XXI ENTAC – Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
14 a 16 de outubro de 2026 | Goiânia-Brasil
DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8978

Poluição luminosa em corredores viários: Medição luminotécnica e análise normativa

Road corridor light pollution: Photometric and normative analysis

Carlos Augusto Santos Felix
Ufes | Vitória | Brasil | augustofelixprojetos@gmail.com
Andréa Coelho Laranja
Ufes | Vitória | Brasil | andrea.laranja@ufes.br

Resumo

A infraestrutura de Iluminação Pública Viária (IPV) compõe a dinâmica de circulação veicular e segurança nos centros urbanos, demandando controle da dispersão lumínica. Nesse sentido, os ativos de IPV necessitam de avaliações técnicas frente à normativa vigente. Assim, este artigo se propõe a comparar os dados lumínicos de corredor viário em Vitória-ES com as diretrizes da ABNT NBR 5101:2024 – Iluminação Viária: Procedimentos. A metodologia, compreende a medição de iluminância horizontal *in locu* em três etapas: (1) delimitação de trecho entre postes de 40m; (2) definição de janela temporal das 01h50 às 04h45; e (3) Medição da radiança espectral e extração dos dados. Os resultados mostraram que há superdimensionamento luminotécnico, registrando valor 23% superior ao limite normativo, com uniformidade dentro da margem de segurança ao requisito normativo mínimo (≥ 0,40).

Palavras-chave: Poluição luminosa. Iluminação pública viária. ABNT NBR 5101:2024. Iluminância. Fator de uniformidade.

Abstract

The public road lighting infrastructure integrates the dynamics of vehicular traffic and safety in urban centers, demanding strict control over light dispersion. Consequently, public road lighting assets require technical evaluations against current regulations. Thus, this paper aims to compare the photometric data of road corridor in Vitória-ES with the guidelines of the ABNT NBR 5101:2024 – Road Lighting: Procedures standard. The methodology comprises the "in locu" horizontal illuminance measurement divided into three stages: (1) delimitation of a 40-meter span between light poles; (2) definition of a temporal window from 01:50am to 04:45am; and (3) measurement of spectral radiance and data extraction. The results demonstrated a photometric oversizing, registering values 23% above the regulatory limit, while maintaining uniformity within the safety margin of the minimum normative requirement (≥0,40).

Keywords: Light pollution. Public road lighting. ABNT NBR 5101. Illuminance. Uniformity factor.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8978

INTRODUÇÃO

A expansão dos centros urbanos consolidou a introdução da Luz Artificial à Noite ou *Artificiaal Light At Night* (*ALAN*) como um vetor associado à dinâmica de segurança pública e circulação de veículos. Todavia, o desenvolvimento histórico dos sistemas luminotécnicos, impulsionado pelo medo da violência e pela consequente demanda social por locais superiluminados, resultou na configuração de ambientes noturnos hipertrofiados [1]. O superdimensionamento desses ativos de Iluminação Pública Viária (IPV) culminou no agravamento da Poluição Luminosa (PL), caracterizada esta pela degradação dos níveis de escuridão natural devido à dispersão ineficiente do fluxo luminoso antrópico [2,3].

Em termos normativos, a atual publicação da ABNT NBR 5101:2024 estabelece critérios para o planejamento e execução de projetos de IPV no Brasil [3]. Contudo, a descentralização realizada por meio da Parceria Público-Privada na gestão operacional desses sistemas, sob responsabilidade municipal, gera assimetrias técnicas significativas [4]. Devido a inexistência de uma política ambiental nacional unificada que tipifique a radiação espectral e os limites de fluxo luminoso ascendente (*Up Light*) inadequados como crime ambiental, os gestores públicos e os projetistas negligenciam a norma vigente, agravando os índices de PL. Consequentemente, intensificam-se impactos como o brilho celeste artificial (*skyglow*), ofuscamento (*glare*) e a luz intrusa (*light trespass)* em ecossistemas costeiros urbanos [2,5]. Porém, a câmara dos deputados aprovou em junho de 2026 novas regras para IP, em áreas de proteção ambiental e áreas costeiras, com vistas a reduzir a PL e incentivar o astroturismo. Esta proposta será analisada, de forma conclusiva, pelas comissões de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, e na sequência para virar texto de lei, será submetida novamente à aprovação pela Câmara dos deputados e pelo Senado Federal [6].

Diante desse cenário regulatório e ambiental, este artigo analisa os índices lumínicos gerados pela IPV a partir de um estudo de caso, cujo objetivo consiste em comparar os dados lumínicos de corredor viário em Vitória-ES com as diretrizes da ABNT NBR 5101:2024 – Iluminação Viária: Procedimentos.

MÉTODO

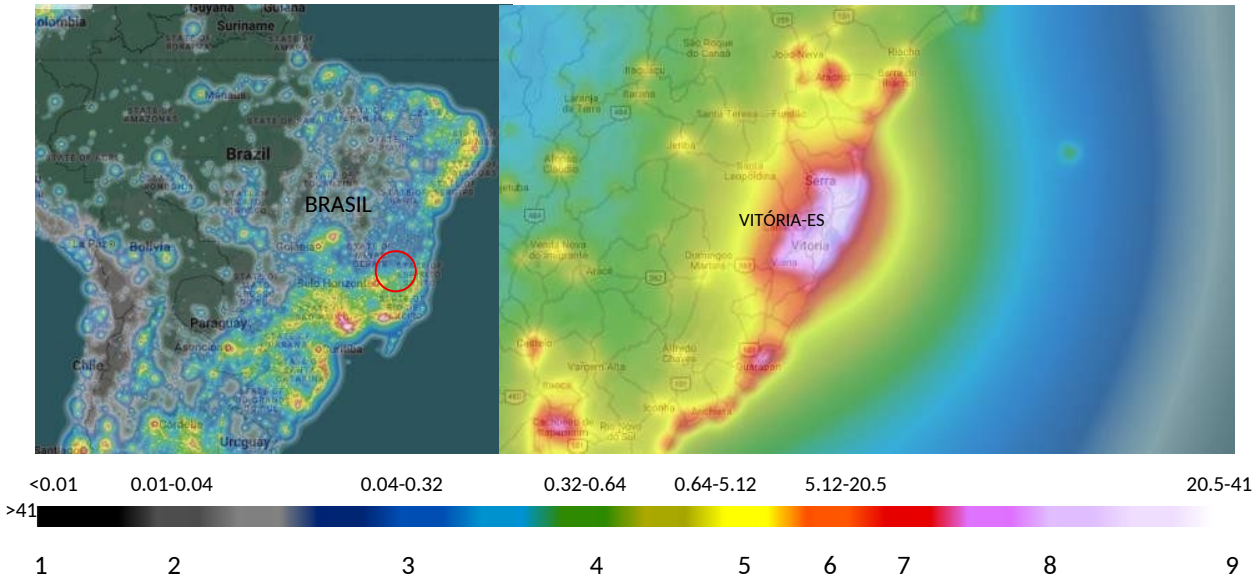
A pesquisa adota um delineamento quantitativo por meio da coleta de dados fotométricos *in locu*, estruturado em conformidade com o método dos pontos fixos regulamentado pela ABNT NBR 5101:2024 - Procedimentos para áreas retangulares dispostas entre postes consecutivos [3]. Para tanto serão analisados os dados de Iluminância Média ($E_{méd}$)e os de Uniformidade (U_0) de um corredor viário em Vitória-ES, com as diretrizes da ABNT NBR 5101:2024, quantificando o impacto desses parâmetros frente aos critérios de sustentabilidade e eficiência energética vigentes [3,7]. A execução do levantamento luminotécnico viário seguiu um protocolo operacional dividido em três etapas:

Etapa 1: Seleção e Delimitação do Objeto de Estudo

O processo iniciou-se com a seleção de seções transversais e trechos entre postes, metodologia que viabiliza uma análise detalhada e comparativa da PL em frentes urbanas distintas. Essa amostragem espacial facilita a identificação de padrões de dispersão do fluxo luminoso e fornece subsídios para correlacionar a eficiência dos ativos de IPV com os vetores ambientais construídos. O recorte trata-se de trecho de

importante via arterial e apoiou-se em critérios de representatividade urbana, relevância viária e vulnerabilidade ambiental, caracterizada por intenso fluxo de veículos, velocidade regulamentada elevada e presença de cruzamentos sinalizados. A área do recorte justifica-se pela posição geográfica da via situada na linha da costa, cuja interface direta com o ambiente marinho e a faixa de areia a submete a pressões específicas de brilho artificial que impactam tanto a fauna quanto a integridade do horizonte noturno. Foi fixado em uma seção transversal da Avenida Dante Micheline, na Orla de Camburi, de frente ao Alameda Vitória Hotel no bairro de Jardim da Penha caracterizada como via arterial estruturante com espaçamento longitudinal de 40 metros entre postes. A Figura 1 apresenta um recorte do Atlas de Poluição Luminosa no Brasil, em destaque a PL em Vitória-ES. As cores na figura representam o brilho artificial do céu noturno em função da Escala de Bortle, ferramenta utilizada para avaliar a qualidade dos céus noturnos, a qual foi adaptada para o Atlas de Poluição Luminosa Mundial [2,8].

Figura 1 – Atlas de Poluição Luminosa no Brasil à esquerda evidenciando Vitória-ES; à direita o Atlas de Poluição Luminosa em Vitória-ES



Nota: A escala de cores mostra a relação entre o brilho artificial e o brilho natural do céu noturno. O Atlas de Poluição Luminosa utiliza intervalos <0.01 a >41, no qual a PL começa em 0.08 mcd/m². A Escala de Bortle abrange valores entre 1 e 9, sendo Preto (1): Céu escuro. Cinza (2): Típica de Céu Escuro. Azul (3): Céu rural. Verde (4): Transição entre céu rural e periurbanos. Amarelo (5): Céu periurbano. Laranja (6): Céu periurbano brilhante. Vermelho (7): Transição entre céu periurbano urbano. Magenta (8): Céu urbano. Branco (9): Céu urbano.
Fonte: *Lighting Pollution*. Adaptado pelos autores, 2026

Etapa 2: Janela Temporal e Logística de Campo

O deslocamento para o sítio de estudo, Figura 2 e Figura 3, ocorreu às 01:30 da madrugada, estabelecendo o início da coleta de dados fotométricos às 01:50 e o encerramento às 03:45. A determinação desta janela temporal específica foi um requisito estratégico para mitigar a interferência do tráfego veicular e eliminar a contribuição espectral indesejada dos faróis automotivos sobre o plano de amostragem, assegurando simultaneamente a integridade física do operador durante as leituras fotométricas na pista de rolagem.

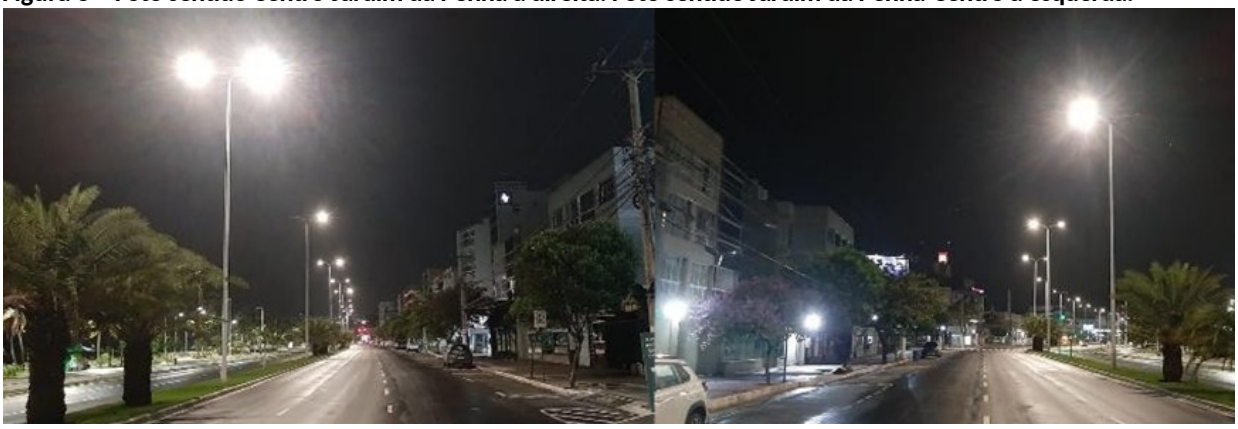
DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8978

Figura 2 – a) Vista superior da orla da Praia de Camburi em Vitória-ES, com destaque do recorte analisado; b) Vista superior do recorte viário analisado.



Fonte: GoogleEarth. Edição dos autores, maio de 2026

Figura 3 – Foto sentido Centro-Jardim da Penha à direita. Foto sentido Jardim da Penha-Centro à esquerda.



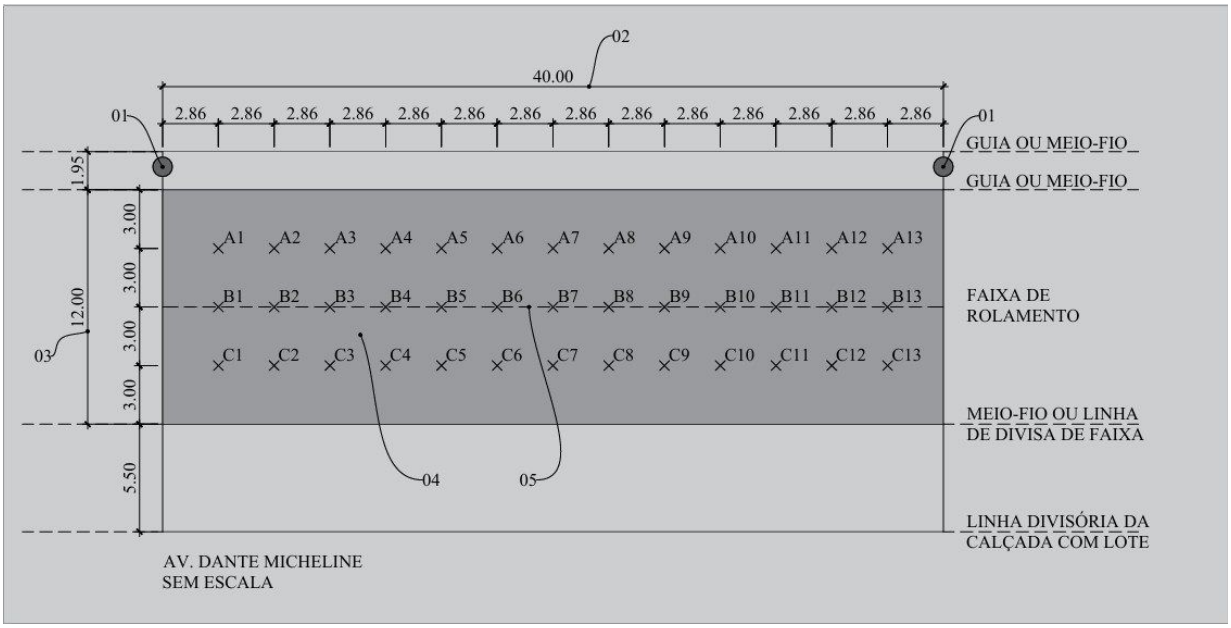
Fonte: Os autores, maio de 2026

Etapa 3: Medição

A aferição da iluminância foi realizada por um luxímetro digital com certificado de calibração rastreável ao Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro), aproveitando-se os ciclos de fechamento do semáforo local, garantindo a segurança física do operador na coleta de medições e o impedimento das luzes provenientes dos faróis dos carros incidissem no sensor óptico do luxímetro. Os pontos de medição foram localizados ao nível do solo (0,0 metros) em uma malha ortogonal, respeitando o distanciamento de 40 metros entre os postes (Figura 3). A malha de pontos de medição foi elaborada em função das equações e critérios previstos na ABNT NBR 5101:2024, com isso obteve-se uma grade de malha com 13 pontos no eixo longitudinal (A1 até A13, B1 até B13 e C1 até C13) e três pontos no eixo transversal, totalizando 39 pontos, atendendo o limite máximo de três metros entre pontos de medição longitudinal dentro do espaçamento de 40m entre os postes de iluminação, conforme Figura 4.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8978

Figura 4 - Malha detalhada para as áreas de trânsito de veículos



Nota: As linhas de chamada 01: Postes e luminárias; 02: Espaçamento entre postes; 03: Largura da faixa; 04: Área de cálculo; 05: Linha de centro da faixa. Fonte: Os autores, 2026

Para impedir erros sistemáticos por “albedo”, foram utilizado trajes inteiramente pretos e foscos, eliminando riscos de reflexão da luz corporal em direção ao receptor óptico do luxímetro. O monitoramento meteorológico registrou precipitação pluviométrica leve no início das atividades, evoluindo para o céu parcialmente nublado; as leituras foram validadas somente após a verificação de ausência de lâmina d’agua acumulada no pavimento asfáltico, mitigando o efeito de reflexões especulares.

Para determinar os resultados normativos prescritos para o objeto de estudo segundo a ABNT NBR 5101:2024, é necessário realizar o enquadramento da via conforme a classificação funcional do tráfego e as tabelas de requisitos fotométricos contidas no documento técnico. Na metodologia de classificação da norma, as vias arteriais com as características operacionais e volumétricas da Avenida Dante Micheline são inseridas nas classes de iluminação C1 ou C2 (vias de tráfego motorizados). Os parâmetros normativos obrigatórios estabelecidos para estas classes de projeto são definidos quando os critérios de projeto ou avaliação adotam a Iluminância Horizontal (*E*), cujas exigências mínimas para pavimentos asfálticos (classificados tipicamente como R3) são estruturadas de acordo com a classe de tráfego dispostos no Quadro 1.

Quadro 1: Requisitos fotométricos – ABNT NBR 5101:2024 - Procedimentos

Classe de Iluminação	**Caraterísticas da Via**	**Iluminância Média (E_{med})**	**Fator de uniformidade (U_0)**
Classe C1	Tráfego altamente intenso com conflitos considerados relevantes	30 lux	≥ 0,40
Classe C2	Tráfego intenso com conflitos considerados moderados	20 lux	≥ 0,40

Fonte: Os autores, maio de 2026.

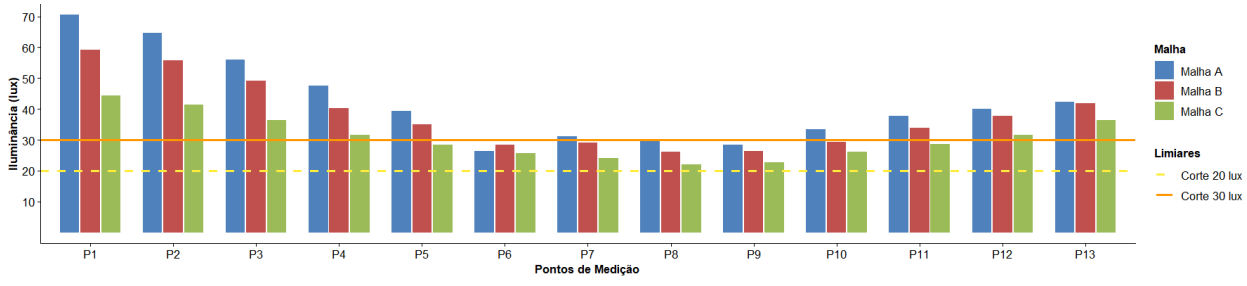
DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8978

RESULTADOS

Dados Obtidos *versus* Diretrizes Normativas

Os dados brutos coletados nos 39 pontos da malha ortogonal da Av. Dante Micheline foram consolidados na Figura 5 apresentando o perfil de iluminância da via. A análise estatística descritiva e matemática da matriz amostral demonstra um comportamento do fluxo luminoso distribuído em Iluminância Média (E_{med}) de 39,9 lux. Nesse sentido, a análise comparativa direta evidencia que o Fluxo Luminoso nos ativos da IPV, superam o limite mínimo da classe C1 (Corte 30 lux) em 23% e o limite da classe C2 (Corte 20 lux) em 84,5%. Esse excedente quantitativo de fluxo radiante comprova a ocorrência de superdimensionamento no pavimento asfáltico. No que se refere à U_0 observou-se que esta atende os requisitos da norma com 0,55, sendo este valor acima da margem de segurança ao requisito normativo mínimo (≥ 0,40). Isso indica que, embora haja distribuição assimétrica entre os pontos A e C, o arranjo geométrico de 40 metros entre postes mantém os níveis mínimos acima do limite crítico de depressão lumínica para segurança veicular.

Figura 5 – Perfil Longitudinal de Iluminância - Av. Dante Micheline



Malha / Ponto1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Malha A 70.5	64.7	56.0	47.5	39.4	26.3	31.2	29.5	28.5	33.5	37.7	40.1	42.3
Malha B 59.1	55.7	49.2	40.2	35.1	28.3	29.2	26.1	26.4	29.4	33.9	37.8	41.8
Malha C 44.4	41.5	36.3	31.7	28.3	25.7	24.1	22.1	22.6	26.1	28.6	31.7	36.4

ID / Elemento Técnico	Métrica	Valor Calculado
01-Postes e luminárias	Etotal	1,438.9 lx
02-Espaçamento entre postes	Emed	36.9 lx
03-Largura da faixa	Emax	70.5 lx
04-Área de cálculo	Emin	22.1 lx
05-Linha de centro da faixa	U = Emin/Emed	0.55

Fonte: Dados tratados pelo *RStudio* pelos autores, maio de 2026

No entanto, o desvio positivo entre 23% e 84,5% em relação aos valores da norma (36,9 lux reais *versus 30 ou 20* lux normativos) não representa um ganho de desempenho, mas sim uma ineficiência energética e um vetor de degradação ambiental noturna. O fluxo luminoso excedente que incide sobre a faixa de rolamento é refletido devido ao albedo do pavimento asfáltico direcionado para cima, intensificando o brilho celeste artificial (*skyglow*) e projetando luz intrusa obliquamente sobre o ecossistema de praia e a zona residencial.

Os resultados obtidos demonstram que os níveis de E_{med} de 36,9 lx encontram-se elevados para a via arterial de tráfego urbano. O decréscimo dos valores no sentido transverso do perfil asfáltico (da Malha A para a Malha C) denota uma assimetria na distribuição do fluxo luminoso. Esta concentração de energia lumínica nas proximidades dos suportes viários demonstra um sistema superdimensionado, cujo extravasamento de fluxo radiante dissemina a PL comprometendo o uso racional de energia [7,10].

Por fim, a análise do perfil geométrico da via demonstra que a calçada de 5,50 metros, não possui ativos luminotécnicos públicos, sendo alimentada de forma primária pelo

fluxo luminoso residual gerado pelo sistema de IPV. Sob o texto da norma, essa configuração operacional resulta em um transbordamento fotométrico evidenciado pelos dados obtidos nos pontos da Malha C, cujos índices registrados (com amplitude entre 22,1 lx e 44,4 lx) excedem os patamares normativos estritos para o tráfego de pedestres sugeridos pela norma (5 lx na horizontal). Esse excedente lumínico quantifica a ineficiência na distribuição óptica das luminárias viárias, que projetam feixes amplos além do leito da pista. Adicionalmente, a infraestrutura existente para o passeio é agravada pela introdução de projetores *LED* instalados nos muros das edificações, os quais possivelmente podem ter sido instalados em função da inexistência de iluminação específica para esta área, bem como de sombreamento ocasionado pela existência das árvores, o que pode configurar a “sensação de medo” neste espaço, Figura 5.

Figura 5 – Conjunto de imagens da Av. Dante Micheline. À esquerda acima croqui mostrando sombreamento da luz do poste na calçada em função da arborização; à direita acima projetor *LED* instalado no muro; abaixo entre postes com vista das edificações em frente do recorte viário



Fonte: Os autores, maio de 2026

Por outro lado, esta iluminação nos muros das edificações encontram-se desalinhados e mal posicionados, direcionando feixes luminosos de alta intensidade diretamente para o plano visual dos pedestres. O arranjo inadequado desses emissores resulta em elevados índices de ofuscamento causando desconforto para os pedestres, o que satura o campo de visão urbana e consolida a calçada como um vetor crítico de dispersão fotométrica.

CONCLUSÕES

Este artigo se propõe a comparar os dados lumínicos de corredor viário em Vitória-ES com as diretrizes da ABNT NBR 5101:2024 – Iluminação Viária: Procedimentos. Os procedimentos de campo denotaram que a infraestrutura de Iluminação Pública Viária da Av. Dante Michelini, Praia de Camburi em Vitória-ES opera sob um regime de superdimensionamento, caracterizado por níveis de E_{med} superiores às demandas

estritas de segurança de tráfego. Embora o fator de U_0 obtido atenda os requisitos da norma, há ocorrência de dispersão de fluxo luminoso para além do plano horizontal de rolamento da via. Desta forma, os resultados apresentados não representam um bom desempenho do sistema de IPV, mas sim um gasto energético desnecessário com a IPV, e uma degradação ambiental noturna.

Por outro lado, apesar do excesso da IPV observa-se a instalação de projetores *LED's* nos muros das edificações direcionadas para a calçada denotando a insegurança e consequentemente a sensação de medo nesta área. Isso confirma a base teórica que prescreve a relação entre o medo da "violência urbana" e a solução por intermédio de um local "superiluminado" [1].

Os resultados reforçam a importância de legislações, em andamento no cenário político, alinhadas aos procedimentos da ABNT NBR 5101:2024, confirmando através da recente aprovação, pela Comissão de Turismo da Câmara dos Deputados, de novas diretrizes para IPV em áreas sensíveis – como regiões costeiras e unidades de conservação. Tal movimento legislativo, focado no controle direcional e na tonalidade da luz, valida a tese de que o planejamento luminotécnico além de superar a segurança viária, deve integrar a preservação do céu noturno e o potencial econômico do astroturismo. O estudo, ao diagnosticar o superdimensionamento e dispersão luminosa da Av. Dante Micheline, oferece subsídios técnicos para que gestores públicos transitem de um modelo de iluminação ineficiente para sistemas que equilibrem a visibilidade urbana e o controle de PL.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à agência de fomento CAPES-DS pelo apoio técnico e financeiro destinado a esta pesquisa.

DECLARAÇÃO

Durante a preparação deste artigo, o primeiro autor utilizou o *DeepL* para tradução do português-inglês do resumo do texto e o programa *RStudio* para o tratamento dos dados obtidos no Perfil Longitudinal de Iluminância. Após a utilização das ferramentas, os autores revisaram e editaram o conteúdo conforme necessário e assumem total responsabilidade pelo conteúdo do artigo publicado.

REFERÊNCIAS

[1] WERMUTH, M. Â. D.; CAMPOS, P. B. de. "Livrai-nos de todo mal": medo, controle social e segregação espacial / ***"Freedom Of All Evil": Fear, Social Control And Space Segregation.*** Revista de Direito da Cidade, [*S. l.*], v. 14, n. 4, p. 2608–2636, 31 dez. 2022. Disponível em: https://www.e-publicacoes.uerj.br/rdc/article/view/60193. Acesso em: 16 nov. 2025.

[2] FALCHI, F. *et al*. ***The new world atlas of artificial night sky brightness***. ***Science Advances***. *[S. l.]*: American Association for the Advancement of Science, 2016. Disponível em: https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85020319452&doi=10.1126%2fsciadv.1600377&partnerID=40&md5=6d26e40b57f458a37896172deb40cde4.

[3] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 5101**: Iluminação

viária:
procedimentos. 4. Ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2024.
[4] AYAKI, M. *et al.* ***Protective effect of blue-light shield eyewear for adults against light pollution from self-luminous devices used at night***. ***Chronobiology International***. [*S. l.*]: Taylor and Francis Ltd, 2016. Disponível em: https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84959140917&doi=10.3109%2f07420528.2015.1119158&partnerID=40&md5=4fb72e2c78226e631f0bbc2d8cfeca60.

[5] DARKSKY INTERNATIONAL. ***Protecting the night skies for presente and future generations***. *Tucson: DardSky*, 2026. Disponível em: https://darksky.org. Acesso em: 24 de maio de 2026.

[6] BRASIL. Câmara dos Deputados. Comissão aprova novos critérios de iluminação pública para proteger o céu noturno e atrair turistas. **Portal da Câmara dos Deputados**, Brasília, 15 de junho de 2026. Disponível em: https://www.camara.leg.br/noticias/1282015-comissao-aprova-novos-criterios-de-iluminacao. Acesso em: 21 de junho de 2026.

*[7] CIE. INTERNATIONAL COMMISSION ON ILLUMINATION***. *CIE 115*: *Lighting of roads formotor and pedestrian traffic***.** *Viena: CIE, 2010.*

[8] GÓEZ THERÁN, C.; VARGAS DOMÍNGUEZ, S. *Comparative analysis of sky quality and meteorological variables during the total lunar eclipse on 14-15 April 2014 and their effect on qualitative measurement of the Bortle scale*. **Revista Mexicana de Astronomia y Astrofísica,** Cidade do México, v. 57, p.57-56, 2021. Disponível em: https://astronomia.unam.mx/journals/rmxaa/article/view/10.22201.ia.01851101p.2021.57.01.03/pdf. Acesso em 21 de junho de 2026