CERTIFICAÇÃO PARA CIDADES SUSTENTÁVEIS

Abordagem sobre iluminação pública, arborização, mobilidade ativa e segurança pública

03 a 05 de outubro de 2023

Organização e Realização



















Diretrizes Normativas para Iluminação Pública

Painelistas: Sr. Adildon Rosa – Gestor de Infraestrutura de Jundiaí; Eng. Elet. José Carlos Martinez Melero, MSc. – PPGE-IEE-USP e Eng. Elet.

Dr. Elvo Calixto Burini Junior -IEE-USP

Moderador: Sr. Jones H. Martins – Gestor Adjunto de Finanças de Jundiaí

03 de outubro de 2023

Organização e Realização

















CERTIFICAÇÃO PARA CIDADES SUSTENTÁVEIS, Jundiaí, 03/out./2023

A Associação dos Engenheiros de Jundiaí, com o apoio do Crea-SP, convida você para participar do CICLO DE PALESTRAS 2023, que visa contribuir com a valorização e a capacitação dos profissionais das áreas relacionadas. Participe!

PAINEL 2

20:30 - Diretrizes Normativas para lluminação Pública

Moderador: Jones H. Martins (Gestor Adjunto Finanças da Prefeitura de Jundiai) Adilson Rosa (Gestor UGISP - Prefeitura de Jundiai) Prof. Dr. Elvo Calixto Burini Jr (USP)

Dr. Elvo Calixto Burini Jr.

MSc. José Carlos Martinez Melero



Diretrizes Normativas para Iluminação Pública

Dr. Elvo Calixto Burini Jr.

MSc. José Carlos Martinez Melero

Jundiaí, 03/out./2023

CERTIFICAÇÃO PARA CIDADES SUSTENTÁVEIS, Jundiaí, 03/out./2023

ESTRUTURA DA APRESENTAÇÃO

- Bloco 1 Objetivo e definição de Iluminação Pública (IP) e seus principais componentes.
- Bloco 2 O modelo de regulação adotado para a iluminação pública e seus componentes no Brasil.
- Bloco 3 Descrição do estágio atual da IP no Brasil.
- Bloco 4 Barreiras e desafios da IP.
- Bloco 5 Alguns resultados de pesquisa, implantação e de medições de produtos
- Bloco 6 Possíveis caminhos e propostas para a IP viária.



1. Objetivos

- Apresentar e discutir conhecimentos, conceitos, normas, regulamentos que orientam a iluminação viária e de pedestres.
- Difundir capacitação, conceitos e dados amostrados de luminárias do mercado brasileiro.



CERTIFICAÇÃO PARA CIDADES SUSTENTÁVEIS, Jundiaí, 03/out./2023

2. Introdução



Figura - Abordagens sobre o desenvolvimento da iluminação urbana: (a) cidade para os automóvel (após 1945); (b) cidade para os pedestre e ciclista (desde a primeira década do século XXI até os dias atuais); (c) cidade sustentável, saudável e ambientalmente responsável (desde a segunda década do século XXI até aos dias de hoje). Fonte: Fig. 1, Zielinska-Dabkowska, et al. Rethinking Sustainable Cities at Night: Paradigm Shifts in Urban Design and City Lighting. Sustainability 2022, 14, 6062. 34p. https://doi.org/10.3390/su14106062 [29] .







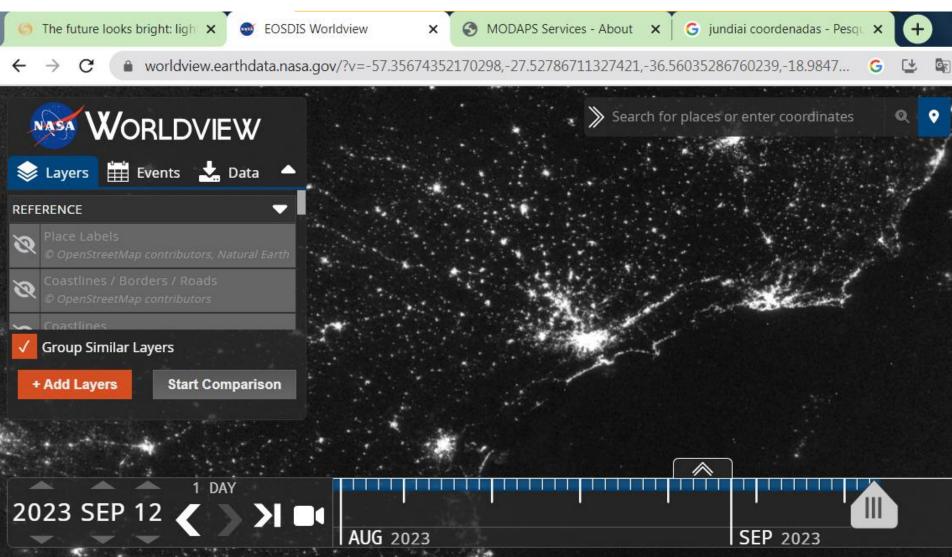








The future looks....html





CERTIFICAÇÃO PARA CIDADES SUSTENTÁVEIS, Jundiaí, 03/out./2023

2. Introdução

O que é iluminação pública?



3.9 iluminação pública

serviço que tem por objetivo prover de luz, ou claridade artificial, os logradouros públicos no período noturno ou nos escurecimentos diurnos ocasionais, inclusive aqueles que necessitam de iluminação permanente no período diurno



Funções da Iluminação Pública:

- Propiciar a visualização de pessoas e objetos;
- Garantir a segurança aos transportes e ao tráfego dos diferentes tipos de veículos;
- Facilitar a orientação do tráfego;
- Destacar efeitos festivos, cenográficos e simbólicos;
- Transmitir mensagens;
- Valorizar o patrimônio histórico urbano;
- Oferecer conforto visual e qualidade estética; e
- Desestimular a criminalidade e o vandalismo.



CERTIFICAÇÃO PARA CIDADES SUSTENTÁVEIS, Jundiaí, 03/out./2023

2. Introdução

ABNT NBR ISO 37120:2021

7.2.4	Interpretação dos dados2	1
7.3	Porcentagem de habitantes da cidade com fornecimento regular de energia elé	
	(residencial) (indicador essencial)2	1
7.3.1	Generalidades2	1
7.3.2	Requisitos do indicador essencial2	1
7.4	Número de conexões de serviço de distribuição de gás por 100 000 habitantes	
	(residencial) (indicador essencial)2	2
7.4.1	Generalidades2	2
7.4.2	Requisitos do indicador essencial2	2
7.4.3	Interpretação dos dados2	2
7.5 Consumo final de energia de edifícios públicos por ano (GJ/m²)		
	(indicador essencial)2	2
7.5.1	Generalidades2	2
7.5.2	Requisitos do indicador essencial2	3
7.6	Consumo de energia elétrica da iluminação de vias públicas por quilômetro de via	
	iluminada (kWh/ano) (indicador de apoio)2	3
7.6.1	Generalidades2	



	,
7 INTRACTOR	
2. Introduçã	

	(residencial) (indicador essencial)	
7.3.1	Generalidades	
7.3.2	Requisitos do indicador essencial	21
7.4	Número de conexões de serviço de distribuição de gás por 100 000 habitant (residencial) (indicador essencial)	
7.4.1	Generalidades	22
7.4.2	Requisitos do indicador essencial	22
7.4.3	Interpretação dos dados	22
7.5	Consumo final de energia de edifícios públicos por ano (GJ/m²)	
	(indicador essencial)	22
7.5.1	Generalidades	22
7.5.2	Requisitos do indicador essencial	23
7.6	Consumo de energia elétrica da iluminação de vias públicas por quilômetro	de via
tro	de via Nh/ano) (indicador de apoio)	

7.2.4 Interpretação dos dados...

7.6.1 Generalidades

Para aqueles que implementarem este Documento, convém reportar este indicador em conformidade com os seguintes requisitos.

NOTA 1 Iluminação pública pode abranger de 15 % a 50 % da eletricidade pública. Melhorar a eficiência da iluminação pública é um dos passos mais importantes e econômicos que uma cidade pode tomar para melhorar a eficiência energética. Melhorar a qualidade e a eficiência da iluminação das vias públicas gera múltiplos benefícios, incluindo redução de custos de manutenção, melhoria de segurança pública e redução das taxas de criminalidade, melhoria de vias e segurança viária, melhoria da qualidade do ar, aumento de atratividade da cidade e identidade da comunidade e aumento da produtividade econômica.

NOTA 2 Este indicador reflete as áreas de ação "Economia, produção e consumo sustentáveis" e "Infraestruturas da comunidade", conforme definidas na ABNT NBR ISO 37101. Ele pode permitir uma avaliação da contribuição para o propósito de "Uso responsável de recursos" da cidade, conforme definido na ABNT NBR ISO 37101.

7.6.2 Requisitos do indicador de apoio

O consumo de energia elétrica da iluminação de vias públicas deve ser calculado como o consumo total de energia elétrica da iluminação de vias públicas (numerador) dividido pela distância total das vias públicas onde a iluminação está presente (denominador). O resultado deve ser expresso como consumo de energia elétrica da iluminação de vias públicas em quilowatt-hora por quilômetro por ano.

Para os fins desta Norma, é conveniente que a iluminação de vias públicas atenda aos padrões definidos local ou nacionalmente para iluminação e/ou aos requisitos estabelecidos pela Comissão Internacional de Iluminação, Relatório Técnico CIE 115:2010, "Iluminação de Vias para Tráfego de Veículos e Pedestres."



Interpretação dos dados.

ergia	-	Consumo final total
eção 7)	W	de energia per capita (GJ/ano)
	_	Porcentagem da energia total final proveniente de fontes renováveis
	_	Porcentagem de habitantes da cidade com fornecimento regular de energia elétrica (residencial)
	_	Número de conexões de serviço de distribuição de gás por 100 000 habitantes (residencial)
	_	Consumo final de energia de edifícios públicos por ano (GJ/m²)

Consumo de Graus-dia de energia elétrica aquecimento da iluminação de Graus-dia de vias públicas por resfriamento quilômetro de via iluminada (kWh/ano) Duração média de interrupção do fornecimento de energia elétrica em horas por domicílio por ano

Fonte: Tab. A-1, p.107, Norma NBR ISO 37120 [1] – Trecho referente a Iluminação Pública.



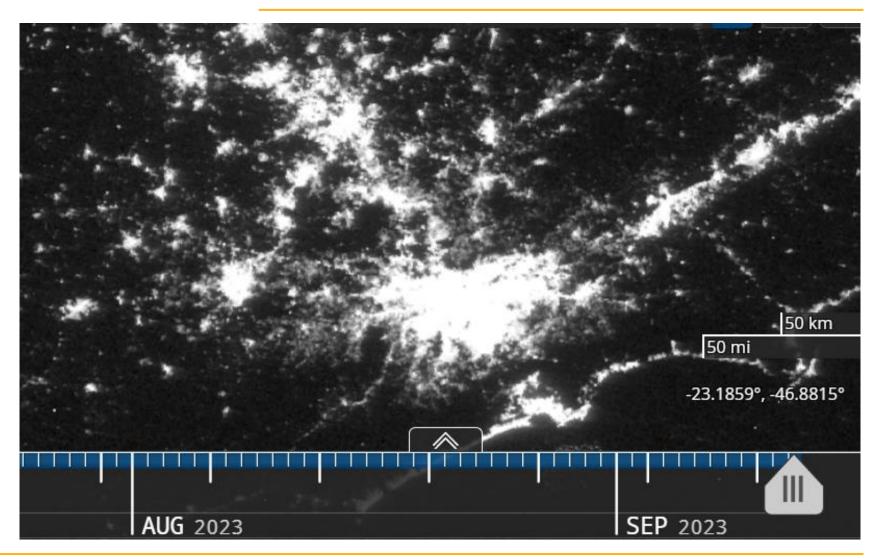
7.2.4	Interpretação dos dados	21
7.3	Porcentagem de habitantes da cidade com fornecimento regular de energia (residencial) (indicador essencial)	
7.3.1	Generalidades	21
7.3.2	Requisitos do indicador essencial	21
7.4	Número de conexões de serviço de distribuição de gás por 100 000 habitant	es
	(residencial) (indicador essencial)	22
7.4.1	Generalidades	22
7.4.2 Requisitos do indicador essencial		22
7.4.3	Interpretação dos dados	22
7.5	Consumo final de energia de edifícios públicos por ano (GJ/m²) (indicador essencial)	
7.5.1	Generalidades	22
7.5.2	Requisitos do indicador essencial	23
7.6	Consumo de energia elétrica da iluminação de vias públicas por quilômetro de via iluminada (kWh/ano) (indicador de apoio)23	
7.6.1	Generalidades	

Área de ação da ABNT NBR ISO 37101	Propósitos nesta Norma
Economia, produção e	Uso responsável de recursos (ABNT NBR ISO 37101)
consumo sustentáveis	 7.1 Consumo final total de energia per capita (GJ/ano) (indicador essencial)
	 7.2 Porcentagem da energia total final proveniente de fontes renováveis (indicador essencial)
	 7.5 Consumo final de energia de edifícios públicos por ano (GJ/m²) (indicador essencial)
	 7.6 Consumo de energia elétrica da iluminação de vias públicas por quilômetro de via iluminada (kWh/ano) (indicador de apoio)

Fonte: Tab. B-1, p.121, Norma NBR ISO 37120 [1] — Trecho referente a Iluminação Pública.

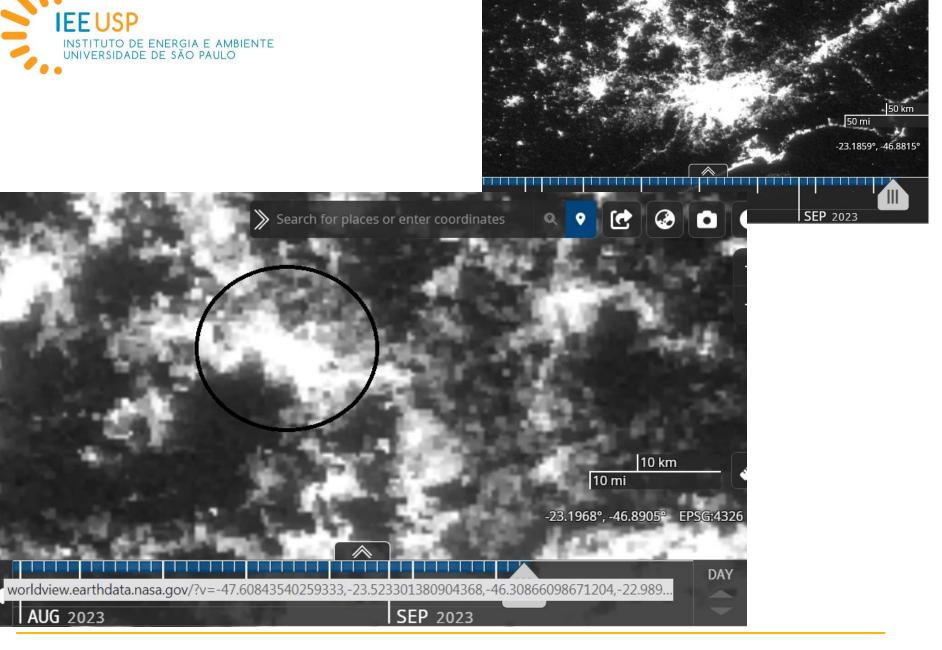


CERTIFICAÇÃO PARA CIDADES SUSTENTÁVEIS, Jundiaí, 03/out./2023





AUG 2023





ABNT NBR ISO 37120:2021

7.2.4	Interpretação dos dados	2
7.3	Porcentagem de habitantes da cidade com fornecimento regular de energia elé	
	(residencial) (indicador essencial)	2
7.3.1	Generalidades	2
7.3.2	Requisitos do indicador essencial	2
7.4	Número de conexões de serviço de distribuição de gás por 100 000 habitantes	
	(residencial) (indicador essencial)	2
7.4.1	Generalidades	2
7.4.2	Requisitos do indicador essencial	2
7.4.3	Interpretação dos dados	2
7.5	Consumo final de energia de edifícios públicos por ano (GJ/m²)	
	(indicador essencial)	2
7.5.1	Generalidades	2
7.5.2	Requisitos do indicador essencial	2
7.6	Consumo de energia elétrica da iluminação de vias públicas por quilômetro de	via
	iluminada (kWh/ano) (indicador de apoio)	2
761	Generalidades	2

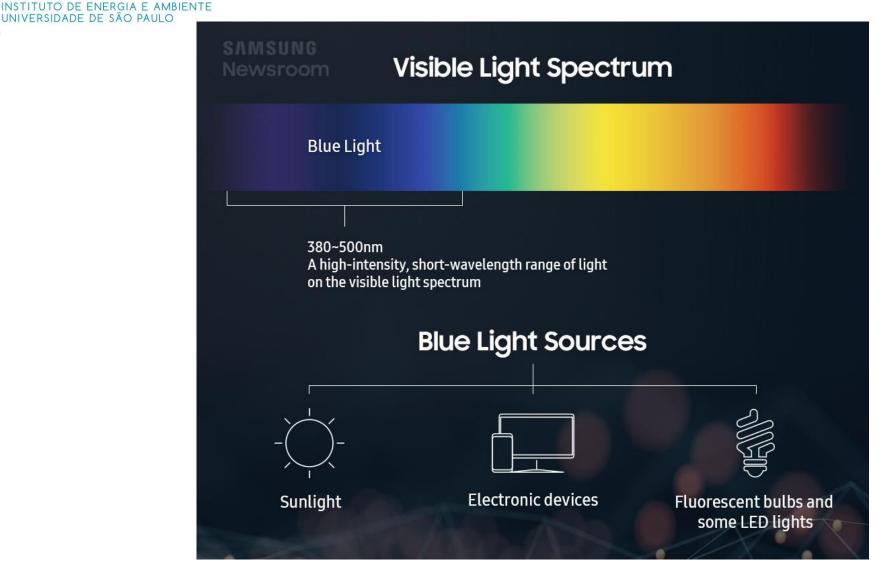
- Infraestruturas da 16.4 Porcentagem de resíduos sólidos urbanos dispostos em aterros comunidade sanitários (indicador essencial)
 - 16.5 Porcentagem de resíduos sólidos urbanos tratados em usinas de geração de energia a partir de resíduos (indicador essencial)
 - 16.6 Porcentagem de resíduos sólidos urbanos que são biologicamente tratados e utilizados como compostos ou biogás (indicador de apoio)
 - 16.7 Porcentagem de resíduos sólidos urbanos dispostos em lixões a céu aberto (indicador de apoio)
 - 16.8 Porcentagem de resíduos sólidos urbanos dispostos por outros meios (indicador de apoio)
 - 19.1 Quilômetros de sistema de transporte público por 100 000 habitantes (indicador essencial)

19.4 Quilômetros de ciclovias e ciclofaixas por 100 000 habitantes (indicador

- de apoio)
- 19.5 Mortes no trânsito por 100 000 habitantes (indicador de apoio)
 19.6 Porcentagem da população que vive em um raio de até 0,5 km de
 - oferta de transportes públicos, disponíveis ao menos a cada 20 min durante os períodos de pico (indicador de apoio)
- 19.7 Tempo médio de deslocamento (indicador de apoio)
 - 22.1 Porcentagem da população da cidade atendida por sistemas de coleta e afastamento de esgoto (indicador essencial)
- 22.2 Porcentagem do esgoto da cidade que recebe tratamento centralizado (indicador essencial)
- 22.3 Porcentagem da população da cidade com acesso a saneamento melhorado (indicador essencial)
- 22.4 Taxa de conformidade do tratamento de esgoto (indicador de apoio)
- 23.1 Porcentagem da população da cidade com serviço de abastecimento de água potável (indicador essencial)
- 23.2 Porcentagem da população da cidade com acesso sustentável a uma fonte de água adequada para o consumo (indicador essencial)
- 23.4 Taxa de conformidade da qualidade da água potável (indicador essencial)
 Uso responsável de recursos (ABNT NBR ISO 37101)
- 7.6 Consumo de energia elétrica da iluminação de vias públicas por quilômetro de via iluminada (kWh/ano) (indicador de apoio)

Fonte: Tab. B-1, p.126, Norma NBR ISO 37120 [1] – Trecho referente a Iluminação Pública.

CERTIFICAÇÃO PARA CIDADES SUSTENTÁVEIS, Jundiaí, 03/out./2023



Fonte: https://news.samsung.com/my/easy-on-the-eyes-how-the-galaxy-s10s-display-protects-users-from-blue-light.



uma carga como secador faz lâmpada tubular LED cintilar!!

RESOLUÇÃO TEMPORAL DA VISÃO E PERCEPÇÃO DE CINTILAÇÃO

Fonte: Sekulovski, D.; Perz, M.; Stephan, A. TOWARDS AN AVIAN FLICKER VISIBILITY MEASURE.

https://www.once.lighting/en/news/towards-an-avian-flicker-visibility-

measure#:~:text=We%20propose%20a%20measure%20of,chicken%20health%20and%20well%2Dbeing.



Considerações sobre modulação de luz, ao longo do tempo, em aves (Canadá)



Conclusões e Recomendações

Considerando em conjunto a investigação realizada com seres humanos, galinhas e outras aves, os autores relatam não ter encontrado provas de que a oscilação acima de 100 Hz tenha quaisquer impactos negativos na saúde ou no bem-estar das aves. Pelo contrário, foram realizadas extensas pesquisas em ambientes de produção comparando os sistemas de iluminação proprietário(com uma frequência de 120 Hz) com outros tipos de fontes, incluindo fontes de luz incandescente e fluorescente, e consistentemente foi obtido um melhor crescimento, melhorias nos marcadores e comportamentos do bem-estar animal. Os autores solicitam cuidado aos produtores ao agrupar todos os "flickers" na mesma categoria, pois nesse assunto existe diferença bastante sutil. Dito isto, dada a grande semelhança da frequência crítica de fusão ou oscilação da visão (do inglês critical fusion/flicker frequency, ou CFF) entre aves (galinhas) e humanos, a melhor regra que eles sugerem é: se você consegue perceber a oscilação, o pássaro também pode.

Fonte: Considerations for Temporal Light Modulation in Poultry. https://ruby360.ca/white-paper/considerations-for-temporal-light-modulation-in-poultry/.



RUMO A UMA MÉTRICA PARA A SENSIBILIDADE AO FLICKER NO SETOR AVIÁRIO

No artigo é apresentada uma proposta modelo para a visão de aves (frangos e galinhas) elaborada a partir da modificação de um modelo existente de sensibilidade humana, em relação de cintilação, tendo sido consideradas as propriedades da visão dos pássaros e discutida as implicações das respostas do modelo para diferentes fontes de luz, históricas e utilizadas atualmente.

Conclusão - O presente artigo propõe uma métrica para avaliação, ao longo de um período de tempo, da qualidade da luz, ele poderia ser utilizado para projetar fontes de luz sem cintilação luminosa, do ponto de vista das aves. Pode ser aplicada, entre outros, na indústria avícola para reduzir o impacto negativo da luz modulada na saúde e no bem-estar das aves.

Fonte: Sekulovski, D.; Perz, M.; Stephan, A. TOWARDS AN AVIAN FLICKER VISIBILITY MEASURE.

https://www.once.lighting/en/news/towards-an-avian-flicker-visibility-

measure#:~:text=We%20propose%20a%20measure%20of,chicken%20health%20and%20well%2Dbeing.





Custo da luz para LED

3.1.2. Proposed LED Product Development Priority Tasks

B.1.1 Substrate Development

Description: Develop alternative substrate solutions that are compatible with the demonstration of low cost high efficacy LED packages. Suitable substrate solutions might include native GaN, GaN-on-Si, GaN templates, etc. Demonstrate state of the art LEDs on these substrates and establish a pathway to target performance and cost.

Metric(s)	2011 Status(s)	2020 Target(s)
Price of LED Package @ target efficacy	\$10/klm (cool) \$15/klm (warm)	\$1/klm



Fonte: [19].

Figura – Revisitando uma previsão acessada para o custo da luz a partir da tecnologia SSL (LED) nos EUA, passados 10 anos. Fonte primária: Roundtable Discussions of the Solid-State Lighting R&D Task Priorities. U.S. Department of Energy, p.12, 2012.

9





```
O custo total da luz produzida = investimento inicial (< 2,5%): Hoje, no Brasil (E27), chegamos ao patamar de 1 USD$ (R$ 5), 803 lm; 6.500 K; 89 lm/W; 9 W, 25.000 h (L_{70}), ou seja, 1,25 USD$/klm; {365 dias x 803 lm x 3,4 h} = 0,9965 Mlm.h
```

Mais a energia consumida: R\$ 0,8836/kWh x (25.000 h x 9 W) = R\$ 198,81

 $(25.000 \times 803) \text{ lm.h} \times 0.85 = 17.06 \text{ Mlm.h}$ custo total da luz/Mlm.h = R\$ 203.81 (ou R\$ 11.95/Mlm.h)



Segundo painelista no tema recebido da organização:

Diretrizes Normativas para Iluminação Pública

Eng. José Carlos Martinez Melero, M. Sc., doutorando no PPGE-IEE-USP e atual coordenador do GT/COBEI para estudos quanto ao <u>limite do "espectro azul"</u> e a "<u>cintilação luminosa</u>" (*flicker, Temporal Light Modulation* – TLM *Measurements*) oriundos de fonte de luz elétrica.

Ele fará as próximas considerações até o Bloco 4 – Barreiras e desafios da IP.



O custeio da iluminação pública

"Art. 149 - A Os Municípios e o Distrito Federal poderão instituir contribuição, na forma das respectivas leis, para o custeio do serviço de iluminação pública,"

<u>Fonte:</u> https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/Constituicao.htm#art149a.



Resolução ANEEL N° 1.000

Seção VIII Da Classe Iluminação Pública

Art. 189. Deve ser classificada na classe iluminação pública a unidade consumidora destinada exclusivamente à prestação do serviço público de iluminação pública, de responsabilidade do poder público municipal ou distrital ou daquele que receba essa delegação, com o objetivo de iluminar:

I - vias públicas destinadas ao trânsito de pessoas ou veículos, tais como ruas, avenidas, logradouros, caminhos, passagens, passarelas, túneis, estradas e rodovias; e II - bens públicos destinados ao uso comum do povo, tais como abrigos de usuários de transportes coletivos, praças, parques e jardins, ainda que o uso esteja sujeito a condições estabelecidas pela administração, inclusive o cercamento, a restrição de horários e a cobrança.

§ 1º <mark>Não</mark> se inclui na classe iluminação pública o fornecimento de energia elétrica que tenha por objetivo:

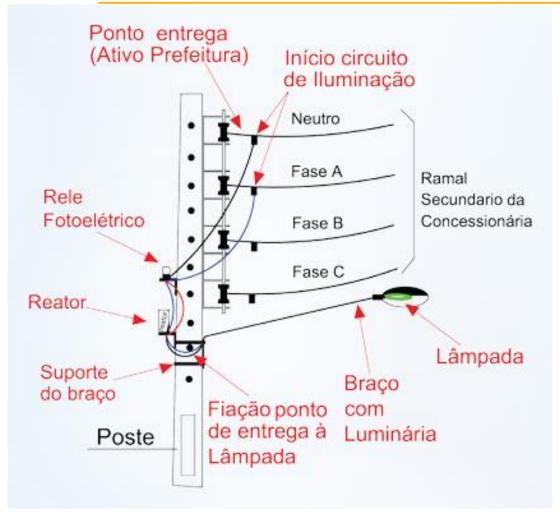
I - a publicidade e a propaganda;

II - a realização de atividades que visem a interesses econômicos;

III - a iluminação das vias internas de condomínios; e

IV - o atendimento a semáforos, radares e câmeras de monitoramento de trânsito.





Fonte: Iluminação Pública – Manual para transferência de ativos. CREA-SP, 2014.

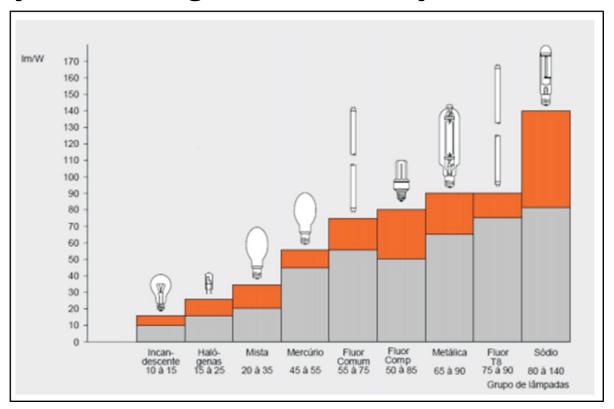


Qual o papel de um sistema normativo e de regulação?

- ✓ Estabelecer requisitos técnicos para equipamentos e serviços para garantia do desempenho e da segurança.
- ✓ O sistema de regulação é instrumentalizado por leis, decretos, resoluções, portarias e normas técnicas, além das próprias cláusulas contratuais.
- ✓ O sistema de regulação pressupõe a prática da fiscalização.



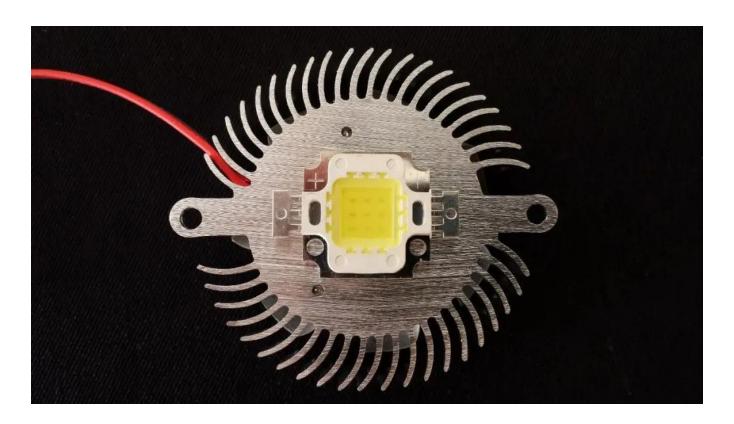
Transição tecnológica na Iluminação Pública



Fonte: OSRAM, 2014



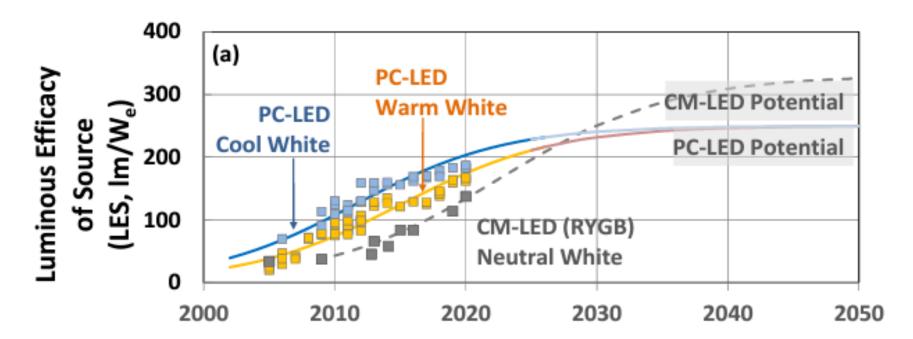
O LED – Light Emitting Diode



Fonte: https://www.vivadecora.com.br/pro/lampada-de-led-esquenta/, 2023



 Transição tecnológica na fonte LED para a Iluminação Pública

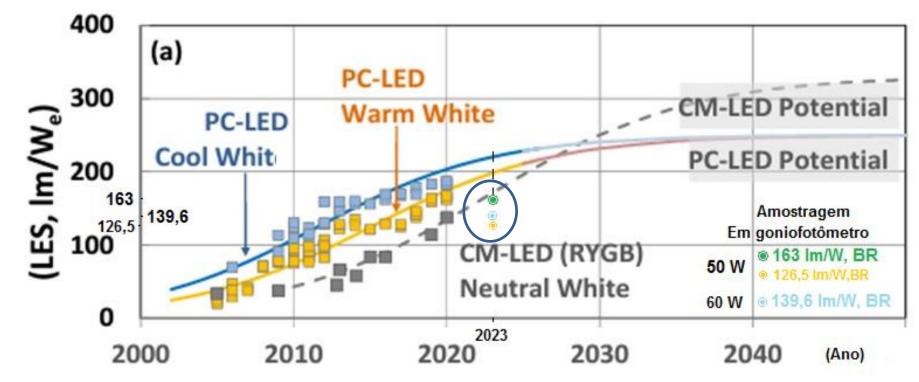


Fonte: DOE, 2022



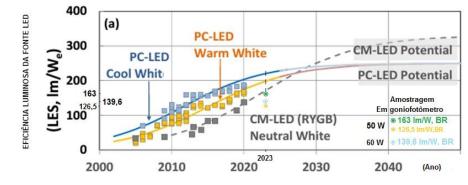
2.1.1 Introdução

Eficiência luminosa (Iluminação Pública), luminárias do mercado brasileiro, 4000 K e 3000 K [126,5 lm/W] (ano 2023)



Fonte: Adaptada pelos autores de DOE, 2022





Eficiência luminosa (Iluminação Pública), luminárias obtidas do mercado brasileiro, ano 2023:

- 4000 K → 139,6 lm/W (fornecedor A).
- 4000 K \rightarrow 163 lm/W (fornecedor B).
- 3000 K → 126,5 lm/W.

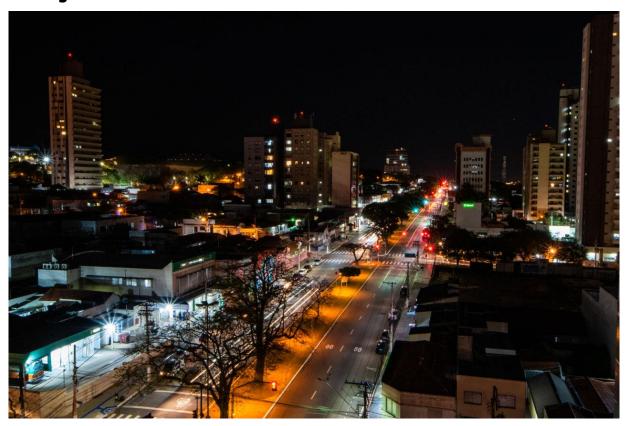
$$\rightarrow$$
 (139,6 - 126,5)/126,5 = 10,4 %

$$\rightarrow$$
 (163 - 126,5)/126,5 = 28,8 %

Fonte: Autores, 2023.



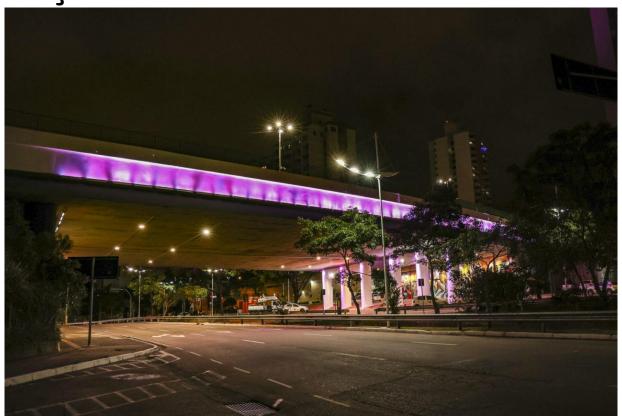
2. Introdução



Fonte: https://jundiai.sp.gov.br/noticias/2021/09/02/avenida-jundiai-ganhara-iluminacao-de-led-em-toda-extensao/, 2022



2. Introdução



Fonte: https://jundiai.sp.gov.br/noticias/2022/12/19/iluminacao-de-led-revitaliza-viadutos-historicos-e-garante-mais-seguranca/



3. Normas

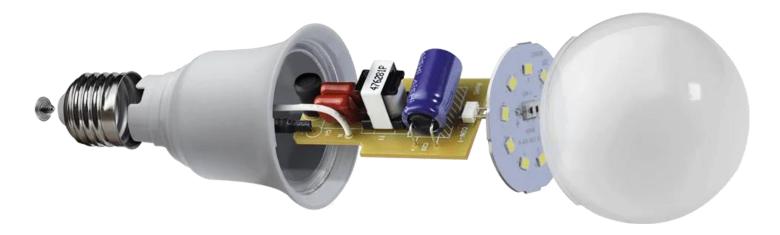
• De Equipamentos

De Projeto

Outras



3.1 Os componentes principais de uma lâmpada LED– E27



https://www.google.com/search?q=lumin%C3%A1ria+p%C3%BAblica+led+explodida&tbm=isch&ved=2ahUKEwiBlankgZuBAxVKALkGHaG3AykQ2-cCegQIABAA&oq=lumin%C3%A1ria+p%C3%BAblica+led+explodida&gs_lcp=CgNpbWcQA1DOKFj5N2CGP2gAcAB4AIABcIgBxweSAQMwLjmYAQCgAQGqAQtnd3Mtd2I6LWltZ8ABAQ&sclient=img&ei=YhP7ZIHcIMqA5OUPoe-OyAl&bih=643&biw=1366#imgrc=id78E1t32aX2HM



3.2 Os componentes principais de uma luminária (IP)



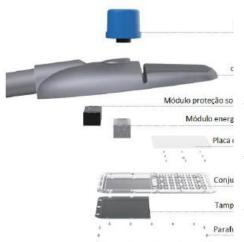


3.2.1 Prescrições técnicas para luminária





3.2.2 Prescrições técnicas complementares



CIE 115:2010 [2].

ABNT NBR 5101:2018 [3].

CIE 243:2021 Discomfort Glare in Road Lighting and Vehicle Lighting [4].

ABNT NBR 5461. 1992. Iluminação – Terminologia [5].

- ABNT NBR 14744 Poste de aço para iluminação, 2001 [9].
- ABNT NBR 15688 Redes de distribuição aérea de energia elétrica com condutores nus, 2012.
- ABNT NBR ISO 209 Alumínio e suas ligas Composição química. 4p., 2010.
- ABNT NBR 12694 Especificação de cores de acordo com o sistema de notação Munsell. 22p., 1992.



ABNT NBR 5101 – 2018 Iluminação Pública - Procedimento

 Esta norma estabelece os requisitos para iluminação de vias públicas, propiciando segurança aos tráfegos de pedestres e veículos.

Tabela	1 – Tráfeg	o motorizado
--------	------------	--------------

Classificação	Volume de tráfego noturno ^a de veículos por hora, em ambo os sentidos ^b , em pista única	
Leve (L)	150 a 500	
Médio (M)	501 a 1 200	
Intenso (I)	Acima de 1 200	

a Valor máximo das médias horárias obtidas nos períodos compreendidos entre 18 h e 21 h.

NOTA Para vias com tráfego menor do que 150 veículos por hora, consideram-se as exigências mínimas do grupo leve (L) e, para vias com tráfego muito intenso, superior a 2 400 veículos por hora, consideram-se as exigências máximas do grupo de tráfego intenso (I).

b Valores para velocidades regulamentadas por lei.



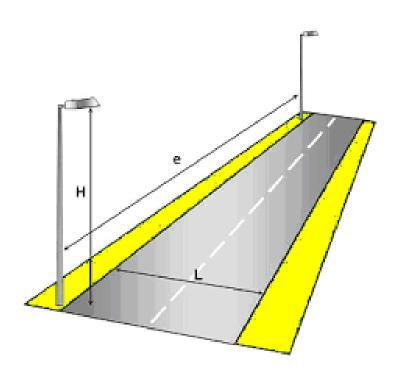
ABNT NBR 5101 – 2018 Iluminação Pública - Procedimento

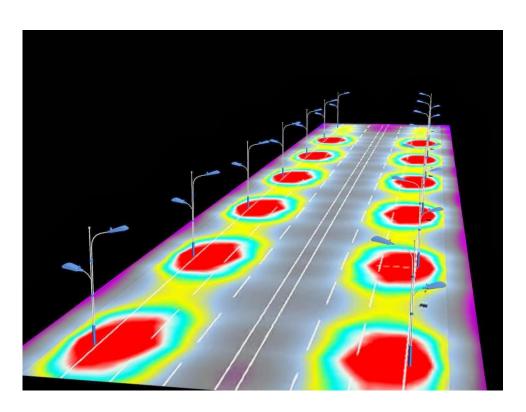
Tabela 5 – Iluminância média mínima e uniformidade para cada classe de iluminação

Classe de iluminação	Iluminância média mínima E _{med,mín}	Fator de uniformidade mínimo $U = E_{mín}/E_{med}$
V1	30	0,4
V2	20	0,3
V3	15	0,2
V4	10	0.2
V5	5	0,2



Projeto de Iluminação Pública – Cálculos e Simulações







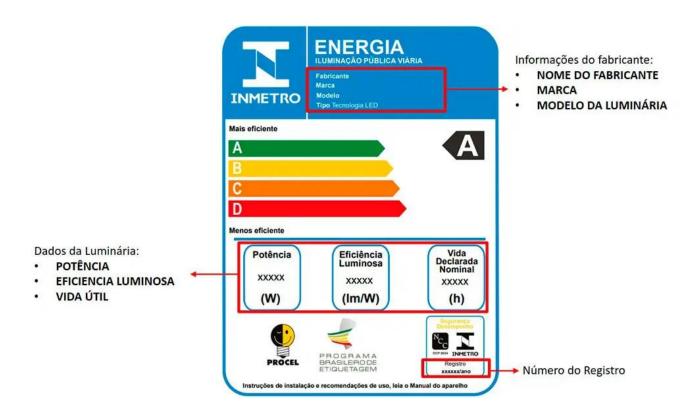
Projeto de Iluminação Pública – Interferências







INMETRO – Portaria № 62, de 17 de Fevereiro de 2022





INMETRO – Portaria № 62, de 17 de Fevereiro de 2022

- Requisitos de Segurança Elétrica
 - Isolamento e rigidez elétrica;
 - Grau de proteção;
 - Proteção para evitar choques elétricos; e
 - Filtros para supressão de interferências eletromagnéticas.



INMETRO – Portaria № 62, de 17 de Fevereiro de 2022

- Requisitos de Desempenho
 - Potência não pode ultrapassar 110% do valor declarado;
 - Fator de Potência => 0,92;
 - Eficiência energética mínima de 68 lm/W;
 - Classes de EE:

Tabela 5 – Eficiência Energética para Luminárias com Tecnologia LED

Classes	Nível de Eficiência Energética (lm/W)	Valor Mínimo Aceitável Medido (lm/W)	
Α	EE ≥ 100	98	
В	90 ≤ EE < 100	88	
С	80 ≤ EE < 90	78	
D	70 ≤ EE < 80	68	



- Requisitos de Desempenho
 - Índice de Reprodução de Cor (Ra) => 70;
 - Expectativa de vida mínima de L70 é de 50.000 horas;
 - Proteção das lentes e refratores em polímero UV;
 - A luminária com tecnologia LED deve possuir DPS.



PROCEL – Critérios para a concessão do selo PROCEL de economia de energia a luminárias LED para iluminação pública – 26 de Outubro de 2018

- Potência elétrica medida não deve diferir em ± 10%;
- O fluxo luminoso total n\u00e3o pode ser < 95%;
- Eficiência energética não pode ser < 110 lm/W;
- Temperatura de Cor Correlata: 2.700 a 5.000 (Tolerâncias);





Desafio da Iluminação Pública:

Transformar os espaços urbanos em ambientes de bem estar social.

Barreira a ser transposta:

Desenvolver tecnologias e serviços com foco no usuário da luz.

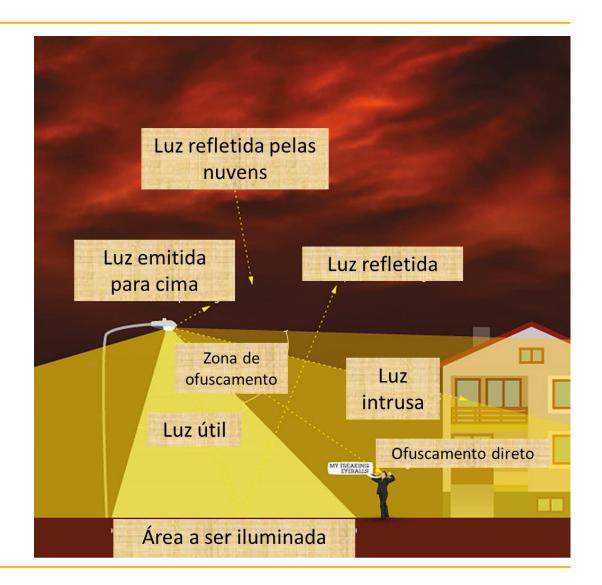




Distribuição da Luz

Fonte: Adaptado pelos

Autores, 2023







Fonte: http://jornalismojunior.com.br/poluicao-luminosa-a-letalidade-das-luzes-artificiais/, 2023.

Dr. Elvo Calixto Burini Jr.

- Bloco 5 Medições de produtos e resultados de implantações (para isso o IEE/USP pode auxiliar); e
- Bloco 6 Possíveis caminhos e propostas para a IP viária. Investir na capacitação de pessoal próprio;

Bloco 5 – Alguns resultados de pesquisa, implantação e de medições de produtos; e



Repensando cidades sustentáveis à noite: mudanças de paradigma no projeto urbano e na iluminação da cidade.

Rethinking sustainable cities at night: Paradigm shifts in urban design and city lighting

```
Keywords:
sustainable cities;
      sustainable developments goals (SDGs);
             SDG11;
                    city lighting;
                           urban lighting;
                          outdoor illumination;
                          nighttime outdoor lighting;
                    light pollution
```

Fonte: Autores poloneses [29] ZIELINSKA-DABKOWSKA, et al., 2022.



IEC 60598-2-3 Luminaire performance – Part 2-3: Particular requirements – LED luminaires, 2023

Date	Publication	webstore.iec.ch/publication/16749	Edition	Status
2011-11-17	IEC 60598-2-3:20	002+AMD1:2011 CSV	3.1	Valid
2011-04-14	IEC 60598-2-3:20	002/AMD1:2011	3.0	Valid
2002-12-04	IEC 60598-2-3:20	002	3.0	Valid
2001-09-26	IEC 60598-2-3:1	993+AMD1:1997+AMD2:2000 CSV	2.2	Revised
2001-03-22	IEC 60598-2-3:1	993/ISH1:2001	2.0	Revised
2000-12-21	IEC 60598-2-3:19	993/AMD2:2000	2.0	Revised
1997-09-10	IEC 60598-2-3:1	993+AMD1:1997 CSV	2.1	Revised
1997-04-28	IEC 60598-2-3:19	993/AMD1:1997	2.0	Revised
1993-04-20	IEC 60598-2-3:19	993	2.0	Revised
1987-03-01	IEC 60598-2-3:19	979/AMD2:1987	1.0	Revised
1983-12-01	IEC 60598-2-3:19	979/AMD1:1983	1.0	Revised



Edition 3.1 2011-11 CONSOLIDATED VERSION

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



_uminaires –

Part 2-3: Particular requirements - Luminaires for road and street lighting

Luminaires -

Partie 2-3: Règles particulières – Luminaires d'éclairage public







ABNT-Associação Brasileira de Normas Técnicas

Sede: Rio de Jeneiro Av. Truze de Maio, 13 - 28º andar CEP 20003 - Ceixa Poetal 1680 Rio de Janeiro - RI Tel: PABS (021) 210-3122 Teles: (021) 34334 ABNT-ER Enderego Telegráfico: NORMATÉCNICA

Copyright © 1990, ABNT-Associação Grasileira de Normas Técnicas Printed in Brazil/ Impresso no Brasil

CDU: 628.9:001.4

lluminação

Terminologia

Registrada no INMETRO como NBR 5461 NBR 3 - Norma Brasileira Registrada

Origem: Projeto 03:001.01-068/89
CB-03 - Comitê Brasileiro de Eletricidade
SC-03:003 - Subcomitê de Iluminação
SC-03:007 - Subcomitê de Terminologia
TB-23 - Lighting - Terminology
Esta Norma substitui a TB-23/79

Palavra-chave: Iluminação

68 páginas

TB-23

DEZ./1991

Ofuscamento	3.2.52
Ofuscamento desconfortável	3.2.56
Ofuscamento direto	3.2.53
Ofuscamento indireto 3.	.12.73
Ofuscamento perturbador	3.2.57
Ofuscamento por reflexão	3.2.54



3.2.52 Ofuscamento

Condição de visão na qual há desconforto ou redução da capacidade de distinguir detalhes ou objetos, devidos a uma distribuição desfavorável das luminâncias, ou a contraste excessivo. (845-02-52)

3.2.53 Ofuscamento direto

Ofuscamento causado por objetos autotuminosos situados no campo visual, particularmente por aqueles situados próximo do eixo de visão. (845-02-53)

3.2.54 Ofuscamento por reflexão

Ofuscamento causado por reflexões, particularmente quando as imagens refletidas aparecem na mesma direção ou numa direção próxima do objeto observado. (845-02-54)

3.2.55 Reflexões velantes

Reflexões especulares que aparecem sobre o objeto observado, e que mascaram total ou parcialmente os detalhes pela diminuição do contraste. (845-02-55)

3.2.56 Ofuscamento desconfortável

Ofuscamento que causa desconforto visual, sem necessariamente enfraquecer a visão dos objetos. (845-02-56)

3.2.57 Ofuscamento perturbador

Ofuscamento que enfraquece a visão dos objetos, sem necessariamente causar desconforto visual. (845-02-57)



ABNT-Associação Brasileira de Normas Técnicas

Sede:
Rio de Jeneiro
Av. Treze de Maio, 13 - 28º endar
CEP 20003 - Caixas Poetal 1680
Rio de Janeiro - RJ
Tel. PABX (201) 2-10-3122
Telex: (021) 3-4333 ABNT-BR
Enderugo Telegráfico:
NORMATECNICA

Copyright © 1990,

ABNT-Associação Brasileira

~

DEZ./1991 | TB-23

lluminação

CDU: 628.9:001.4

Terminologia

Registrada no INMETRO como NBR 5461 NBR 3 - Norma Brasileira Registrada

Origem: Projeto 03:001.01-068/89 CB-03 - Comitê Brasileiro de Eletricidade SC-03:003 - Subcomitê de Iluminação SC-03:007 - Subcomitê de Terminologia TB-23 - Lighting - Terminology Esta Norma substitui a TB-23/79

de Normas Técnicas
Printed in Brazil
Impresso no Brasil
Palavra-chave: Iliuminação

68 páginas

3.12.73 Ofuscamento indireto

Ofuscamento devido a objeto luminoso situado numa direção diferente daquela do objeto observado.

3.12.74 Painel difusor

Painel de material translúcido que cobre as lâmpadas de uma luminária, a fim de reduzir a luminância por difusão.

3.12.75 Percepção

Sensação complexa que surge no campo da consciência e é constituída por impressões sensoriais, complementadas pela memória.

Nota: Em particular, as percepções visuais contribuem para a formação dos nossos conceitos de existência, forma, cor e disposição dos objetos.



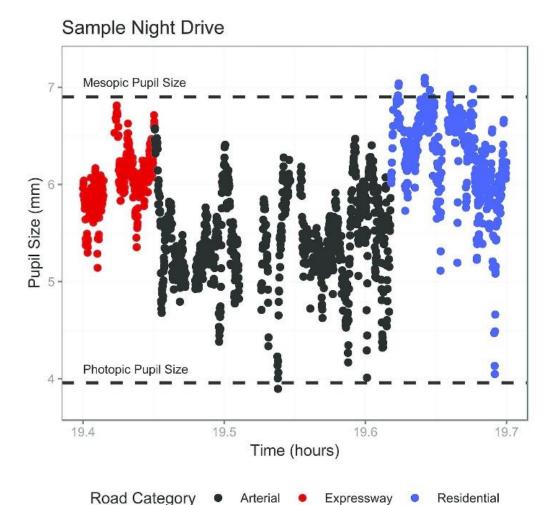


Figura – Resultado de experimento utilizado para dimensionar o tamanho da pupila de condutor de veículo em 3 categorias de via e período noturno. Fonte: BLACK, Alex A et al. 2019. Título do artigo: Variations in pupil size and light levels while driving at night, cujo resumo foi apresentado na Reunião Anual ARVO 2019, realizada em Vancouver, Canada, April 28 - May 2. Disponível em: https://iovs.arvojournals.org/article.aspx?articleid=2746354, acesso 11/set./2023.



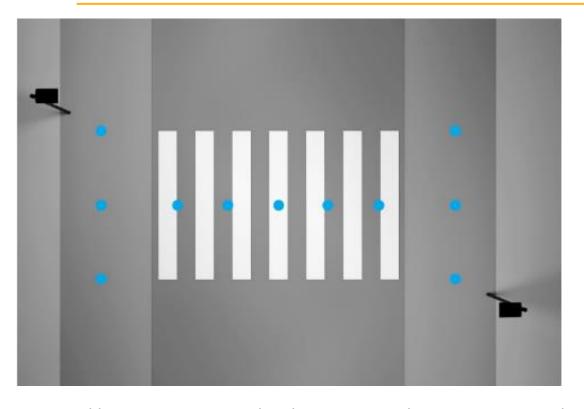


Figura – Disponível em: https://www.bega.com/en/knowledge/lighting-theory/reference-values-for-illumination/maintained-illuminance-according-to-dinen13201/.



O conceito de "Iluminância mantida" (ou valor "a ser" mantido) de acordo com norma EN 12464-1 [28]

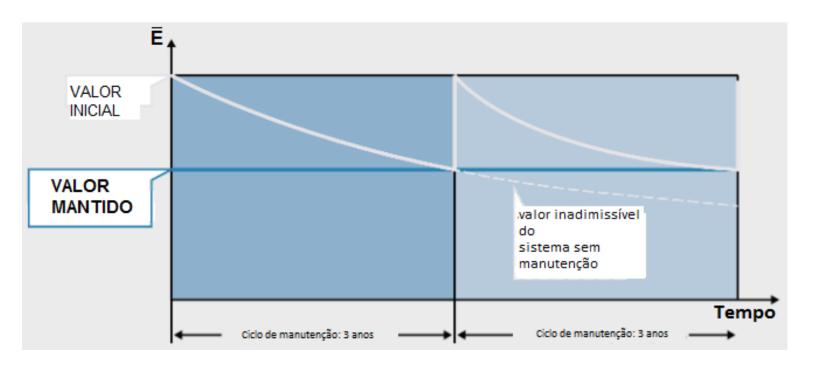
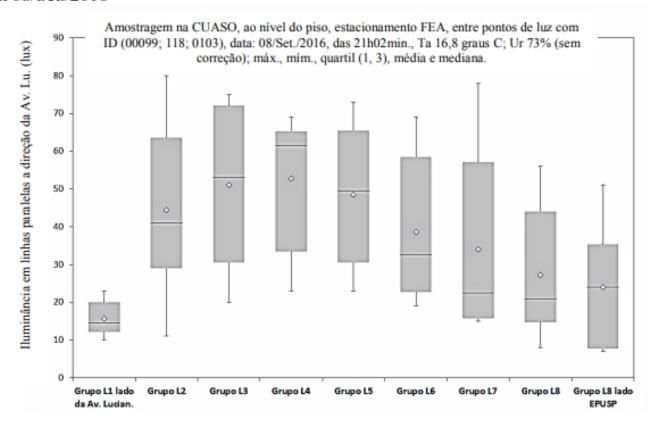


Figura — Diminuição da iluminância média, ao longo do período de funcionamento da instalação, no caso de ter sido considerado um ciclo de manutenção de três anos.

Figura n.º 15. Iluminância amostrada, em campo, no estacionamento da FEA/CUASO-USP, em 08/Set./2016



Fonte: [6].



Elvo C. Burini Junior

Tabela n.º 1. Projeto paulistano "LED nos bairros": custo médio por ponto de luz LED instalado

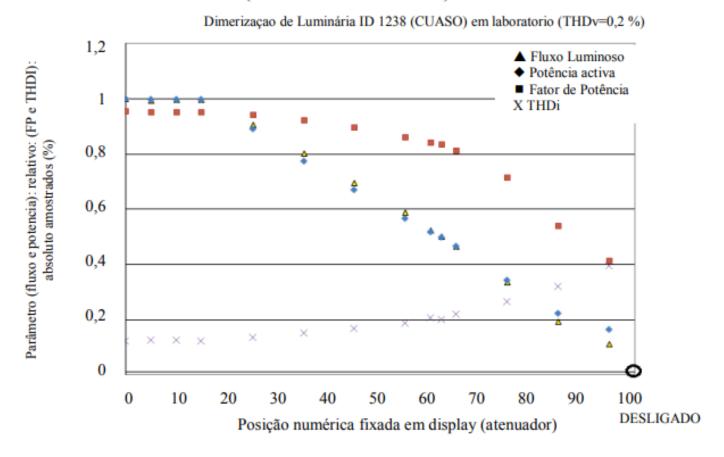
Bairro (data ref.)	valor	pontos	R\$/pto.	
	(R\$ x10 ⁶)		$(x10^3)$	
Heliópolis (Dez./15)	3,0	1,277	2349,26	
Jd. Monte Azul (Jan./16)	2,478	0,546	4538,46	
Sapopemba (Abr./16)	40,1	11,3	3548,67	
Pq. E. rad. (Mar./16)	0,9	0,134	6716,42	
Beco Bat. (Mai./16)	0,065	0,013	4615,38	
R. Tavares (Mai./16)	18,6	5,100	3647,06	
Jd. Angela (Abr./16)	38,9	5,9	6593,22	
fase um (Mai./16)	200	55	3636,36	
Cid. Tirad. (Mai./16)	29,5	7,719	3821,74	
Notas: - altura de montagem o	diferente em relação a	os bairros,		
M. Pinheiros (Dez./15)	24,7	3,409	7245,53	
em Jan./2016, o parque de pontos de luz da cidade de São Paulo continha 618 mil lâmpadas, sendo 20 mil a LED, (9.074 lâmp. Foram instaladas nos 2 últimos anos).				

Fonte: http://www.capital.sp.gov.br/portal/noticia/10932#ad-image-0.

Fonte: [6].



Figura n.º 7. Resultado de experimento sobre a "dimerização" de equipamento WLEDi instalado em esfera de Ulbricht (SICADEE/IEE/USP)



Fonte: [6].



Bloco 5 – Alguns resultados de medições de produtos

Tabela – Resultados conforme equipamento utilizado e potência elétrica nominal das luminárias, valores da média aritmética das amostras.

Equip. utilizado		esfera		goniofotômetro		
Pot. Elét. Nominal	40 W	50 W	60 W	40 W	50 W	60 W
Saída luz (klm)	6,285	6,579	9,252	5,859	6,133	8,427
Pot. Elétrica (W)	43,0	48,9	61,1	44,9	43,0	43,0
Eficiência luminosa (lm/W)	146	135	152	137,5	126	140
Fator de Potência	0,964	0,989	0,956	0,962	0,98	0,955
T _{cp} (K)	4200	3100	4300			
Duv (x10 ⁻³)	3,03	1,78	2,85			
Ra	71,4	71,9	70,9			
Δ 40W-4000K-146Im/W		-7,5%				
$\Delta_{ ext{60W-4000K-152lm/W}}$		-11%				

Fonte: Autores, 2023.



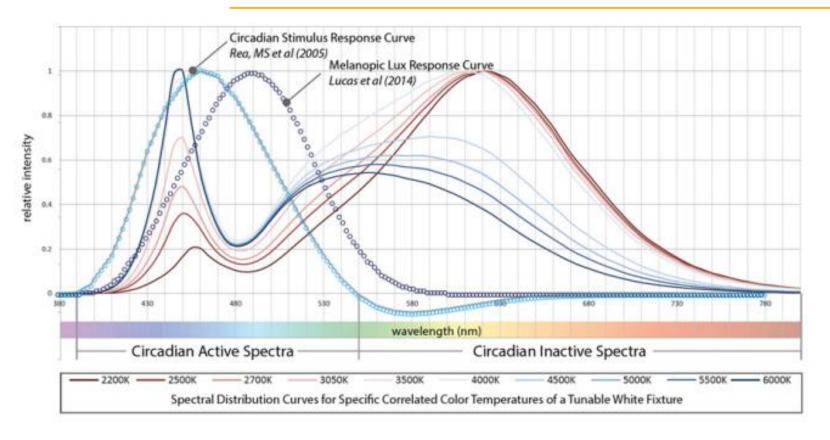


Figura — Diferentes espectros de emissão de fonte LED e curvas de resposta a estimulo denominado circadiano (atribuída a REA, MS et al, 2005) e iluminância melanópica (atribuída a LUCAS, et al, 2014) por comprimento de onda na banda do visível.



Bloco 5 – Resultado de pesquisa

Visibilidade a objeto na via

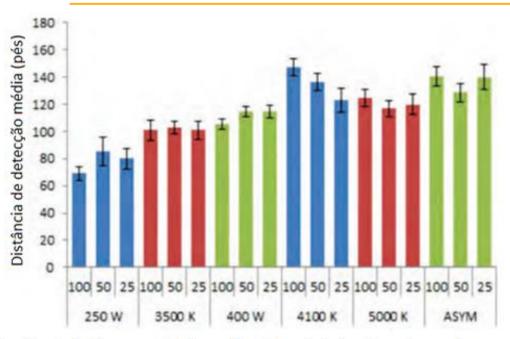
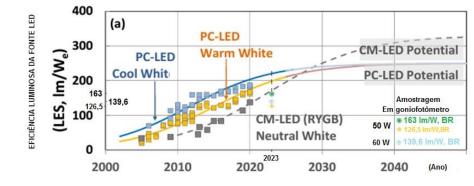


Figura 5 – Distância (média) para detecção de objeto (pavimento seco e molhado) em função do tipo de luminárias e nível da saída de luz - 100, 50 e 25: representam a porcentagem em relação a potência máxima 250 W e 400 W no caso de VSAP. 3500 K, 4100 K e 5000 K representam a Tcp de luminária LED. ASYM refere a um tipo de luminária LED com Tcp 4100 K e óptica assimétrica. Fonte: adaptado de [10].

Fonte: Adaptado de p.10, Fig. 2, National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. 2021. LED Roadway Lighting: Impact on Driver Sleep Health and Alertness. Washington, DC: The National Academies Press. https://doi.org/10.17226/26097,; acesso em https://nap.nationalacademies.org/download/26097).





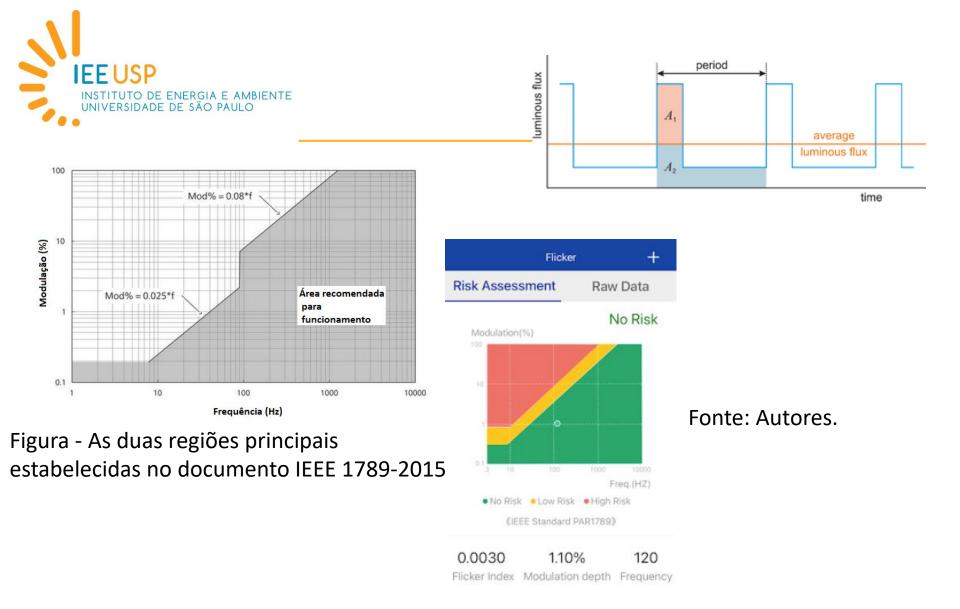
Eficiência luminosa (Iluminação Pública), luminárias obtidas do mercado brasileiro, ano 2023:

- 4000 K → 139,6 lm/W (fornecedor A).
- 4000 K \rightarrow 163 lm/W (fornecedor B).
- 3000 K \rightarrow 126,5 lm/W.

$$\rightarrow$$
 (139,6 - 126,5)/126,5 = 10,4 %

$$\rightarrow$$
 (163 - 126,5)/126,5 = 28,8 %

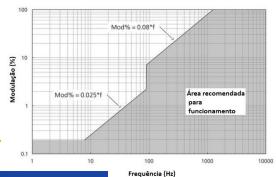
Fonte: Autores, 2023.



Figuras – Conhecendo a modulação, ao longo do tempo, da saída de luz de equipamentos para iluminação pública. Fonte: adaptação dos autores.

CERTIFICA IEEUSP INSTITUTO DE ENERGIA E AMBIENTE UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

CERTIFICAÇÃO PARA CIDADES SUSTENTÁVEIS, Jundiaí, 03/out./2023







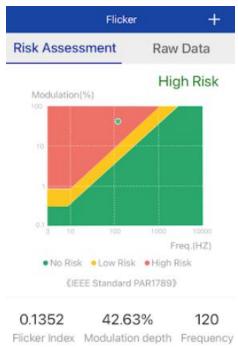


Figura - A indicação de resultados de medições (ponto no plano IEEE 1789-2015) em 14/set./2023, á direita com frequência 120 Hz e classificada "risco elevado" devido ao nível de modulação ser elevado (ver outras duas amostragens, à esquerda).

Fonte: Autores, 2023.

CERTIFICAÇÃO PARA CIDADES SUSTENTÁVEIS, Jundiaí, 03/out./2023

Bloco 6 – Possíveis caminhos e propostas para a IP viária



CERTIFICAÇÃO PARA CIDADES SUSTENTÁVEIS, Jundiaí, 03/out./2023

Figura n.º 13. CUASO-USP, Av. Prof. Luciano Gualberto, lado par (EPUSP)



Fonte: [6].

Fonte: Elv o C. Burini Junior, 18/Abr./2015.

Figura n.º 14. Imagens realizadas na Rua do Lago, CUASO, em 08/Set./2016, à esquerda o

sensor está sob sombra, à direita a sombra foi afastada (situação correta) [12]







CERTIFICAÇÃO PARA CIDADES SUSTENTÁVEIS, Jundiaí, 03/out./2023

Investir na capacitação de pessoal





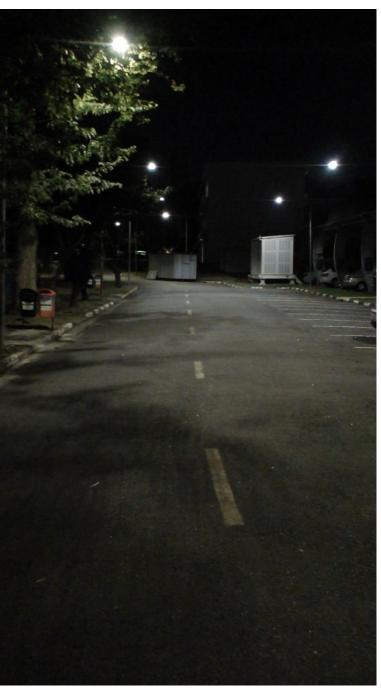


Figura á direita – autores.















Figura – inferior adaptada pelos autores.



- [1] ABNT NBR ISO 37120. Cidades e comunidades sustentáveis Indicadores para serviços urbanos e qualidade de vida, 146p., 03/2021.
- [2] CIE 115:2010 Recommendations for the lighting of roads and pedestrian traffic.
- [3] ABNT NBR 5101:2018
- [4] CIE 243:2021 Discomfort Glare in Road Lighting and Vehicle Lighting. 40 p.
- [5] ABNT NBR 5461. 1992. Iluminação Terminologia,
- [6] BURINI JUNIOR, E. C. ENERGIA E EQUIPAMENTOS WLEDI PARA
- ILUMINAÇÃO VIÁRIA, p.137-163. http://grupomontevideo.org/sitio/wp-
- content/uploads/2017/10/ENERG%C3%8DA_Investigaciones-en-
- Am%C3%A9rica-del-Sur.pdf
- [7] ABNT NBR 5123 RELÉ FOTOCONTROLADOR INTERCAMBIÁVEL E TOMADA PARA ILUMINAÇÃO ESPECIFICAÇÃO E ENSAIOS, 2016.
- [8] ABNT NBR 15129 LUMINÁRIAS PARA ILUMINAÇÃO PÚBLICA REQUISITOS PARTICULARES, 2012.
- [9] ABNT NBR 14744 POSTE DE AÇO PARA ILUMINAÇÃO, 2001.



[10] ABNT NBR IEC 61347-2-13 DISPOSITIVO DE CONTROLE ELETRÔNICO DA LÂMPADA - PARTE 2-13: REQUISITOS PARTICULARES PARA DISPOSITIVOS DE CONTROLE ELETRÔNICOS ALIMENTADOS EM C.C OU C.A PARA OS MÓDULOS DE LED, 2020.

[11] ABNT NBR IEC/CISPR15 LIMITES E MÉTODOS DE MEDIÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DE RADIOPERTURBAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS DE ILUMINAÇÃO E SIMILARES, 2019.

[12] ABNT NBR 5123 RELÉ FOTOCONTROLADOR INTERCAMBIÁVEL E TOMADA PARA ILUMINAÇÃO — ESPECIFICAÇÃO E ENSAIOS, 2016.

[13] ABNT NBR IEC 62717 MÓDULOS DE LED PARA ILUMINAÇÃO EM GERAL - REQUISITOS DE DESEMPENHO, 2022. 43p.

[14] ABNT NBR IEC 62504 ILUMINAÇÃO GERAL - LED E MÓDULOS DE LED - TERMOS E DEFINIÇÕES, 2021.



[15] ABNT NBR IEC 60598-2-1 LUMINÁRIAS - PARTE 2: REQUISITOS PARTICULARES -CAPÍTULO 1: LUMINÁRIAS FIXAS PARA USO EM ILUMINAÇÃO GERAL, 2012. [16] ABNT NBR IEC62722-2-1 DESEMPENHO DE LUMINÁRIAS - PARTE 2-1: REQUISITOS PARTICULARES PARA LUMINÁRIAS LED, 2016. 15p. [17] ABNT NBR 16026 DISPOSITIVO DE CONTROLE ELETRÔNICO C.C. OU C.A. PARA MÓDULOS DE LED — REQUISITOS DE DESEMPENHO, 2012. [18] ABNT NBR 16205-1 LÂMPADAS LED SEM DISPOSITIVO DE CONTROLE INCORPORADO DE BASE ÚNICA - PARTE 1: REQUISITOS DE SEGURANÇA, 2013. [19] ABNT NBR 16205-2 LÂMPADAS LED SEM DISPOSITIVO DE CONTROLE INCORPORADO DE BASE ÚNICA - PARTE 2: REQUISITOS DE DESEMPENHO, 2013. [20] ABNT NBR IEC 61643-11 DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO CONTRA SURTOS DE BAIXA TENSÃO - PARTE 11: DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO CONTRA SURTOS CONECTADOS AOS SISTEMAS DE BAIXA TENSÃO - REQUISITOS E MÉTODOS DE ENSAIO, 2021.



- [21] ABNT NBR IEC 60598-1 LUMINÁRIAS PARTE 1: REQUISITOS GERAIS E ENSAIOS, 2010.
- [22] PROMMEE, Witoon and Napaporn Phuangpornpitak. Illuminance and Luminance for LED Street Light Optic Designs: Comparison between Big Lens and Small Lens. GMSARN International Journal, v.10, p.41-46, 2016.
- [23] ABNT NBR ISO 209 Alumínio e suas ligas Composição química. 4p., 2010. [39] ABNT NBR 12694 Especificação de cores de acordo com o sistema de notação Munsell. 22p., 1992.
- [24] IEC 61643-11 Low-voltage surge protective devices Part 11: Surge protective devices connected to low voltage power systems Requirements and test methods,
- [25] IEC 62722-1, Luminaire performance Part 1: General requirements.
- [26] IEC TS 63105:2021 Lighting systems and related equipment Vocabulary.
- [27] EN 13201-1 Road lighting. Guidelines on selection of lighting classes.
- [28] EN 12464-1 Light and lighting Lighting of work places Part 1: Indoor work places, 2002.
- [29] ZIELINSKA-DABKOWSKA, Karolina M.; BOBKOWSKA, Katarzyna. Rethinking sustainable cities at night: Paradigm shifts in urban design and city lighting.
- Sustainability, v. 14, n. 10, p. 6062, 2022.

CERTIFICAÇÃO PARA CIDADES SUSTENTÁVEIS, Jundiaí, 03/out./2023

Diretrizes Normativas para Iluminação Pública

Agradecimentos de Elvo Calixto Burini Junior e José Carlos Martinez Melero pelo tema, convite e oportunidade.

A Associação dos Engenheiros de Jundiaí, com o apoio do Crea-SP, convida você para participar do CICLO DE PALESTRAS 2023, que visa contribuir com a valorização e a capacitação dos profissionais das áreas relacionadas. Participe!

Organização e Realização













