2), e o trecho do bairro Manaíra, "Trecho 02" (Fig.3).




Figura1 – Trechos 01 e 02.

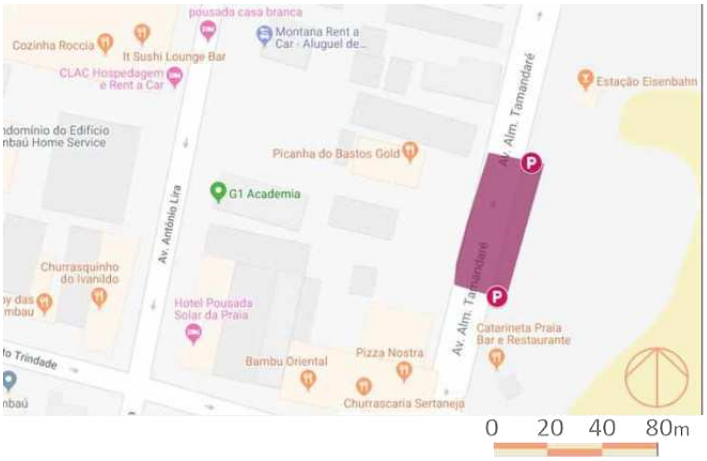



Figura 2 – Mapa de localização do trecho 01

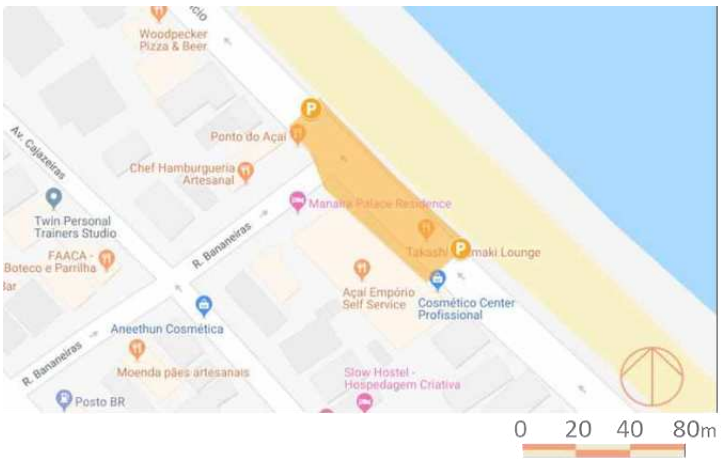



Figura 3 – Mapa de localização do trecho 02

Os dados técnicos das características fotométricas e de implantação das luminárias no espaço foram coletados na Secretaria de Infraestrutura de JP e no Portal da Transparência do Município.

Para auxílio na geração de mapas e outros dados relativos ao espaço público, como distância padrão entre postes (moda), foi utilizado o Google Maps.

## 3.2 Medições *in loco*

Após a definição dos trechos, foram planejadas visitas *in loco*, onde ocorreram medições pertinentes de fluxo das avenidas e também da iluminância em um plano horizontal à altura do piso. Estas etapas ocorreram nos dias 02, 06 e 23 do mês de Abril de 2019.

Para a medição dos fluxos de carros é necessário executar sua medição em no mínimo duas situações de fluxo, o dos fins de semana e durante a semana, a partir disto, deve ser feita uma média baseada no fluxo de uma semana no trecho, neste trabalho foram considerados dois dias como fluxo de final de semana e cinco, como dias de semana. Tais medições devem ser feitas entre 18h e 21h, como requerido por norma.

Para esta etapa de medição das iluminâncias, foi necessário utilizar um equipamento específico, chamado Luxímetro (MINIPA MLM 1011), para medir os pontos definidos pela NBR-5101/12, gerados a partir de uma malha feita entre os postes selecionados. Essa malha é prevista em norma, porém a partir desta, uma mais simplificada foi usada tendo em vista a falta de recursos para a pesquisa. Nesta simplificação, a diretriz geral da norma, foi mantida. Eixos horizontais no meio de cada via, e três verticais, um na linha de cada poste e um equidistante dos mesmos. A malha na Fig. 4 corresponde ao trecho 01, e a da Fig. 5 ao trecho 02.

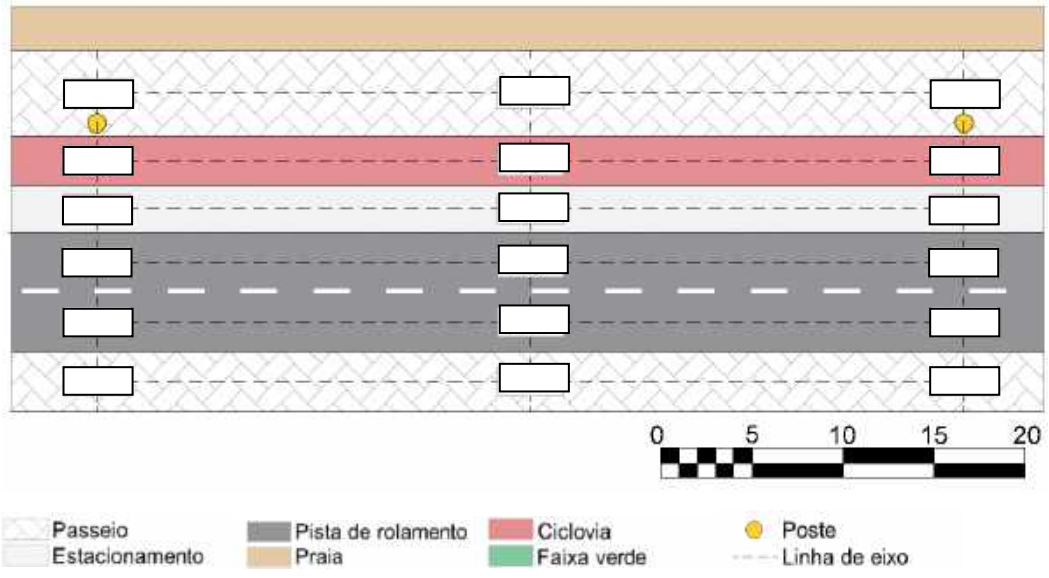



Figura 4 – Malha de medição do trecho 01

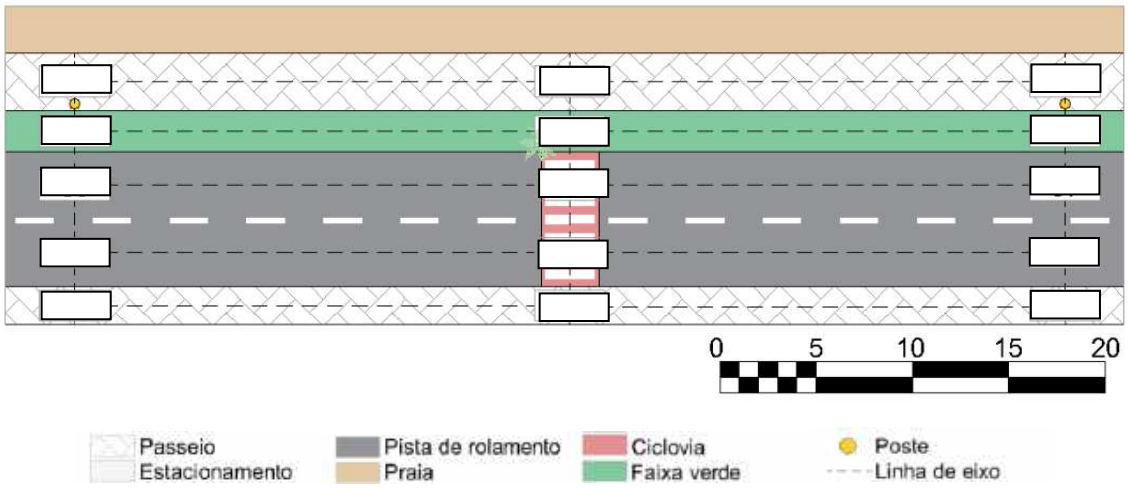



Figura 5 – Malha de medição do trecho 02

O luxímetro é colocado na altura do piso e assim medidas as iluminâncias, lembrando da importância de desconsiderar as medições afetadas por fontes de luz não permanentes, como os faróis dos veículos.

## 3.3 Classificação das vias

De acordo com o Código de Trânsito Brasileiro, as vias são divididas em urbanas e rurais. Estas se distinguem principalmente pela primeira ser contida nos limites da área urbana e também por possuir imóveis no seu prolongamento.

A NBR-5101/12 explica por meio de duas tabelas como classificar o volume de tráfego nas vias públicas, tanto o tráfego motorizado (Tabela 1), quanto o de pedestres (Tabela 2). Onde estão destacadas a classificação dos trechos 01 e 02.

Tabela 1 – Tabela do Fluxo do Tráfego Motorizado em Vias Públicas (NBR-5101/2012, modificada)

| **Classificação** | **Volume de tráfego noturno (a) de veículos por hora, em ambos os sentidos (b), em pista única.** |
|---|---|
| Leve (L) | 150 a 500 |
| Médio (M) | 501 a 1200 |
| Intenso (I) | Acima de 1200 |
| (a) Valor máximo das médias horárias obtidas nos períodos compreendidos entre 18h e 21h.<br>(b) Valores para velocidades regulamentadas por Lei. | |
| NOTA Para vias com tráfego menor do que 150 veículos por hora, consideram-se as exigências mínimas do grupo (L) e, para vias com tráfego muito intenso, superior a 2400 veículos por hora, consideram-se as exigências máximas do grupo (I). | |

Tabela 2 – Tabela do Fluxo do Tráfego de Pedestres (a) em Vias Públicas (NBR-5101/2012, modificada)

| **Classificação** | **Pedestres cruzando vias com tráfego motorizado** |
|---|---|
| Sem tráfego (S) | Como nas vias arteriais |
| Leve (L) | Como nas vias residenciais médias |
| Médio (M) | Como nas vias comerciais secundárias |
| Intenso (I) | Como nas vias comerciais principais |
| (a) O projetista deve levar em conta esta tabela, para fins de elaboração do projeto. | |

Por meio da categorização do fluxo, é estabelecida uma relação entre a função da via e seu fluxo para definir uma iluminação (Tabelas 3 e 4) que atenda a iluminância média e o fator de uniformidade mínimo necessários para o uso viário em questão (Tabelas 5, 6 e 7).

Tabela 3 – Classes de iluminação para cada tipo de via

| **Descrição da via** | **Fluxo do Tráfego Motorizado** | **Classe de iluminação** |
|---|---|---|
| Vias de trânsito rápido; vias de alta velocidade de tráfego, com separação de pistas, | Intenso | V1 |

| | | |
|---|---|---|
| sem cruzamentos em nível e com controle de acesso; vias de trânsito rápido em geral; Autoestradas. | Médio | V2 |
| 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 | V1 |
| | Médio | V2 |
| Vias coletoras; vias de tráfego importante; vias radiais e urbanas de interligação entre bairros, com tráfego de pedestres elevado. | Intenso | V2 |
| | Médio | V3 |
| | Leve | V4 |
| Vias locais; vias de conexão menos importante; vias de acesso residencial | Médio | V4 |
| | Leve | V5 |

Tabela 4 – Classes de iluminação para cada tipo de via

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

Tabela 5 – Iluminância média e uniformidade para cada classe de iluminação

| Classe de iluminação | Iluminância média ($E_{med}$) lux | Fator de uniformidade mínimo $U = E_{min}/E_{med}$ |
|---|---|---|
| V1 | 30 | 0,4 |
| V2 | 20 | 0,3 |
| V3 | 15 | 0,2 |
| V4 | 10 | 0,2 |
| V5 | 5 | 0,2 |

Tabela 6 – Iluminância média e fator de uniformidade mínimo para cada classe de iluminação

| Classe de iluminação | Iluminância média ($E_{med}$) lux | Fator de uniformidade mínimo $U = E_{min}/E_{med}$ |
|---|---|---|
| P1 | 20 | 0,3 |
| P2 | 10 | 0,25 |
| P3 | 5 | 0,2 |
| P4 | 3 | 0,2 |

Tabela 7 – Travessias de pedestres

| Classe de iluminação | Iluminância média horizontal na faixa de pedestres $Eh_{med}$ |
|---|---|
| V1 | 52,5 |
| V2 | 35 |
| V3 | 26,25 |
| V4 | 17,5 |
| V5 | 10 |

## 3.4 Caracterização da área

De acordo com o portal da transparência, em dezembro de 2017 foi aberta pela Secretaria Municipal de Infraestrutura uma licitação para a contratação de uma empresa de engenharia para a execução de serviços de eficientização da iluminação, através da substituição de luminárias de vapor metálica e vapor de sódio por luminárias LED em diversos bairros e avenidas na cidade de João Pessoa.

Isto foi feito visando à diminuição dos custos com consumo energético e manutenção, sabendo que elas possuem uma maior vida útil e não possuem mercúrio em sua composição, nem emitem radiação UV, altamente prejudiciais ao meio ambiente. É previsto por Justin Gerdes, no Forbes Media (GERDES, 2013),

uma redução de 63% na economia da conta de energia de Los Angeles (CA, EUA), por fazer em 2013 a troca de mais de 140 mil pontos de iluminação pública para LED (MADDOX, 2016).

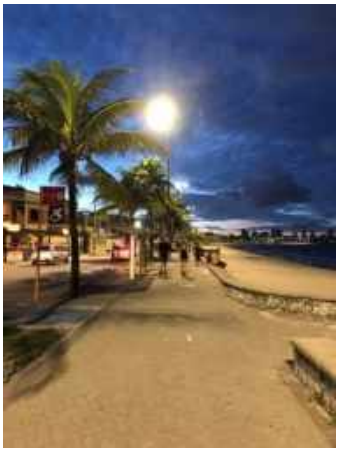
Segundo consulta no corpo da Seinfra, as Avenidas Almirante Tamandaré e João Maurício (avenidas da orla de João Pessoa em Tambaú e Manaíra, respectivamente) tinham lâmpadas de vapor metálico de 400W, que foram substituídas por luminárias LED de 300W, infelizmente não conseguimos mais informações sobre as demais características das fontes luminosas.

Os Postes são unilaterais, como visto nas imagens e no esquema abaixo (Fig. 5, 6, 7, 8 e 9) e possuem 17 m de altura, com três pétalas, sendo uma voltada para o mar e duas para a cidade à aproximadamente 14m do chão. Um dos postes no trecho 02 (Manaíra) estava com uma das lâmpadas queimadas como vemos na figura 7.



Figura 5 – Foto panorâmica noturna do trecho 01







Figuras 6,7 e 8 – Fotos noturnas do trecho 02



Figura 9 – Foto panorâmica noturna do trecho 02

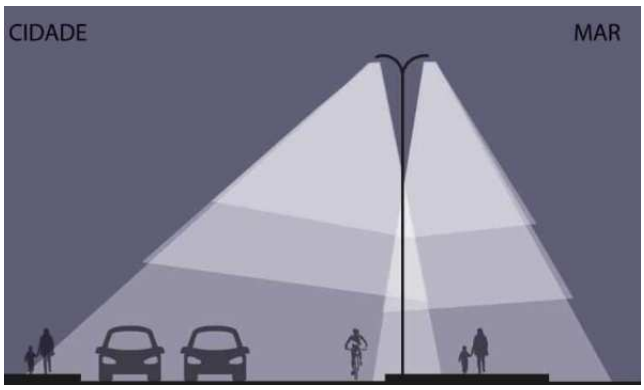


Figura 10 – Esquema do alcance das luminárias no trecho 01 na Av. Alm. Tamandaré

## 4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

A Avenida João Maurício e a Almirante de Tamandaré são as vias que margeiam a orla nos bairros de Manaíra e Tambaú respectivamente. Elas são classificadas como vias urbanas coletoras, por estarem dentro dos limites municipais de João Pessoa e por serem destinadas a coletar o trânsito mais intenso e distribui-lo com velocidade máxima de 40km/h e são vias de tráfego importante de interligação entre bairros, com tráfego de pedestres elevado. O fluxo motorizado é considerado tráfego médio, segundo a tabela 01, pois foi registrada uma média entre 943 e 1.069 veículos motorizados por hora nas Av. Alm Tamandaré e João Maurício, respectivamente. Logo são classificadas como V3 como indicado na tabela 03.

O tráfego de pedestres é configurado como calçadão, sendo assim, intenso e classificado como P1 na tabela 04.

Depois das medições, os dados obtidos em cada trecho, foram colocados em tabelas juntamente com o que a norma regulamentava, para mais rápida assimilação, a tabela 8 e 9 contêm os dados referentes ao trecho 01 e 02, respectivamente.

Tabelas 8 e 9 – Iluminância média e fator de uniformidade mínimo para cada tipo de via do trecho 01 e 02, respectivamente em comparação com o que a norma pede

| | **Norma** | | **Medição *in loco*** | |
|---|---|---|---|---|
| Classificação | $E_{med}$ | *U* | $E_{med}$ | *U* |
| P1 | 20 | 0,3 | 80 | 0,36 |
| V3 | 15 | 0,2 | 52,5 | 0,55 |
| P1 | 20 | 0,3 | 29 | 0,89 |

| | **Norma** | | **Medição *in loco*** | |
|---|---|---|---|---|
| Classificação | $E_{med}$ | *U* | $E_{med}$ | *U* |
| P1 | 20 | 0,3 | 59 | 0,3 |
| V3 | 15 | 0,2 | 59,5 | 0,22 |
| Travessia em V3 | 26,25 | - | 17,4 | - |
| P1 | 20 | 0,3 | 31,5 | 0,67 |

Na tabela 8, vemos que a iluminação está de 0,45 a 3 vezes maior do que o necessário nos passeios e 2,5 vezes na pista de rolamento. Com fator de uniformidade de 0,2 a 1,96 vezes maior do que o exigido.

E analisando a tabela 09, vemos que a iluminação está de 0,57 a 1,95 maior do que o necessário nos passeios, 2,96 vezes na pista de rolamento nos levando a crer que a luminária queimada não é necessária para o projeto, o que faria dele um projeto superdimensionado.

No entanto, no trecho 02, a travessia está 0,50 vezes menor do que deveria. Mas foi percebido que alguns aspectos específicos neste trecho são os causadores dessa inadequação na faixa de pedestres e não o dimensionamento insuficiente das lâmpadas. Pois na faixa verde existem muitas palmeiras, uma delas está bem próxima à faixa de pedestres e a falta de compatibilidade entre os galhos desta e a iluminação, gera um sombreamento intenso em um trecho que precisava de muita iluminância. E além disto, uma das lâmpadas do poste está queimado, mas não é a ausência desta que leva a zona de sombra, já que se supuséssemos uma iluminação sem a palmeira, trocando os dois pontos mais próximos por 18 lux, a nova $E_{med}$ da faixa seria de

21 lux, ficando apenas ¼ abaixo do que seria necessário ao seu uso adequado. Nos fazendo supor que se a luminária queimada estivesse funcionando, a iluminância seria adequada, porém só poderíamos afirmar com mais certeza som um estudo de simulação.

## 5. CONCLUSÕES

O uso do LED pressupõe um gasto energético menor, além de custos reduzidos de manutenção. Entretanto, a tônica de 'quanto mais luz melhor' ainda é predominante no contexto brasileiro.

Ao analisarmos a troca da iluminação de vapor metálico por LED, percebe-se a diminuição da potência instalada (de 400W para 300W), ocasionando uma considerável economia à longo prazo.

Entretanto, a NBR-5101/2012 determina parâmetros satisfatórios ao bom usufruto do espaço público de maneira quantitativa, tanto para pedestres quanto para veículos. E durante o trabalho constatou-se o mau dimensionamento dos trechos analisados.

Em parte, este problema pode ser devido à disposição unilateral das luminárias e das alturas dos postes, que, por estarem em uma única calçada, precisam de potências maiores para atingir a área de iluminação desejada, enquanto a escala do pedestre é deixada em segundo plano.

Outras medidas como redistribuir as três pétalas existentes entre postes mais baixos que conciliassem interferências com outros elementos - vegetação, por exemplo - possibilitariam uma adequação melhor à escala do pedestre, além de diminuir a poluição luminosa, ao diminuir a área de reflexão da luz nas partículas espalhadas na atmosfera.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS


ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 5101: iluminação pública: procedimento. Rio de Janeiro: ABNT,2012.

GODOY, Plinio; CANDURA, Paulo. Iluminação Pública: conceitos e analises de caso. São Paulo: Editora VJ, 2009. 176p.

FERNANDES, Ítalo Pereira. Iluminação Urbana e de monumentos: proposta de um anteprojeto de iluminação para o Largo de São Frei Pedro Gonçalves. 2013. 59f. Monografia (Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Arquitetura e Urbanismo) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.

GERDES, Justin. Los Angeles Completes World's Largest LED Street Light Retrofit. Forbes, 31 Jul. 2013. Disponível em: https://www.forbes.com/sites/justingerdes/2013/07/31/los-angeles-completes-worlds-largest-led-street-lightretrofit/#3c0724 2b1f6e. Acesso em: 27 mar. 2019.

MADDOX, Tenna. Smart streetlights are saving Los Angeles big Money and becoming becoming a cornerstone of their smart city initiative by improving the infrastructure for traffic, mobile broadband, EVs, and public safety. TechRepublic, 07 Jul. 2016. Disponível em: https://www.techrepublic.com/article/how-la-is-now-saving-9m-a-year-with-led-streetlights-and-converting-them-into-ev-charging-stations/. Acesso em: 27 mar. 2019.