

**POLUIÇÃO LUMINOSA: O USO DE TÉCNICAS PARA PROJETAR ILUMINAÇÃO  
VISANDO MITIGAR OS EFEITOS DA POLUIÇÃO LUMINOSA**

***LIGHT POLLUTION: THE USE OF TECHNIQUES TO DESIGN LIGHTING WITH THE  
AIM OF MITIGATING THE EFFECTS OF LIGHT POLLUTION***

**Esp. Emanuele Sant'ana Mazzotti<sup>1</sup>**

**Prof. Dra. Lúcia Fernanda de Souza Pirró<sup>2</sup>**

**RESUMO**

A Poluição Luminosa pode ser definida como a presença de luz elétrica de forma excessiva, indesejada ou inadequada, sendo essa, o resultado do mau planejamento dos sistemas de iluminação que emitem luz além do objeto a ser iluminado. Além dos impactos econômicos e energéticos, a poluição luminosa afeta os processos naturais da fauna e da flora, a qualidade de vida do homem e a observação do céu escuro.

Nesse contexto, esse trabalho aponta técnicas projetuais de iluminação, legislações e recomendações para produção e certificação de produtos, visando nortear profissionais da área a conter os impactos causados pela poluição luminosa.

**Palavras-chave:** Poluição Luminosa; Ambiente Natural; Técnicas de Iluminação; Impactos; Prevenção.

**ABSTRACT**

Light Pollution can be defined as the presence of excessive, unwanted or desired electrical light. This being the result of poor planning of lighting systems that emit light beyond the object to be illuminated. Apart from the economic and energetic impacts, the luminous effect affects the natural processes of the fauna and flora, the quality of life of men and the observation of the dark sky.

In this context, this work seeks to present lighting design techniques, legislation and recommendations for the production and certification of products, aiming to guide professionals in the area to contain the effects caused by light emission.

**Keywords:** Light Pollution; Natural Environment; Lighting Techniques; Impacts, Prevention.

<sup>1</sup> Especialista em Pós-Graduação em Lighting Design do Centro Universitário Belas Artes de São Paulo, 2022. Graduada em Engenharia Civil, Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina, 2016. E-mail: e,anuelle.mazzotti@outlook.com.

<sup>2</sup> Doutora em Arquitetura e Urbanismo pela FAUUSP. Docente da graduação, da pós-graduação Lato sensu e Stricto sensu do Centro Universitário Belas Artes. de São Paulo. E-mail: lucia.pirro@belasartes.br.



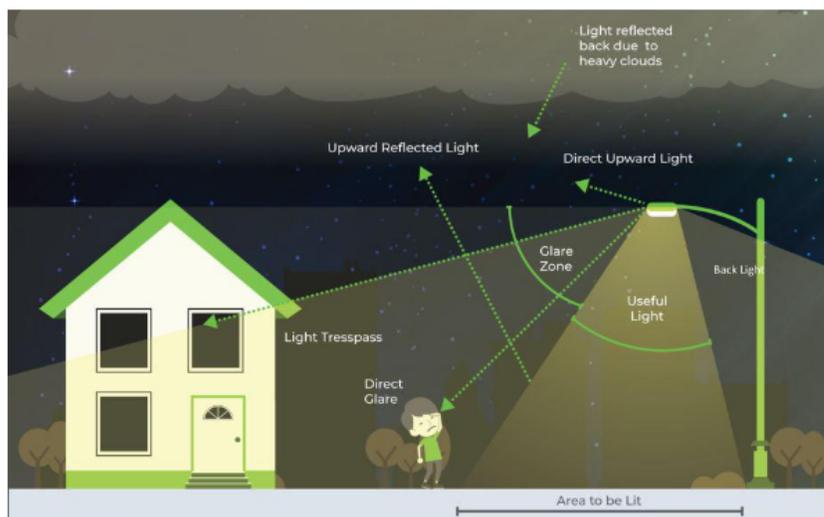
**REVISTA BELAS ARTES**

Volume 38  
Janeiro - Abril / 2022  
ISSN: 2176-6479

## 1. INTRODUÇÃO

A vida na Terra está diretamente ligada a energia fornecida pelo sol. A luz é a fonte primária de energia no nosso planeta, que é convertida em energia química via fotossíntese para as plantas (ARAÚJO & DEMINICIS, 2009), participando também da produção de hormônios (MELO, 1988), reprodução, crescimento e produção de nutrientes, vitais as espécies (CAMPOS, 2010). Plantas dormem e, portanto, possuem um ritmo circadiano que ao sofrer alterações afetam diretamente a sua saúde (CAMPOS, 2010). Seres humanos e animais enxergam em diferentes faixas do espectro eletromagnético. A periodicidade e intensidade luminosas são fatores importantes no desencadeamento de certas reações fisiológicas expressas através do comportamento (BRADY, 1979, p. 60). Definida por Barboza (2019), como a utilização incorreta e excessiva da iluminação elétrica, a poluição luminosa se classifica em diferentes tipos: Sky Glow (brilho no céu), Glare (ofuscamento), Light trespass (transgressão de luz), Desordem (light clutter), Excesso de iluminação (over illumination) (NETGEO, 2022). A figura 1, a seguir, ilustra exemplos de poluição luminosa.

**Figura1** – Tipos de poluição luminosa



Fonte: Forbes, 2018.

A poluição luminosa pode ter muitas influências nos processos ecológicos. Pesquisas mostraram que a luz elétrica à noite pode resultar em consequências diretas sobre a atividade noturna e os padrões de movimento dos animais. Muitas espécies de animais, como pássaros e insetos, são atraídas para fontes de luz elétrica à noite e, como resultado, acabam desorientadas. Nesse contexto, a iluminação elétrica pode apresentar impactos negativos sobre o ambiente (BARGHINI, 2010), merecendo especial atenção quando aplicada aos ambientes externos.

No entanto medidas preventivas podem ser adotadas de forma a minimizar esses impactos conforme Witherington & Martin (2000) apresentaram em sua pesquisa que relaciona poluição luminosa e seus impactos sobre as tartarugas. Eles trazem uma série de estratégias de como projetar a iluminação em ambientes costeiros que apontam melhorias para o problema.

Conscientizar a população em especial profissionais que projetam iluminação sobre como os animais, o organismo humano e as plantas interpretam a luz elétrica, é fundamental para descobrir formas de identificar e minimizar os problemas relacionados a poluição luminosa. Muitos dos responsáveis, erram por falta de conhecimento, e uma vez cientes do problema, poderão contribuir de forma voluntária para que sejam evitados.

Observar, tipos de lâmpadas, modelo de luminárias, temperatura de cor, intensidade luminosa, altura de instalação, posicionamento das fontes de luz, instalação, entre outros, são de suma importância para utilização da luz elétrica de forma a minimizar seus efeitos negativos.

O avanço das tecnologias nos permitiu estar cada vez mais em contato com a iluminação elétrica e por essa razão a influência da luz sobre os seres humanos, fauna e flora tem sido tema de diversos estudos ao longo dos anos, ganhando forte relevância na atualidade. Muitas são as possibilidades para que haja redução nos efeitos indesejáveis causados pelo uso da iluminação elétrica, e, portanto, se faz necessário estudá-los para que soluções possam ser apresentadas a sociedade.

Além disso medidas são necessárias para que esses efeitos sejam disseminados e, portanto, aplicados. Esforços no sentido de levar até pessoas com poder de decisão na sociedade como autoridades do governo, corporações e líderes são necessários para que haja real efetivação dessas ações. Conscientização e educação da população, campanhas de prevenção da poluição luminosa e leis que assegurem o compromisso de todos no sentido de reduzi-la em ambientes naturais.

Direcionado a sintetizar técnicas de projetar a iluminação no ambiente natural de forma menos impactante, assim como apontar soluções na elaboração de produtos, esse estudo traz uma abordagem sobre poluição luminosa, seus impactos negativos e técnicas para redução dos mesmos. Os estudos disponíveis sobre o tema não abrangem todos os tópicos necessários para elaboração de projetos que visem a redução da poluição luminosa.

Produtos adaptados, voltados para iluminação de áreas externas, quando conciliados a técnicas adequadas se tornam relevantes para evitar interferências indesejáveis ao meio natural. Tal abordagem contribuirá para que o tema seja difundido de forma específica ao mercado de iluminação, alcançando profissionais, fabricantes de produtos e possivelmente inspirando estudiosos a darem continuidade a pesquisa de forma a complementá-la.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Desde a observação original do astrônomo Mairan (1729), sabe-se que o movimento das folhas de uma planta é controlado pelo relógio biológico (CORREA, 2017). Em seu experimento, Mairan averiguou que a planta mantinha suas atividades independente do referente da luz solar, abrindo e fechando as pétalas e folhas como usual apesar de, com o tempo, perder a sincronia com os turnos do ambiente externo. Isso o levou a constatar que os organismos gerenciados pela alternância entre dia e noite deveriam ter desenvolvido uma forma intrínseca (uma característica endógena) de regulação dos ritmos circadianos: o relógio biológico. Tal descoberta permitiu aos pesquisadores Jeffrey C. Hall, Michael Rosbash e Michael W. Young séculos depois, a descobrir a estrutura molecular que dita esse mecanismo em todos os seres vivos, incluindo os seres humanos, sendo então contemplados com o Prêmio Nobel de Medicina em 2017.

O olho é considerado o principal receptor de luz e as células fotorreceptoras da retina, cones e bastonetes, são responsáveis pela elaboração de energia dos fótons da luz visível que atingem a camada fotossensível e desencadeiam reações fotoquímicas, químicas e neurais, resultando na sensação visual (LEVINE E MACNICHOL JR., 1982, p.117).



**REVISTA BELAS ARTES**

Volume 38  
Janeiro - Abril / 2022  
ISSN: 2176-6479

É possível observar que insetos costumam voar em volta das lâmpadas e até em torno das chamas de velas e outras fontes de calor que emitem luz. Tal situação se deve ao fato de que ao longo de milhões de anos eles evoluíram para usar a luz da Lua e do Sol para se guiar. A primeira lâmpada elétrica foi acessa há pouco mais de 140 anos, sendo esse tempo insuficiente para que esses bichos pudessem desenvolver uma forma de evitar a dispersão em círculo de raios luminosos advinda dos bilhões de fontes de iluminação que fazem parte do mundo atual e que se tornam armadilhas invisíveis para esses seres.

Ao estudar *Recepção Sensorial e Comportamento do Aedes Aegypti* Clements (1999), afirma que os olhos dos insetos possuem fotorreceptores regulados no espectro azul, verde e ultravioleta, ou seja, os insetos veem outros comprimentos de ondas, que correspondem às faixas não percebidas pela visão humana. Em um manual Taveira *et al.*, (2001) descreve o *Aedes Aegypti* como um mosquito diurno, adaptado ao ambiente urbano, que utiliza o sangue para ovulação de suas fêmeas garantindo a perpetuação da sua espécie. Nesse contexto uma espécie que compartilha o mesmo ambiente e os mesmos horários de atividade com o homem que o atrai pelo cheiro do suor, pode ter a sua ação prolongada em ambientes iluminados durante o período noturno. O pico desse inseto ocorre no espectro ultravioleta na faixa de 365 nanômetros (UV-A), portanto o uso de fontes de vapor de mercúrio e metálico, assim como fluorescentes que emitem radiação nessa faixa podem atraí-los com facilidade (BARGHINI, 2010).

Semelhantemente, o corpo humano evoluiu ao longo desses milhões de anos junto com uma iluminação natural forte durante o dia e baixa ou nula durante a noite. De acordo com Mendes, *et al.*, (1998), diferentemente dos insetos, o mecanismo que desenvolvemos não serve para nos orientar espacialmente, ele assumiu a forma do núcleo supraquiasmático, que é uma das mais importantes estruturas responsáveis pela regulação dos nossos ritmos circadianos. E assim como esses pequenos seres, ainda não tivemos tempo o suficiente para adaptar esse aparato para a enorme presença de tecnologia e estímulos da atualidade, e também sofremos com os nossos próprios efeitos colaterais.

Professora da Faculdade de Medicina da UFRGS, Maria Paz Hidalgo explica que um desequilíbrio no ritmo circadiano resulta em um estado denominado cronodisrupção, fator de risco para diversos transtornos no organismo (BERNARDI *et al.*, 2009).

Benedito (2015), aponta em um de seus estudos que o movimento dos seres como reação à influência e ação da luz, sendo, atração (fototaxia positiva) ou repulsa (fototaxia negativa), se dá nas mais diversas espécies. Todos os seres vivos possuem fotorreceptores de cor em seus olhos regulados para as luzes do seu “habitat”, sendo esses responsáveis por funções importantes como alertas ao perigo e alimentação (CAMPOS, 2019).

Brady (1979), afirma que a ritmicidade dos eventos comportamentais pode ser determinada por mecanismos exógenos, como resposta direta às mudanças rítmicas no ambiente, ou endógenos como resposta a osciladores fisiológicos internos cujo período está vinculado ao período do ambiente. São chamados “Zeitgeber” (CARTHY, 1980).

Campos (2019), relatou em um de seus estudos sobre Luz e Meio Ambiente que algumas espécies têm sensibilidade ao UV entre 320 e 380 nanômetros, o que os permite detectar mudanças na intensidade de luz. Possuem também fotorreceptores na região do azul entre 425 e 490 nanômetros e no verde próximos a 530 nanômetros.

Espécies como peixes tem maior atração as fontes de luz com espectro verde, azul e UV e conseqüentemente menos atração ao vermelho. A luz elétrica pode prejudicar comportamentos noturnos, como a navegação, padrões de caça, ou a capacidade de buscar alimentos enquanto evita predadores. Ao estudar as curvas de crescimento de Guppy, uma espécie de peixe de água doce originário da América Central, Paiva (2018), descobriu que, após serem expostos à luz elétrica, os peixes mudaram seus hábitos. Eles passaram a deixar seus abrigos mais rapidamente e passaram mais tempo em águas abertas e potencialmente perigosas e, portanto, se arriscando mais e expondo-se claramente aos predadores. Os pesquisadores defendem que o risco é causado pelo estresse imposto pela iluminação elétrica durante a noite.

Kevan (1983), em seu experimento com abelhas, apresentou a interessante capacidade de percepção que elas possuem das radiações eletromagnéticas especialmente para as cores do espectro ultravioleta, possuindo um sensor que percebe a reflexão realizada pelas flores, indicando uma trilha que as levam até o pólen. A maioria das plantas superiores têm suas flores polinizadas pelas abelhas que, se não mais existissem, também não haveria a produção de alimentos suficiente para população humana.

Muitas espécies de animais se orientam pela luz lunar para reprodução e atividades de forrageio, sendo comum na natureza o fenômeno de aves migratórias que buscam situações mais favoráveis para realizar seus processos reprodutivos (FERNANDES; COELHO; CAIRES, 2016). De acordo com Goldsmith (2011), as aves possuem a visão mais acentuada em relação aos demais animais, sendo essencial para a sua sobrevivência. Os seus olhos possuem sensibilidade à luz vermelha, amarela e azul, como os seres humanos. No entanto a visão de alguns pássaros se estende a luz ultravioleta o que os torna mais sensíveis aos raios UV, enxergando além da visão humana. Em seu estudo sobre Poluição Luminosa e seus impactos causados sobre a saúde, segurança, economia e meio ambiente. Leite, (2021) define o termo legalmente baseado na descrição da Política Nacional do Meio Ambiente (a PNMA, estabelecida pela Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981) que define poluição, de maneira geral, como sendo:

A degradação ambiental resultante do uso da iluminação elétrica em desacordo com padrões estabelecidos, que direta ou indiretamente prejudique a saúde, a segurança e o bem-estar da população, as atividades sociais ou econômicas, a biota, as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente.

O Projeto Tamar vem chamando atenção da sociedade ao divulgar estudos apontando a iluminação elétrica como uma das principais ameaças ao ciclo de vida das tartarugas marinhas durante o processo de desova e nascimentos de filhotes. Existe registro de ocorrências onde tartarugas desorientadas são impossibilitadas de chegar à costa para desova devido a fototaxia negativa, bem como os filhotes que ficam desorientados ao nascer e ao invés de seguir para o mar guiados pela luz do horizonte, caminham para o continente (fototaxia positiva), se tornando mais vulneráveis a situações de atropelamentos, predação como cães e raposas, ou morrem de desidratação.

Em 1988 o Plano Nacional de Ambientes Costeiros foi institucionalizado pela Lei 7.661/88, que no artigo terceiro prevê o zoneamento de usos e atividades costeiras e da prioridade e conservação e proteção, entre outros bens, das restingas, dunas e praias (PNGC, 1988). Levando em consideração as alterações ambientais causadas pelo uso da iluminação elétrica em ambientes

costeiros que levam a impactos irreversíveis sobre o êxito do aninhamento das tartarugas (luzes de iluminação pública, de veículos, das edificações próximo a praia, e outras fontes de iluminação elétrica), a Lei 7.661/88 resolveu proibir a instalação de qualquer fonte de iluminação elétrica direta sobre a beira da praia.

Partindo do princípio que a luz é essencial a vida para a manutenção das funções vitais do organismo dos seres vivos, exercendo influências sobre o comportamento, orientação, funções importantes como alertas ao perigo, alimentação e até na determinação de padrões climáticos que definem as características dominantes de cada bioma, a aplicação da iluminação elétrica em ambientes naturais, deve levar em consideração um levantamento completo do bioma local e seu entorno, buscando propor adequações e soluções que minimizem os impactos da poluição luminosa.

### **3. RECOMENDAÇÕES E PRÁTICAS DE ILUMINAÇÃO VISANDO A REDUÇÃO DA POLUIÇÃO LUMINOSA**

Recomenda-se para iluminação de áreas externas o uso da ABNT NBR 5101: 2012 (ABNT 5101, 2012) norma que estabelece os requisitos mínimos para iluminação pública.

A Lei 7661/88 | Lei nº 7.661, de 16 de maio de 1988, institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC) e dá outras providências.

A International Dark Sky Association (IDA) indica o uso de fontes de luz elétrica no espectro âmbar, que não contenham o espectro azul ou UV para ambientes exteriores e públicos buscando a mitigação de danos ao ser humano e ao meio ambiente (IDA, 2012).

Em carta pública em 2016 a American Medical Association (AMA) solicitou revisão sobre os sistemas de iluminação pública e alertou que os sistemas de iluminação de LED estão evoluindo de maneira inadequada. Em reunião anual após pesquisas sobre cronobiologia, médicos associados apresentaram orientações para as comunidades sobre como utilizar a iluminação de LED de forma a minimizar possíveis efeitos prejudiciais ao meio ambiente e aos seres humanos (AMA, 2016).

Em 2019, a CIE (International Commission on Illumination) instruiu sobre o uso da luz adequada para cada horário de forma a respeitar o ciclo circadiano (CHEN *et al* 2019).



**REVISTA BELAS ARTES**

Volume 38  
Janeiro - Abril / 2022  
ISSN: 2176-6479

A ANSI (American National Standards Institute) em 2020, publicou em seu caderno técnico sobre prática de iluminação ANSI/IES LP-11-20, considerações ambientais para iluminação de área externa relacionadas ao brilho do céu, a invasão de luz e o impacto da iluminação elétrica sobre a fauna e a flora no período noturno. Discutiu o projeto baseado na comunidade e fez recomendações específicas para a iluminação de áreas externas. Destacando assim as informações sobre como introduzir zonas de iluminação que classificam os ambientes desde sem luz até ambientes com luz elevada, e como usar o Regulamento de Iluminação Modelo (MLO) Conjunto IDA-IES com o Guia do Usuário como base para um regulamento de iluminação externa (ANSI/IES, 2020).

O IES é uma Organização de Desenvolvimento de Padrões (SDO) credenciada de acordo com os procedimentos aprovados pelo American National Standards Institute (ANSI). Na loja do site é possível encontrar uma gama variada de literaturas atualizadas sobre iluminação que inclui práticas recomendadas para diversas aplicações, guias de projeto, memorandos técnicos e publicações sobre gerenciamento de energia e medição de iluminação, muitas das quais seguem o processo de desenvolvimento de padrões ANSI.

Os Conselhos de Administração da IDA e da IES apresentaram em um trabalho de colaboração os cinco princípios para a iluminação externa responsável, que visam orientar profissionais de iluminação, limitando a luz da noite para onde e quando for necessário. Os conselhos defendem que a iluminação que visa proteger a noite deve ser útil, dirigida, controlada, de baixa intensidade e que possua temperatura de cor quente (KAUFFMANN, 2020).

O consórcio DLC (Design Lights Consortium ®) que possui foco em qualidade na especificação de luminárias, em seu caderno técnico denominado LUNA atualizado em setembro de 2022, apresenta parâmetros resultantes de métricas já existentes que buscam qualificar produtos e projetos para iluminação de áreas externas. Os requisitos técnicos do DLC LUNA são projetados para mitigar os impactos negativos da iluminação externa à noite (DLC LUNA, 2022).

De acordo com a explicação da Administração Rodoviária Federal dos Estados Unidos em um treinamento para iluminação de rodovias publicado em 2018, a métrica BUG é usada para avaliar o desempenho óptico das luminárias em relação a violação da luz, controle de brilho, ângulo acima do horizonte e brilho do céu, que classifica a luz de fundo (Back light), luz ascendente

(Uplight) e o brilho (Glare) em uma escala de 0 – 5, sendo zero o desejável e 5 o mais agressivo. A classificação BUG aponta a direção da luz que sai da luminária, onde números próximos do zero dizem que a luz está direcionada ao objeto alvo da iluminação não excedendo para áreas não intencionais (FRERING, 2018).

#### 4.1. Em ambientes costeiros

- A iluminação precisa ser feita de acordo com cada região, levando em consideração a topografia da praia, o tipo de luzes e proteções luminosas utilizadas assim como a reação comportamental das espécies (ROBERTSON; BOOTH; LIMPUS, 2016);
- Evitar dispersão e brilho da luz em direção à praia, iluminando no sentido do mar para o continente (PATIRI *et al*, 2007);
- Escolher luminárias que tenham distribuição de luz direta evitando evasão de brilho e intensidade para a praia, conhecido como sistema cut-off (TAMAR, 2013);
- Evitar o uso de cores claras para as superfícies, pois cores mais escuras possuem menor índice de reflexão (SENZI & CAMPOS, 2022);
- Utilizar fontes de luz com comprimentos de onda acima 500nm, evitando a luz UV (DUARTE; ALMEIDA; VAN ZELLER, 2014);
- Fazer uso de sistemas de controle de iluminação, dimerizando intensidade e temperatura de cor para melhor se adequar a períodos de desova (TAMAR, 2013);
- Privilegiar o uso de sistemas de iluminação indireta em construções direcionadas para as áreas de desova, como varandas, restaurantes, áreas de lazer, vias de acesso entre outros (PATIRI *et al*, 2008);
- Iluminar apenas aonde for essencialmente necessário e com menor intensidade luminosa possível (TAMAR, 2022). Ver Figura 2.

Figura 2 - Orientações para a iluminação adequada na orla



Fonte: Cartilha de Fotopoliuição TAMAR.

#### 4.2 Iluminação de vias públicas

- É inaceitável o uso de equipamentos que possuam emissão de luz superior que emitem luz para o céu (sky glow) (COSTA, 2020). Ver Figura 3;
- É recomendável a iluminação baixa do tipo balizamento, no entanto é aceitável iluminação do tipo cut-off onde a luz fica mais direcionada a rua, evitando atingir residências e terrenos, preferencialmente sistema full cut-off onde a fonte de luz fica totalmente oculta (COSTA, 2020);
- O ângulo de incidência da luz não deve exceder 90° (DUARTE; ALMEIDA; VAN ZELLER, 2014) estando limitado apenas a iluminação da via pública COPEL (2012).

- O Conselho de Ciência e Saúde Pública incentiva o uso de iluminação de 3000K ou menos para instalações externas, como estradas. (LOUIS *et al*, 2016).
- Restringir o horário ou dimerizar a iluminação (ADOLPHO, 2018).

Figura 3 - Orientações para a iluminação adequada em via de pedestre



Fonte: Cartilha de Fotopoliuição TAMAR.

Figura 4 - Orientações para a iluminação adequada em via de circulação de veículos

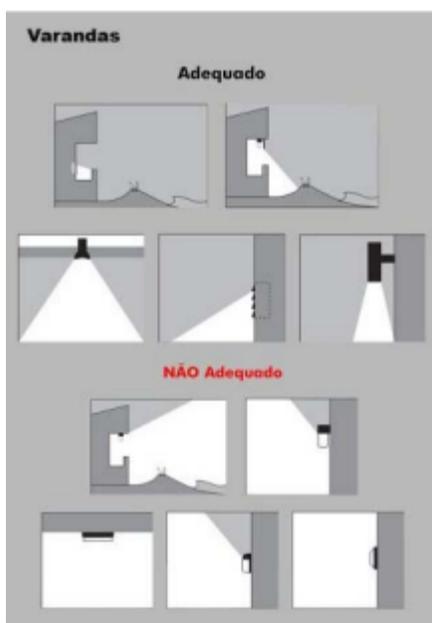


Fonte: Costa, 2020.

### 4.1.3 Iluminação residencial

- O posicionamento das luminárias deve ser afastado em relação a janelas e portas (TAMAR, 2022).
- Iluminação de sacadas e varandas devem possuir angulação fechada evitando extravasar luz para áreas externas a edificação, sendo ideal a iluminação de balizamento de costas para rua, iluminando no sentido de fora para dentro (SENZI & CAMPOS, 2022);
- Arandelas e balizadores devem ter luz direcionada para baixo, nunca para cima ou de luz direta (frontal) (CAMPOS, 2022). Ver Figura 5;

Figura 5 - Orientações para a iluminação adequada em residências

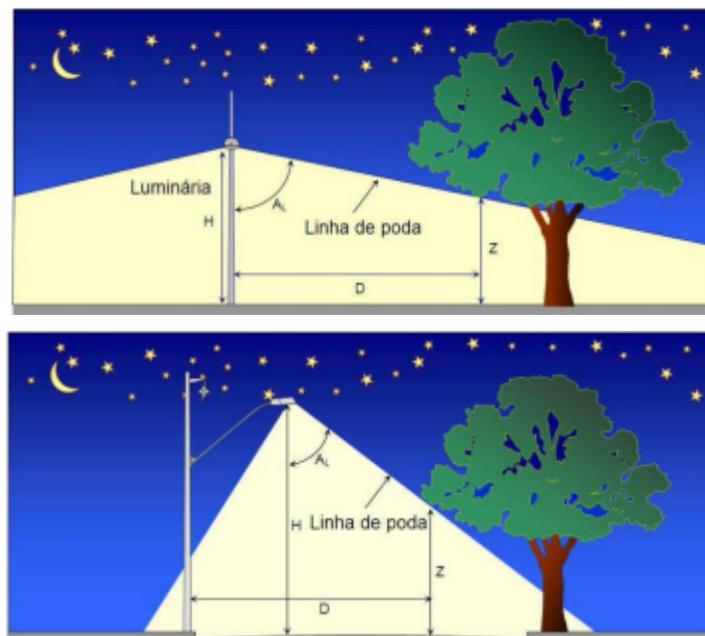


Fonte: Cartilha de Fotopoluição TAMAR.

### 4.3 Iluminação de praças e paisagismo

- Para iluminar próximo a árvores, recomenda-se buscar na NBR 5101:2012 uma equação que foi desenvolvida onde é calculada a incidência de luz das luminárias (longitudinal e transversal) distância da árvore e a altura da montagem da luminária, método de cálculo de compatibilidade com a arborização com o ângulo de máxima incidência de luz para o sentido longitudinal e transversal (FINOCCHIO, 2014). Ver Figura 6;

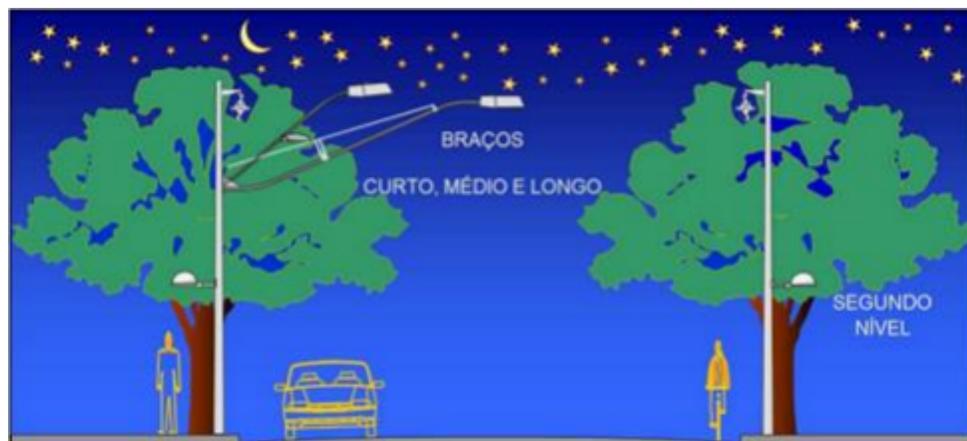
Figura 6 - Orientações para a iluminação adequada próximo a árvores



Fonte: Finocchio, 2014.

- Definir disposição unilateral dos pontos de iluminação oposta ao posicionamento das árvores ou bilateral alternada entre ponto de iluminação e árvore, evitando impactos na uniformidade de iluminação (COSTA, 2020);
- Fazer uso de braços longos, que permitam a luminária avançar em relação a copa das árvores, evitando assim que a mesma seja envolvida pela folhagem (COSTA, 2020);
- Utilizar o recurso de luminárias em segundo nível, quando necessário complemento à iluminação dos passeios (COSTA, 2020). Ver Figura 7;

**Figura 7** - Orientações para a iluminação adequada próximo a árvores.



Fonte: Costa, 2020.

- Sempre que possível, deve ser evitada (VOELKER, 2019). No entanto alguns cuidados podem ser tomados para que sejam menos prejudiciais. Utilizar embutidos de solo com recuo maior possível e com grelha anti ofuscante, recomendável também que possuam aba de proteção em seu entorno (shield) (CAMPOS, 2022);
- Trabalhar com temperatura de cor mais próximo do âmbar  $\leq 2700k$ , sendo recomendado  $2200k$  (ANSI/IES TM-37-21 e ANSI/IES LP-11-21);
- Não utilizar luminárias com difusor (SENZI, 2022);
- Não usar poste para iluminar caminho de pedestres e pistas de corrida ou caminhada. Iluminar apenas o piso com balizadores do tipo walkboards, pois são mais rasos incidindo luz apenas no

piso, se possível dimerizados com sensor de presença, acendendo conforme a pessoa vai aproximando (TAMAR, 2013);

- Demais balizadores e postinhos sempre devem ter a luz direcionada para o piso com ângulo fechado de emissão, sem incidência de luz para cima (CAMPOS, 2022).

#### 4.4 Recomendações para certificação de produtos

A concessão do selo Dark Sky a IDA se baseia em cinco princípios básicos sendo esses: o uso correto do produto, a orientação, baixo índice de iluminação e controle da mesma e temperatura de cor. Diversas métricas são usadas para apoiar a avaliação, dentre elas, LUNA e BUG.

A BUG para a categoria comercial uplight dita que é possível atender um uplight de 0,5% ou 50 lumens (considerar menor valor), não ultrapassar 10 lumens na zona uplight de 90° a 100°. Categoria inovação e vida selvagem uplight 0.

Quanto à dimerização para luminárias comerciais a IDA recomenda que a dimerização alcance 10% ou menos do fluxo total na categoria básica e na premium denominada inovação que esse valor seja menor ou igual a 1%. Para obter a certificação LUNA o valor deverá ser inferior a 20% do fluxo total.

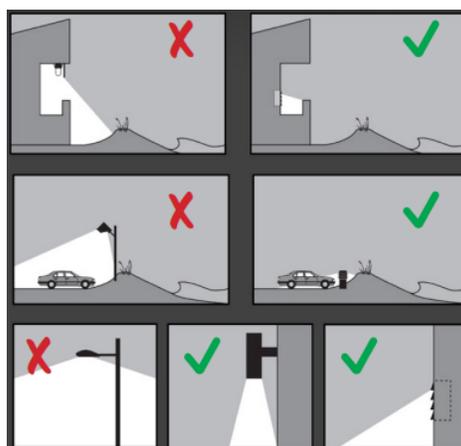
Indica-se o uso de acessórios que podem ser inseridos nas luminárias com objetivo de reduzir ofuscamento, direcionar e concentrar a luz, tais como: grelhas anti ofuscantes, louver, hoods, cintas, entre outros (CHEUNG, 2018).

#### 4.5 Recomendações – NBR5101 – Poluição Luminosa

- Priorizar o uso do sistema full cut-off (aparato que impede que o sistema ótico seja visto pelo observador);
- Utilizar quando necessário, filtros de cor âmbar em luminárias de LED visando a redução dos efeitos causados pelo espectro azul;
- A iluminação em espaços arborizados deve ser posicionada de forma a não iluminar as copas das árvores para não prejudicar seu ciclo circadiano;

- Utilizar luminárias com controle eficiente da distribuição luminosa;
- Especificar equipamentos adequados a finalidade do ambiente a ser iluminado;
- Evitar superdimensionamento dos níveis de iluminação;
- Procurar iluminar apenas o espaço desejado e na quantidade necessária de luz para as tarefas especificadas;
- Utilizar sistemas com controle de luz adaptáveis, tais como dimerizadores e sensores de movimento, para reduzir os níveis de iluminância nos horários de baixa movimentação das vias públicas e privadas;
- Utilizar sistemas programados para ligar e desligar a iluminação decorativa de fachadas e monumentos, desde que não haja comprometimento da segurança ou da integridade da instalação;
- Sempre que possível, instalar as luminárias de modo que não emitam luz diretamente para os pontos de observação do sítio astronômico ou observatório.

**Figura 8** – Resumo de orientações para a iluminação adequada



Fonte: Cartilha de Fotopoliuição – TAMAR.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Constatou-se que o uso inadequado da iluminação elétrica que causa a poluição luminosa é prejudicial à saúde humana e ao meio ambiente. No entanto é possível minimizar e até neutralizar os impactos negativos. Recomenda-se a associação de técnicas de projetar a iluminação, com produtos adaptados e o trabalho de conscientização da população usuária de fontes de luz elétrica e profissionais da área para que se alcance resultados que satisfaçam a redução da poluição luminosa.

## REFERÊNCIAS

ADOLPHO, Raquel. PENSAR A CIDADE ILUMINADA A Iluminação Pública na Área Central de Porto Alegre e sua Relação com a Poluição Luminosa

AMERICAN MEDICAL ASSOCIATION. Carta pública. Chicago, 2016. Disponível em: <https://www.ama-assn.org/press-center/press-releases/ama-adopts-guidance-reduce-harm-high-intensity-street-lights>. Acesso em 13 mar. 2023.

ANSI/IES LP-11-21 - Lighting Practice: **Environmental Considerations for Outdoor Lighting**. Illuminating Engineering Society (2020). ISBN 9780879953546. Abr. 2020.

ANSI/IES TM-37-21 - Technical Memorandum: **Description, Measurement, and Estimation of Sky Glow**. Illuminating Engineering Society (2021)  
SKU: ANSI/IES TM-37-21 - ISBN-13: 978-0-87995-410-9

ANSI (Illuminating Engineering Society of North America). Lighting Practice: Environmental considerations for outdoor lighting. Illuminating Engineering Society (2020).



**REVISTA BELAS ARTES**

Volume 38  
Janeiro - Abril / 2022  
ISSN: 2176-6479

ARAÚJO, Saulo; DEMINICIA, Bruno. Fotoinibição da Fotossíntese. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre. v. 7, n. 4, p. 463-472, 2009.

BARBOSA, S. Matheus. **Desmistificando a poluição luminosa: uso consciente da luminosidade**. 1ª Edição. Porto Alegre/RS::Editora Fi, 2019. Disponível em: <https://rockcontent.com/br/talent-blog/referencia-bibliografica-abnt/>. Acesso em: 22 Set. 2022.

BARGHINI, Alessandro. **Antes que os Vaga-lumes Desapareçam**. São Paulo: Ed. Annablume, 1ª ed, p.194, 2010.

BRASIL. Lei 7661/88 | Lei nº 7.661, de 16 de maio de 1988. Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro e dá outras providências. seção 1, Brasília, DF, 16 mai. 1988. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/17661.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/17661.htm). Acessado em: 20 nov. 2022.

BENEDITO, E. **Biologia e Ecologia dos Vertebrados**. Rio de Janeiro: Roca, 2015. 259p.

BERNARDI, Fabiana *et al.* **Transtornos alimentares e padrão circadiano alimentar: uma revisão**. Rio Grande do Sul: Rev Psiquiatr. 2009. 31(3): pp 170-176.

BRADY, John. **Biological Clocks**. London: Edward Arnold,1979. 60 p.

CAMPOS, Silvia. **“Poluição Luminosa e Efeitos do LED na Saúde Humana e Meio Ambiente”**. IDA DARK SKY BRASIL. YouTube, 20 abr. 2022. Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=QWNJT3YuH2U&t=2112s>. Acesso em Projeto TAMAR. Cartilha de Fotopoluição. As Tartarugas Marinhas e a Iluminação. Salvador: Fundação Fev, 2013. Disponível em: [https://tamar.org.br/arquivos/fotopoluicao\\_web.pdf](https://tamar.org.br/arquivos/fotopoluicao_web.pdf). e/ou <http://projetotamar.org.br/noticia1.php?cod=406> . Acessado em 02 fev. 2023.

CARTHY, John.D. **Comportamento animal**. Tradução de Isaias Pessotti e Sílvio Morato De Carvalho. São Paulo: EPU, 1980. 79 p.

CHEN, Chien Yu. *et al.* **Influence on human sleep of dynamic lighting**. 29th CIE Session, Washington D.C., USA, Jun. 14-22, 2019. Disponível em: [https://files.cie.co.at/x046\\_2019/x046-OP21.pdf](https://files.cie.co.at/x046_2019/x046-OP21.pdf). Acesso em: 01 mar. 2023.



**REVISTA BELAS ARTES**

Volume 38  
Janeiro - Abril / 2022  
ISSN: 2176-6479

CHEUNG, Sze-leung. Poluição Luminosa. **IAU - International Astronomical Union Office for Astronomy Outreach**: Cerimónia de encerramento do Ano Internacional da Luz. 27 out. 2018. Disponível em: [iau.org/static/archives/images/pdf/light-pollution-brochure\\_pt.pdf](http://iau.org/static/archives/images/pdf/light-pollution-brochure_pt.pdf). Acessado em: 20 mar. 2023.

CLEMENTS, A.N. **The biology of mosquitoes-Sensory reception and behavior**, Cabi Publishing. v.2, 752p. Calagary, 1999.

CORREA, Yuri. **Nobel de Medicina joga uma luz sobre problemas da modernidade**. Jornal da Universidade Ciências, Porto Alegre, 2017. Disponível em: [www. ufrgs.br/jornal](http://www.ufrgs.br/jornal). Acesso em: 02 ago. 2022.

COSTA, Bruno Miguel Gomes. **Metodologia para Elaboração de um Plano Director de Iluminação Pública (PDIP)**. Pag. 109 Aplicação ao Município de Matosinhos. Porto, 27 jan. 2020. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/126253/2/386447.pdf>. Acessado em: 01 mar. 2023.

DLC - **Requisitos Técnicos**: LUNA V1.0. Lançada em 17 de dezembro de 2021, atualizada em 7 de setembro de 2022. Disponível em: <https://www.designlights.org/our-work/luna/technical-requirements/luna-v1-0/> Acessado em: 10 out. 2022

DUARTE, Luís; ALMEIDA, Guilherme; VAN ZELLER, Alberto. **Manual da Poluição Luminosa**: Atuações para o seu controlo/redução. Portugal, 20 mar. 2014. Ed: CPI - Centro Português de Iluminação. Disponível em: <https://www.sulinformacao.pt/2014/03/poluicao-luminosa-e-cadastro-da-iluminacao-publica-motivam-seminario-em-lagos/> e/ou [https://encpe.apambiente.pt/sites/default/files/documentos/4%20-%20manual\\_poluicao\\_luminosa\\_cpi.pdf](https://encpe.apambiente.pt/sites/default/files/documentos/4%20-%20manual_poluicao_luminosa_cpi.pdf) . Acessado em: fev. 2023.

FERNANDES, G. Wilson; COELHO, Marcel S.; CAIRES, Tarcísio; **O Impacto Ambiental da Poluição Luminosa**: O Brasil tem Apenas Três Leis para Proteger a Escuridão Noturna. Além de



**REVISTA BELAS ARTES**

Volume 38  
Janeiro - Abril / 2022  
ISSN: 2176-6479

Desperdiçar em Iluminação, essa Forma de Poluição afeta até Ciclos da Vida; Artigo; Scientific American Terra 3.0; Revista 1; 3 microbiografias; 2 refs.; páginas 40 a 47, 2016.

FINOCCHIO, Marco A. F. **Noções gerais de projetos de iluminação Pública (IP).** **Cornélio Procópio** – jan. 2014. Disponível em: [http://www.eletrica.ufpr.br/sebastiao/wa\\_files/te344%20aula%2029%20-%20apostila%20nocoas%20gerais%20de%20projetos%20de%20ip.pdf](http://www.eletrica.ufpr.br/sebastiao/wa_files/te344%20aula%2029%20-%20apostila%20nocoas%20gerais%20de%20projetos%20de%20ip.pdf) Acessado em: 06 jan. 2023.

FRERING, Daniel C. *et al.* Treinamento baseado na Web para Iluminação Rodoviária FHWA Módulo 2: Hardware de Iluminação e Considerações sobre Fonte de Luz para Iluminação Rodoviária. Estados Unidos. Administração Rodoviária Federal, 2018. Disponível em: [file:///C:/Users/pendente/Downloads/dot\\_43677\\_DS1.pdf](file:///C:/Users/pendente/Downloads/dot_43677_DS1.pdf). Acessado em: 05 jan. 2023.

GOLDSMITH, Timothy H. **What bird see.** USA: Scientific American, 2011. Disponível em <[www.web.archive.org](http://www.web.archive.org)> Acessado em: ago. 2022.

IDA – International Dark-Sky Association. **Lighting, Crime and Safety.** Tucson – USA 29 out. 2012. Disponível em: <https://www.darksky.org/light-pollution/lighting-crime-and-safety/>. Acessado em: 05 nov. 2022.

IES (Environmental Engineering Society). Livros de Iluminação. Disponível em: <https://store.ies.org/product-category/lighting-books/>. Acesso em: 15 mar. 2023.

JONES, Eugene; LITTLE, John. **Handbook of Experimental Pollination Biology.** Nova York: 1ª ed. Nostrand Reinhold, 1983. 558 p.

KART, Jeff. **A iluminação favorável ao céu escuro permite que você veja as estrelas.** Forbes. Mai. 2018. Disponível em: <https://www.forbes.com/sites/jeffkart/2018/05/23/dark-sky-friendly-lighting-lets-you-see-the-stars/?sh=76a34c047c3e>. Acessado em: 19 mar. 2023.



**REVISTA BELAS ARTES**

Volume 38  
Janeiro - Abril / 2022  
ISSN: 2176-6479

KAUFFMANN, Ricardo. Melhorar a qualidade da iluminação e reduzir a poluição luminosa. IES - Illuminating Engineering Society, Iluminação. Abril 2020. Disponível em: <https://blogdokauffmann.wordpress.com/2020/04/29/melhorar-a-qualidade-da-iluminacao-e-reduzir-a-poluicao-luminosa/>. Acessado em: 12 fev. 2023.

KEVAN, Peter.G. **Floral colors through the insect eye: what they are and what they mean**, Ontario, Canadá, 1983. pp. 3-30. Handbook of Experimental Pollination.

LEITE, Henrique. **Poluição Luminosa: seus impactos sobre a saúde, a segurança, a economia e o meio ambiente** – e propostas para a sua regulação no Brasil. Brasília, 2021. 39 p.

LEVINE, Joseph; EDWARD, F. MacNichol. Color Vision in Fishes. **Scientific American**. JSTOR, 1982. vol. 246, n.2, pp 140-149. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/24966528>> Acessado em: 16 set. 2022.

LOUIS J. Kraus, MD, Chair, Report of the council on science and public health. **Human and Environmental Effects of Light Emitting Diode (LED) Community Lighting**. CSAPH Report 2-A-16. CHICAGO, ILLINOIS. June 11–15, 2016. Disponível em: [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.darksky.org/wp-content/uploads/bsk-pdf-manager/AMA\\_Report\\_2016\\_60.pdf](chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.darksky.org/wp-content/uploads/bsk-pdf-manager/AMA_Report_2016_60.pdf). ou <https://tamar.org.br/interna.php?cod=106>. Acessado em: 14 dez. 2022.

MANUAL de Iluminação Pública. Paraná: COPEL - Companhia Paranaense de Energia. fev. 2012.

MELO, Lucrecia Maria de. **Glândula pineal: ações da melatonina sobre o eixo neuroendócrino-reprodutivo**. 1988. 153 p. Monografia (Especialista em Endocrinologia) – Centro de Ciências Biológicas e de Medicina, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

MENDES, Carmem Célia *et al.* Panorama do sono e dos sonhos. **Revista de Psicofisiologia**. Belo Horizonte (MG), v 2, n.1 e 2, 1998.

National Geographic Society. **Light Pollution**. People all over the world are living under the nighttime glow of elétrica light, and it is causing big problems for humans, wildlife, and the



**REVISTA BELAS ARTES**

Volume 38  
Janeiro - Abril / 2022  
ISSN: 2176-6479

environment. There is a global movement to reduce light pollution, and everyone can help. NATIONAL GEOGRAPHIC, jul. 2022. Disponível em: <https://education.nationalgeographic.org/resource/light-pollution/3rd-grade/> Acessado em: 27 mar. 2023.

PAIVA, S. **Curvas de Crescimento Morfométrico de Guppy** (*poecilia reticulata*) do nascimento à maturidade sexual. Dissertação Mestrado, Pontifícia Universidade Católica de Goiás. Goiás p.44, 2012.

PATIRI, Victor; Ferreira Sandra; Lopez, Gustavo e Domingos, Elisabete. **The results of strategies to mitigate environmental impacts caused by light pollution in the conservation of sea turtles in Brazil** In: Abstracts Volume – 27th Annual Conference International Association for Impact Assessment –IAIA, Seoul, Korea, 2007, p .113-114.

PATIRI, V.J.A.; FERREIRA, S.N.M.; LOPEZ, G.G.; DOMINGOS, L.D. **Os resultados de Estratégias para Mitigar os Impactos Ambientais causados pela fotopoluição na Conservação de Tartarugas Marinhas**. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA, 18. Olinda. Resumos... [S.l.: s.n.], 2008.

ROBERTSON, Katharine; BOOTH, David; LIMPUS, Colin. (2016). An assessment of 'turtle-friendly' lights on the sea-finding behaviour of loggerhead turtle hatchlings (*Caretta caretta*). Wildlife Research. 43. 10.1071/WR15138. Disponível em: <file:///C:/Users/pendente/Downloads/RobertsonBoothLimpusWRMarch2016.pdf>. Acessado em: 28 mar. 2023.

SALIÉS, Eduardo, *et al.*, **Cartilha de Fotopoluição**. 12p. Praia do Forte, Disponível em: <<https://docplayer.com.br/26044010-Cartilha-de-fotopoluicao.html>> Acessado em: set. 2022.

SENZI, Neidi; CAMPOS, Silvia. Webinar "**Iluminação 'Turtle Friendly'**" - Projeto na orla de Guajaruba, Bahia" - IDA DARK SKY BRASIL. YouTube, 21 nov. 2022. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=04aJeTtKenk>. Acesso em dez. 2022.

TAVEIRA, L.A., FONTES, L.R., NATAL, D. **Manual de diretrizes e procedimentos no controle do Aedes aegypti**. Ribeirão Preto: Prefeitura Municipal de Ribeirão Preto, 2001.

VOELKER, Sthepan. New ways to achieve climate aim in roadway lighting new ways to achieve climate aim in roadway lighting: **Proceedings of the 29th CIE SESSION**. Pag. 56. Technische Universität Berlin, Berlin, GERMANY. Jun, 2019. DOI 10.25039/x46.2019.OP10. Disponível em: [https://files.cie.co.at/x046\\_2019/x046-OP10.pdf](https://files.cie.co.at/x046_2019/x046-OP10.pdf). Acessado em: 29 mar. 2023.



**REVISTA BELAS ARTES**

Volume 38  
Janeiro - Abril / 2022  
ISSN: 2176-6479