ANÁLISE DA ILUMINAÇÃO PÚBLICA DE VIAS DE VITÓRIA (ES) COM INTERFERÊNCIA DA VEGETAÇÃO

FERREIRA, Stéfany Eler[1] (stefanyelerferreira@gmail.com); OLIVEIRA, Adriel Estevão Machado de[1](adrieloliveiraes@gmail.com); MAIOLI, Ricardo Nacari1 (ricardo.nacari@faesa.br)
[1] Centro Universitário FAESA (FAESA), Brasil

Palavras-chave: Arborização. Iluminação pública. Obstrução. Sombreamento. Medição.

Resumo

A iluminação pública é essencial para melhorar a qualidade de vida nas cidades, garantindo segurança, prevenindo crimes e promovendo atividades noturnas. O interesse na iluminação urbana aumentou devido às mudanças na utilização dos espaços públicos durante a noite. No entanto, a vegetação próxima às fontes de luz pode prejudicar a eficácia da iluminação, causando obstruções, sombreamento e reflexos indesejados. Portanto, é importante considerar a localização e o manejo adequado da vegetação para garantir uma iluminação pública eficiente. O objetivo principal do artigo é analisar, por meio de medições, os níveis de iluminância e uniformidade em vias públicas de diferentes bairros de Vitória (ES) com a presença de obstrução da arborização urbana na distribuição de luz. Para isso, foi realizada uma seleção de trechos de vias para análise e medição em diferentes ruas de 4 bairros da cidade, com uma malha de pontos de medição nas faixas das vias e calçadas, conforme NBR 5101 (2018). Os resultados revelam que cada bairro apresenta particularidades que influenciaram a iluminação pública e que a arborização afetou negativamente a distribuição de luz nas vias e calçadas analisadas, provocando contrastes excessivos e níveis insuficientes de iluminâncias. Estima-se um grande potencial para melhoria da eficiência do sistema de iluminação pública devido a quantidade de postes implantados próximos à arborização urbana. O trabalho destaca a importância da realização de estudos e planejamentos adequados para melhoria e eficiência do sistema de iluminação urbana e não a simples substituição das luminárias existentes por tecnologia de LED, como vem sendo praticado na região de estudo.

1 INTRODUÇÃO

A iluminação elétrica mudou o tempo e as horas de vida normal diurna. Antes da iluminação pública barata, limpa e eficiente, poucas atividades eram possíveis de serem realizadas no espaço público à noite (Mascaró, 2006). A iluminação artificial noturna nas áreas urbanas representou uma expressiva mudança das características do meio ambiente, proporcionando luz para locais antes não iluminados no período noturno (Gaston et al., 2014). Além disso, a iluminação pública é responsável por 10% do consumo de energia elétrica do setor de serviços no Brasil (EPE, 2022). O controle das fontes de energia tem sido, através da história, a base do desenvolvimento das civilizações, e a Iluminação Pública, essencial à qualidade de vida nas cidades, está diretamente ligada à segurança pública, pois, previne a criminalidade, efetua monitoramento eletrônico em áreas de risco e violência, embeleza as áreas urbanas, destaca e valoriza monumentos, prédios, praças, paisagens e permite um melhor aproveitamento das áreas de lazer (Santana, 2010).

O crescente interesse pela iluminação urbana nos últimos anos deve-se principalmente às mudanças na forma como os espaços públicos são utilizados durante a noite. A iluminação urbana torna a cidade contemporânea viva e vibrante após o anoitecer, garantindo requisitos básicos de segurança para as pessoas, mas também permitindo a inclusão social e a integração no uso da

cidade. A iluminação urbana deveria ser focada nas experiências humanas com qualidade social e responsabilidade envolvida (Rosso, 2012) e deve garantir um uso igual e livre da cidade para todos os cidadãos, independentemente de seu status social e condições físicas (LUCI, 2007). Entretanto, a iluminação artificial dos espaços públicos deve ser feita com de forma criteriosa e exige certos cuidados para não trazer prejuízos para os usuários dessas áreas no período noturno.

Quando mal utilizada, a iluminação pode provocar problemas para os seres humanos e o meio ambiente e, com isso, pode ser considerada uma forma de poluição (Boyce, 2014). Algumas cidades brasileiras estão passando por um superdimensionamento dos seus sistemas na troca das luminárias antigas por modelos de LED, contribuindo para maior desperdício de energia e gastos públicos (Nepomuceno et al., 2019; Maioli et al., 2022). Existe uma tendência por parte dos governos para aumentar os níveis de iluminação, mesmo economizando energia, em razão da alta eficiência luminosa das luminárias de LED, que substituíram os sistemas de iluminação anteriores nas cidades (Green et al., 2022). Tais fatores contribuem para o agravamento da poluição luminosa, definida como a soma dos efeitos adversos da luz artificial (CIE, 2020).

Um ponto que merece atenção na iluminação pública é a presença de obstáculos para a luz proveniente das luminárias, afetando a sua distribuição na rua. Para evitar tal fato, a NBR 5101 (ABNT, 2018) apresenta condições adequadas para garantia da distribuição do fluxo luminoso das fontes de luz sem interferência. Quando árvores ou outros tipos de vegetação estão localizados próximos à fonte de iluminação ou entre esta e a superfície a ser iluminada (Figura 1), podem ocorrer obstruções do fluxo luminoso proveniente da luminária e provocar sombreamento parcial das ruas e calçadas, resultando em áreas com iluminância insuficiente ou com grandes contrastes.



Figura 1. Exemplos de postes com luminárias passíveis de obstrução da luz pela arborização.

Esse tipo de situação inadequada na distribuição da luz pode provocar acidentes (Boyce, 2014) e deve ser evitado. Portanto, o cuidado com a localização e o manejo adequado da vegetação é essencial para garantir a eficácia da iluminação pública. Este artigo explora o impacto da vegetação sobre o desempenho da iluminação pública em alguns trechos de ruas de Vitória/ES. A

relevância da investigação se dá pela expressiva quantidade de árvores localizadas próximas aos postes de iluminação pública identificados na cidade.

2 OBJETIVO

Este artigo, fruto dos resultados inicias de uma iniciação científica, tem como objetivo avaliar, através de medições, os níveis de iluminância registrados em trechos de vias públicas de diferentes bairros da Grande Vitória, cuja arborização urbana interfere na distribuição do fluxo luminoso das luminárias dos postes de iluminação pública.

3 METODOLOGIA

A investigação se configura como uma pesquisa de campo e, quanto à natureza dos dados, é classificada como quantitativa (Gil, 2021), produzindo dados a partir de medições *in loco,* para em seguida analisá-los. Para isso, o método foi dividido em 3 partes:

3.1 Seleção de ruas e trechos para medição

Foram selecionados quatro bairros da cidade de Vitória (ES) em função da configuração de vias com diferentes características, da proximidade com a instituição promotora desta pesquisa, facilitando o deslocamento dos envolvidos e pelo menor fluxo e velocidade de veículos, proporcionando uma coleta de dados mais segura. Cada bairro foi representado por três ruas distintas, totalizando um conjunto de 12 ruas diferentes. A Figura 2 ilustra os bairros medidos, sendo o bairro Bento Ferreira identificado em contorno vermelho, o bairro Ilha de Santa Maria em azul, o bairro de Lourdes em verde e o bairro Consolação em roxo.



Figura 2. Identificação dos bairros no contexto de Vitória (ES).

3.2 Seleção de equipamentos e definições para medição:

Foi utilizado o luxímetro digital Instrutherm LD-550 calibrado para realizar as medições *in loco*, que ocorreram diferentes dias e em horários e sem a presença de luz natural proveniente da abóboda celeste ou de outras importantes fontes de luz capazes de interferir significativamente nos dados. Para a medição, o equipamento era posicionado diretamente sobre a superfície horizontal.

3.3 Execução da medição

Para a realização dessa etapa, foi feita uma malha de verificação dos pontos de medição nas ruas, divididas em 5 linhas transversais e 3 linhas horizontais em cada faixa, de um poste a outro, conforme indicado pela NBR 5101 (ABNT, 2018). A distância entre os postes era variável nos trechos selecionados e cada rua foi subdividida de acordo com seu tamanho específico. Além da medição da malha de pontos na via, foi feita realizada a medição nas duas calçadas (A e B) através de uma linha central à largura da calçada, que também foi dividida em 5 pontos de medição no sentido longitudinal. A calçada “A” corresponde à mesma calçada dos postes, enquanto a calçada “B” está localizada do outro lado da via.

Os dados coletados forneceram informações sobre os valores de iluminância média (Emed) e fator de uniformidade (U) em quatro seções: "Calçada A", "Faixa de Rolamento A", "Faixa de Rolamento B" e "Calçada B". Todos os trechos de rua selecionados para medição apresentavam parte da iluminação obstruída pela vegetação. Para uma análise mais detalhada, foram considerados os requisitos estabelecidos pela referida norma técnica. Com base nesses requisitos, os valores medidos foram comparados para verificar se a iluminação nas vias está de acordo com os padrões recomendados de iluminância e uniformidade.

4 RESULTADOS

Conforme NBR 5101 (ABNT, 2018), considerando o aumento do fluxo de veículos em determinados horários, foi definida a categoria V4 de vias locais com volume de tráfego médio para os trechos analisados. A norma estabelece requisitos de iluminância média mínima de 10 lux e o fator de uniformidade mínimo de 0,2 para essa categoria. Para as vias destinadas aos pedestres, a classificação do tráfego foi definida como média, considerando o fluxo nos horários de pico. A classe de iluminação foi identificada como P3, que diz respeito às vias de uso noturno moderado por pedestres. A norma ainda estabelece 5 lux de iluminância média e 0,2 como fator de uniformidade mínimo para este tipo de via. Para permitir o mínimo de orientação, a norma estabelece o valor mínimo de 1 lux sobre a superfície da via.

4.1 Bairro Bento Ferreira

As vias da região são largas em relação aos demais bairros analisados, mas o tráfego de veículos e pedestres é reduzido. A presença de vegetação é significativa em alguns trechos das vias, que possuem postes em seus dois 2 lados. Muitos postes encontrados na região estão instalados próximos à vegetação. Foi realizada a medição para análise dos níveis de iluminância em um trecho das ruas Francisco Rubim, Henrique Rosetti e Chafic Murad. A análise dos dados revelou variações nos níveis de iluminância em função da presença da obstrução da copa das árvores. Em geral, os valores aferidos estavam em acordo com a recomendação da NBR 5101 (ABNT, 2018), com algumas exceções (Figura 3).

Rua Francisco Rubim

	Poste	1/4 distância	2/4 distância	3/4 distância	Poste	E*med*	U
Calçada A	1,7	10,4	10,4	15,9	3,9	8,5	0,2
Faixa de rolamento A	48,5	17,9	17,1	16,8	47,0	26,3	0,31
	56,1	22,1	26,0	27,7	65,0		
	17,5	24,2	41,5	32,8	43,8		
Faixa de rolamento B	13,3	23,0	40,5	31,6	27,3		
	11,2	16,8	19,0	20,3	22,0		
	9,8	8,2	15,5	11,9	14,3		
Calçada B	7,0	4,0	1,5	7,6	7,3	5,5	0,27

Rua Henrique Rosetti

	Poste	1/4 distância	2/4 distância	3/4 distância	Poste	E*med*	U
Calçada A	13,7	10,5	5,5	10,2	21,9	12,4	0,44
Faixa de rolamento A	46,5	3,2	3,5	16,2	42,8	18,1	0,17
	49,3	3,5	6,3	19,7	58,9		
	39,3	5,1	8,0	19,2	46,2		
Faixa de rolamento B	21,9	5,0	10,1	14,5	22,6		
	14,8	14,2	8,4	10,8	15,9		
	10,6	4,3	7,2	5,7	9,9		
Calçada B	3,7	3,2	0,7	1,7	2,6	2,4	0,29

Rua Chafic Murad

	Poste	1/4 distância	2/4 distância	3/4 distância	Poste	E*med*	U
Calçada A	2,4	5,0	3,9	1,0	19,5	6,4	0,15
Faixa de rolamento A	7,9	12,5	7,2	7,8	33,0	27,6	0,26
	30,0	20,6	15,0	23,8	54,7		
	29,2	25,0	31,6	32,6	45,3		
Faixa de rolamento B	23,8	24,3	51,0	39,7	37,0		
	16,2	22,4	44,5	36,7	32,0		
	15,1	16,8	34,0	28,3	29,4		
Calçada B	9,8	11,5	21,0	20,8	27,9	18,2	0,53

Figura 3. Nível de iluminância nos pontos de medição, Iluminância horizontal média (E*med*) e fator de uniformidade (U) das três ruas pesquisadas no bairro Bento Ferreira.

Nas medições feitas no bairro, a Calçada A da rua Chafic Murad e faixa de rolamento da rua Henrique Rosseti apresentaram uniformidade em desacordo com a norma. A calçada B desta última via não alcançou a iluminância média recomendada e com um ponto medido abaixo de 1 lux.

4.2 Bairro de Lourdes

Neste bairro, verificou-se que os postes de iluminação foram localizados em apenas um lado da via e ainda não utilizam lâmpadas LED. A presença de vegetação ao redor dos postes foi identificada como uma obstrução significativa que compromete a eficiência da iluminação pública, reduzindo sua intensidade e alcance.

Ao analisar os dados das ruas Doutor Lauro Faria Santos, Nossa Senhora das Graças e Flávio Abaurre, foram observadas diferenças significativas nos níveis de iluminância registrados entre as vias (Figura 4). Na rua "Doutor Lauro Faria Santos", as medições indicaram a adequação dos níveis de iluminância em todas as áreas analisadas, tanto nas calçadas quanto na faixa de rolamento. O fator de uniformidade se apresentou abaixo de 0,2 apenas na calçada A, sugerindo uma distribuição irregular da iluminação ao longo da via. Na rua "Nossa Senhora das Graças", alguns valores de iluminância foram extremamente baixos tanto nas calçadas quanto na faixa de rolamento. Isso fez com que o fator de uniformidade também fosse muito baixo, indicando uma

distribuição ainda mais irregular da iluminação. Já na rua "Flávio Abaurre", as medições mostraram valores de iluminância média em acordo com a norma, tanto nas calçadas e quanto nas faixas de rolamento. Entretanto, pelo registro de muitos pontos abaixo de 1 lux, o fator de uniformidade também foi baixo, indicando uma distribuição desigual da iluminação.

Rua Doutor Lauro Faria Santos

	Poste	1/4 distância	2/4 distância	3/4 distância	Poste	*Emed*	U
Calçada A	1,3	8,3	9,3	12,5	2,8	6,9	0,19
Faixa de rolamento A	19,5	9,4	10,3	15,4	20,6	20,6	0,32
	23,9	9,7	10,8	18,3	23,1		
	30,7	10,4	8,4	19,9	27,6		
Faixa de rolamento B	36,0	13,0	8,8	20,6	36,9		
	39,3	14,6	8,7	18,4	42,8		
	41,0	12,2	6,6	17,3	43,2		
Calçada B	35,3	14,1	9,4	17,9	42,0	23,7	0,39

Rua Nossa Senhora das Graças

	Poste	1/4 distância	2/4 distância	3/4 distância	Poste	*Emed*	U
Calçada A	1,0	0,1	0,1	3,3	0,4	1,0	0,07
Faixa de rolamento A	21,8	0,3	0,1	4,7	35,9	13,5	0,01
	22,7	0,3	0,4	5,4	35,1		
	24,1	1,3	0,9	6,5	36,1		
Faixa de rolamento B	24,5	3,9	1,0	6,2	35,5		
	23,2	6,9	1,5	7,2	32,9		
	20,3	6,1	1,0	10,0	30,1		
Calçada B	9,6	0,4	1,1	7,9	21,0	8,0	0,04

Rua Flávio Abaurre

	Poste	1/4 distância	2/4 distância	3/4 distância	Poste	*Emed*	U
Calçada A	0,5	2,5	2,6	15,3	70,1	18,2	0,02
Faixa de rolamento A	29,3	3,5	0,9	14,4	65,1	23,2	0,03
	32,7	4,3	1,4	13,3	70,1		
	33,7	4,4	2,8	11,4	81,4		
Faixa de rolamento B	27,8	4,3	2,7	7,8	78,8		
	22,5	3,6	2,5	7,0	72,5		
	19,0	3,8	2,4	6,4	65,9		
Calçada B	1,8	0,7	1,6	0,9	62,9	13,6	0,05

Figura 4. Nível de iluminância nos pontos de medição, Iluminância horizontal média (E*med*) e fator de uniformidade (U) das três ruas pesquisadas no bairro de Lourdes.

4.3 Bairro Ilha de Santa Maria

Nos trechos selecionados, observou-se que os postes de iluminação estão localizados em ambos os lados das vias, proporcionando uma distribuição mais uniforme da iluminação. Os dados das medições de iluminância ao longo das ruas João Bastos Vieira, João Santos Filho e Maria de Lourdes Garcia também indicam variações na iluminância em diferentes áreas (Figura 5). As calçadas e vias da região apresentam valores adequados de iluminância. Apenas a faixa de rolamento da Avenida João Sarmento Filho e a Calçada A da Rua Maria de Lourdes Garcia apresentaram uniformidade abaixo dos níveis recomendados. Os trechos analisados alcançaram a maior média de iluminância geral dentre os bairros estudados.

Rua João Bastos Ferreira							
	Poste	1/4 distância	2/4 distância	3/4 distância	Poste	*Emed*	U
Calçada A	5,0	13,4	8,8	10,6	5,4	8,6	0,2
Faixa de rolamento A	36,5	14,1	11,4	11,3	37,5	29,3	0,31
	54,4	20,1	10,2	13,8	47,3		
	70,2	23,9	13,6	16,2	64,9		
Faixa de rolamento B	56,4	21,4	12,1	15,5	54,9		
	49,4	20,6	11,7	15,2	52,1		
	40,8	16,8	10,2	14,4	42,4		
Calçada B	22,4	9,4	7,8	11,8	25,4	15,3	0,27

Avenida João Santos Filho							
	Poste	1/4 distância	2/4 distância	3/4 distância	Poste	*Emed*	U
Calçada A	6,3	15,2	6,3	6,4	3,2	7,5	0,44
Faixa de rolamento A	73,0	20,1	8,5	8,5	49,9	25,3	0,17
	80,7	22,4	5,8	10,2	55,5		
	71,8	21,5	5,2	10,9	48,8		
Faixa de rolamento B	26,8	16,9	25,7	9,8	19,8		
	20,4	15,7	29,1	9,8	14,7		
	14,3	12,4	28,9	7,4	15,1		
Calçada B	7,3	6,8	1,4	6,5	19,4	8,3	0,29

Rua Maria de Lourdes Garcia							
	Poste	1/4 distância	2/4 distância	3/4 distância	Poste	*Emed*	U
Calçada A	1,5	7,7	3,9	7,5	10,4	6,2	0,15
Faixa de rolamento A	41,5	9,3	5,6	15,8	35,3	23,6	0,26
	44,8	12,1	7,0	12,7	41,0		
	35,2	14,9	21,7	24,2	35,1		
Faixa de rolamento B	30,9	16,1	23,9	26,1	24,5		
	25,8	14,8	47,3	23,8	19,7		
	22,5	10,8	36,9	18,4	10,9		
Calçada B	14,7	5,7	14,6	10,2	6,3	10,3	0,53

Figura 5. Nível de iluminância nos pontos de medição, Iluminância horizontal média (E*med*) e fator de uniformidade (U) das três ruas pesquisadas no bairro Ilha de Santa Maria.

4.4 BAIRRO CONSOLAÇÃO

A análise dos dados de iluminância ao longo das ruas do bairro Consolação revela variações significativas nas medições. As seções Calçada A, Faixa de Rolamento A e Calçada B apresentam diferentes níveis de iluminância média e fator de uniformidade. A distribuição desigual da iluminação é observada, com áreas mais bem iluminadas e outras mais escuras. A rua "Antônio Aleixo" também demonstra variações nos valores de iluminância média e fator de uniformidade em suas seções.

É importante destacar que foram registrados valores abaixo de 1 lux nas calçadas das 3 ruas analisadas, fator que pode provocar acidente aos transeuntes (Figura 6). Foi observado no local que os postes de iluminação foram posicionados em apenas um lado das vias, estreitas e de fluxo unidirecional, com movimentação de veículos e pedestres e interferência da vegetação na iluminação. Dos bairros analisados, este alcançou a menor média geral das vias e uma das calçadas de cada via não alcançou a média sugerida pela norma técnica.

Rua Desembargador José Batalha

	Poste	1/4 distância	2/4 distância	3/4 distância	Poste	E*med*	U
Calçada A	8,8	6,9	3,8	3,8	0,8	4,8	0,16
Faixa de rolamento A	20,3	11,6	7,0	10,6	16,0	16,6	0,41
	24,7	12,3	6,9	12,2	23,2		
	27,4	15,4	7,5	12,0	28,3		
Faixa de rolamento B	28,4	13,7	9,2	12,9	31,2		
	25,2	11,9	8,9	12,7	28,9		
	21,8	12,5	8,8	13,1	23,4		
Calçada B	16,7	10,3	8,3	10,6	15,7	12,3	0,67

Rua Pedro Botte

	Poste	1/4 distância	2/4 distância	3/4 distância	Poste	E*med*	U
Calçada A	0,9	4,9	2,9	3,4	0,5	2,5	0,21
Faixa de rolamento A	16,7	7,8	5,5	8,0	14,8	16,4	0,27
	24,0	11,4	7,1	9,4	21,7		
	28,2	11,0	7,9	11,8	25,9		
Faixa de rolamento B	30,3	11,2	8,5	13,3	28,4		
	28,4	12,0	7,7	14,4	25,4		
	26,5	12,4	4,5	14,9	42,4		
Calçada B	18,8	10,3	4,4	10,9	18,6	12,6	0,34

Rua Antônio Aleixo

	Poste	1/4 distância	2/4 distância	3/4 distância	Poste	E*med*	U
Calçada A	2,2	2,8	1,6	1,1	0,5	1,6	0,32
Faixa de rolamento A	16,8	6,2	4,6	11,9	14,1	14,8	0,25
	25,8	3,8	5,5	13,7	14,3		
	31,0	4,5	5,7	14,4	23,5		
Faixa de rolamento B	31,9	8,2	6,3	16,0	25,6		
	28,5	9,0	7,3	15,0	24,4		
	24,1	9,2	8,1	14,0	21,6		
Calçada B	18,6	9,7	9,4	9,6	18,0	13,1	0,72

Figura 6. Nível de iluminância nos pontos de medição, Iluminância horizontal média (E*med*) e fator de uniformidade (U) das três ruas pesquisadas no bairro Consolação.

5 DISCUSSÃO

Com área pouco maior que 97 km², o parque de iluminação pública de Vitória é formado por 33,5 mil pontos de iluminação pública, dos quais 68,7% são compostos por lâmpadas de vapor de sódio e 31,3% por lâmpadas com tecnologia de LED (BNDES, 2023). Tal fato corrobora a informação de que ainda há um grande potencial de substituição das luminárias por LED e que é necessário um estudo mais criterioso a fim de otimizar esse sistema. Conforme observado na pesquisa, os trechos medidos obtiveram valores influenciados pela obstrução da vegetação, quando deveriam ter uma distribuição mais simétrica do seu fluxo luminoso em relação ao eixo do trecho analisado, referente à metade da distância entre os postes. Contudo, em alguns pontos verificou-se uma diferença de níveis de iluminância acima de 95% entre pontos equivalentes horizontalmente, mas simétricos em relação ao eixo vertical das tabelas apresentadas. 18 pontos medidos, ou seja, 3,7%, alcançaram níveis inferiores a 1 lux, comprometendo a capacidade visual dos usuários do espaço público, em desacordo com as recomendações da NBR 5101 (ABNT, 2018).

Mesmo com a obstrução parcial da iluminação em todos os trechos medidos, a iluminância média foi superior à recomendação da norma, indicando um superdimensionamento do sistema, conforme observado em pesquisas como Nepomuceno et al. (2019) e Maioli et al. (2022). Como sugestão para análises futuras, recomenda-se a investigação de trechos dessas vias onde não há obstrução do fluxo luminoso das luminárias e para uma possível comparação dos dados.

No bairro Bento Ferreira, foi constatada a presença de postes de iluminação instalados nos dois lados da via, contribuindo para uma distribuição mais uniforme da luz, mas a presença abundante de vegetação ao redor dos postes representa um desafio e sugere medidas adequadas de manutenção. Já no Bairro de Lourdes, ficou evidente a limitação da distribuição de luz em função dos postes instalados em apenas um lado da via e equipados com lâmpadas de descarga. Neste caso, a obstrução da arborização foi mais significativa nos níveis de iluminância e na uniformidade e torna necessária uma melhor análise do sistema. As vias do bairro Ilha de Santa Maria se caracterizaram pelo maior superdimensionamento do sistema de iluminação. O Bairro Consolação, mesmo com a presença de postes de iluminação em apenas um lado da avenida e vias estreitas, destacou-se pela melhor média de uniformidade das vias, mas o ponto negativo é o nível de iluminância das calçadas em um dos lados da via, abaixo da recomendação técnica.

6 CONCLUSÕES

A partir das informações coletadas, foi possível concluir que as áreas estudadas possuem particularidades que demandam atenção no projeto de iluminação pública e que necessitam de estratégias para minimizar a assimetria na distribuição da luz, garantir visibilidade adequada e reduzir interferências indesejadas pela vegetação. A copa das árvores se apresentou como um potencial elemento capaz de obstruir parte do fluxo luminoso proveniente da iluminação pública e provocar grandes contrastes, níveis insuficientes de iluminâncias e uma desunifomização da distribuição da luz, provocando níveis insuficientes de iluminação em alguns dos pontos medidos. Cabe destacar que a supressão das árvores nas vias para melhoria da iluminação pública não é uma solução interessante, pois elas contribuem para o conforto térmico e bem-estar dos usuários da cidade, caracterizada por um clima quente e úmido. Deve-se planejar melhor as vias públicas para que possa haver uma integração entre a arborização e o sistema de iluminação pública, conforme indicado por Mascaró (2006).

Mesmo com os sistemas de iluminação sofrendo obstrução, contribuindo para a redução do valor médio de iluminância da via, foram identificadas médias muito acima do valor recomendado pela NBR 5101 (ABNT, 2013), alcançando, em um dos casos, média 193% superior. Em todos os trechos observados foi observado o superdimensionamento do sistema. Tais fatos contribuem para a ocorrência de poluição luminosa, para o desperdício de energia do município e para o aumento do impacto ambiental provocado pelo sistema de iluminação.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2018). NBR 5101: Iluminação Pública: Procedimento. Rio de Janeiro.

Empresa de Pesquisa Energética. (2022). Atlas de Eficiência Energética do Brasil 2022. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/atlas-de-eficiencia-energetica-brasil-2022>.

Banco Nacional de Desenvolvimento. (2022). BNDES e Vitória (ES) assinam contrato para estruturar concessão da iluminação pública da cidade. Disponível em:

<https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/imprensa/noticias/conteudo/bndes-e-vitoria-es-assinam-contrato-para-estruturar-concessao-da-iluminacao-publica-da-cidade>

Boyce, P. R. (2014). Human Factors in Lighting. 3.ed. New York: Taylor & Francis Group.

CIE – Comission internacionale de l'eclairage. (2020). ILV: International Lighting Vocabulary. 2nd edition. CIE S 017, 2020. Disponível em: <https://cie.co.at/e-ilv>. Acesso em: 02 jun. 2023.

Gaston, K. J.; Duffy, J. P.; Gaston, S.; Bennie, J.; Davies, T. W. (2014). Human alteration of natural light cycles: causes and ecological consequences. Oecologia, v. 176, p. 917-931. doi: https://doi.org/10.1007/s00442-014-3088-2.

Gil, A. C. (2021). Como elaborar projetos de pesquisa. 6. ed. São Paulo: Atlas.

Green, R. F.; Luginbuhl, C. B.; Wainscoat, R. J.; Duriscoe, D. (2022). The growing threat of light pollution to ground-based observatories. The Astronomy Astrphysics Review, vol. 30, n. 1.

Light Urban Community International. (2007). LUCI Charter on Urban Lighting: Promoting a culture of sustainability in lighting. 2012, Disponível em: <https://www.luciassociation.org/wp-content/uploads/2015/07/LUCI-Charter-on-Urban-Lighting-EN.pdf>

Mascaró, L. (2006). A iluminação do espaço urbano. Porto Alegre: Masquatro.

Maioli, R. N. et al. (2022). Análise da iluminação pública da orla de Camburi, em Vitória/ES. In: 2° Congresso Internacional de Sustentabilidade Urbana, 2. Vitória. Anais... Vitória: UFES. p. 33-42.

Rosso, Maurizio. (2012). Experience of Lighting Sustainability in the Environment. Milan: Politécnico di Milano, 2012.

Santana, R. M. B. (2010). Iluminação pública: Uma abordagem gerencial. Programa de Pós-graduação em Engenharia, Mestrado em Regulação da Indústria de Energia.

Nepomuceno, M. S.; Casagrande, C. G.; Jesus, H. C. S. A.; Almeida, A. Z. G. (2019). Retrofit da Iluminação Pública através do Emprego de Luminárias LED. In: CONTECC 2019 - Congresso Técnico Científico da Engenharia e Agronomia, Palmas - TO. Anais... Brasília: CONFEA.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES), à Fundação Nacional de Desenvolvimento do Ensino Superior Particular (FUNADESP) e à FAESA – Centro Universitário pelo suporte técnico e financeiro para a realização da pesquisa.