



Asociación de Universidades
GRUPO MONTEVIDEO

Energía Radiante y Alumbrado Público: Oportunidades para la producción de energía radiante en el alumbrado público

Expositores: BURINI JUNIOR, ELVO CALIXTO elvo@iee.usp.br

MARTINEZ MELERO, JOSÉ CARLOS jose.melero@usp.br



26/out./2023

ENERGÍAS RENOVABLES PARA LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN AMÉRICA DEL SUR:
ASPECTOS TÉCNICOS, ECONÓMICOS Y GEOPOLÍTICOS

Posgrado conjunto Universidades AUGM

- **Bloque Tecnológico:** se brindará al alumno un panorama de distintas tecnologías en sistemas de generación de energías en base a fuentes renovables (24hs).
- Clase N° 8 (3hs). **Dr. Elvo Calixto Burini Junior (USP Brasil)**
Eng. M.Sc. José Carlos Martinez Melero (USP Brasil)
 - Energía Radiante y Alumbrado Público. Oportunidades para la producción de energía radiante en el alumbrado público.

0 - Primeiras palavras e estrutura

0.1- Programação prevista

Descrição do Conteúdo	Duração Estimada (%)
• Primeiras palavras e estrutura	1,25
Histórico de energia radiante na iluminação pública (IP). • Evolução tecnológica; • Situação atual da IP; e • "Uso da energia solar, gás, eletricidade) na iluminação".	5,0
Conceitos: fotometria, radiometria e colorimetria. • Grandezas e unidades; • Fundamentos; e • Terminologia setorial.	5,0
Projetos de Iluminação Pública. • Requisitos normativos; • Descrição de projeto eficiente: o Potencial de conservação de energia; e • Exemplos de aplicação.	17,5
Desafios da iluminação pública. • Avanços tecnológicos; • Limites restritivos: o Efeitos não visuais; e o Poluição luminosa. • O futuro da iluminação pública: tendências.	18,75
Modelos de negócio para o avanço de uma iluminação pública eficiente no planeta, principalmente, na América do Sul. • Caso brasileiro: o Parcerias Público Privadas; o Programas governamentais de apoio; o Regulamentos e normas; e o Oportunidades. • Outros casos na América do Sul.	48,75
Perguntas	3,75
Avaliação a ser discutida, deverá ser extra classe.	---

Nota: O detalhamento acima deve ser ministrado por MELERO, J. C. M. e BURINI JUNIOR, E. C. sob o título "Energia Radiante e a Iluminação de Vias Públicas"

Descrição do Conteúdo	Duração Estimada (min.)
• Primeiras palavras e estrutura	2,25
Histórico de energia radiante na iluminação pública (IP). • Evolução tecnológica; • Situação atual da IP; e • "Uso da energia solar, gás, eletricidade) na iluminação".	9
Conceitos: fotometria, radiometria e colorimetria. • Grandezas e unidades; • Fundamentos; e • Terminologia setorial.	9
Projetos de Iluminação Pública. • Requisitos normativos; • Descrição de projeto eficiente: o Potencial de conservação de energia; e • Exemplos de aplicação.	31,5
Desafios da iluminação pública. • Avanços tecnológicos; • Limites restritivos: o Efeitos não visuais; e o Poluição luminosa. • O futuro da iluminação pública	33,75
Modelos de negócio para o avanço de uma iluminação pública eficiente no planeta, principalmente, na América do Sul. • Caso brasileiro: o Parcerias Público Privadas; o Programas governamentais de apoio; o Regulamentos e normas; e o Oportunidades. • Outros casos na América do Sul.	87,75
Perguntas	6,75
Avaliação a ser discutida, deverá ser extra classe.	---

Nota: O detalhamento acima deve ser ministrado por MELERO, J. C. M. e BURINI JUNIOR, E. C. sob o título "Energia Radiante e a Iluminação de Vias Públicas"

Fuentes primarias

- Se utilizan directamente (calor, vapor, iluminación, etc.)
- Se emplean para generar fuentes de e. secundarias
- Sol, viento, mareas, energía nuclear, combustible

Fuentes secundarias

- Actúan de intermediarias transportando energía al punto de consumo o sirven para almacenarla
- No se encuentran en la naturaleza se obtienen a partir de e. primarias
- Actualmente: electricidad e hidrógeno.

Fonte: Adaptada pelos autores do presente curso.

0.3 – Gerenciamento pelo lado da demanda (DSM)

“Programas de gerenciamento pelo lado da demanda (*demand-side management - DSM*) de serviços públicos estavam em funcionamento, nos EUA, há aproximadamente duas décadas (desde 1976).”

“Durante o período considerado, o DSM evoluiu de uma fase denominada de programas de informação e empréstimos para uma estratégia de aquisição de recursos que enfatizava descontos.”

“No ano de 1996, nos EUA as concessionárias de energia elétrica passaram por reestruturação, e o a DSM passa a ser considerada” [36].

- O que é iluminação pública?

NORMA
BRASILEIRA

ABNT NBR
5101

Segunda edição
04.04.2012

Válida a partir de
04.05.2012

Iluminação pública — Procedimento

Public road lighting — Procedure

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

0.5.1 – Consumo energia elétrica: Indicadores para serviços urbanos e qualidade de vida

ABNT NBR ISO 37120:2021

7.2.4	Interpretação dos dados.....	21
7.3	Porcentagem de habitantes da cidade com fornecimento regular de energia elétrica (residencial) (indicador essencial)	21
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 habitantes (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/m ²) (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 iluminada (kWh/ano) (indicador de apoio).....	23
7.6.1	Generalidades.....	23

Área de ação da ABNT NBR ISO 37101	Propósitos nesta Norma
Economia, produção e consumo sustentáveis	<p>Uso responsável de recursos (ABNT NBR ISO 37101)</p> <ul style="list-style-type: none"> — 7.1 Consumo final total de energia <i>per capita</i> (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)

0.5.2 – Consumo energia elétrica: Indicadores para serviços urbanos e qualidade de vida

7.6 Consumo de energia elétrica da iluminação de vias públicas por quilômetro de via iluminada (kWh/ano) (indicador de apoio)

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.”

7.2.4	Interpretação dos dados.....	21
7.3	Porcentagem de habitantes da cidade com fornecimento regular de energia elétrica (residencial) (indicador essencial)	21
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 habitantes (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/m ²) (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 iluminada (kWh/ano) (indicador de apoio).....	23
7.6.1	Generalidades.....	23

0.5.3 – A ISO 26000, responsabilidade social

Segundo a ISO 26000, a responsabilidade social se expressa pelo desejo e pelo propósito das organizações em incorporarem considerações socioambientais em seus processos decisórios e a responsabilizar-se pelos impactos de suas decisões e atividades na sociedade e no meio ambiente.

Isso implica um comportamento ético e transparente que contribua para o desenvolvimento sustentável, que esteja em conformidade com as leis aplicáveis e seja consistente com as normas internacionais de comportamento.

Também implica que a responsabilidade social esteja integrada em toda a organização, seja praticada em suas relações e leve em conta os interesses das partes interessadas.

**NORMA
BRASILEIRA**

**ABNT NBR
ISO
26000**

Primeira edição
01.11.2010

Válida a partir de
01.12.2010

0.5.3 – A ISO 26000, responsabilidade social

A norma fornece orientações para todos os tipos de organização, independente de seu porte ou localização, sobre:

- conceitos, termos e definições referentes à responsabilidade social;
- histórico, tendências e características da responsabilidade social;
- princípios e práticas relativas à responsabilidade social;
- os temas centrais e as questões referentes à responsabilidade social;
- integração, implementação e promoção de comportamento socialmente responsável em toda a organização e por meio de suas políticas e práticas dentro de sua esfera de influência;
- identificação e engajamento de partes interessadas;
- comunicação de compromissos, desempenho e outras informações referentes a responsabilidade social.

A ISO 26000:2010 é uma norma de diretrizes e de uso voluntário; não visa nem é apropriada a fins de certificação. Qualquer oferta de certificação ou alegação de ser certificado pela ABNT NBR ISO 26000 [47] constitui em declaração falsa e incompatível com o propósito da norma.

Ponto de vista sobre o desenvolvimento da iluminação urbana



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>. Fonte: [33].

1 - Histórico de energía radiante na iluminação pública (IP)

1 - Histórico de energia radiante na iluminação pública (IP)

1.1- Evolução tecnológica;

1.2- Situação atual da IP; e

1.3- "Uso da energia solar, gás, eletricidade) na iluminação".



1.1- Evolução tecnológica

Situação atual da IP

"Uso da energia solar, gás, eletricidade) na iluminação"

1.1- Evolução tecnológica: eficiência luminosa

Table 2

Light efficiency is measured in lumens/W. Lumen is the standard unit of visible light emitted by a lighting source. The lumen/W measures the light emitted per unit of power. Source: own elaboration on Bright (1949), Nordhaus (1998), Coltrin et al, (2008), Pimputkar et al. (2009) and Navigant Consulting Inc. (2012a).

Device	Year	Lumens/W
Open fire	1.4 million B.C.	0.002
Neolithic lamp	10,000 B.C.	0.015
Candle	1800	0.075
Oil lamp	1815	0.134
Town gas lamp	1827	0.130
Kerosene lamp	1855	0.049
Edison lamp	1883	2.600
Tungsten lamp	1920	11
Fluorescent tubes	1947	30
CFL	1992	68
LED lamp	2010	97–135
LED lamp	2020	224–235
LED theoretical max	–	260–408
Maximum theoretical lighting efficiency	–	683

Fonte: [60], 2015.

1.1- Evolução tecnológica: como podem auxiliar ?

Considerando distribuições para eficiência luminosa (como um exemplo):

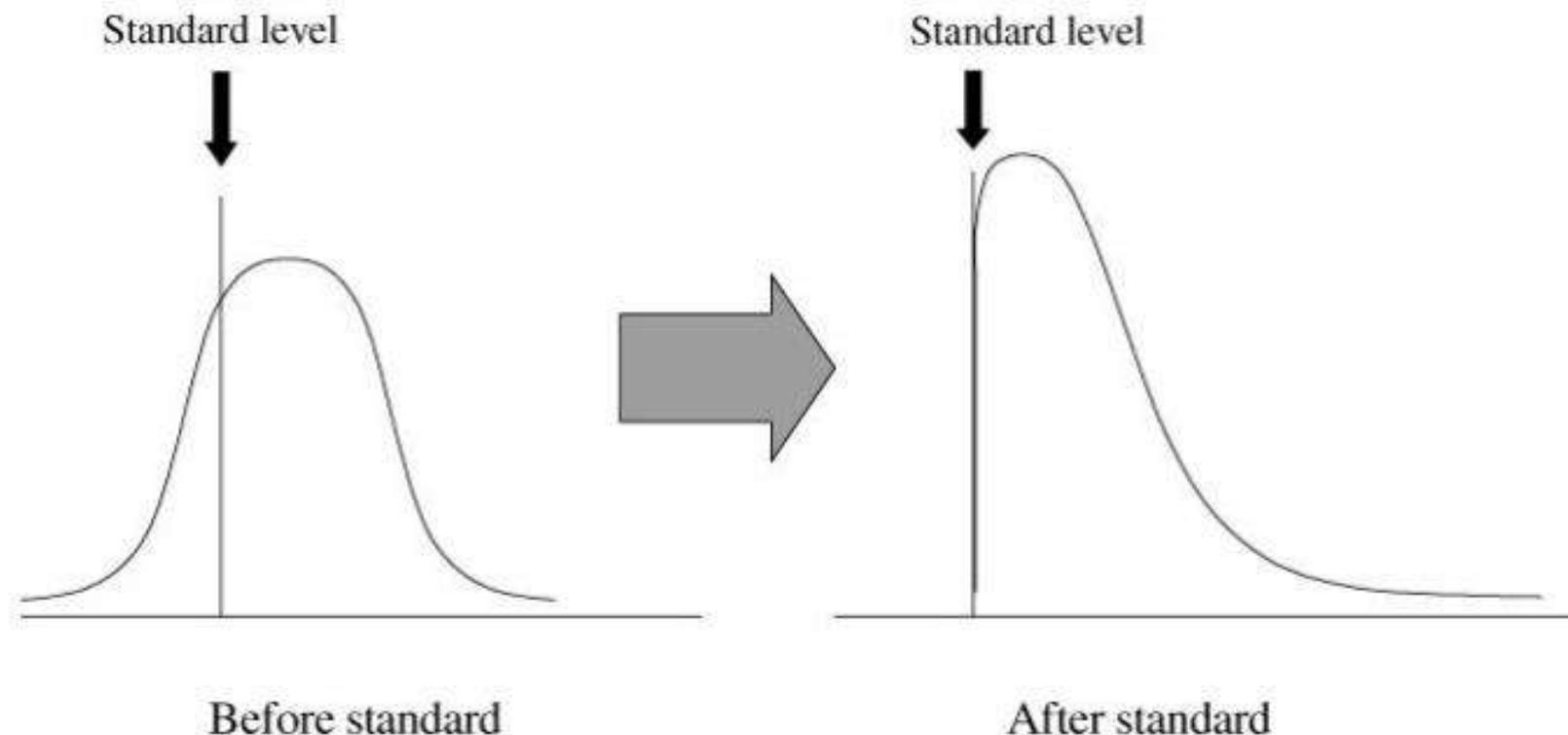


Figure 1 Efficiency distributions before and after standards.

Fonte: [44] NADEL, Steven, 2002.

1.1- Evolução tecnológica

1.2- Situação atual da IP

1.3- "Uso da energia (solar, gás, eletricidade) na iluminação"

1.2.1- Situação atual da IP no Globo

3.1.2 Market by world regions

3.1.2.1 European Union & UK

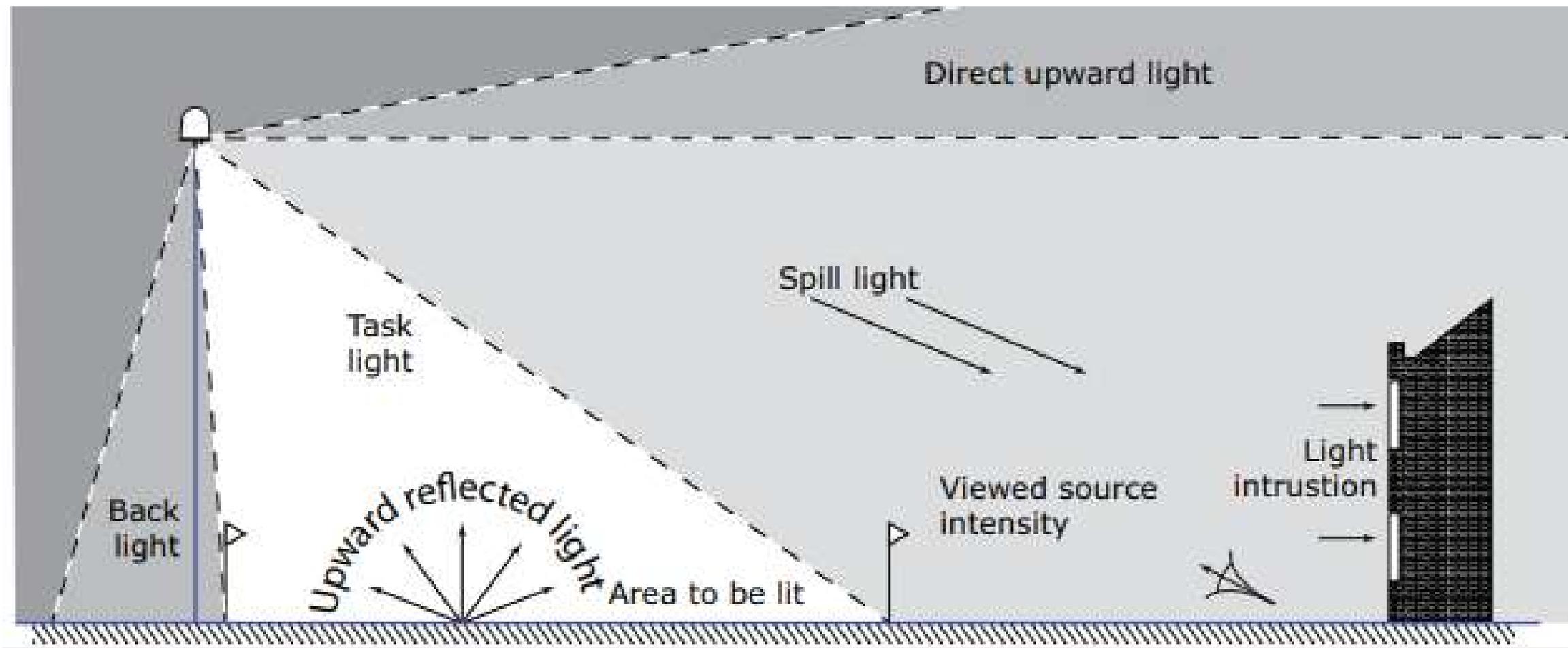
The European Union (EU) lighting market is expected to grow from € 16,3 billion in 2012 to € 19,8 billion in 2020 [CBI-14] and it will surpass a remuneration of US\$ 30 billion by 2024 [GMI-19b]. Following [MAM-17] Europe is expected to be the second largest LED lighting market by 2022. LEDs lighting is increasing its market share from 15% in 2012 (or even 9% in 2011) to 72% in 2020. However, more recent data show that Europe's overall LED penetration rates are estimated in 2016 to be 8% of lamps and 9% of luminaires [NAV-17], lagging behind previous predictions. This can be partially explained by the fact that Europe has a population with a relatively high standard of living. A key factor driving the demand of LED products in Europe has been the European Union's policy measures banning the sale of inefficient lighting technologies. In fact, phasing out traditional lighting technologies will prevent over 15,2 million tons of carbon emission by 2025. [GMI-19b] That way, the European Union announced new regulations to phase out the tungsten halogen and compact fluorescent lamps by 2020. The new regulations under the new Ecodesign Law state a maximum standby power of 0,5 W and a minimum efficacy requirement of 85 lm/W. The national governments are also providing subsidies and incentives to increase the adoption of LED products among consumers, phasing out older and less efficient technologies to enhance the overall efficiency of lighting sector. According to Imarc analysis, other key factors driving the demand of LED products in Europe include infrastructure growth, upcoming smart building projects and a decline in the average prices of LEDs. Looking forward, the same analyst expects the market to exhibit moderate growth during 2020-2025. [IMA-20b]

Fonte: [48], 2020.

1.2.1- Situação atual da IP no Globo

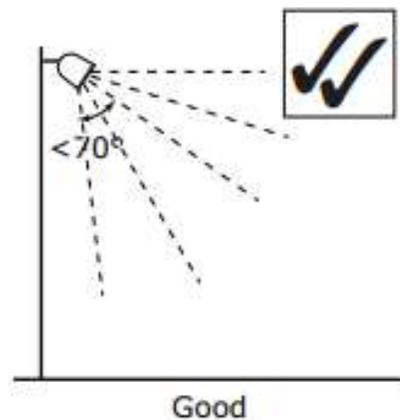
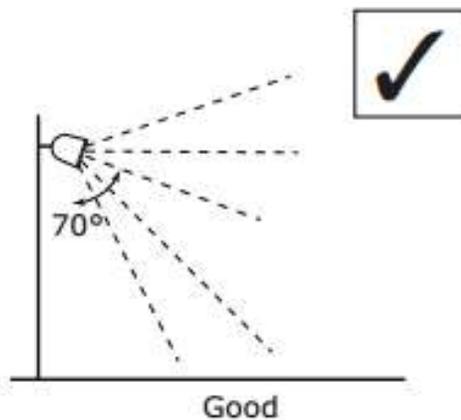
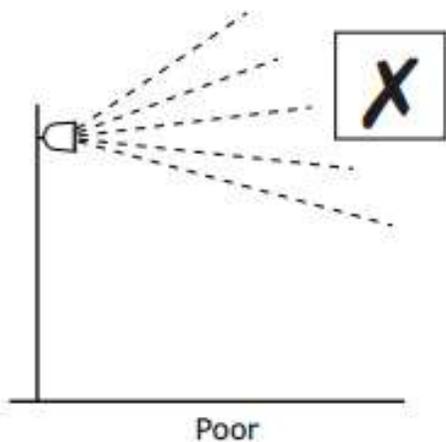
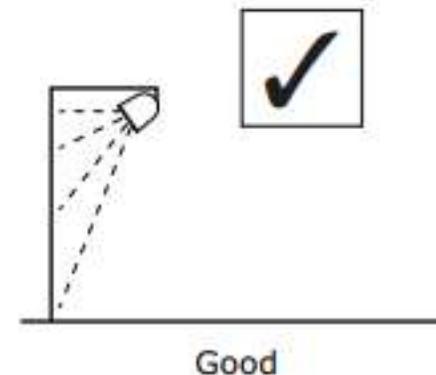
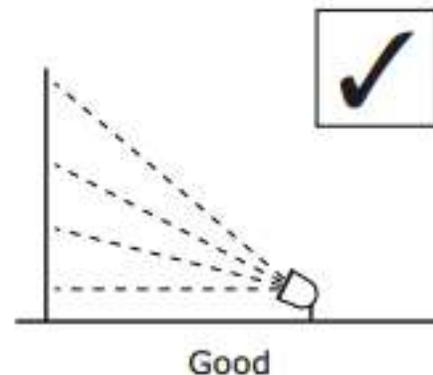
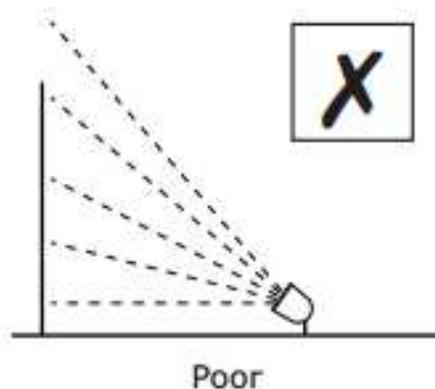


1.2.1- Recomendações para limites da IP (Reino Unido - UK)



Fonte: [57], 2020.

1.2.1- Recomendações para direcionamento da luminária (Reino Unido)



Fonte: [57], 2020.

1.2.1- Elementos recomendados para limitar a luz invasora ou intrusiva

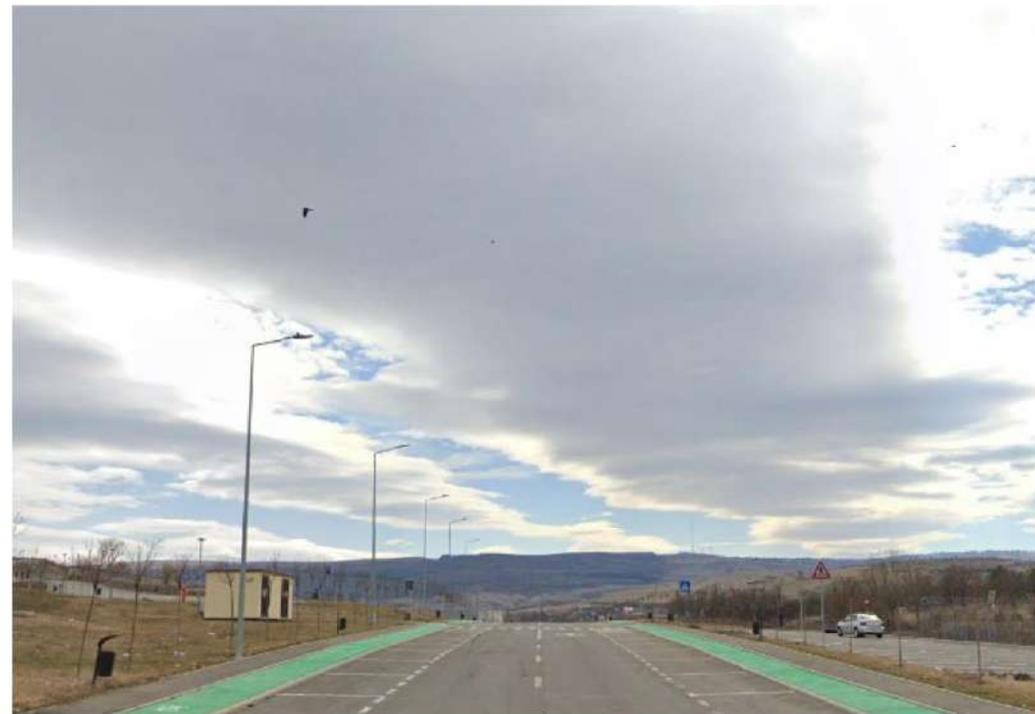


Fonte: [57], 2020.

1.2.1- Situação atual da IP no Globo

	Symbol	Calculated	Requirements
Sidewalk left (P5)	E_{av} [lx]	4.22	3÷4.5
	E_{min} [lx]	3.12	≥ 0.60
Bicycle lane left (C5)	E_{av} [lx]	7.52	≥ 7.5
	U_o	0.84	≥ 0.40
	L_m [cd/m ²]	0.77	≥ 0.75
Roadway (M4)	U_o	0.54	≥ 0.50
	U_i	0.89	≥ 0.60
	T_i [%]	9	≤ 15
Bicycle lane right (C3)	E_{av} [lx]	18.6	≥ 15
	U_o	0.61	≥ 0.40
Sidewalk right (P2)	E_{av} [lx]	13.93	10÷15
	E_{min} [lx]	6.22	≥ 2

(a)



(b)

Figura - Rua A: (a) Resultados da simulação DIALux, comparados com os requisitos da norma EN 13201-2; (b) visualização do Google Maps.

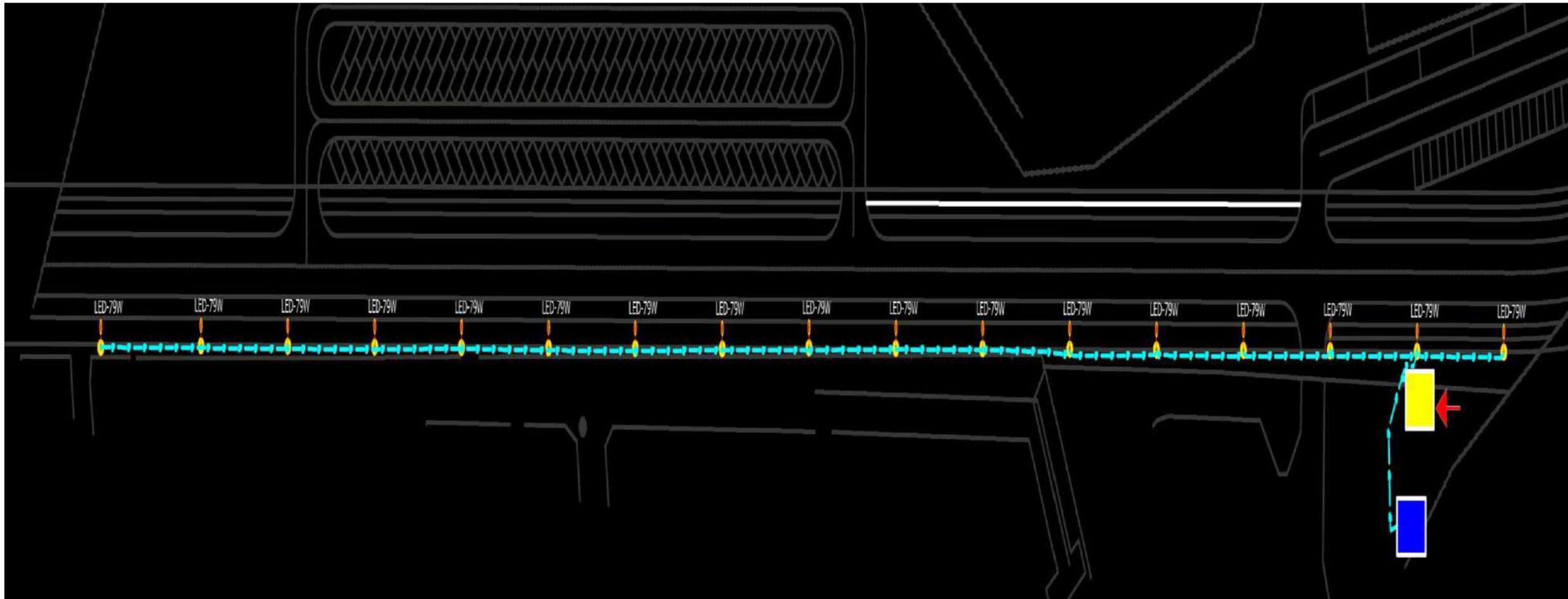


Figura - Rua A: (c) Layout das luminárias LED e esquema de fornecimento de energia elétrica (quadrado azul – posto de transformação de média/baixa tensão, quadrado amarelo – caixa de ligação da iluminação pública, seta vermelha – ponto de medição).

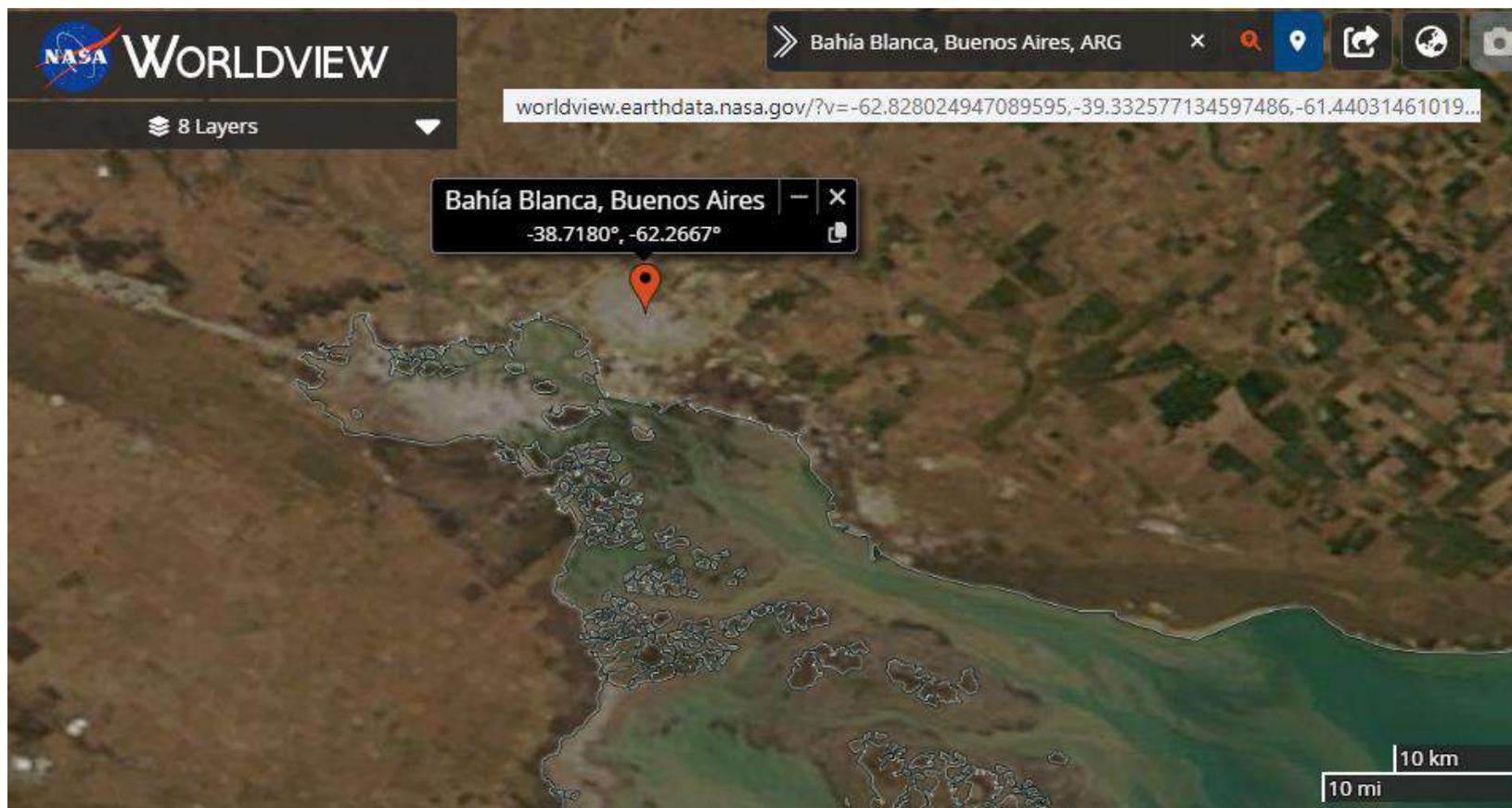
Fonte: [49], 2022.

1.2.2- Situação atual da IP na América Latina/Ibérica

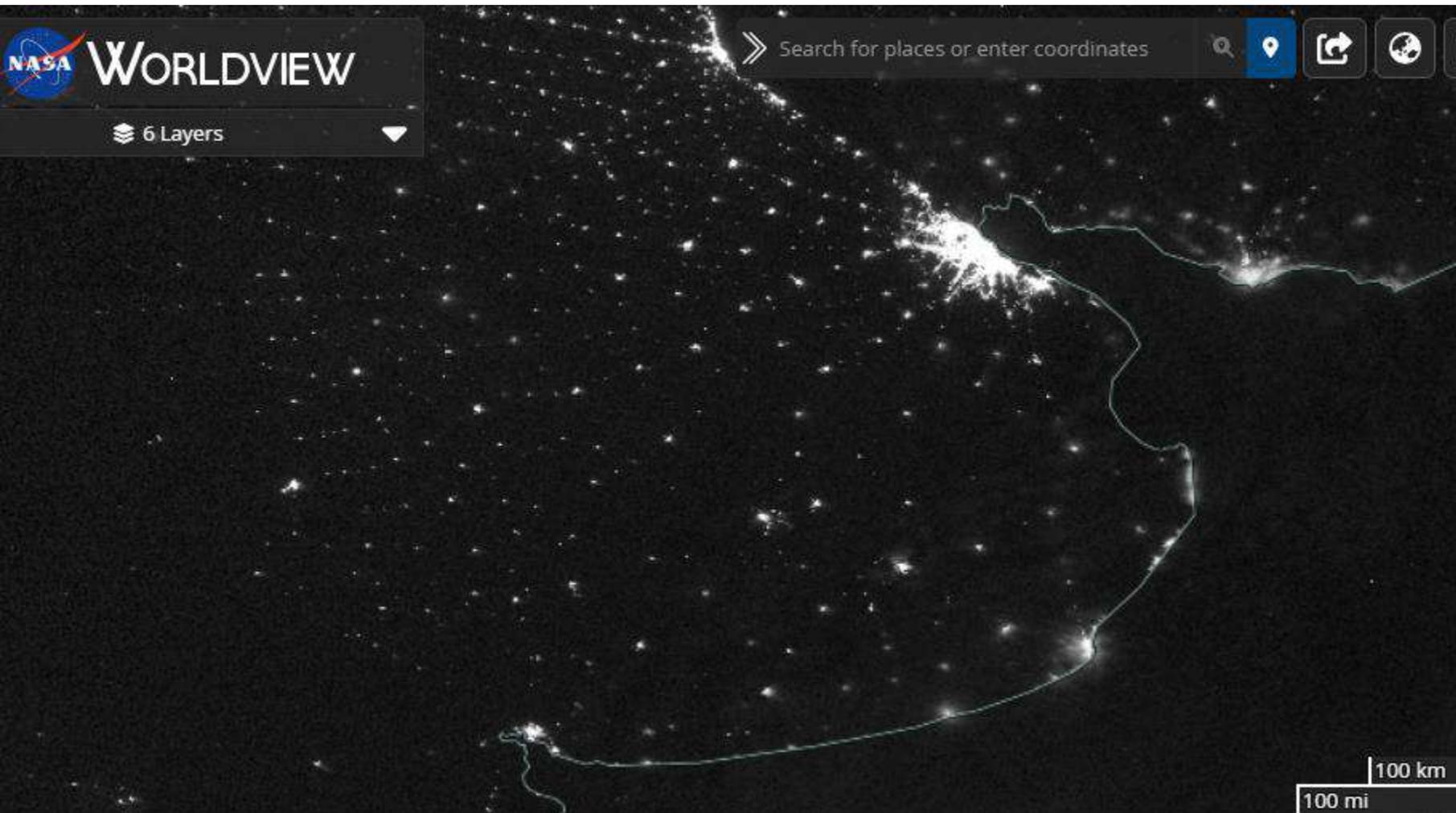
Argentina	In Argentina the smart home technology penetration is established at 2,4% in 2020 and is expected to hit 6,9% by 2025. The national market revenue in the Comfort and Lighting segment in residential sector is estimated to US\$ 14 million in 2020 and it is expected to show an annual growth rate (CAGR 2020-2025) of 27,2%, resulting in a projected market volume of US\$ 47 million by 2025. Smart bulb's penetration is estimated be at 1,7%-level in 2020, while the average expenditure per installed Smart Home currently is expected to amount to US\$ 40,95. [STA-19c] These values are much lower that Brazil who is the leading market in South America, this lag can be partially explained by the current financial crisis that faces the country.
------------------	---

Fonte: [48], 2020.

1.2.2- Situação atual da IP na América Latina/Ibérica

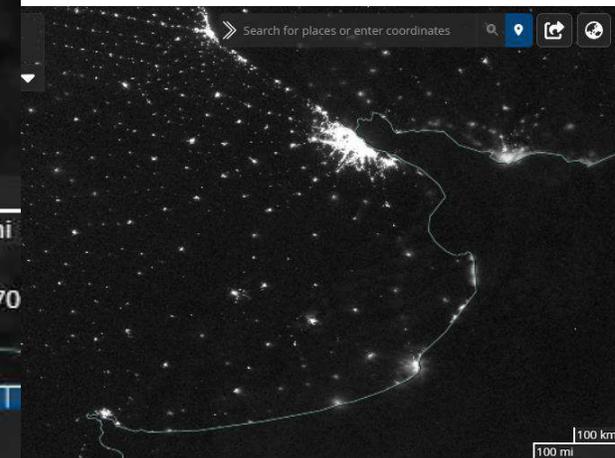
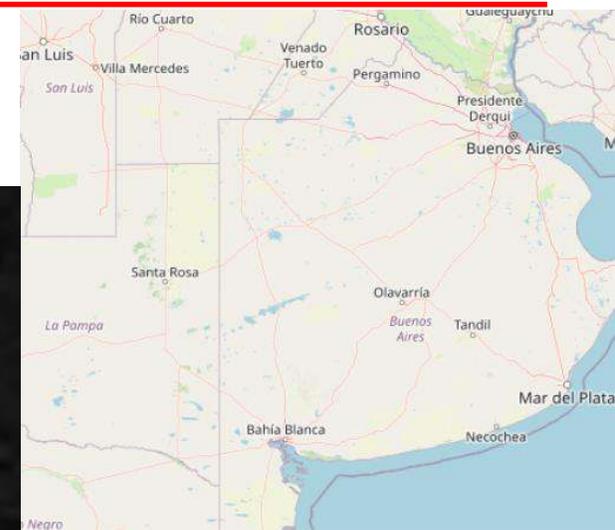
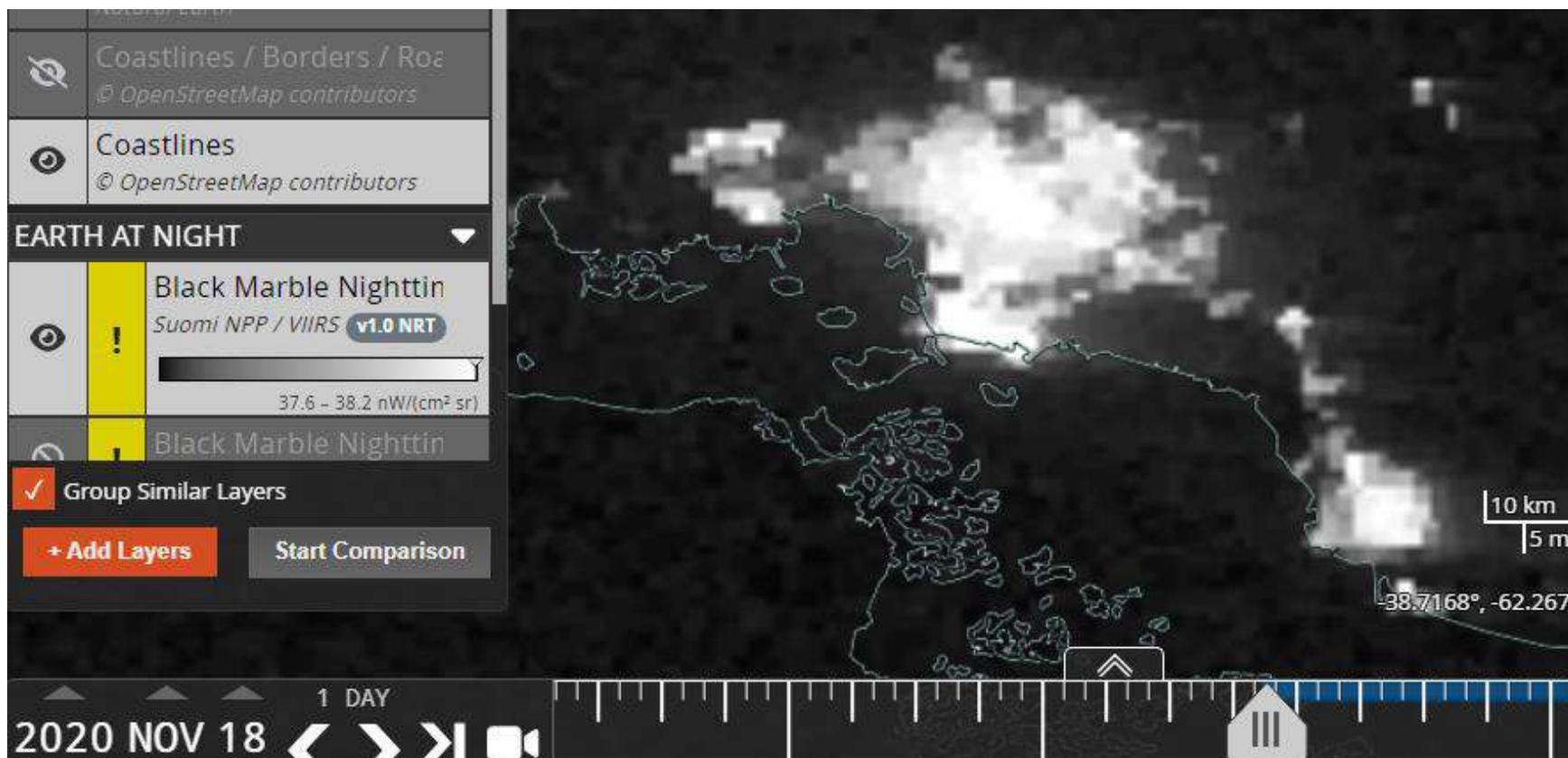


1.2.2- Situação atual da IP na América do Sul



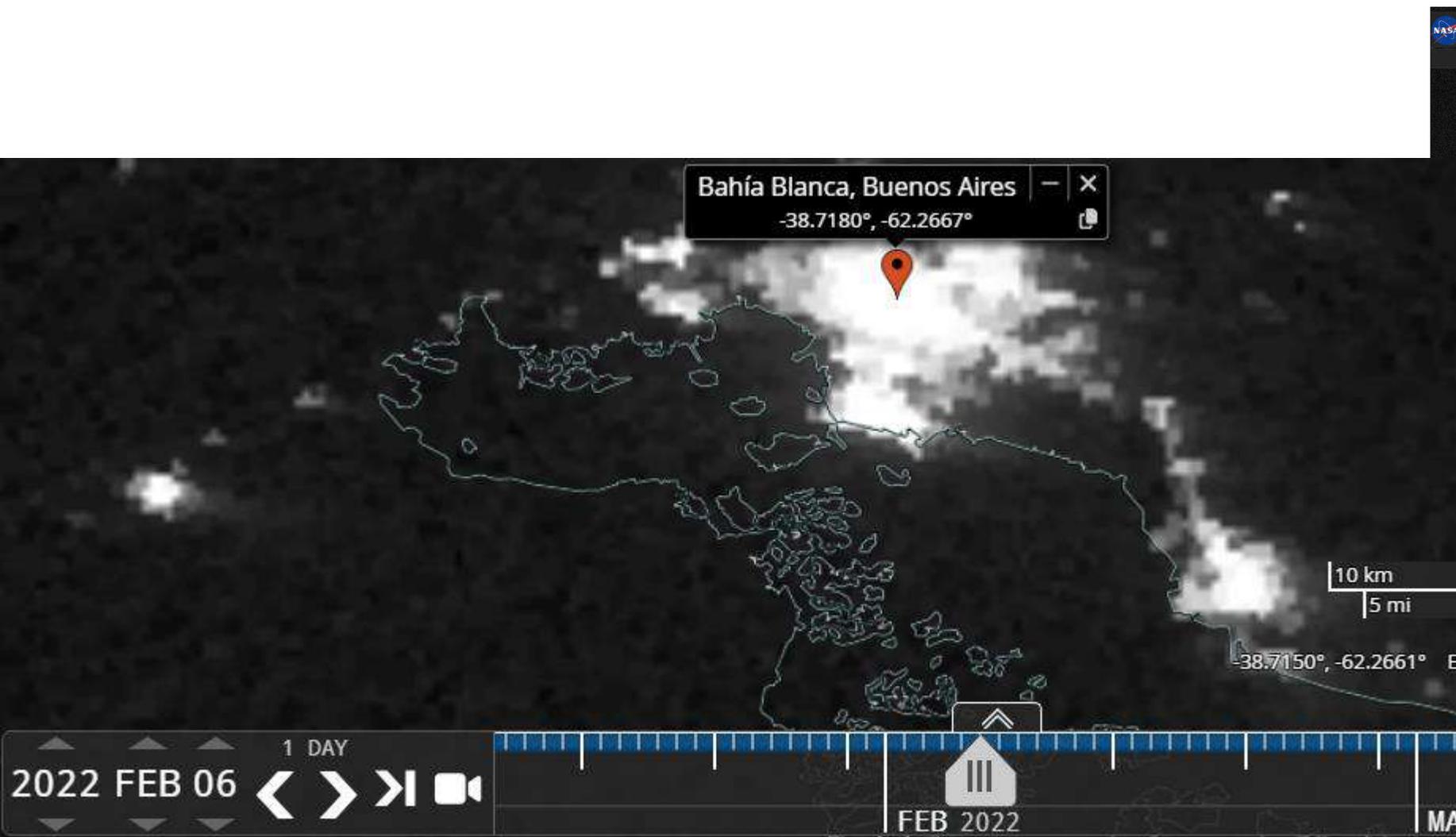
Fonte: [58], 2023.

1.2.2- Situação atual da IP em Bahia Blanca (2020)



Fonte: [58], 2023.

1.2.2- Situação atual da IP em Bahia Blanca (2022)



Fonte: [58], 2023.

1.2.3- Situação atual da IP no Brasil

Table 8: Some examples from various country's markets in Latin America Area

<p>Brazil</p>	<p>Among all the countries in the Latin American region, Brazil is estimated to contribute the largest revenue to the Latin American market for LED lighting between 2017-2023. The growth of market in the country can be attributed to the declining manufacturing cost of LEDs and increasing demand for energy efficient and sustainable lighting. [PSM-18] Brazil has phased out incandescent bulbs through government regulations and the growth in residential and retail are expected to cause massive increases in LED lighting adoption. [NAV-17]</p> <p>Smart housing is growing in Brazil: smart technologies for houses penetration is ~2,6% in 2020 and is expected to hit 8,7% by 2025. The national market revenue in the Comfort and Lighting segment is projected to reach US\$ 78 million in 2020 (Smart bulb penetration ~1,9%) and it is expected to show an annual growth rate (CAGR 2020-2025) of 30.1%, resulting in a projected market volume of US\$292m by 2025. The average expenditure per installed Smart Home for Comfort and Lighting currently is estimated to US\$ 43,57 per household, which is high in regard to country's GDP.</p> <p>Following BusinessScoot analysts, the Brazilian market has more than 600 companies in activity, representing a significant part of the economy, as it generates more than 37 000 jobs. In this segment, revenues are distributed in 61% for luminaries, 28% for lamps. The vast majority of industries are concentrated in Greater São Paulo, representing 58% of the total. 25% are in Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Rio de Janeiro, Paraná, Minas Gerais, Bahia and Pernambuco. The remaining 17% are in the interior of the State of São Paulo. A growth of 10% per year is expected only for the LED lighting market, until 2022. [BSC-20b]</p>
----------------------	--

Fonte: [48], 2020.

1.1- Evolução tecnológica

1.2- Situação atual da IP

1.3- "Uso da energia solar, gás, eletricidade) na iluminação"

1.3- "Uso da energia (solar, gás, eletricidade) na iluminação"

https://www.stripes.com/history/archive_photo_of_the_day/lighting-a-gas-lamp-in-munich-1961-1.651387

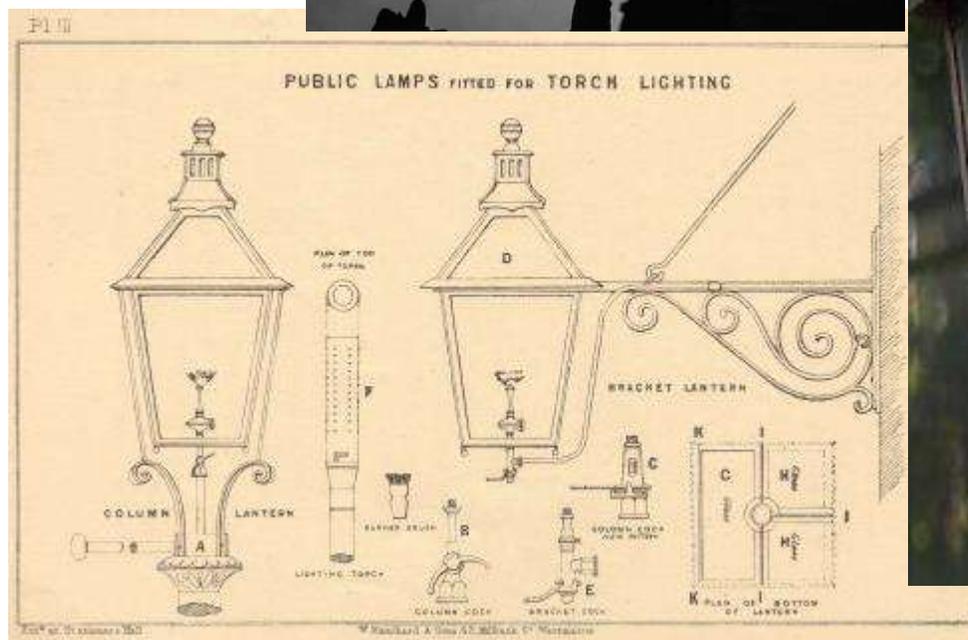


Gas Lamps: Image courtesy of John Jakle, *City Lights: Illuminating the American Night*, 2001.

glcp.uvm.edu/landscape_new/dating/street_lighting/gas_lights.php



Lamplighter: Image courtesy of John Jakle.

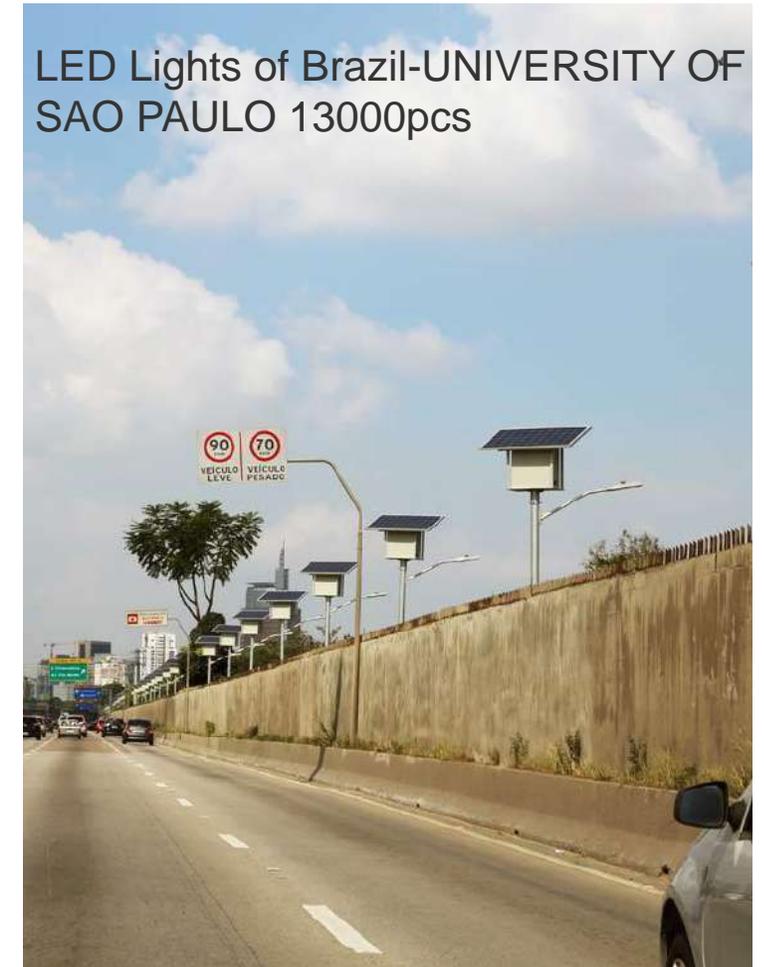


<https://williamsugghistory.co.uk/lighting/street-lamps/early-lamps/>



<https://americangaslamp.com/>

1.3- "Uso da energia (solar, gás, eletricidade) na iluminação"



LED Lights of Brazil-UNIVERSITY OF
SAO PAULO 13000pcs

<https://www.hpwinner.com/led-street-lighting/>

2- Conceitos: fotometria, radiometria e colorimetria

2.1- Grandezas e unidades

2.2- Fundamentos

2.3- Terminologia setorial



**ABNT-Associação
Brasileira de
Normas Técnicas**

Sede:
Rio de Janeiro
Av. Treze de Maio, 13 - 28º andar
CEP 20003 - Caixa Postal 1680
Rio de Janeiro - RJ
Tel.: PABX (021) 210-3122
Telec: (021) 34333 ABNT-BR
Endereço Telegráfico:
NORMATECNICA

Copyright © 1990,
ABNT-Associação Brasileira
de Normas Técnicas
Printed in Brazil/
Impresso no Brasil
Todas as direitos reservados

CDU: 628.9:001.4	DEZ/1991	TB-23
Iluminação		
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

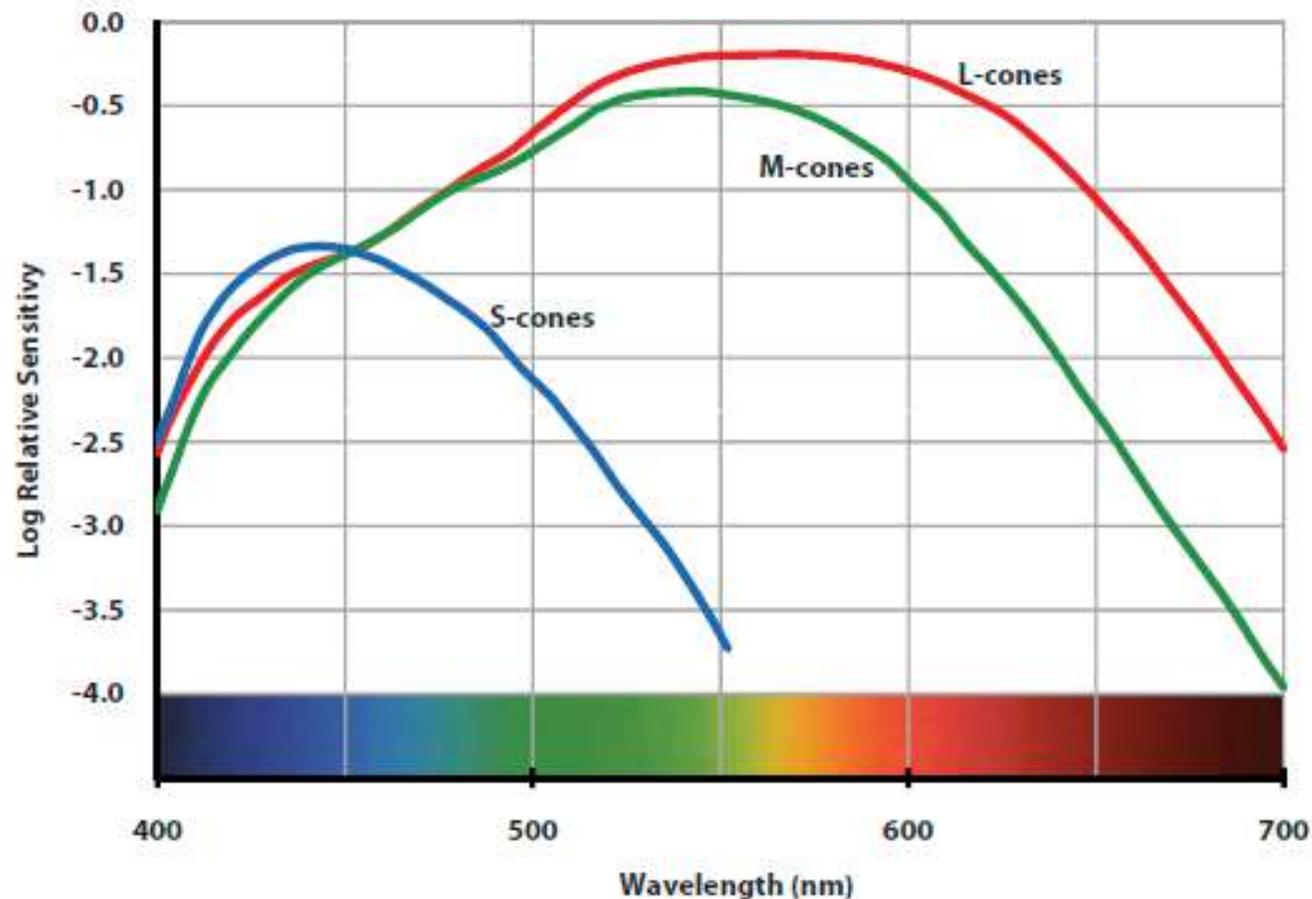
Fonte: [10], 1992.

2.1- Grandezas e unidades

2.2- Fundamentos

2.3- Terminologia setorial

2.2- Fundamentos: distribuição de cones

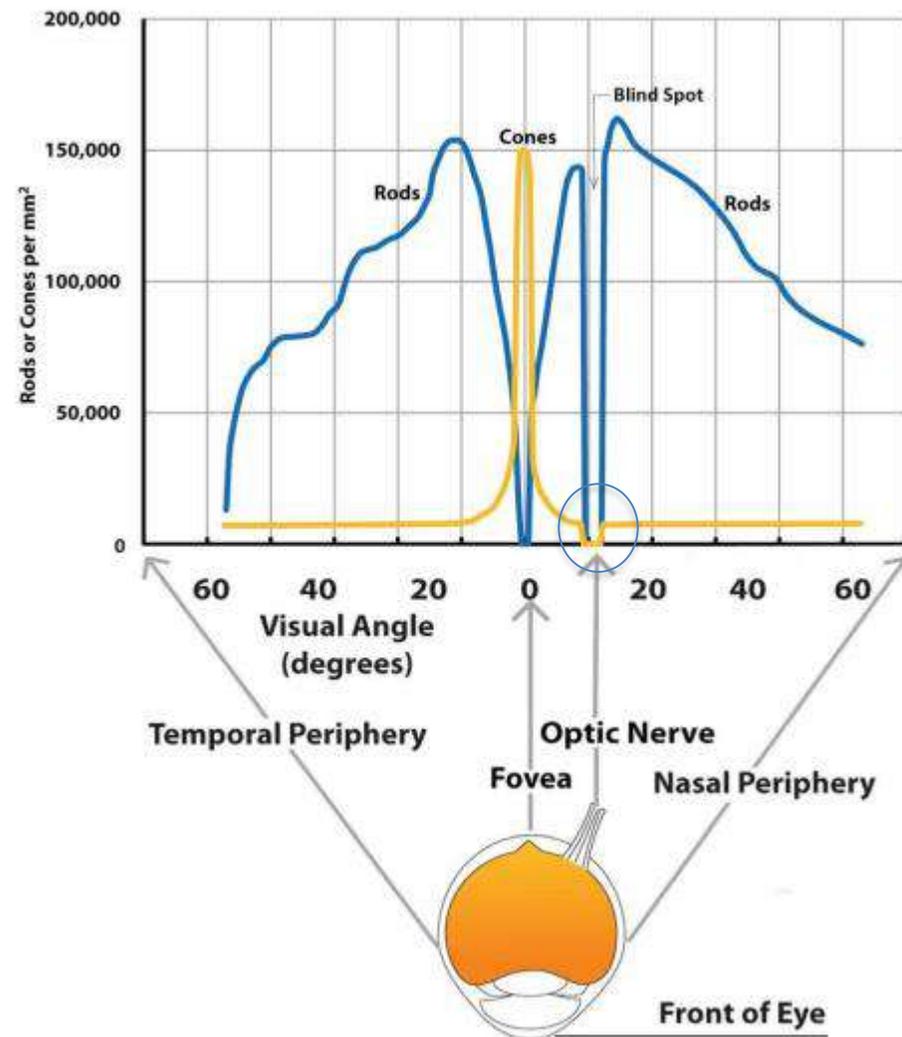
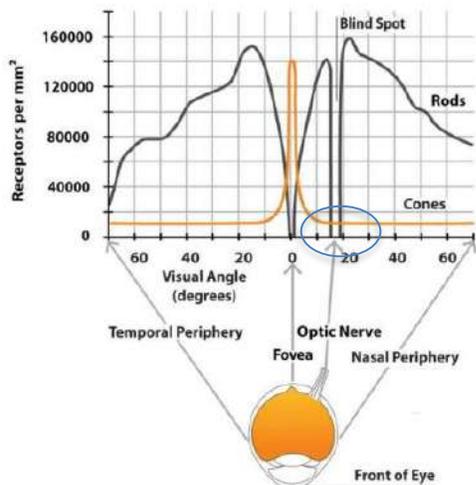


Nota: Os quatro elementos ou o ponto de partida para dimensionamento de iluminação viária pública são:

- Usuários (quem são, comportamento);
- Local (urbano, rural, outros);
- Pavimento, entorno e rede;
- Luminária (*flicker*, etc.)

Fonte: [69], 2010.

2.2- Fundamentos: distribuição de cones e bastonetes (corrigido)

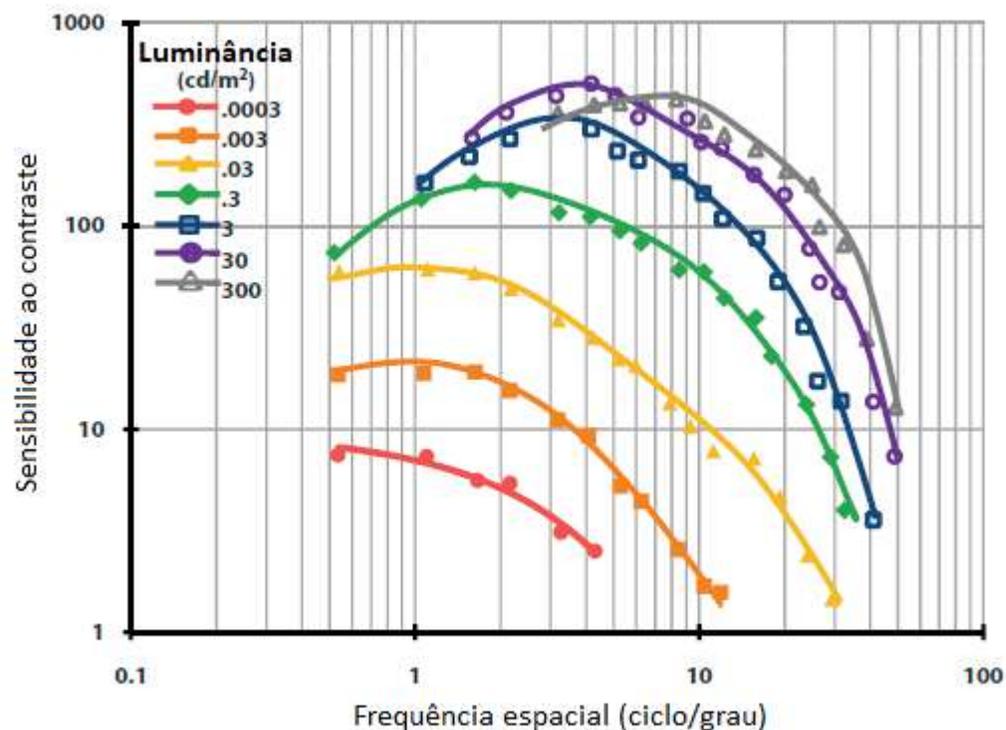


Nota: Os quatro elementos ou o ponto de partida para dimensionamento de iluminação viária pública são:

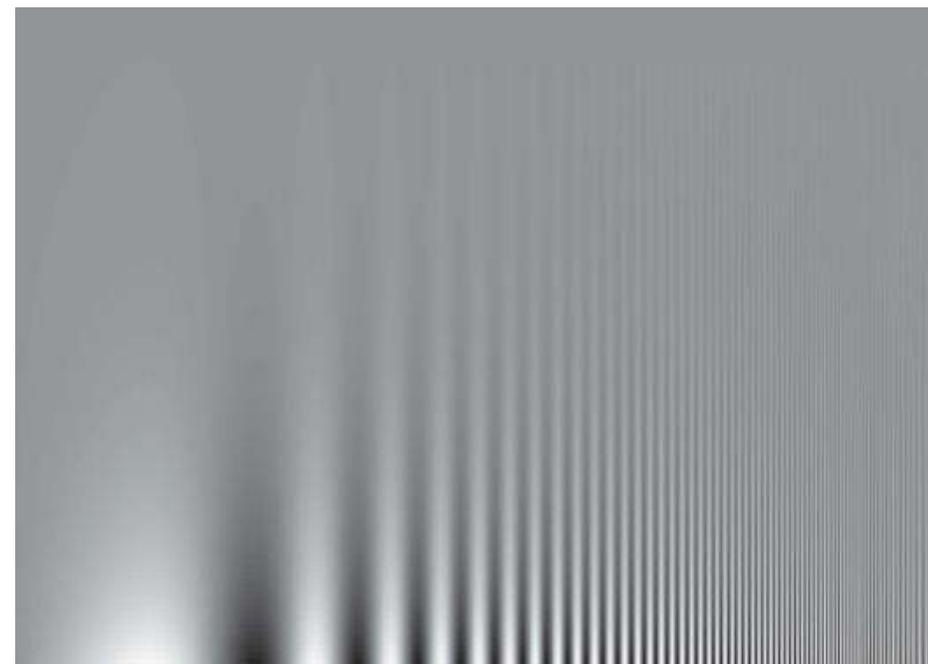
- Usuários (quem são, comportamento);
- Local (urbano, rural, outros);
- Pavimento, entorno e rede;
- Luminária (*flicker*, etc.)

Fonte: [77], 2018.

2.2- Fundamentos: Funções de sensibilidade ao contraste espacial (à esquerda) e demonstração (à direita)

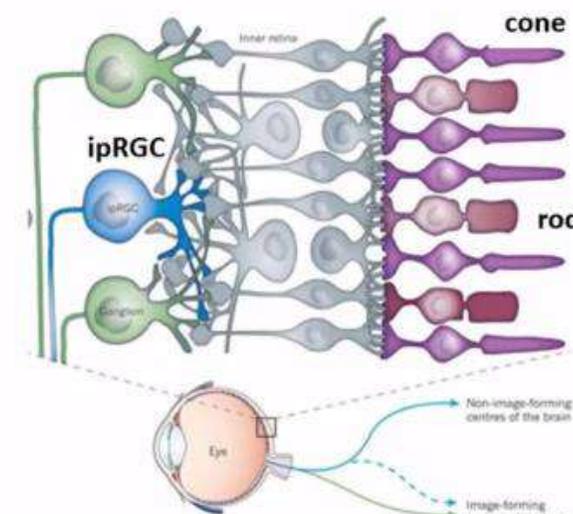
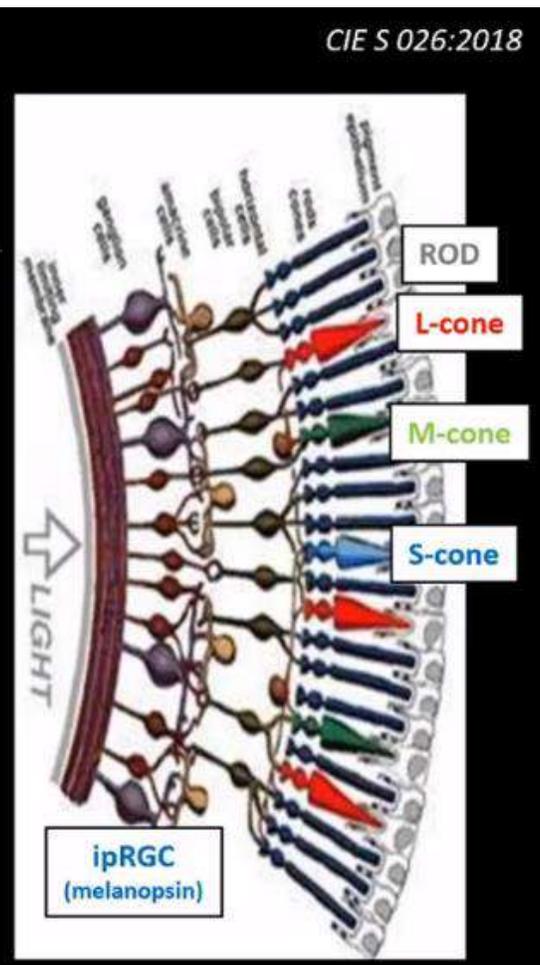
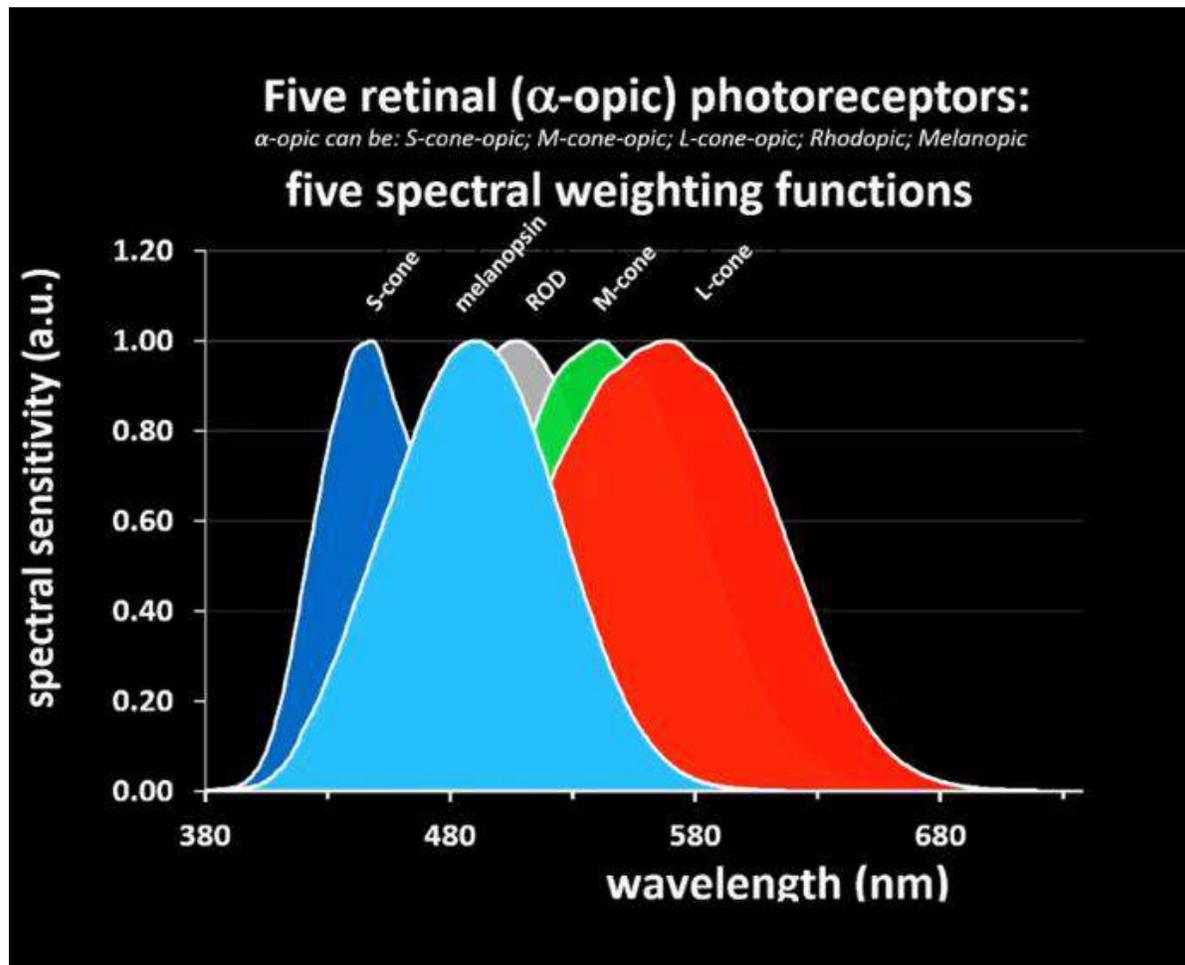


Fonte: (de [79]) em [69].



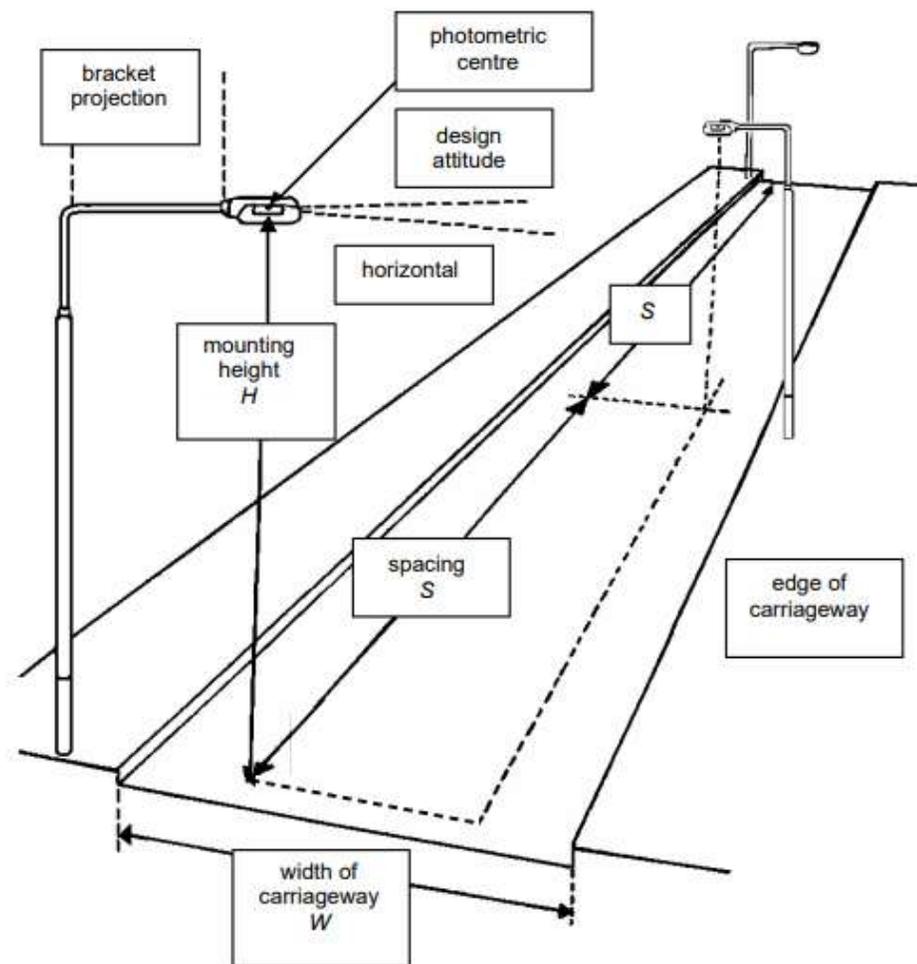
Fonte: p. 4.17 de [69], 2010.

2.2- Fundamentos: distribuição de 5 receptores



ipRGC = intrinsically-photosensitive retinal ganglion cell

2.2- Fundamentos: elementos e dimensões relevantes

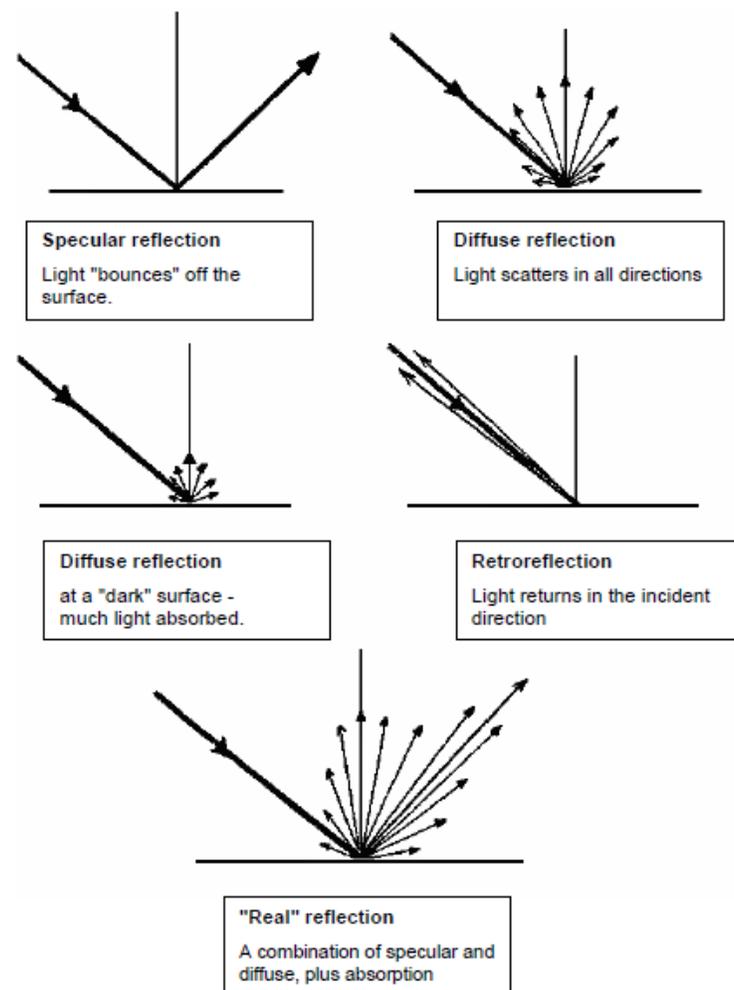


Nota: Os quatro elementos ou o ponto de partida para dimensionamento de iluminação viária pública são:

- Usuários (quem são, comportamento);
- Local (urbano, rural, outros);
- Pavimento, entorno e rede;
- Luminária (*flicker*, etc.).

Fonte: [70], 2007.

2.2- Fundamentos: diferentes comportamentos de restituição da luz



Nota: Os quatro elementos ou o ponto de partida para dimensionamento de iluminação viária pública são:

- Usuários (quem são, comportamento);
- Local (urbano, rural, outros);
- Pavimento, entorno e rede;
- Luminária (*flicker*, etc.)

Fonte: [70], 2007.

2.2- Fundamentos: a fonte de luz

Os componentes principais de uma luminária (IP) Fonte: [34].



Nota: Os quatro elementos ou o ponto de partida para dimensionamento de iluminação viária pública são:

- Usuários (quem são, comportamento);
- Local (urbano, rural, outros);
- Pavimento, entorno e rede;
- Luminária.

2.2- Fundamentos: a fonte de luz e requisitos técnicos

Os componentes principais de uma luminária (IP)



Fonte: [34].

2.2.1- Fundamentos – Iluminância (E)

O conceito de "Iluminância mantida" (ou valor "a ser" mantido) de acordo com norma EN 12464-1 [32].

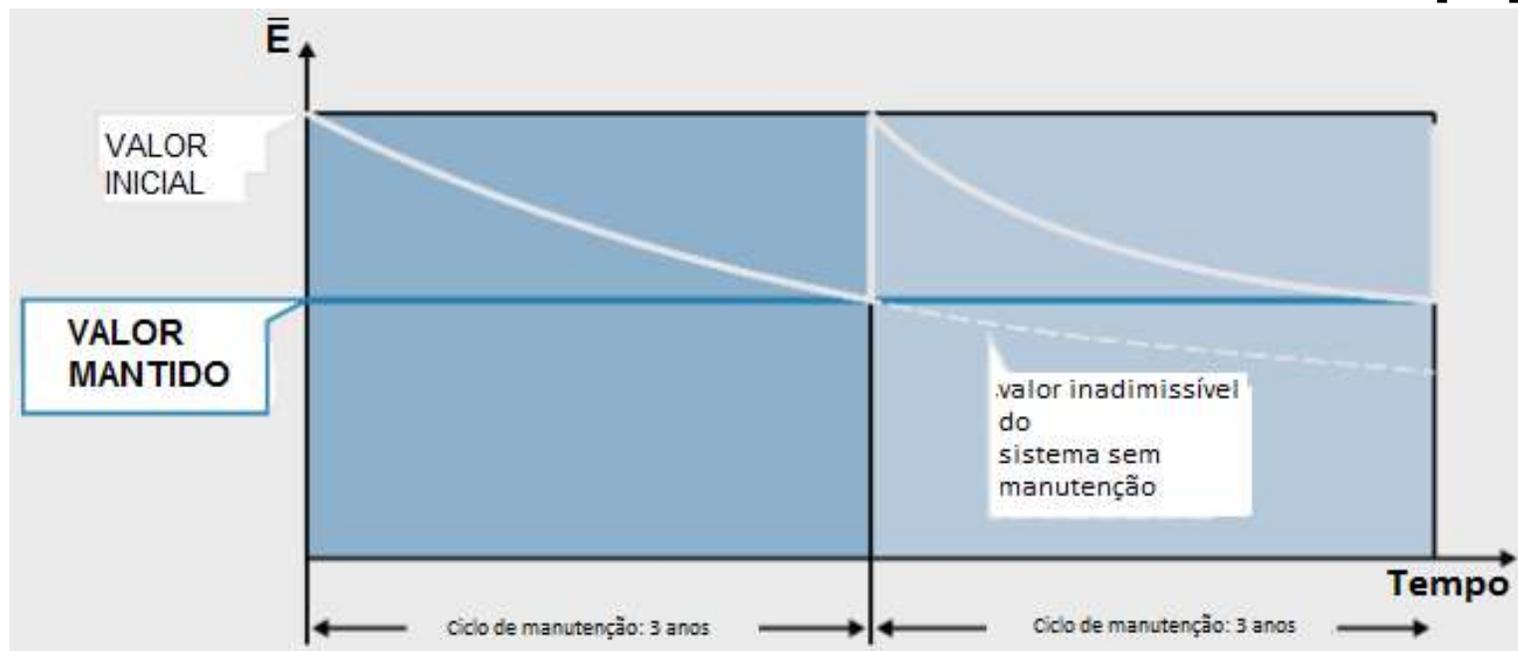


Figura – Diminuição da iluminância média, ao longo do período de funcionamento da instalação, no caso de ter sido considerado um ciclo de manutenção de três anos.

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].



ILUMINAÇÃO NO BRASIL:
TECNOLOGIAS, CENÁRIOS, INFRA-ESTRUTURA

Elvo Calixto Burini Junior
Emerson Roberto Santos

São Paulo, 10/Jun./2013, 12h40 min.



Figura – Revisitando uma previsão acessada para o custo da luz a partir da tecnologia SSL (LED) nos EUA, passados 10 anos. Fonte primária: [59]

2.2- Fundamentos: comparando diferentes tecnologias

S. Franceschini, M. Pansera / *Technological Forecasting & Social Change* 92 (2015) 69–83

75

Table 3

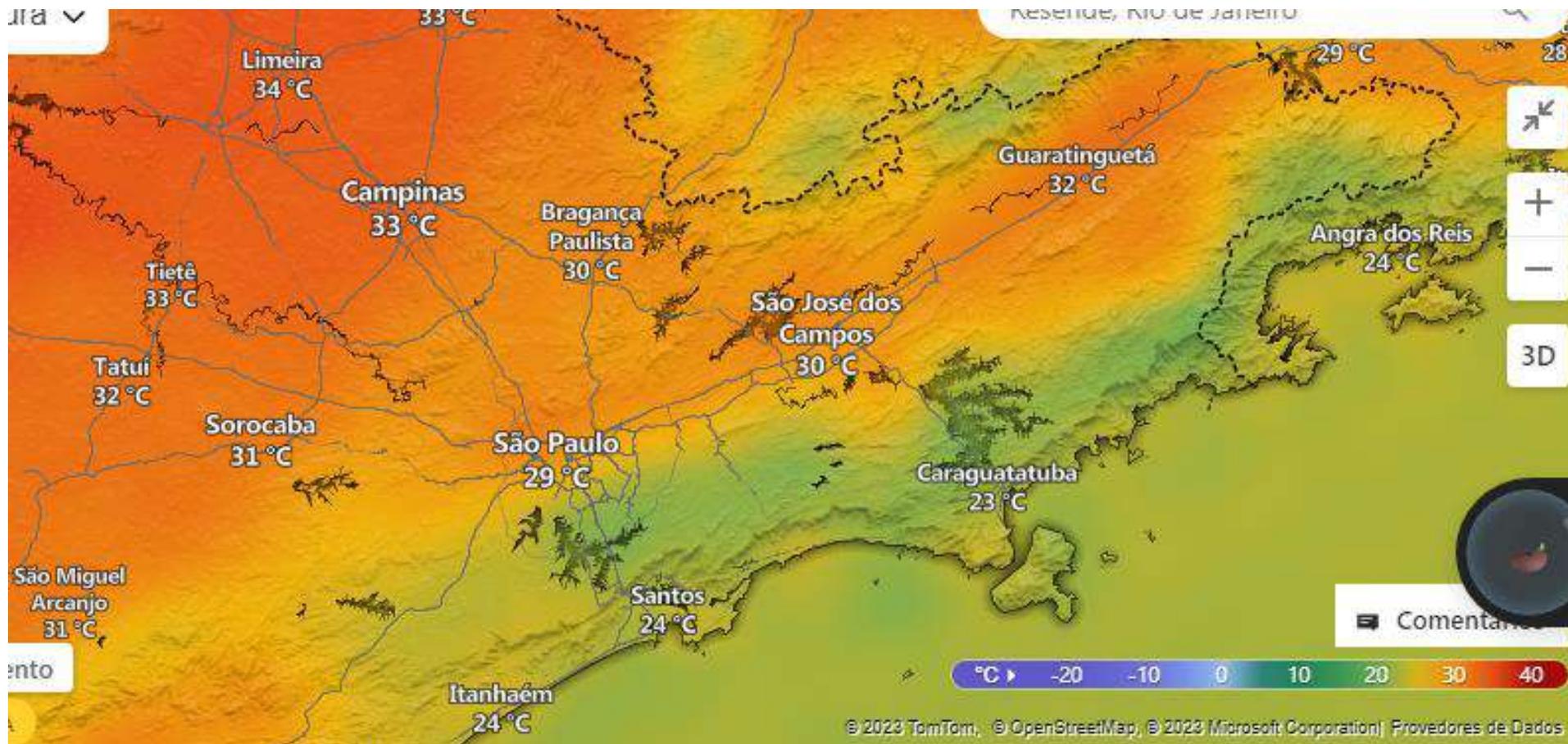
Evolution of lighting technologies in the UK. Efficiency is calculated in lumen-hours per kWh. Source: Fouquet and Pearson (2006).

Year	Candles		Whale oil		Gas		Kerosene		Electricity	
	Share	Eff.	Share	Eff.	Share	Eff.	Share	Eff.	Share	Eff.
1700	99%	28	1%	20						
1800	90%	37	10%	56						
1900	1%	80			82%	497	15%	246	2%	1310
1950					1%	887			99%	11,660
2000									100%	25,000

Fonte: [60], 2015.

2- Conceitos: fotometria, radiometria e colorimetria

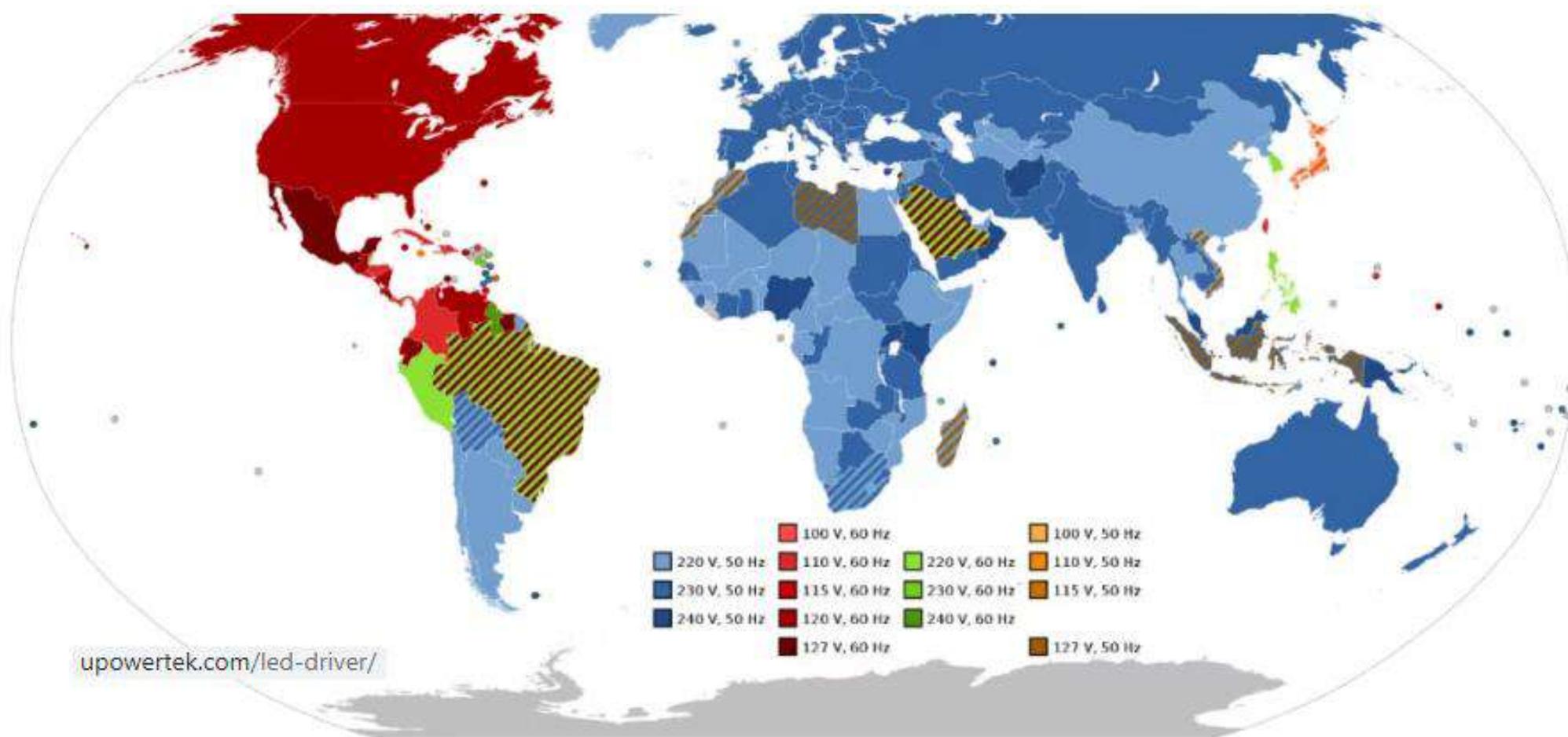
2.3- "Uso da energia Mapa de temperatura em 23/out./2023, 14horas



Fonte: <https://www.msn.com/pt-br/clima/mapas/temperature/>.

2- Conceitos: fotometria, radiometria e colorimetria

2.4- "Uso da energia elétrica": Mapa de tensão elétrica nominal





Asociación de Universidades
GRUPO MONTEVIDEO

Energía Radiante y Alumbrado Público: Oportunidades para la producción de energía radiante en el alumbrado público

Projetos de Iluminação Pública

Expositor: MARTINEZ MELERO, JOSÉ CARLOS

jose.melero@usp.br



26/out./2023

**ENERGÍAS RENOVABLES PARA LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN AMÉRICA DEL SUR:
ASPECTOS TÉCNICOS, ECONÓMICOS Y GEOPOLÍTICOS**

Posgrado conjunto Universidades AUGM

3- Projetos de Iluminação Pública

3.1- Requisitos normativos;

3.2- Descrição de projeto eficiente:

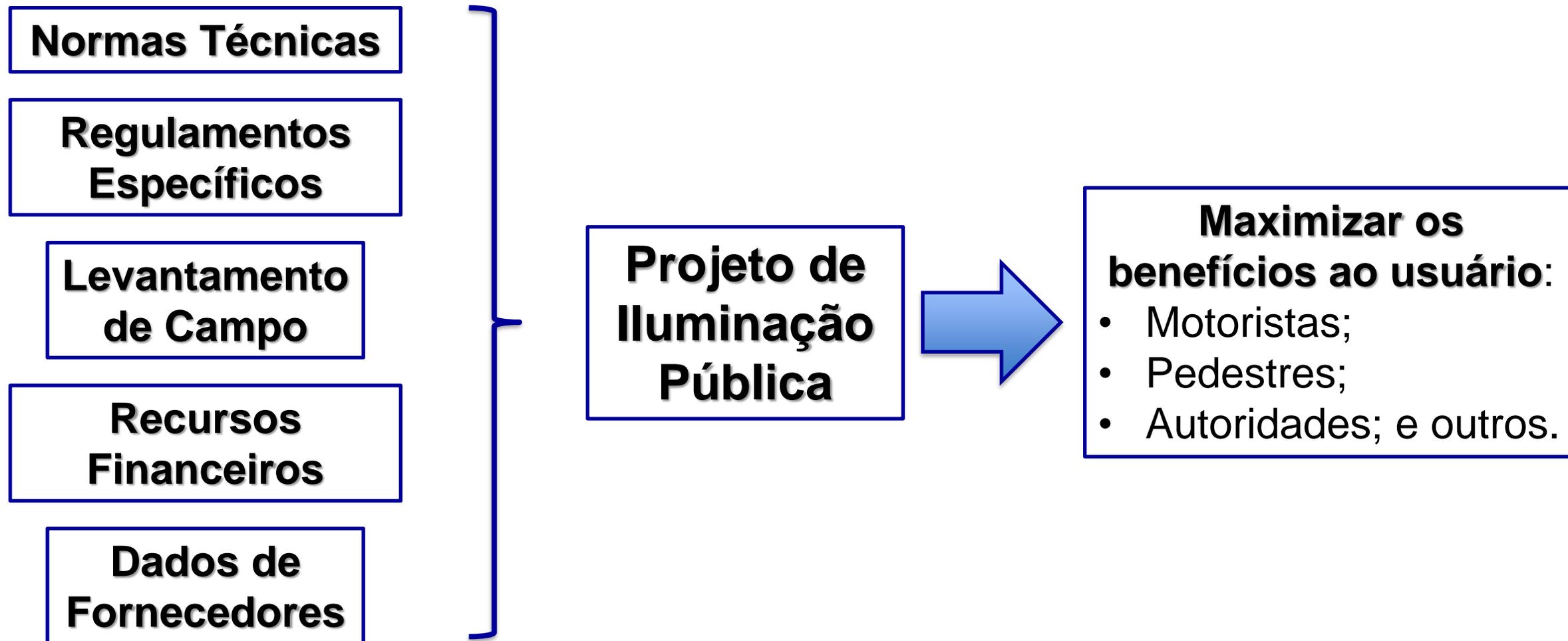
3.2.1- Potencial de conservação de energia; e

3.2.2- Exemplos de aplicação.

Objetivos:

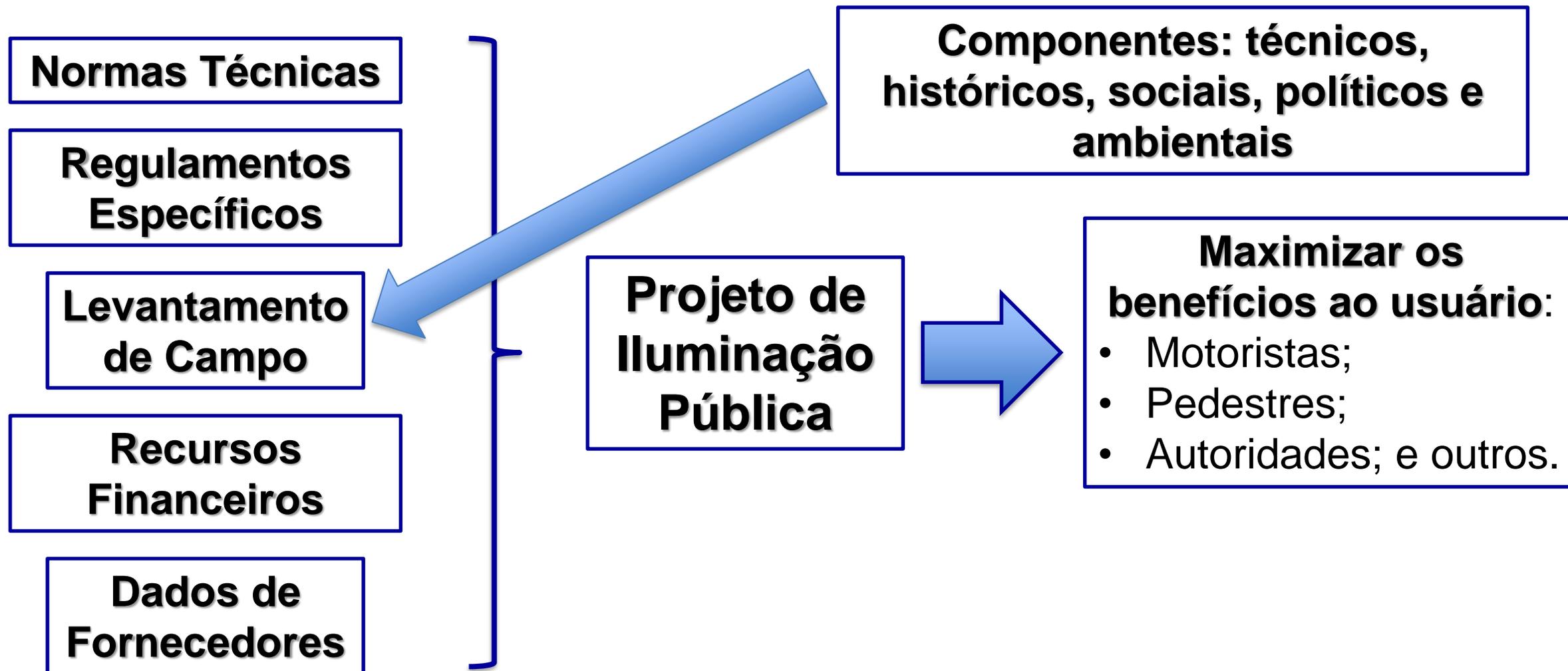
- **Apresentar os principais requisitos normativos para a elaboração de projetos de iluminação pública viária no Brasil;**
- **Discutir a busca pela eficiência dos projetos de iluminação pública; e**
- **Apresentar estudos de casos.**

Por que elaborar projetos de Iluminação Pública?



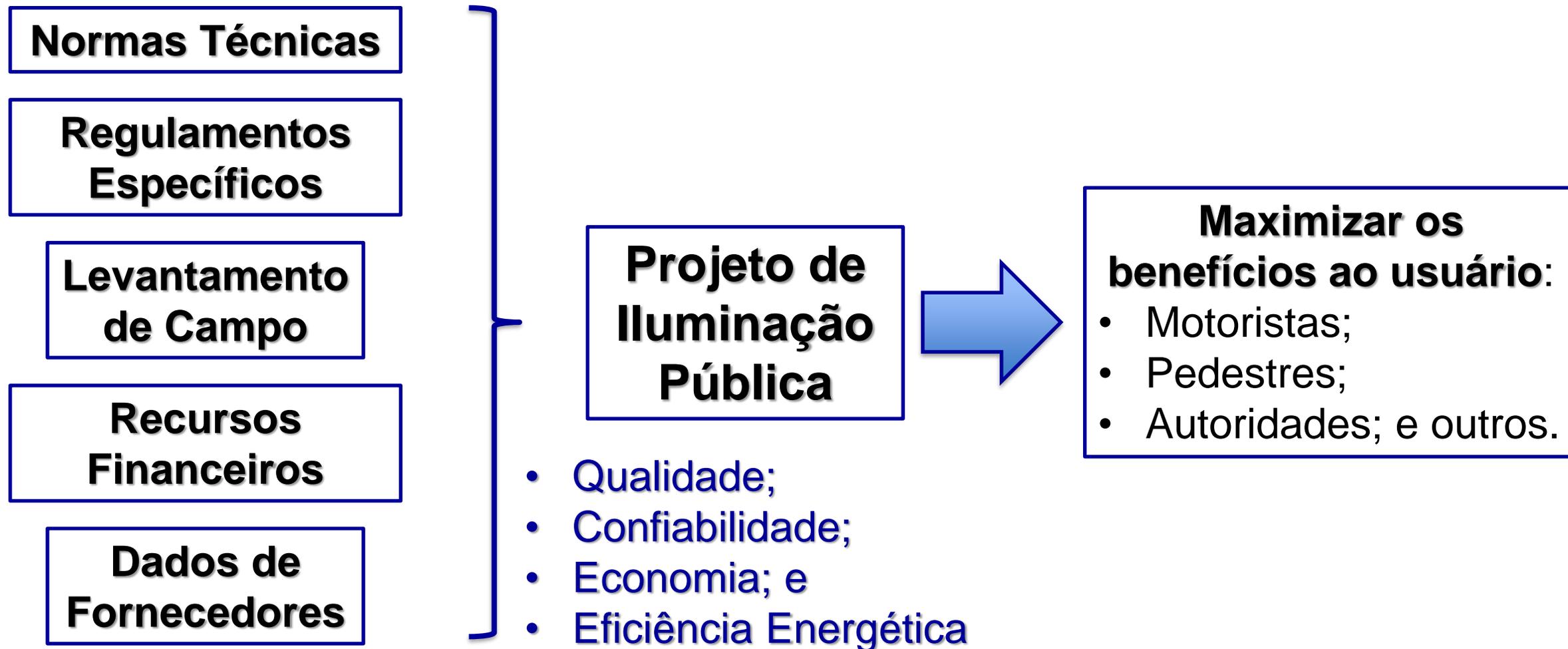
3- Projetos de Iluminação Pública

Por que elaborar projetos de Iluminação Pública?



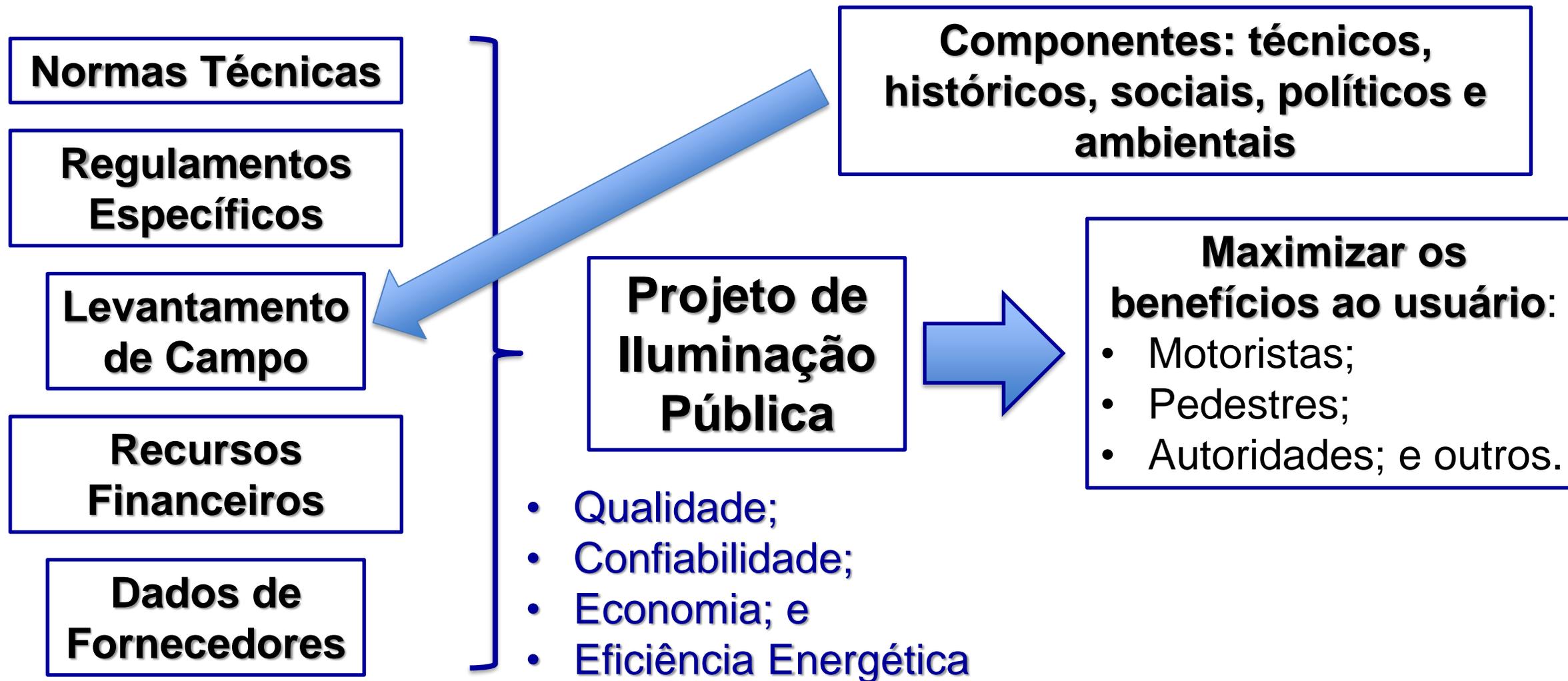
3- Projetos de Iluminação Pública

Por que elaborar projetos de Iluminação Pública?



3- Projetos de Iluminação Pública

Por que elaborar projetos de Iluminação Pública?



Benefícios aos usuários:

- ✓ **Segurança;**
- ✓ **Conforto; e**
- ✓ **Bem estar.**



Promoção dos Espaços
Públicos



3.1- Requisitos normativos

3.2- Descrição de projeto eficiente

3.2.1- Potencial de conservação de energia

3.2.2- Exemplos de aplicação

3.1- Requisitos normativos.

- ✓ Norma técnica de projeto de iluminação pública; e
- ✓ Normas técnicas de equipamentos (segurança e desempenho):
 - Luminárias;
 - Relés controladores;
 - Postes; e
 - Instalações elétricas.

3.1- Requisitos normativos.



3.1- Requisitos normativos.

- ✓ **Norma técnica de projeto de iluminação pública; e**
- ✓ Normas técnicas de equipamentos (segurança e desempenho):
 - Luminárias;
 - Relés controladores;
 - Postes; e
 - Instalações elétricas.

3.1- Requisitos normativos.

✓ Norma técnica de projeto de iluminação pública: caso brasileiro

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.

3.1- Requisitos normativos.

✓ Norma técnica de projeto de iluminação pública: caso brasileiro

ABNT NBR 5101 – 2018 Iluminação Pública - Procedimento

Tabela 1 – Tráfego motorizado

Classificação	Volume de tráfego noturno ^a de veículos por hora, em ambos os sentidos ^b , em pista única
Leve (L)	150 a 500
Médio (M)	501 a 1 200
Intenso (I)	Acima de 1 200
^a Valor máximo das médias horárias obtidas nos períodos compreendidos entre 18 h e 21 h. ^b Valores para velocidades regulamentadas por lei.	
NOTA Para vias com tráfego menor do que 150 veículos por hora, consideram-se as exigências mínimas do grupo 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).	

Norma técnica de projeto de iluminação pública: caso brasileiro

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 $E_{med,min}$ lux	Fator de uniformidade mínimo $U = E_{min}/E_{med}$
V1	30	0,4
V2	20	0,3
V3	15	0,2
V4	10	0,2
V5	5	0,2

Norma técnica de projeto de iluminação pública: caso brasileiro

ABNT NBR 5101 – 2018 Iluminação Pública - Procedimento

Tabela 6 – Classes de iluminação para cada tipo de via

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

Norma técnica de projeto de iluminação pública: caso brasileiro

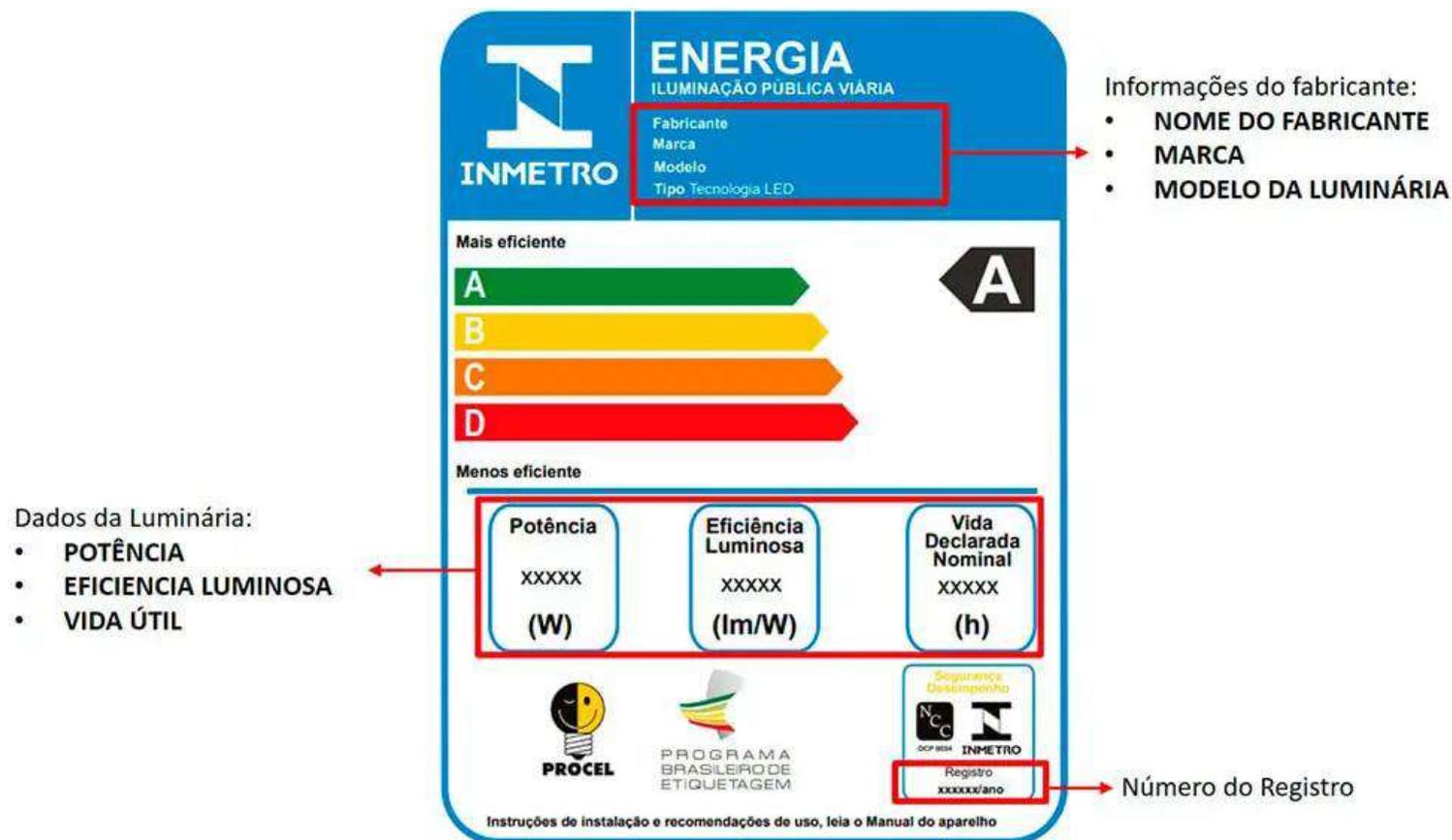
ABNT NBR 5101 – 2018 Iluminação Pública - Procedimento

Tabela 7 – Iluminância média e fator de uniformidade mínimo para cada classe de iluminação

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

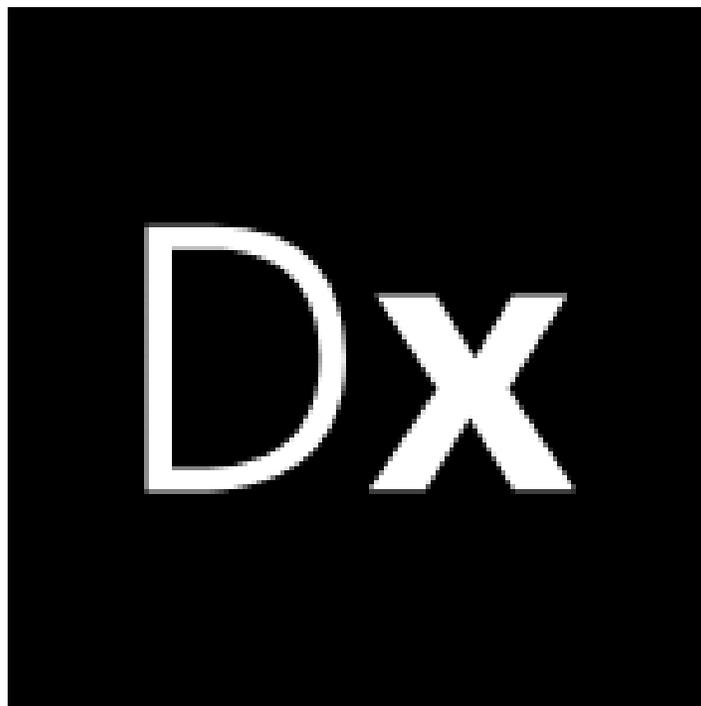
3.1 Requisitos Normativos

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



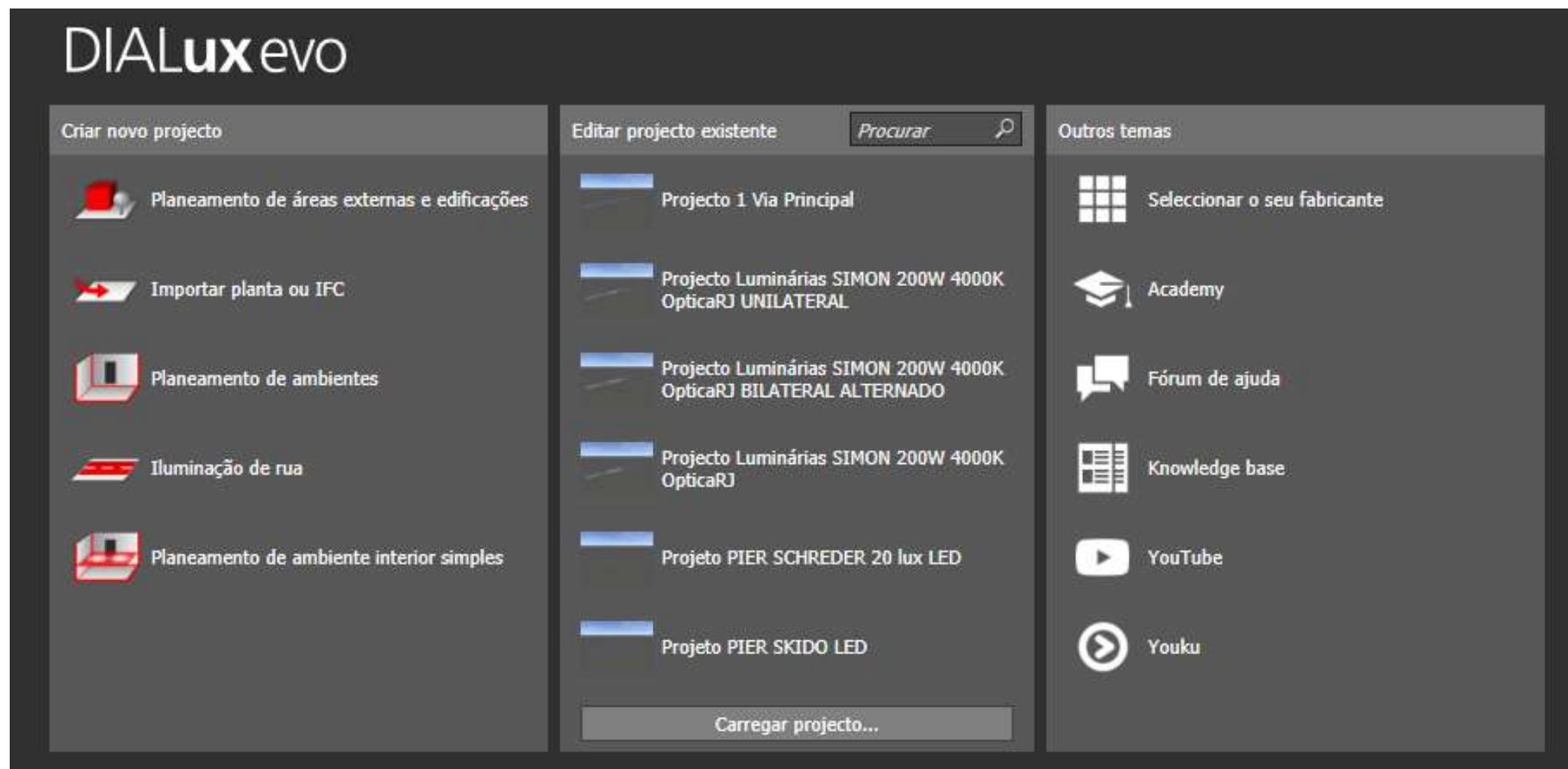
Uso de software para desenvolvimento do projeto

DIALux evo versão 12 de 20 de setembro de 2023.

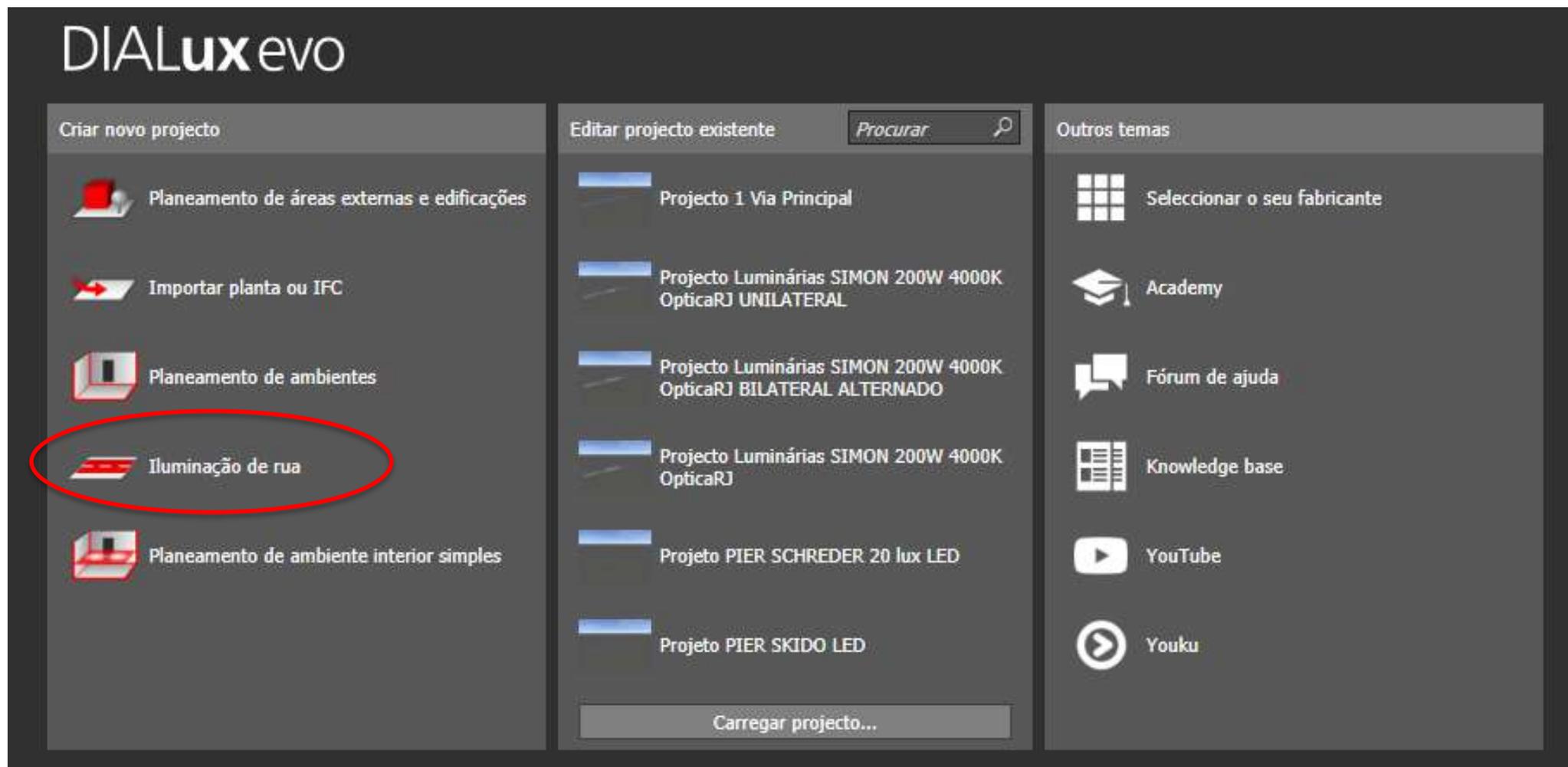


Fonte: <https://www.dialux.com/en-GB/download>

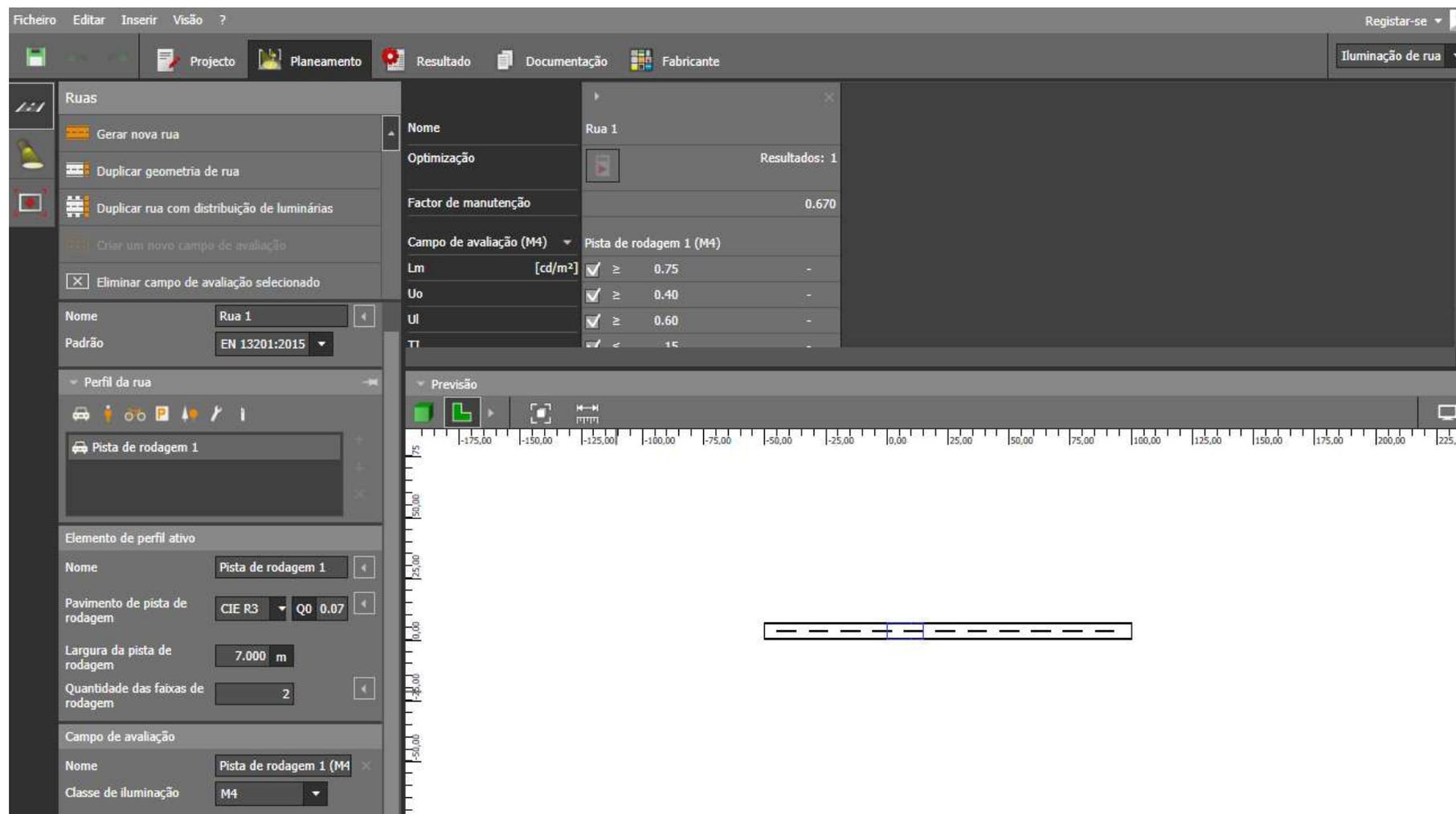
Uso do software DIALux evo para desenvolvimento do projeto



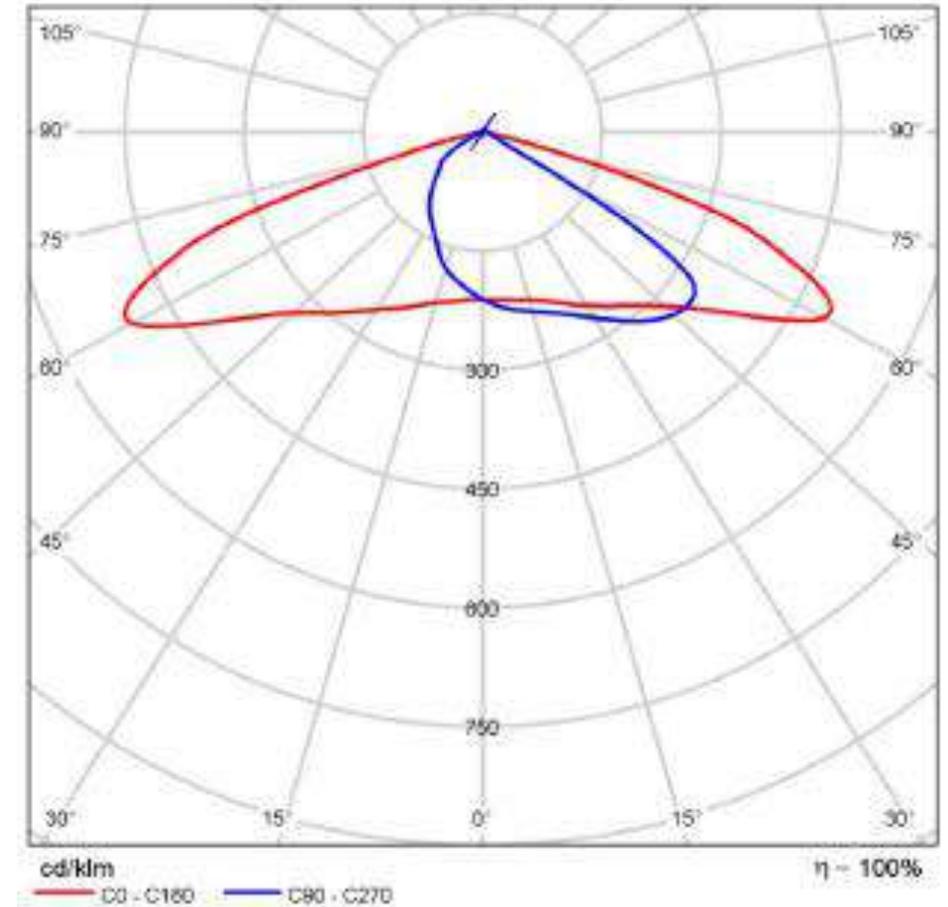
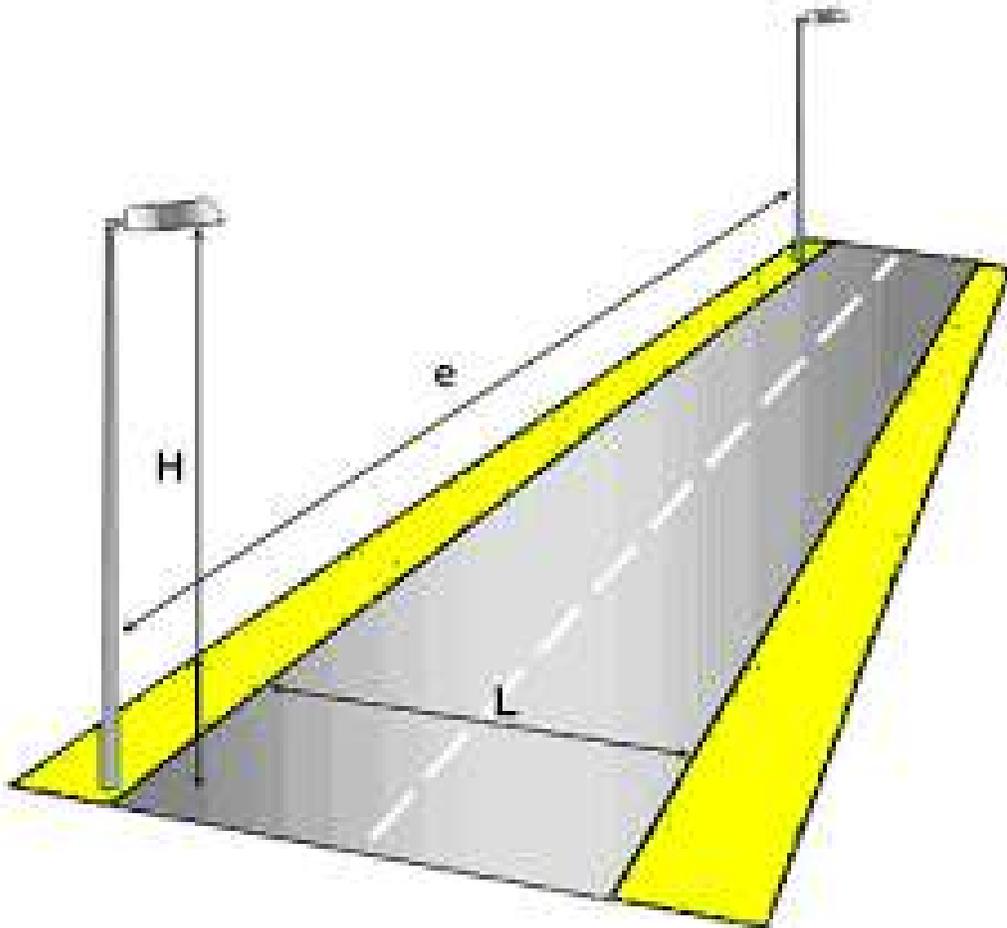
Uso do software DIALux evo para desenvolvimento do projeto



Uso do software DIALux evo para desenvolvimento do projeto

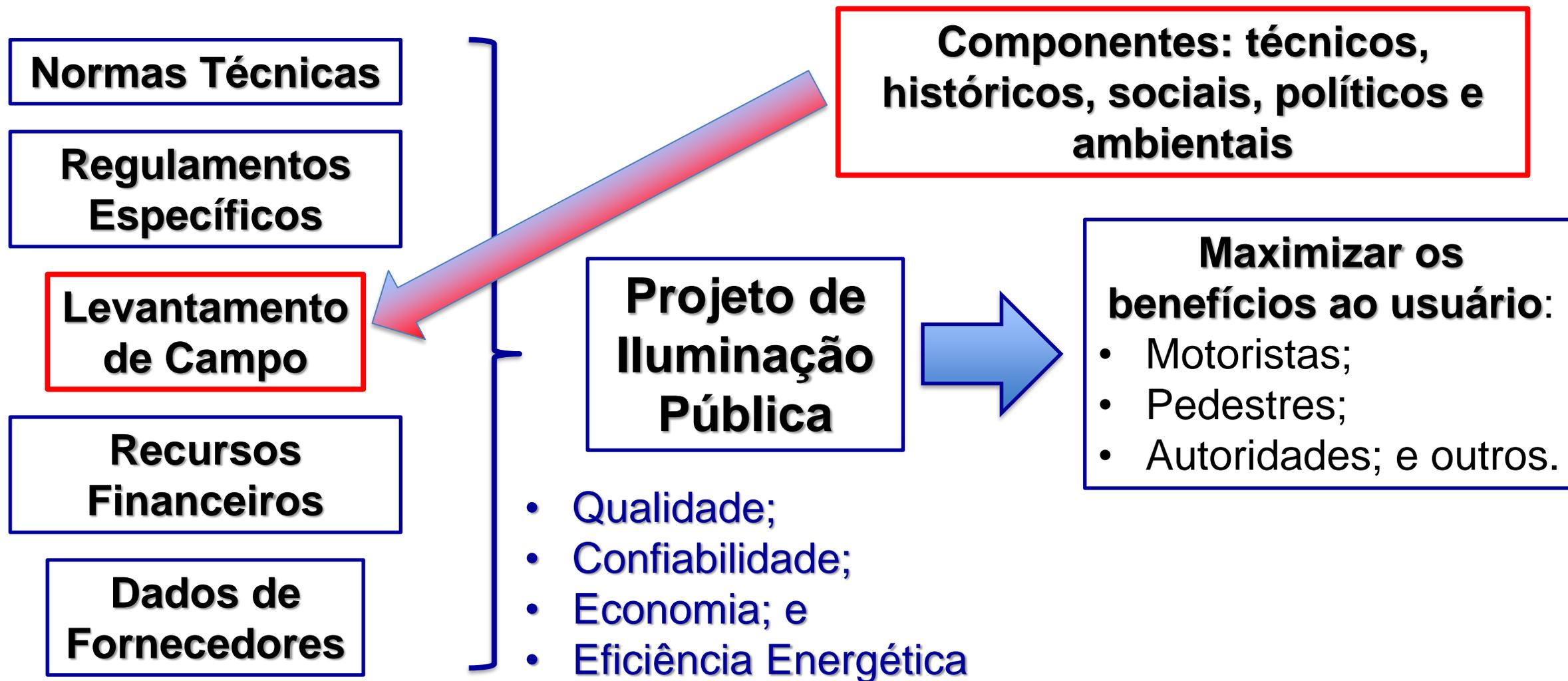


Uso do software DIALux evo: Entrada de dados



3- Projetos de Iluminação Pública

Por que elaborar projetos de Iluminação Pública?



Uso do software DIALux evo: Cálculos

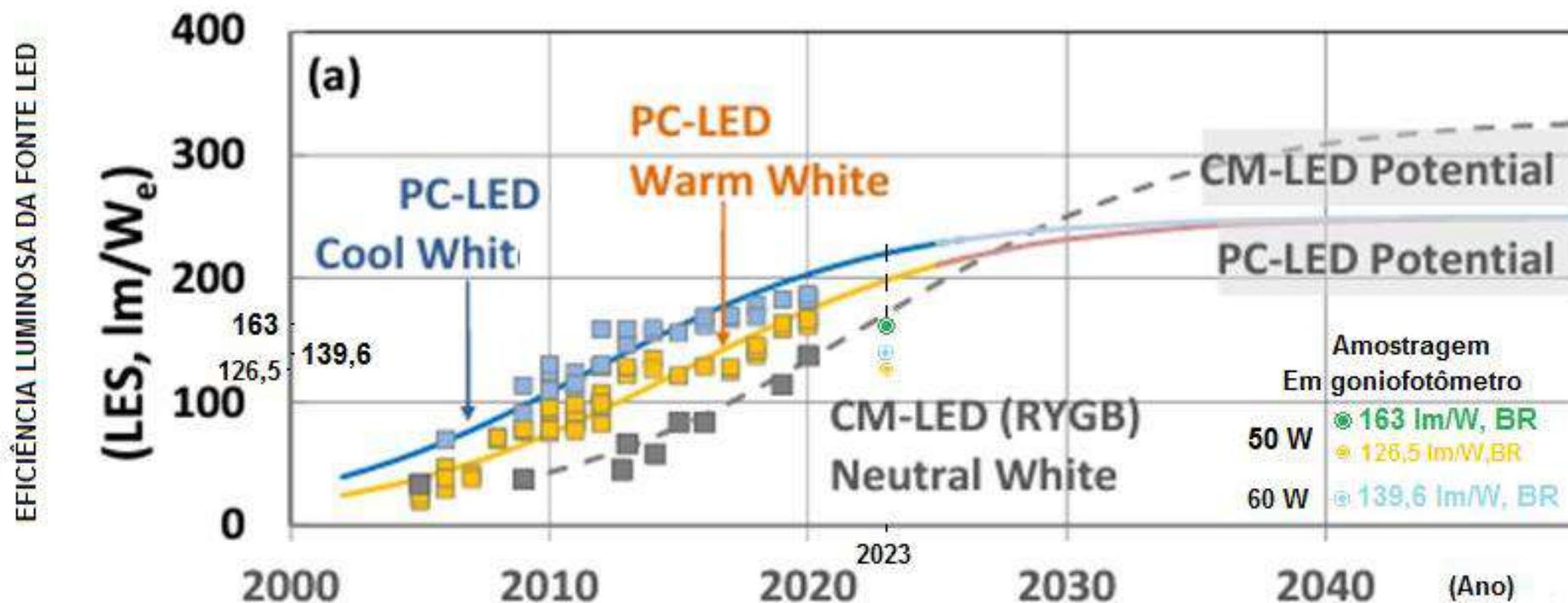
m	1.458	4.375	7.292	10.208	13.125	16.042	18.958	21.875	24.792	27.708	30.625	33.542
12.167	15.08	13.21	11.53	9.79	8.49	7.44	7.40	8.53	9.94	11.74	13.28	15.18
10.500	18.68	16.08	13.67	11.63	10.14	9.43	9.42	10.25	11.86	13.87	16.30	18.71
8.833	22.17	19.00	15.72	12.99	11.17	10.44	10.60	11.39	13.26	16.05	19.34	22.23
7.167	25.26	21.64	17.23	13.69	11.59	10.85	11.03	11.93	14.14	17.69	22.16	25.38
5.500	27.86	23.18	17.87	13.85	11.82	11.12	11.25	12.22	14.44	18.53	23.90	28.08
3.833	27.33	22.90	17.21	13.38	11.66	10.87	10.95	11.92	13.94	18.05	23.61	27.60

Valor de manutenção de iluminância horizontal [lx] (Tabela de valores)

	E_m	E_{min}	E_{max}	g_1	g_2
Valor de manutenção de iluminância horizontal	15.3 lx	7.40 lx	28.1 lx	0.483	0.263

Uso do software DIALux evo: Depreciação e Fator de Manutenção

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

Uso do software DIALux evo: Depreciação e Fator de Manutenção

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

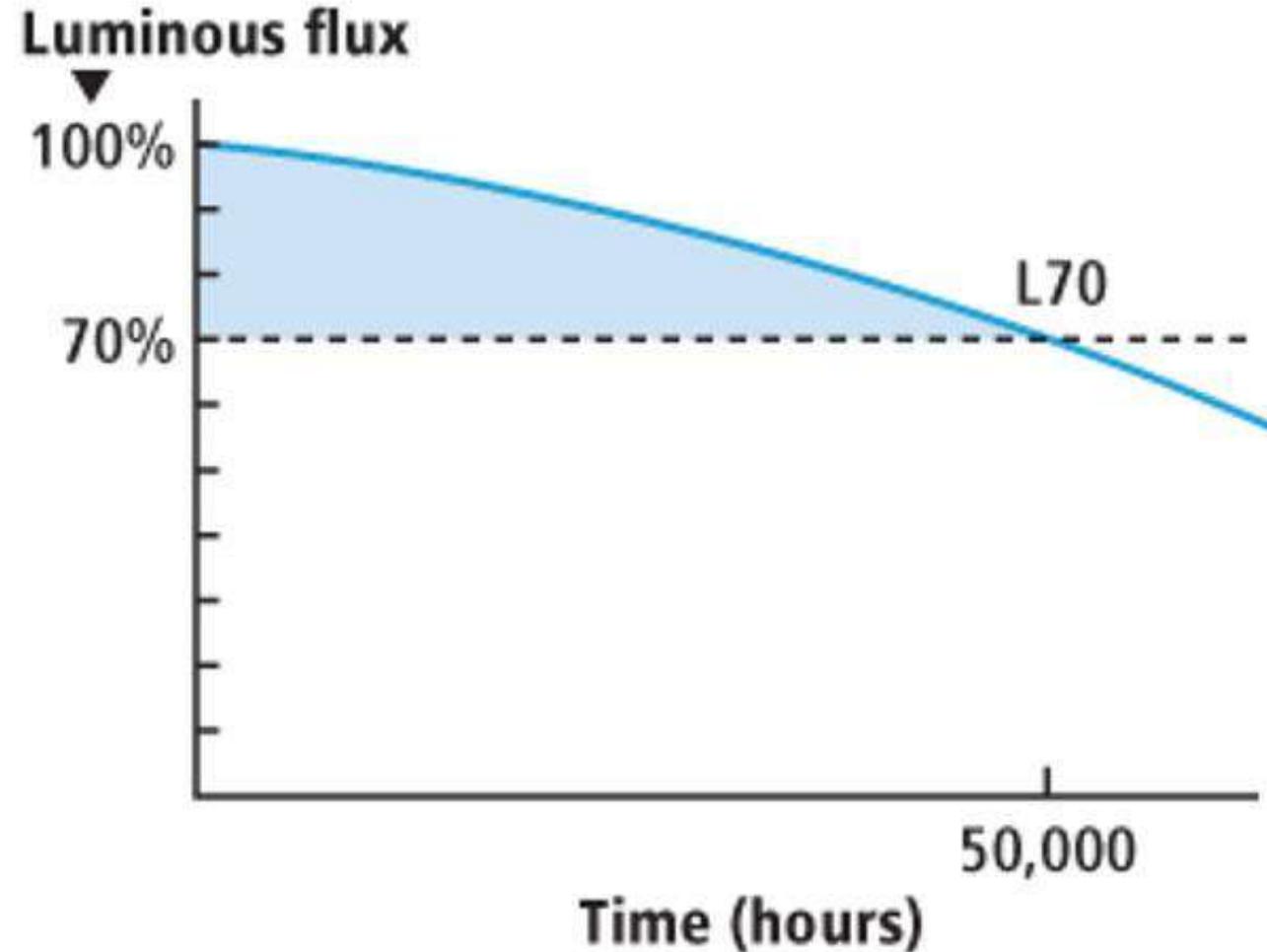
- 4000 K → 139,6 lm/W (fornecedor A).
- 4000 K → 163 lm/W (fornecedor B).
- 3000 K → 126,5 lm/W.

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

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

Fonte: Adaptada pelos autores de DOE, 2022

Uso do software DIALux evo: Depreciação e Fator de Manutenção



Uso do software DIALux evo: Depreciação e Fator de Manutenção

O fator de manutenção, chamado também de fator de utilização, indica a depreciação luminosa considerada no cálculo luminotécnico futuro. Por essa razão, esse fator é usado em cálculos de iluminação como forma de garantir o sucesso de um projeto a longo prazo, tendo em vista que toda fonte de luz deprecia ao longo do tempo de utilização.

Fonte: <https://aalok.com.br/blog/fator-de-manutencao-iluminacao-eficiente/>

3.1- Requisitos normativos;

3.2- Descrição de projeto eficiente:

3.2.1- Potencial de conservação de energia; e

3.2.2- Exemplos de aplicação.

3.2- Descrição de projeto eficiente:

3.2.1- Potencial de conservação de energia; e

3.2.2- Exemplos de aplicação.

3.1- Requisitos normativos

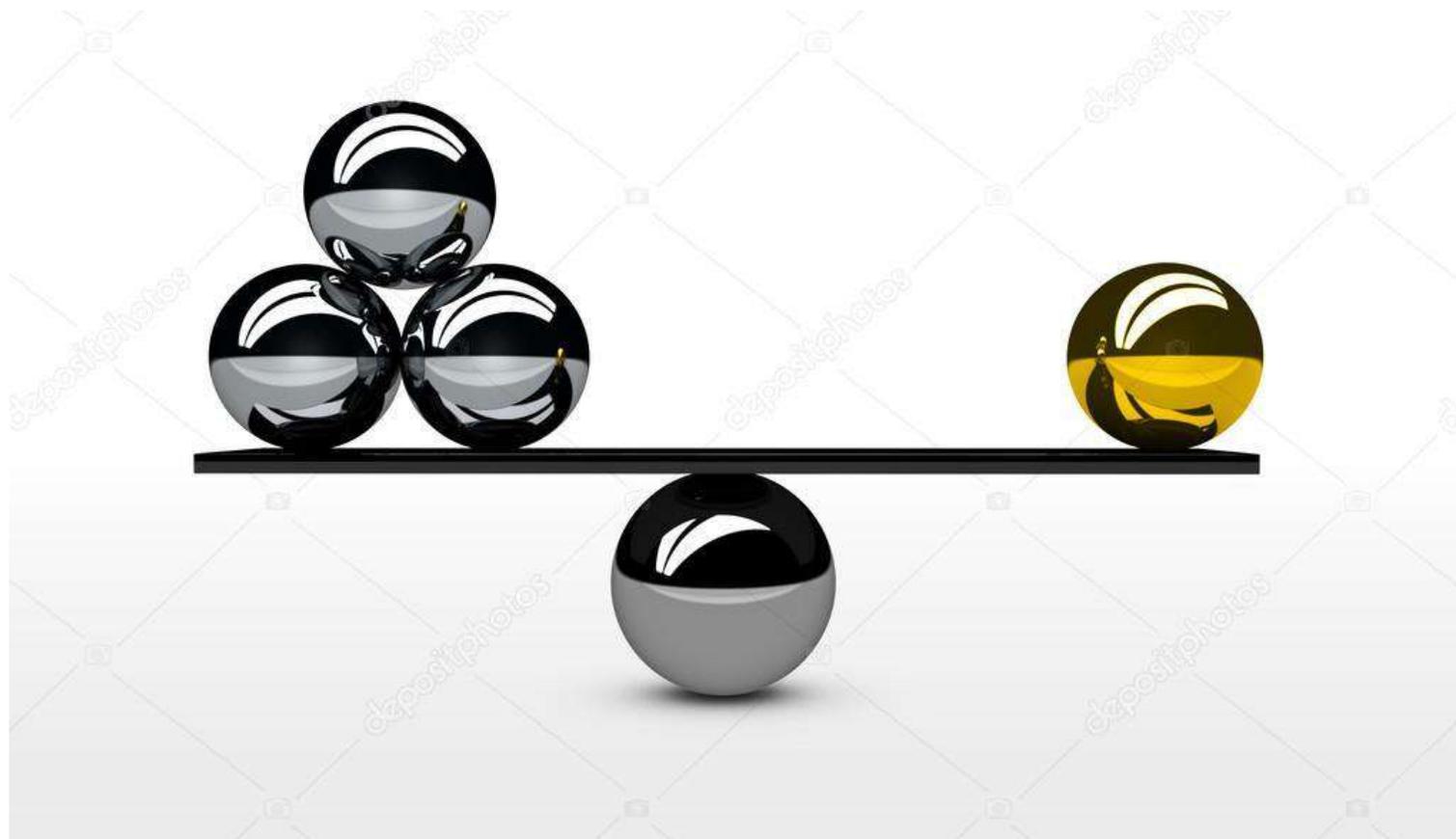
3.2- Descrição de projeto eficiente

3.2.1- Potencial de conservação de energia

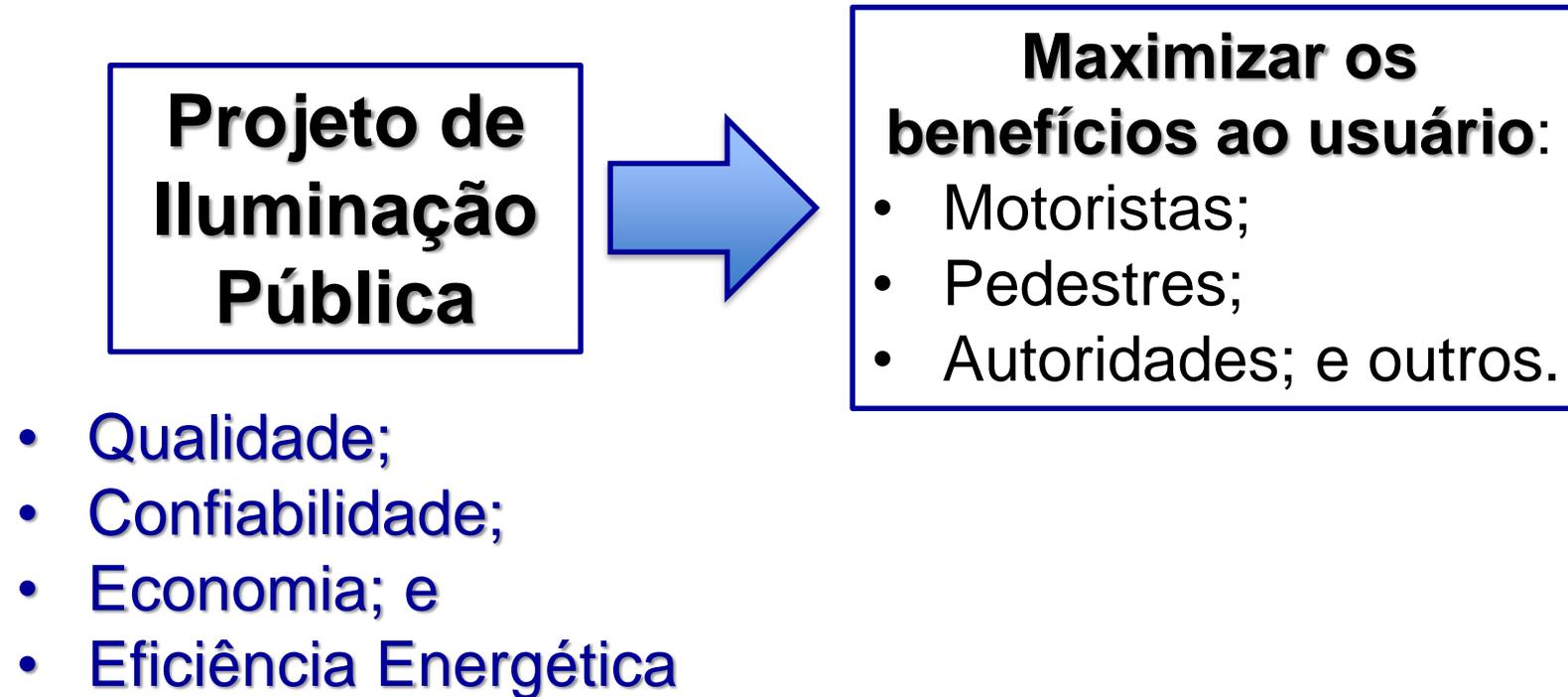
3.2.2- Exemplos de aplicação

3.2- Descrição de projeto de iluminação pública eficiente.

- ✓ Abordagem Qualitativa; e
- ✓ Abordagem Quantitativa.



3.2- Descrição de projeto de iluminação pública eficiente.



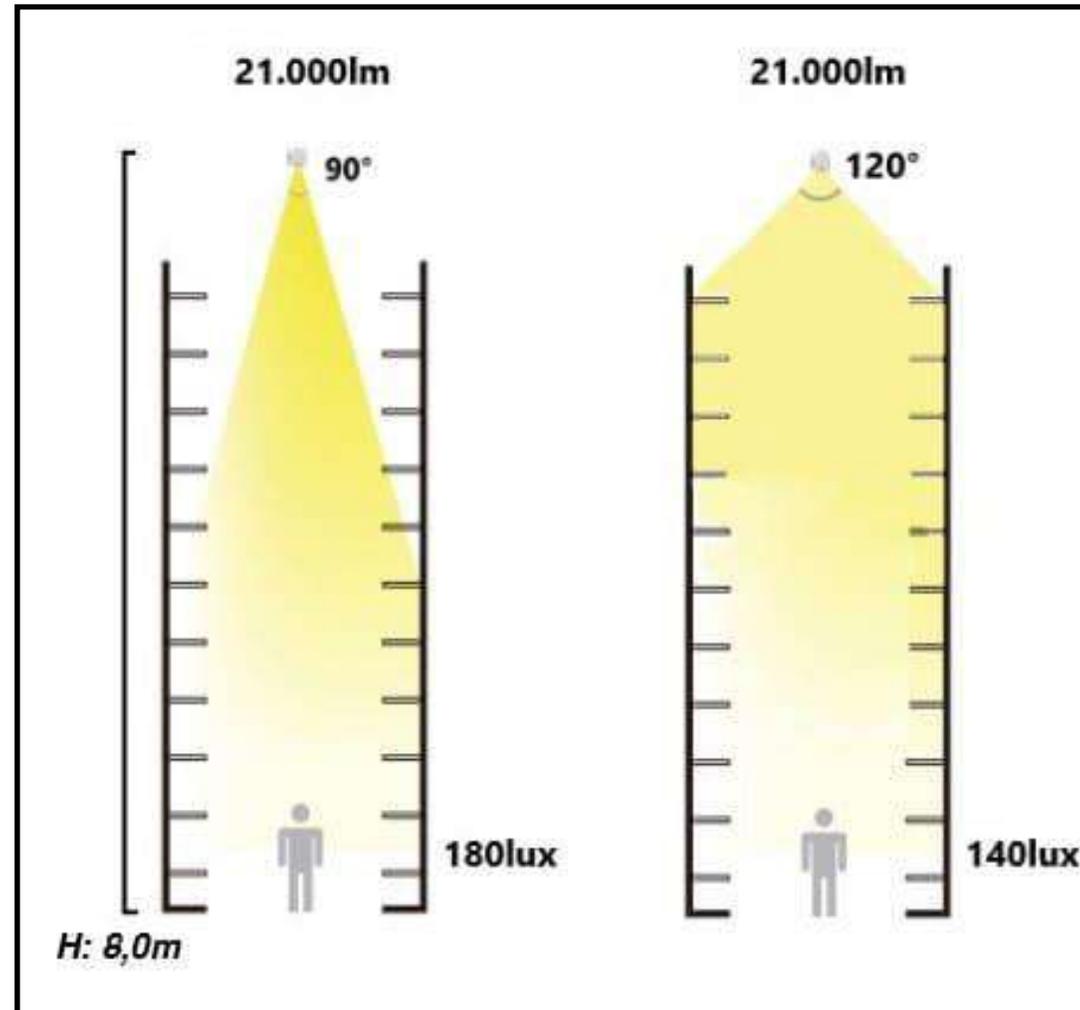
3- Projetos de Iluminação Pública

3.2- Descrição de projeto de iluminação pública eficiente.

ABNT NBR ISSO 37120 – Cidades e Comunidades Sustentáveis Indicadores para Serviços Urbanos e Qualidade de Vida

7.6 Consumo de energia elétrica da iluminação de vias públicas por quilômetro de via iluminada (kWh/ano) (indicador de apoio)

3.2- Descrição de projeto de iluminação pública eficiente.



Uso do software DIALux evo

Horas de funcionamento anual	4000 h: 100.0 %, 71.3 W
Consumo	2067.7 W/km

Resultados para indicadores de eficiência energética

	Tamanho	Calculado	Consumo
Rua 1	D_p	0.009 W/lx* m^2	-
SL DU V8.3 70W 4K0 (unilateral em baixo)	D_e	0.5 kWh/ m^2 yr	285.2 kWh/yr

3.2- Descrição de projeto de iluminação pública eficiente.

ABNT NBR ISSO 37120 – Cidades e Comunidades Sustentáveis Indicadores para Serviços Urbanos e Qualidade de Vida

7.6 Consumo de energia elétrica da iluminação de vias públicas por quilômetro de via iluminada (kWh/ano) (indicador de apoio)

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.

3.1- Requisitos normativos

3.2- Descrição de projeto eficiente

3.2.1- Potencial de conservação de energia

3.2.2- Exemplos de aplicação

3.2.1- Potencial de conservação de energia.

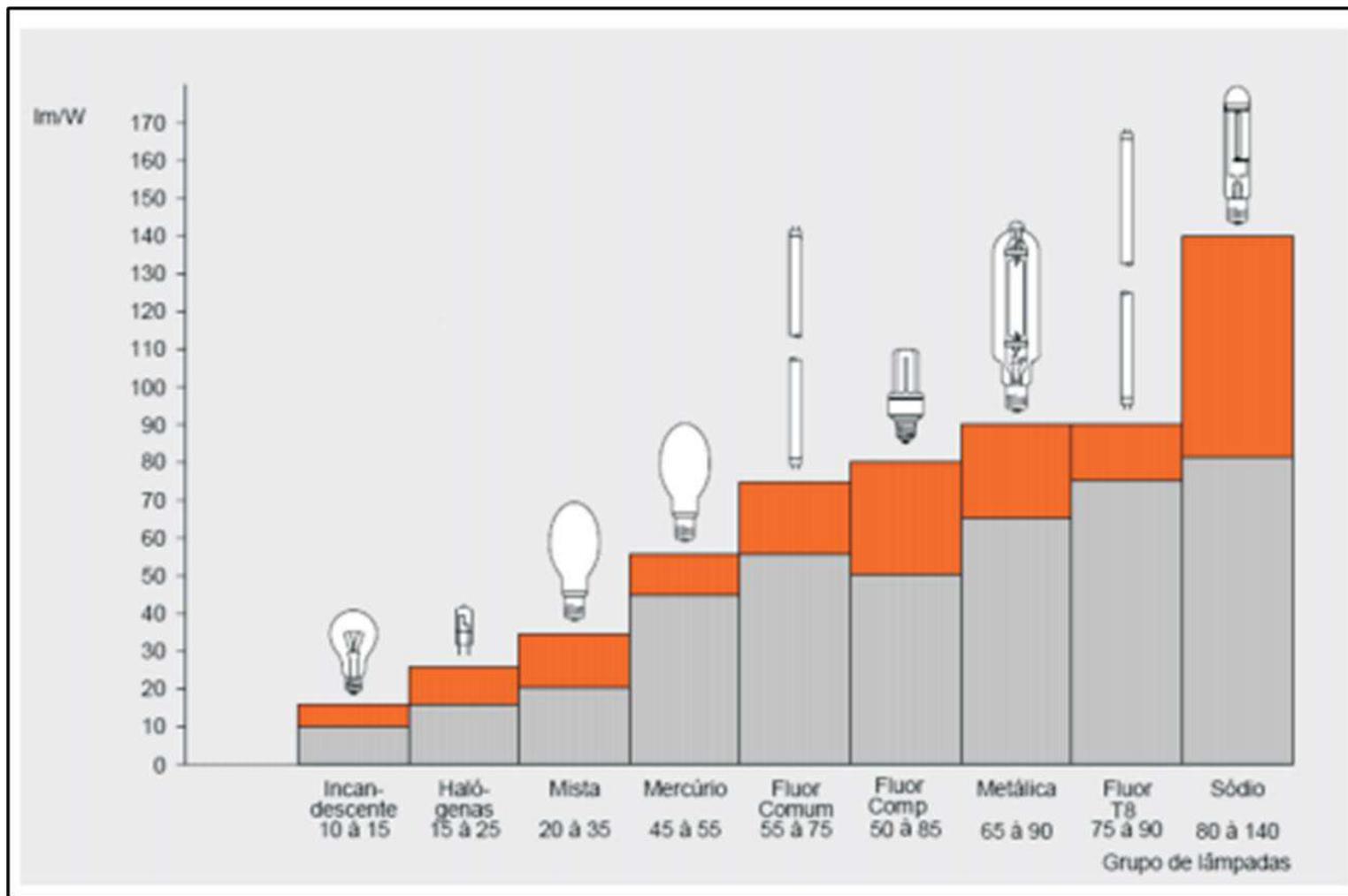
3.2.2- Exemplos de aplicação.



PROCEL
PROGRAMA NACIONAL
DE CONSERVAÇÃO DE
ENERGIA ELÉTRICA

3- Projetos de Iluminação Pública

3.2.1- Potencial de conservação de energia em instalações de IP.



3.2.1- Potencial de conservação de energia.

7.6 Consumo de energia elétrica da iluminação de vias públicas por quilômetro de via iluminada (kWh/ano) (indicador de apoio)

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.

3.1- Requisitos normativos

3.2- Descrição de projeto eficiente

3.2.1- Potencial de conservação de energia

3.2.2- Exemplos de aplicação

3.2.2- Ejemplos de aplicación. Estudo de caso 1.



LED

3.2.2- Exemplos de aplicação.

Estudo de caso 1.

- Economia sob a ótica do cliente: **R\$ 77.580,00 / ano**

Tipologia Existente	Qtde	Tipologia Instalada	Qtde
MERCÚRIO 125W	164	LED 40W	313
MISTA 250W	43		
SÓDIO 100W	106		
MERCÚRIO 250W	2	LED 75W	70
MERCÚRIO 400W	8		
SÓDIO 250W	44	LED 75W	7
SÓDIO 360W	16		
SÓDIO 150W	7		
Total	547		547

		Meta
Energia Economizada	MWh/ano	190,7
Redução de Demanda na Ponta	kW	44,0
Investimentos		
PEE	R\$	485.094,12
Contrapartida	R\$	49.465,890
Total	R\$	534.560,012
Relação Custo Benefício		0,61

3.2.2- Exemplos de aplicação.

Estudo de caso 2.

Ciudad de El Alto

Bolivia

Fonte: VALCARANA, 2019.

6.1.1. Conclusiones.

✓ Del estudio técnico realizado y mostrado en el presente texto en el siguiente cuadro se expone las potencias de las Luminarias LED, que sustituyen a las usadas tradicionalmente (SAP)

SAP	70 W	150 W	250 W
LED	50 W	100 W	200 W

✓ Una de las principales ventajas identificadas en el presente estudio, es el mantenimiento, puesto que al usar luminarias LED el beneficio por mantenimiento es un 93.18% con ello se libraría un gran inconveniente, puesto que una de las principales dificultades del municipio en el tema de alumbrado público es la falta de mantenimiento.

✓ Se identifica un ahorro energético de 20% en proyectos de iluminación de avenidas y del 33,33% en iluminación exterior de calles.

3.2.2- Exemplos de aplicação.

Estudo de caso 3.

Casco urbano del municipio de Landázuri, Santander.



Resultados:

Al optimizar el sistema de alumbrado público al 100% de las luminarias proyectadas tipo LED realizadas en este estudio, eventualmente provocará una disminución considerable en la potencia instalada del sistema en las zonas rural y urbana, lo que representa un ahorro energético del 32,65%.

Fonte: AMADO, 2021.

3.2.2- Exemplos de aplicação. Estudo de caso 4.



Vapor de Sódio de Alta Pressão



LED

3.2.2- Exemplos de aplicação. Estudo de caso 4.



Vapor de Sódio de Alta Pressão



LED

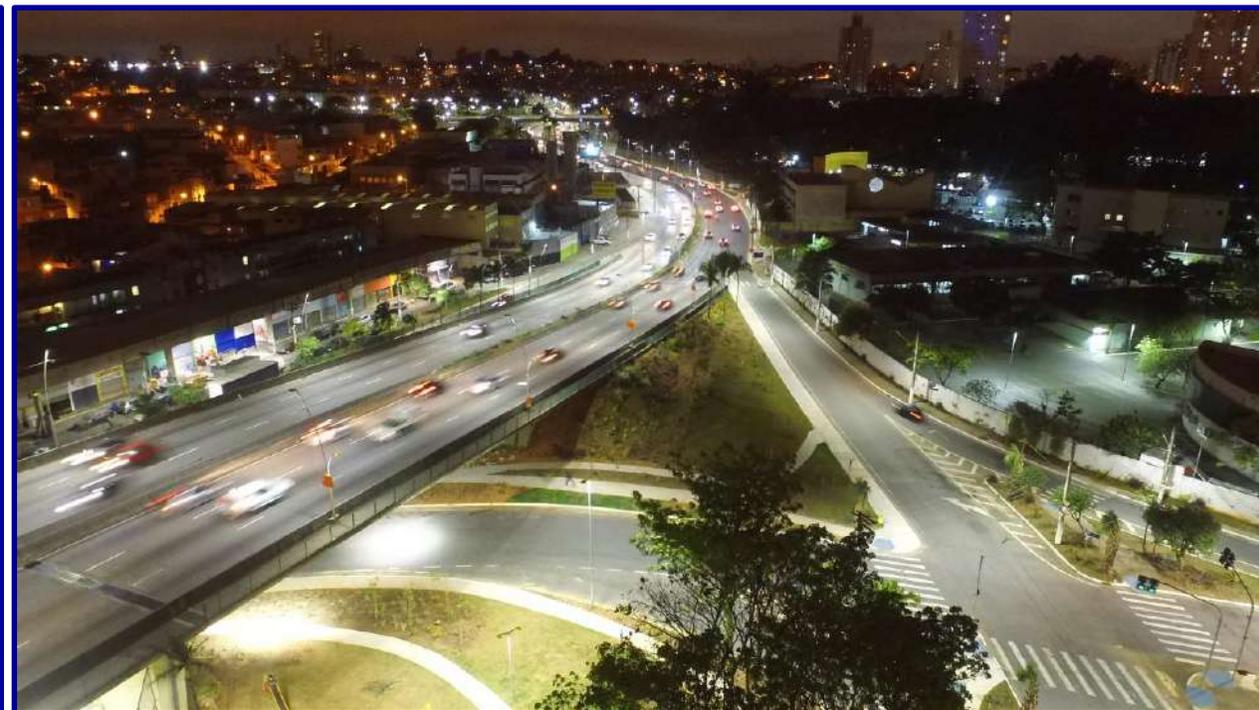
3.2.2- Exemplos de aplicação.

Estudo de caso 4:

Modernização pontual

- Luminárias HID – Lâmpada de VSAP de 250 W + Perdas do Reator 25 W = 275 W.
- Luminária LED = 100 W.
- Redução de 64 %.

3.2.2- Exemplos de aplicação. Estudo de caso 5.



Vapor de Sódio de Alta Pressão x LED

3.2.2- Exemplos de aplicação.

Estudo de caso 5:

Modernização global

- Redução na faixa de 50 a 60 %.

Referências (3- Projetos de Iluminação Pública)

- [1] ABNT NBR 5101 Iluminação, 2018.
- [2] DIALux, disponível em: <https://www.dialux.com/en-GB/download>.
- [3] INMETRO, Portaria N° 62. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/portaria-n-62-de-17-de-fevereiro-de-2022-382395692>.
- [4] PROCEL, disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/sntep/procel>.
- [5] GARCÍA-TENORIO, F. A.; et al. Evaluación técnica, económica y ambiental del cambio del sistema de alumbrado público de la ciudadela Costa verde – Esmeraldas a tecnología LED, 2022, <https://www.journals.sapienzaeditorial.com/index.php/SIJIS/article/view/538/371>.
- [6] VILCARANA, P. H., Estudio técnico de la implementación de tecnología LED en alumbrado público. Bolívia, 2019.
- [7] AMADO, D. E. V., Diseño del sistema de alumbrado público del municipio de Landázuri Santander – Colombia, 2021.



Asociación de Universidades
GRUPO MONTEVIDEO

Energía Radiante y Alumbrado Público: Oportunidades para la producción de energía radiante en el alumbrado público

Desafios da iluminação pública



Expositor: BURINI JUNIOR, E. C.

elvo@iee.usp.br

26/out./2023

**ENERGÍAS RENOVABLES PARA LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN AMÉRICA DEL SUR:
ASPECTOS TÉCNICOS, ECONÓMICOS Y GEOPOLÍTICOS**

Posgrado conjunto Universidades AUGM

4- Desafios da iluminação pública

4.1- Avanços tecnológicos

4.2- Limites restritivos

4.2.6- Efeitos não visuais

4.2.7- Poluição luminosa

4.3.- O futuro da iluminação pública: tendências

4.1- Avanços tecnológicos

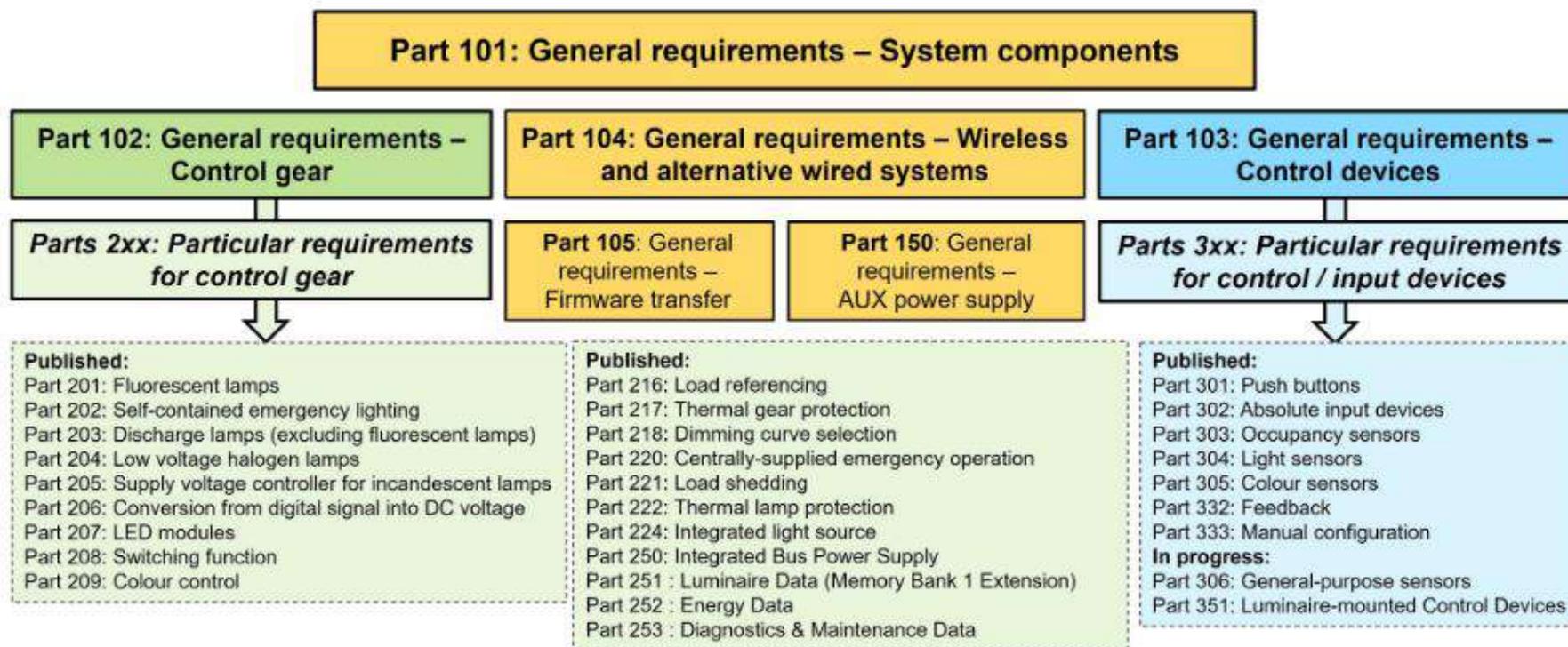


<https://www.horticoled.com/horticultural-led-benefits-indoor-culture-greenhouse-cultivation/?lang=en>

4.1- Avanços tecnológicos

IEC 62386 standard

Purchase standards via the [IEC website](#)
More details on IEC 62386: [DiiA website](#)



The DALI Alliance creates DALI-2 tests based on individual Parts of IEC 62386, as well as DiiA Specifications, enabling DALI-2 certification



<https://www.dali-alliance.org/dali/standards.html>

4.1- Avanços tecnológicos

The following Table was updated in October 2021.

GENERAL REQUIREMENTS				
IEC 62386 part	Description	Status of published standard	Available for DALI version-1 testing?	Available for DALI-2 certification?
101	System	DALI-2 aligned	✓	✓
102	Control gear	DALI-2 aligned	✓	✓
103	Control devices	DALI-2 aligned	No	✓
104	Wireless and alternative wired system	DALI-2 aligned	No	n/a DALI+ certification will apply
105	Firmware updates	DALI-2 aligned	No	✓

<https://www.dali-alliance.org/dali/standards.html>

4.1- Avanços tecnológicos

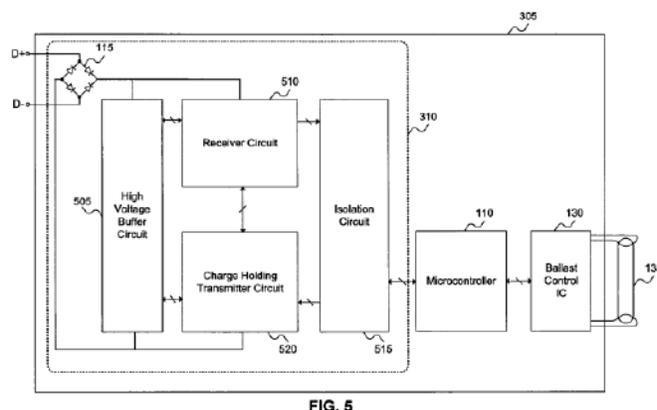


FIG. 5

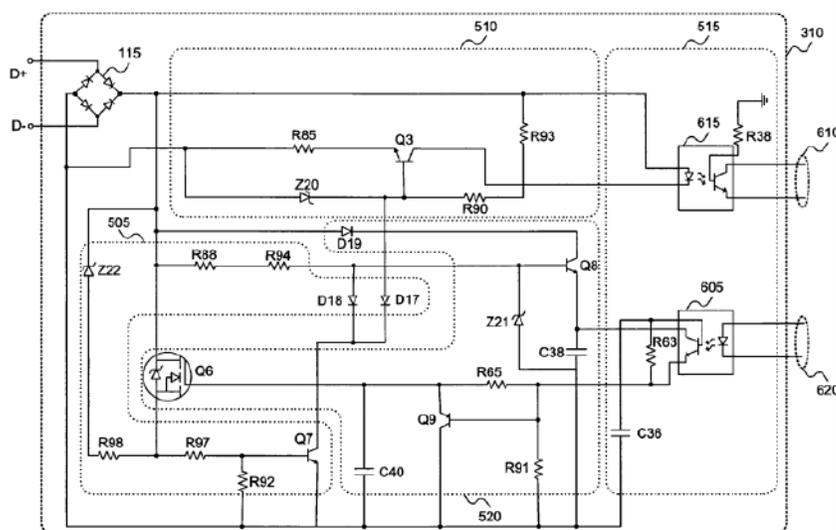


FIG. 6

(12) **United States Patent**
Hick et al.

(10) **Patent No.:** US 8,312,347 B2
(45) **Date of Patent:** Nov. 13, 2012

(54) **LIGHTING CONTROL PROTOCOL**

(75) Inventors: **Robert Hick**, Newberg, OR (US);
Edward J. Carr, Lake Oswego, OR
(US); **Richard A. Leinen**, Wilsonville,
OR (US); **Paul S. Maddox**, Tualatin, OR
(US)

(73) Assignee: **Leviton Manufacturing Co., Inc.**,
Melville, NY (US)

(*) Notice: Subject to any disclaimer, the term of this
patent is extended or adjusted under 35
U.S.C. 154(b) by 1207 days.

(21) Appl. No.: 12/108,184

(22) Filed: Apr. 23, 2008

(65) **Prior Publication Data**

US 2008/0276154 A1 Nov. 6, 2008

Related U.S. Application Data

(60) Provisional application No. 60/916,185, filed on May
4, 2007.

(51) **Int. Cl.**
H03M 13/00 (2006.01)

(52) **U.S. Cl.** 714/758; 340/12.32

(58) **Field of Classification Search** 714/749,
714/758; 340/12.32
See application file for complete search history.

(56) **References Cited**

U.S. PATENT DOCUMENTS

4,273,961	A *	6/1981	Blank et al.	379/40
5,553,083	A *	9/1996	Miller	714/748
5,838,226	A *	11/1998	Hougy et al.	340/12.32
6,507,158	R1 *	1/2003	Wano	315/794

6,771,029	B2	8/2004	Ribarich et al.	
6,831,569	B2	12/2004	Wang et al.	
6,845,274	B2 *	1/2005	Wang	700/23
6,859,644	B2	2/2005	Wang	
7,265,503	B2	9/2007	Green	
2002/0099451	A1 *	7/2002	Wang	700/4
2002/0158591	A1	10/2002	Ribarich et al.	
2003/0020595	A1	1/2003	Wacyk	
2003/0036807	A1 *	2/2003	Fosler	700/3
2004/0015570	A1 *	1/2004	Daum et al.	709/220
2004/0140777	A1	7/2004	Fosler	
2004/0225811	A1 *	11/2004	Fosler	710/305
2005/0105662	A1 *	5/2005	Margules	375/376
2006/0125426	A1	6/2006	Veskovice et al.	
2006/0126617	A1 *	6/2006	Cregg et al.	370/389
2006/0193133	A1	8/2006	Von Der Brerie	
2006/0273741	A1	12/2006	Stalker, III	

(Continued)

OTHER PUBLICATIONS

"Add Control, Memory, Security, and Mixed-Signal Functions with a
Single Contact", <<http://www.maxim-ic.com/an3989>>, Jan. 25,
2007, Application note 3989, Maxim Integrated Products, (3 pages).

(Continued)

Primary Examiner — Joshua Lohn

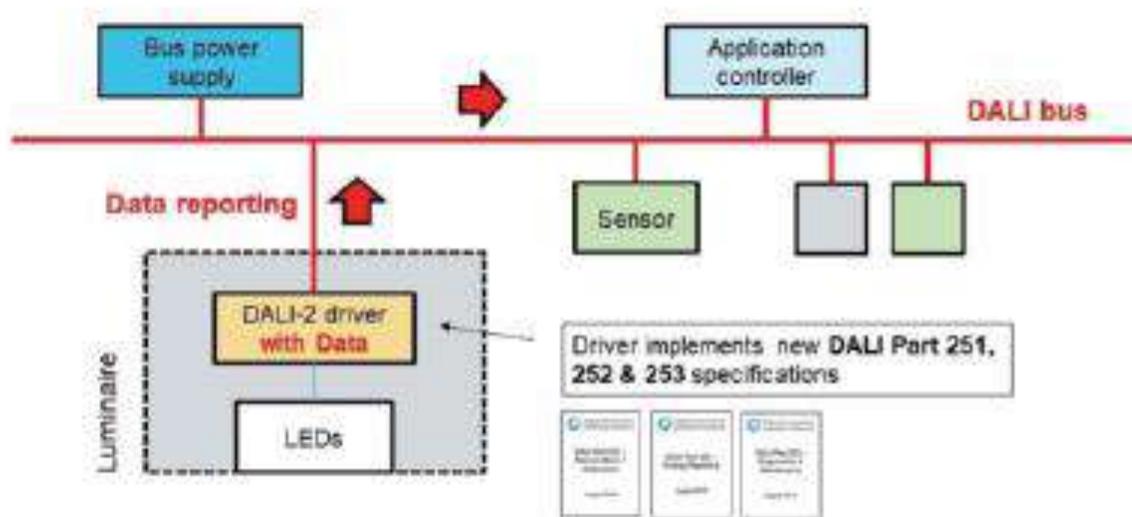
(74) *Attorney, Agent, or Firm* — Marger Johnson &
McCormick PC

(57) **ABSTRACT**

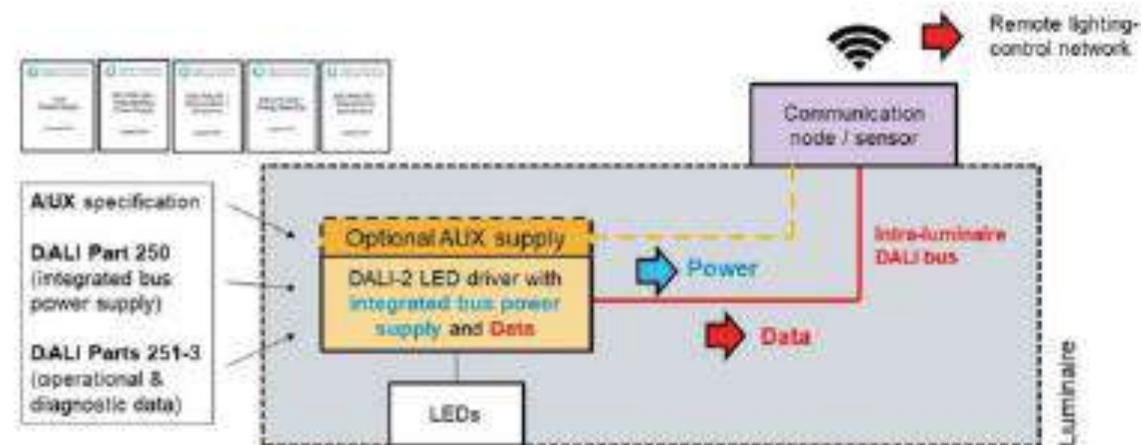
A digital lighting control network protocol with forward and
backward frames, each of the frames including an error check
code. A no-acknowledgment (NAK) signal is sent from a
receiving node to a transmitting node responsive to the error
check code. An interface circuit of the receiving node may
include an energy storage section to store at least some energy
from the network while receiving digital signals, and an out-
put section to transmit digital signals to the network using the
stored energy. The interface circuit may also include a high
voltage buffer circuit. The transmitting node may send for-
ward frames to receiving nodes based on device type.

<https://patentimages.storage.googleapis.com/c8/b3/32/d3ba99d86ad48a/US8312347.pdf>

4.1- Avanços tecnológicos



(a)

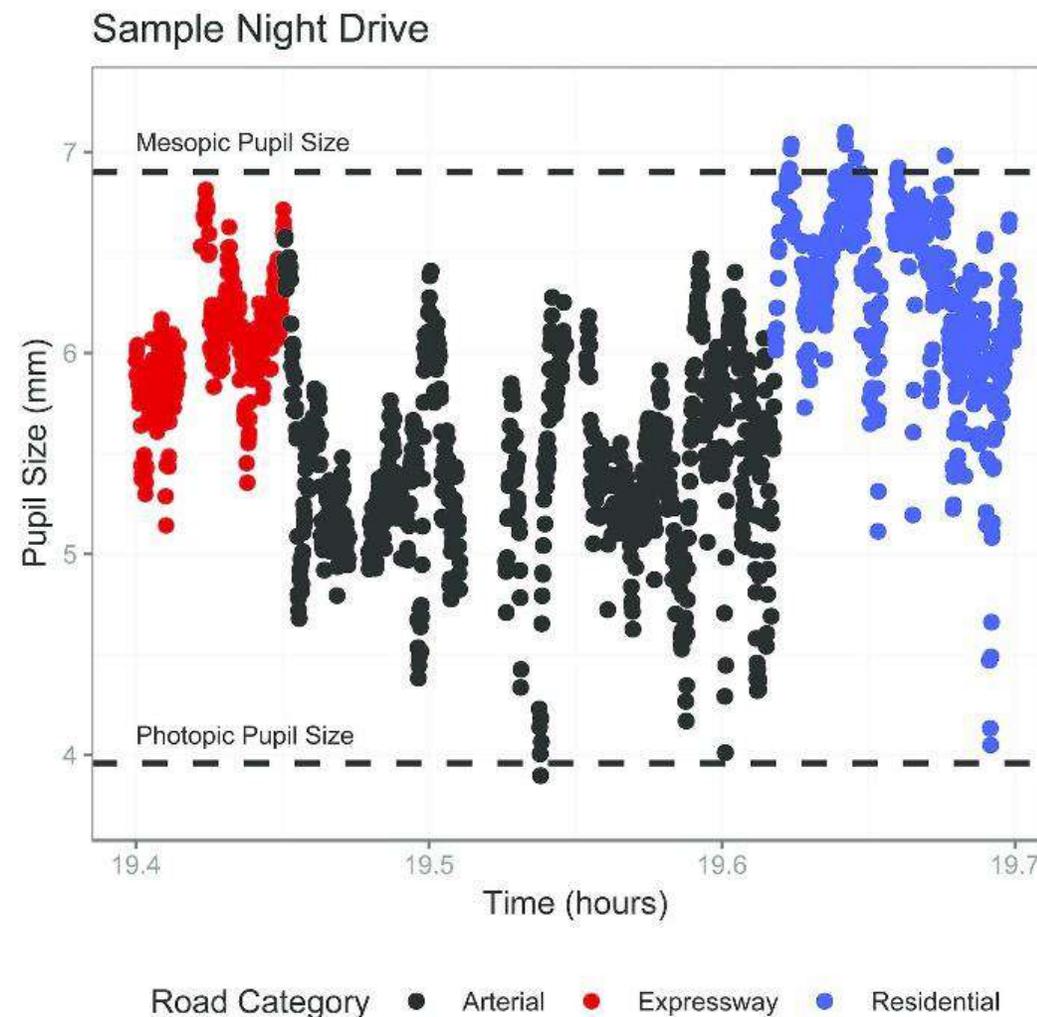


(b)

Fonte: PU, Wen Cheng; TSAI, Cheng Yu., 2021 [62].

Dados e limites fixados para abertura de pupila humana sob iluminação diferente, condições Fotópica e Mesópica

Figura - Resultado de experimento para dimensionar o tamanho da pupila de condutor, veículo em 3 categorias de via e período noturno.
 Fonte: BLACK, Alex A et al. 2019 [56].



4.1- Avanços tecnológicos

4.2- Limites restritivos

4.2.6- Efeitos não visuais

4.2.7- Poluição luminosa

4.3.- O futuro da iluminação pública: tendências

4.2- Limites restritivos:

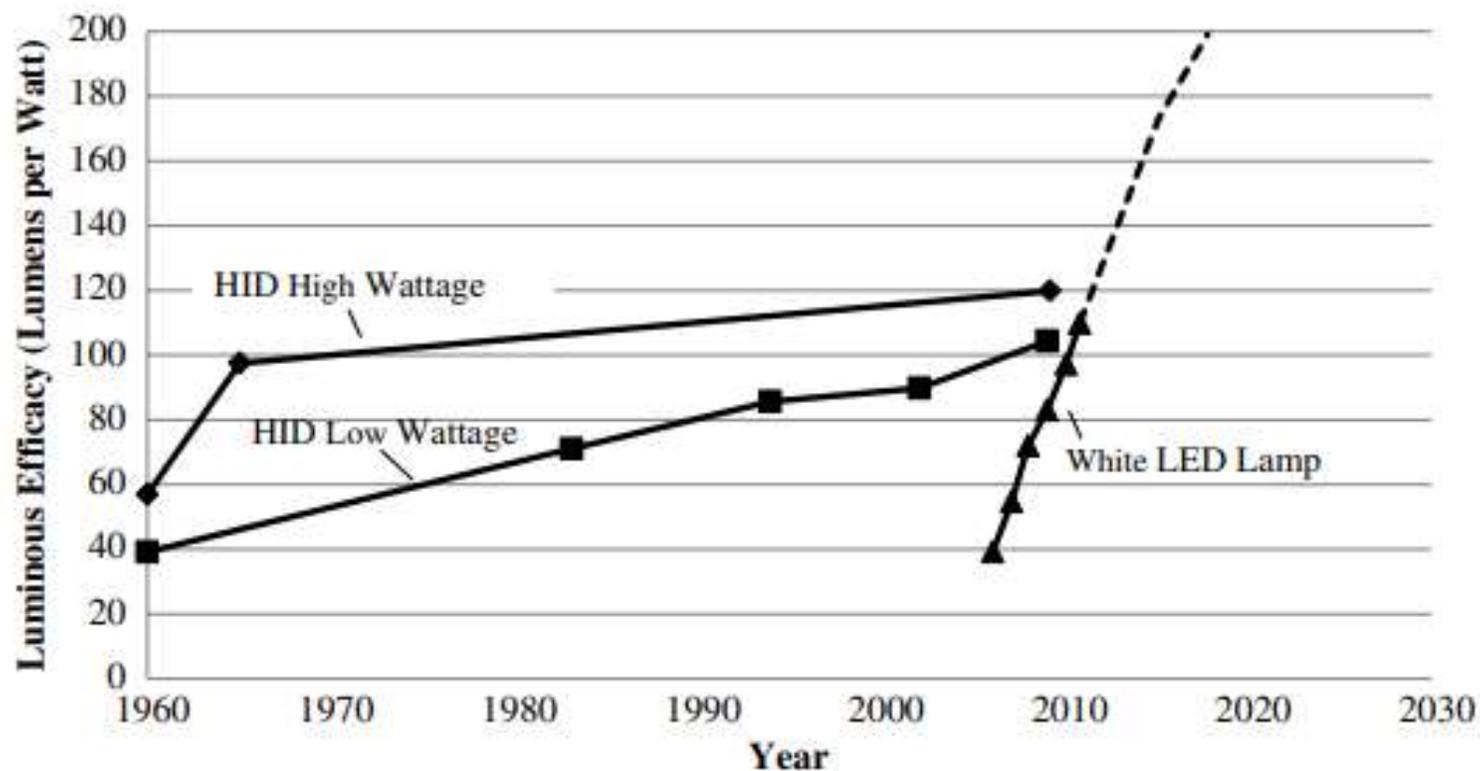
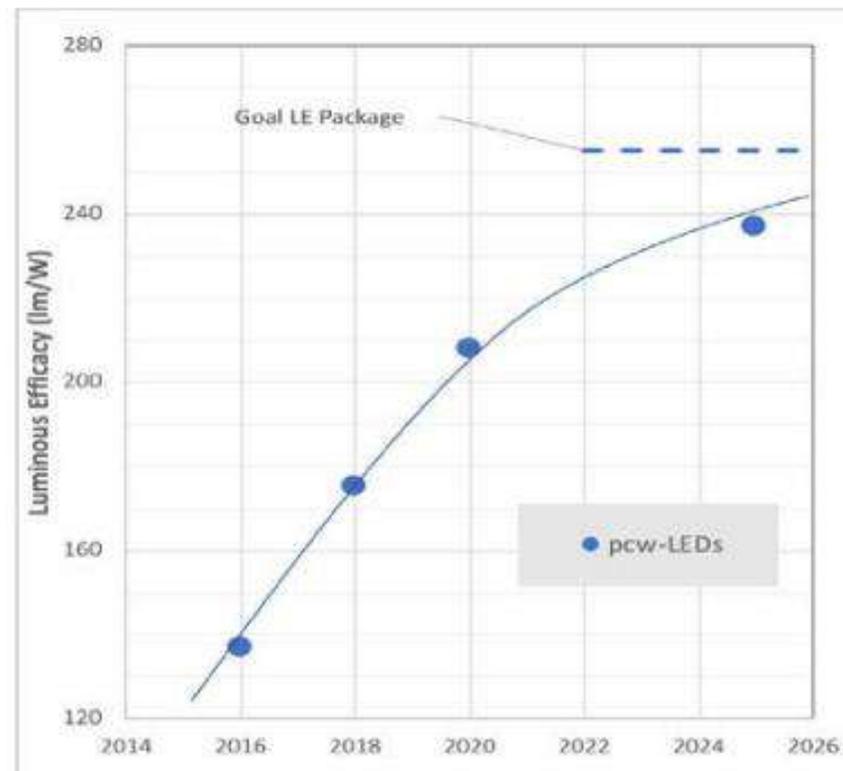


Fig. 1. Historical and predicted efficacy of relevant lighting technologies (data from U.S. Department of Energy 2011)

Fonte: [50], 2014.

4.2- Limites restritivos:

Figure 8: Luminous efficacy evolution projections and DOE Goal. Drive current density (35 A/cm²) and junction temperature 25°C and 3 000 K CCT. Data from [DOE-17]



Fonte: [48], 2020.

4.2- Limites restritivos:

Table 3 (CIE 150 table 2): Maximum values of vertical illuminance on properties.

Light technical parameter	Application conditions	Environmental zone				
		E0	E1	E2	E3	E4
Illuminance in the vertical plane (E_v)	Pre-curfew	n/a	2 lx	5 lx	10 lx	25 lx
	Post-curfew	n/a	<0.1 lx*	1 lx	2 lx	5 lx

Note:

* If the installation is for public (road) lighting then this may be up to 1 lx.

Fonte: [58], 2020.

4.2- Limites restritivos:

Guidance Note 01/20

Guidance notes for the reduction of obtrusive light

Table 5 (CIE 150 table 4): Maximum values of threshold increment and viewing direction in the path of travel.

Light technical parameter	Road classification*			
	No road lighting	M6/M5	M4/M3	M2/M1
Veiling luminance [†] (L_v)	0.037 cd/m ²	0.23 cd/m ²	0.40 cd/m ²	0.84 cd/m ²
Threshold increment	15% based on adaption luminance of 0.1 cd/m ²	15% based on adaption luminance of 1.0 cd/m ²	15% based on adaption luminance of 2.0 cd/m ²	15% based on adaption luminance of 5 cd/m ²

Notes:

* Road classifications as given in CIE 115:2010

† The veiling luminance values specified in this table are based upon on a permissible TI value of 15%

Nota: A luminância velante (veiling luminance, L_v) é um conceito associado ao ofuscamento desabilitador. O IESNA define a luminância de velamento (candelas/metro quadrado) como a luminância (equivalente de nevoa) que reduz o contraste e sobreposta à imagem na retina.

Fonte: [58], 2020.

4.2- Limites restritivos:

Table 2: Environmental zones

Zone	Surrounding	Lighting environment	Examples
E0	Protected	Dark (SQM 20.5+)	Astronomical Observable dark skies, UNESCO starlight reserves, IDA dark sky places
E1	Natural	Dark (SQM 20 to 20.5)	Relatively uninhabited rural areas, National Parks, Areas of Outstanding Natural Beauty, IDA buffer zones etc.
E2	Rural	Low district brightness (SQM ~15 to 20)	Sparsely inhabited rural areas, village or relatively dark outer suburban locations
E3	Suburban	Medium district brightness	Well inhabited rural and urban settlements, small town centres of suburban locations
E4	Urban	High district brightness	Town/city centres with high levels of night-time activity

Notes:

1. Where an area to be lit lies on the boundary of two zones the obtrusive light limitation values used should be those applicable to the most rigorous zone.
2. Rural zones under protected designations should use a higher standard of policy.
3. Zone E0 must always be surrounded by an E1 Zone.
4. Zoning should be agreed with the local planning authority and due to local requirements a more stringent zone classification may be applied to protect special/specific areas.
5. SQM (Sky Quality Measurements) referenced by the International Dark-Sky Association (IDA), the criteria for E0 being revised in mid 2019 but not retrospective.
6. Astronomical observable dark skies will offer clearer views of the Milky Way and of other objects such as the Andromeda galaxy and the Orion Nebula.
7. Although values of SQM 20 to 20.5 may not offer clear views of astronomical dark sky objects such as the Milky Way, these skies will have their own relative intrinsic value in the UK.

Fonte: [58], 2020.

4.2- Limites restritivos:

Table 8 (CIE 150 table 7): Maximum permitted values of average surface luminance (cd/m^2).

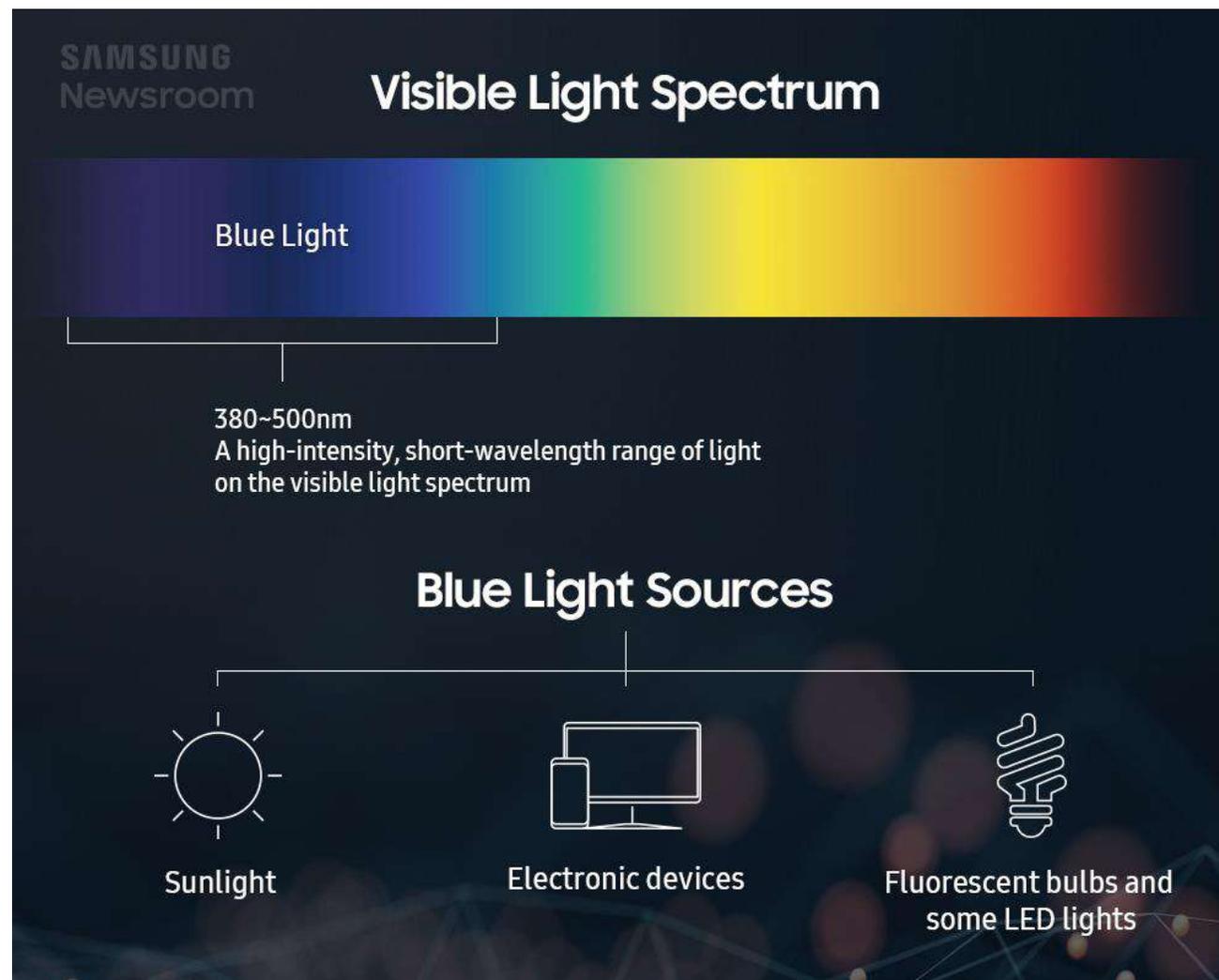
Light technical parameter	Application conditions	Environmental zones				
		E0	E1	E2	E3	E4
Building façade luminance (L_b)	Taken as the product of the design average illuminance and reflectance divided by n	< 0.1	< 0.1	5	10	25
Sign luminance (L_s)	Taken as the product of the design average illuminance and reflectance divided by n , or for self-luminous signs, its average luminance.	< 0.1	50	400	800	1.000

Note:

The values apply to both pre- and post-curfew, except that in zones 0 and 1 the values shall be zero post curfew. The values for signs do not apply to signs for traffic control purposes.

Fonte: [58], 2020.

4.2.1- Limites restritivos: A banda da luz azul



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

4.2.2- Limites restritivos: Considerações sobre modulação de luz, ao longo do tempo, em 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.>

4.2.3- Melhorias pretendidas: Considerações sobre modulação de luz, ao longo do tempo, em equipamentos

Table 2: Potential advances in R&D at system level, the objective's number refers to the list given in the previous paragraph

Domain	R&D efforts and Improvement domains	Concerned Objective
Lighting System	Developing the Lighting Application Efficiency (LAE) Framework: Understanding relationships between and energy impacts of light source efficiency, optical delivery efficiency, spectral efficiency, and intensity effectiveness. [DOE-20]	Objective 3
	Improve power supply efficiency, functionality, and/or form factors. [DOE-20] Reduce light flicker	Objective 1, Objective 3
Human-centric lighting	Understanding and Demonstrating Human Physiological Impacts of Light: Translate lab-scale human physiological responses to light understanding to practical guidance and understanding of impacts in realistic lighting situations. [DOE-20]	Objective 3, Objective 4
Smart Lighting systems	Develop Connected lighting systems and LiFi communication	Objective 4
	Develop LaaS Concept	Objective 4

Fonte: [48], 2020.

4.2.4- Soluções já propostas para a modulação de luz, ao longo do tempo para *drivers*

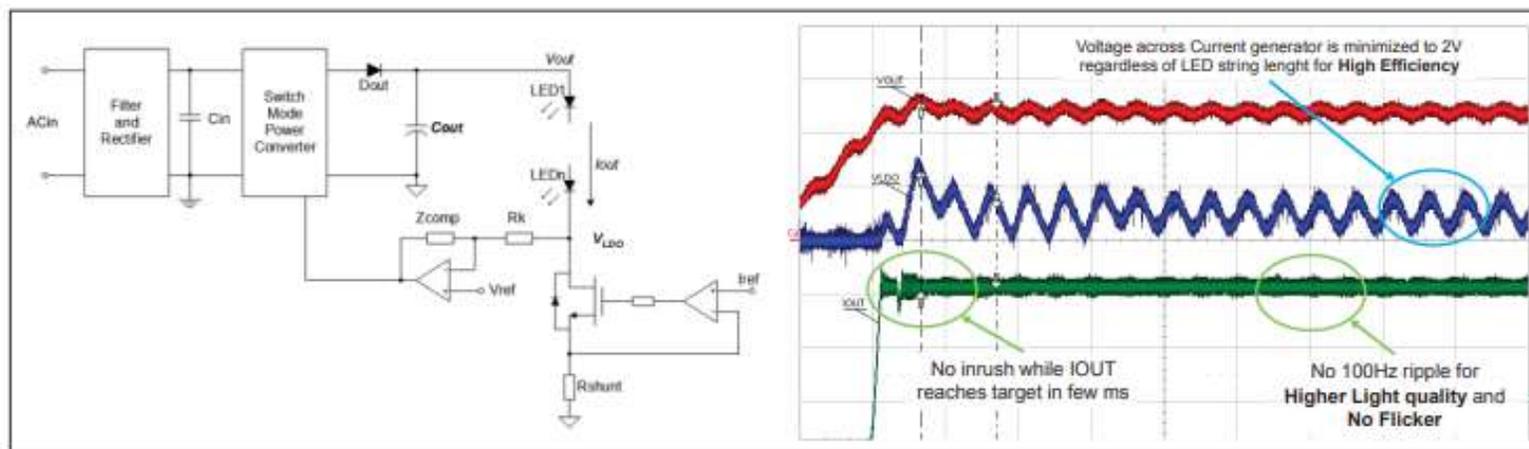


Fig. 2. Ripple canceling circuit: principle schematic (left); key waveforms (right)

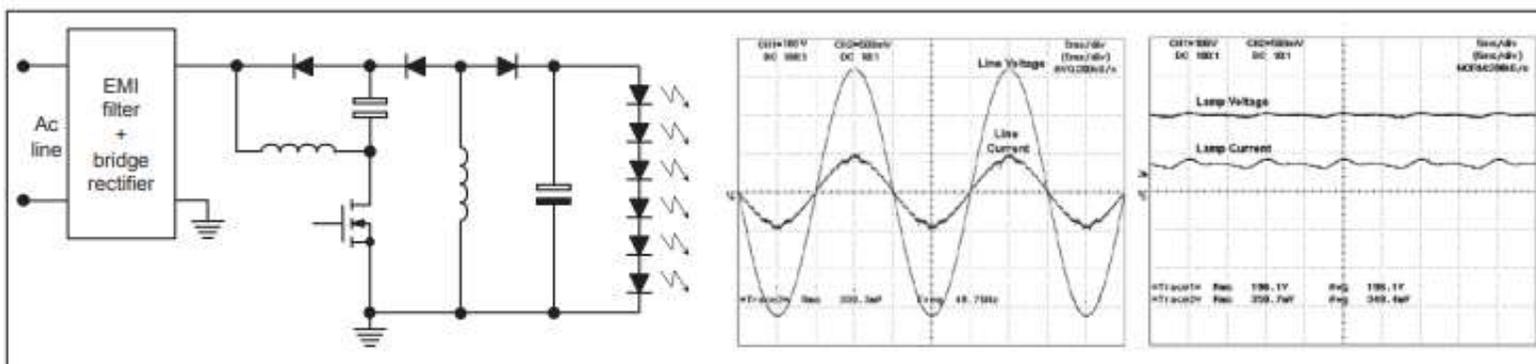


Fig. 3. QBB converter: principle schematic (left); typical key waveforms (right); source: [10]

Fonte: [51], 2016.

4.2.5- Iluminação adaptativa

A variação de parâmetros amostrados de luminária em esfera integradora e sob “dimerização”.

Resultado de experimento sobre a “dimerização” de equipamento WLEDi instalado em esfera de Ulbricht (SICADEE/IEE/USP)

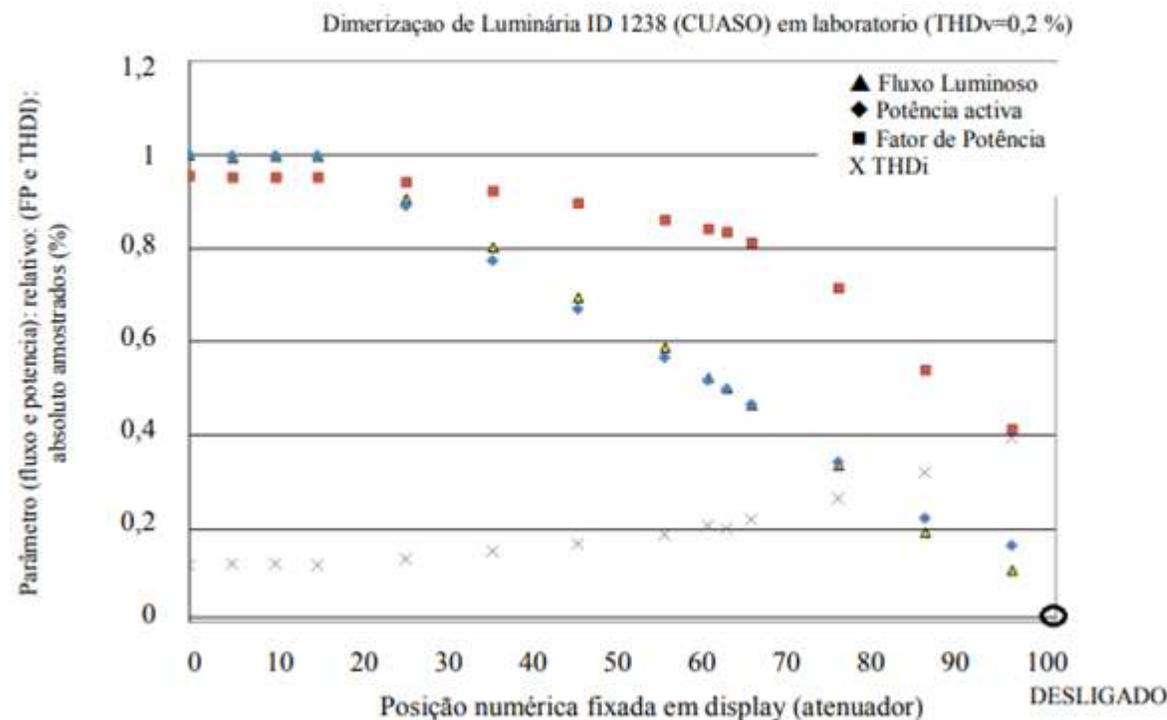


Figura – Fluxo luminoso, potência elétrica ativa, fator de potência e distorção harmônica total da corrente elétrica sob condição de “dimerização” ou iluminação adaptativa [11].

4.1- Avanços tecnológicos

4.2- Limites restritivos

4.2.6- Efeitos não visuais

4.2.7- Poluição luminosa

4.3.- O futuro da iluminação pública: tendências

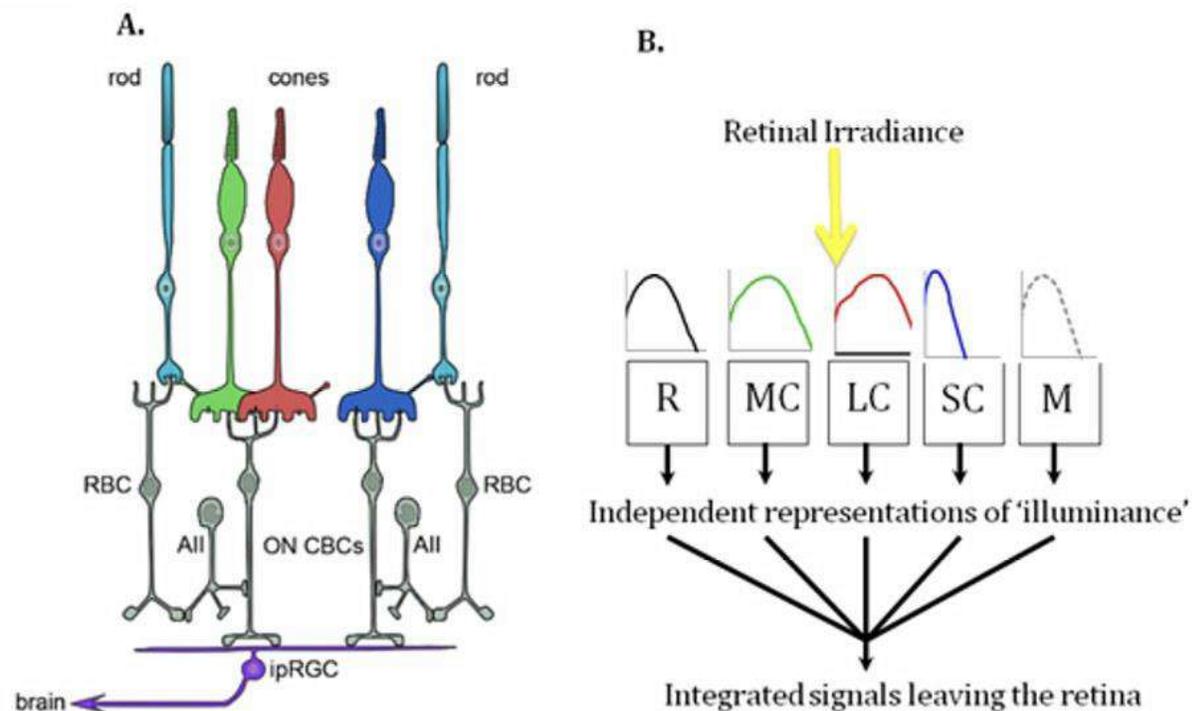
4.2.6- Efeitos não visuais

A caracterização da luz em relação aos seus efeitos não visuais é sugerida a partir do documento: **CIE S 026:2018** “*CIE System for Metrology of Optical Radiation for ipRGC-Influenced Responses to Light*”

Fonte: [54], 2019

ISO/CIE TR 21783:2022

Fonte: Light and lighting Integrative lighting Non-visual effects [55], 2022.



4.2.6- Efeitos não visuais

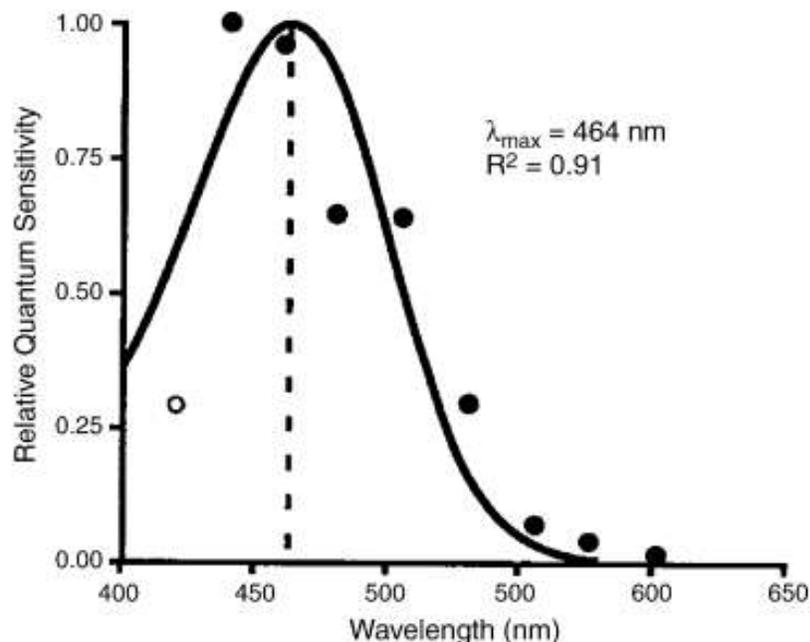


Fig. 3. Data providing the action spectrum for melatonin suppression. From Ref. [6] with permission.

[6] G.C. Brainard, J.P. Hanafin, The effects of light on human health and behaviour: relevance to architectural lighting, in: Proceedings of the Symp. '04 Light and Health: Non-Visual Effects. CIE x027:2004, 2004.

Fonte: [52], 2006

Destques de pesquisa [53]

- Um ambiente com iluminação confortável e saudável contribui para a saúde e o bem-estar humano.
- Compreender os efeitos da iluminação ambiental sobre os seres humanos é fundamental.
- A investigação sobre os efeitos não visuais induzidos pela luz inclui o ritmo circadiano, o estado de alerta e o humor.
- A intensidade da luz e as mudanças espectrais têm efeitos não visuais.
- As investigações sobre os horários do dia e a duração precisam ser melhor consideradas e analisadas.

4.1- Avanços tecnológicos

4.2- Limites restritivos

4.2.6- Efeitos não visuais

4.2.7- Poluição luminosa

4.3.- O futuro da iluminação pública: tendências

4.2.7- Poluição luminosa

ISO 26000 and OECD Guidelines, p.41

Subject	ISO 26000, <i>Guidance on social responsibility</i>	OECD Guidelines for Multinational Enterprises
Environment (continued)	<p>6.5.3 Issue 1: Prevention of pollution</p> <p>An organization can improve its environmental performance by preventing pollution, including:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ emissions to air ▶ discharges to water ▶ waste management ▶ use and disposal of toxic and hazardous chemicals ▶ other identifiable forms of pollution such as noise, odour, visual impressions, light pollution, vibration, electromagnetic emissions, radiation, infectious agents <p>6.5.4 Issue 2: Sustainable resource use</p> <p>Four key areas for improvement are:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ energy efficiency 	<p>5. Maintain contingency plans for preventing, mitigating and controlling serious environmental and health damage from operations and mechanisms for immediate reporting to the competent authorities.</p> <p>6. Continually seek to improve corporate environmental performance at the level of the enterprise and its supply chain, by encouraging such activities as:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) adoption of technologies that reflect standards concerning environmental performance; b) development and provision of products or services that have no undue environmental impacts; are safe in their intended use; reduce greenhouse gas emissions; are efficient in their consumption of energy and natural resources; can be reused, recycled, or disposed of safely;

Fonte: <https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/store/en/PUB100418.pdf>, 2023 [45].

4.2.7- Poluição luminosa

Distribuição da Luz



Fonte: Adaptado pelos Autores, 2023 [34].

4.1- Avanços tecnológicos

4.2- Limites restritivos

4.2.6- Efeitos não visuais

4.2.7- Poluição luminosa

4.3.- O futuro da iluminação pública

4.3.- O futuro da iluminação pública: tendências

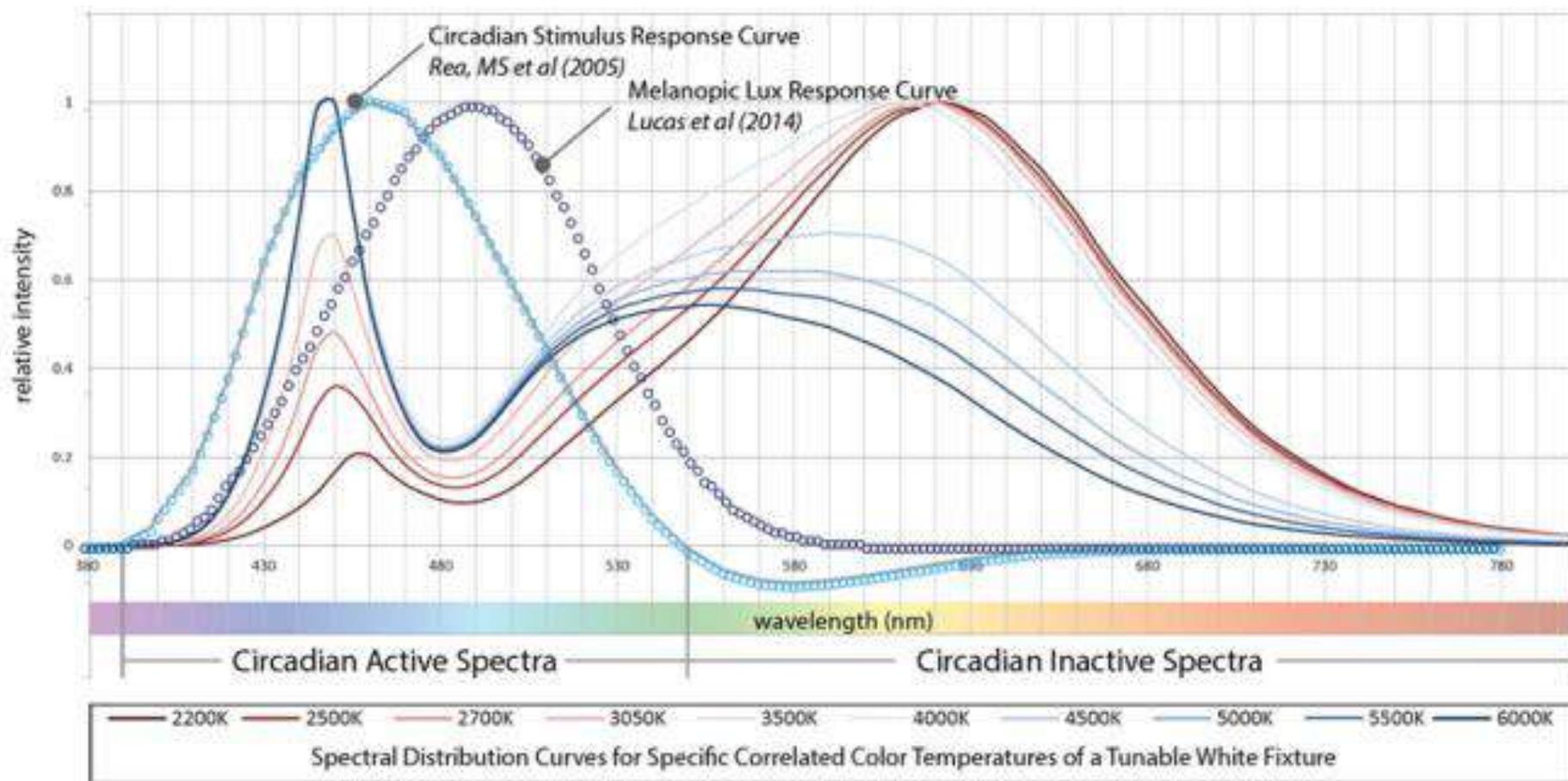


Figura – Diferentes espectros de emissão de fonte LED e curvas de resposta a estímulo denominado circadiano (atribuída a REA, MS et al, 2005) e iluminância melanópica (atribuída a LUCAS, et al. 2014) por comprimento de onda na banda do visível.

4.3.- O futuro da iluminação pública: tendências

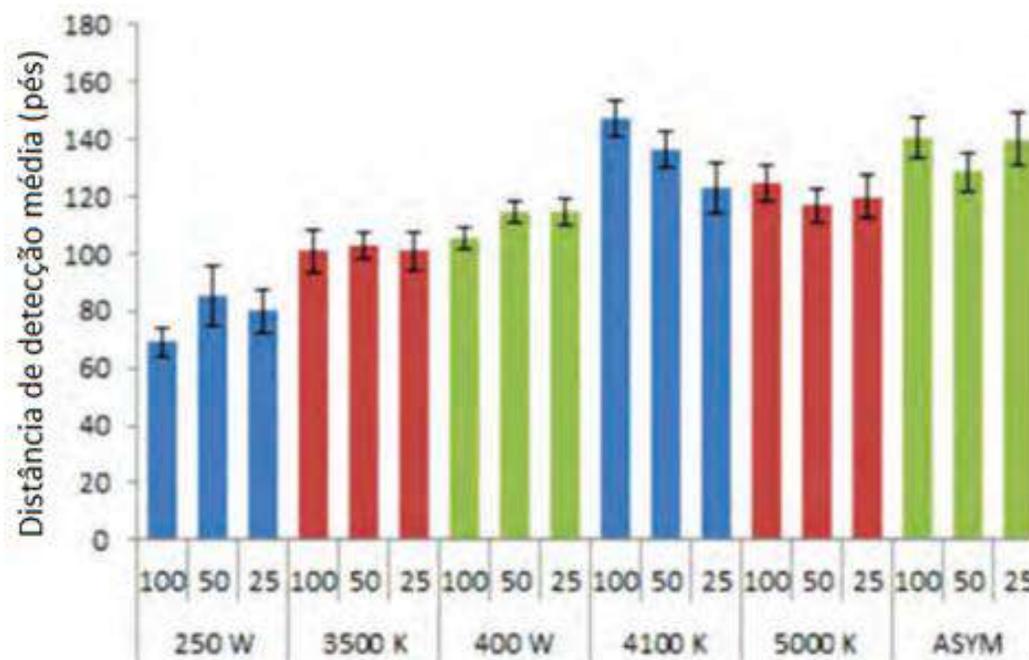
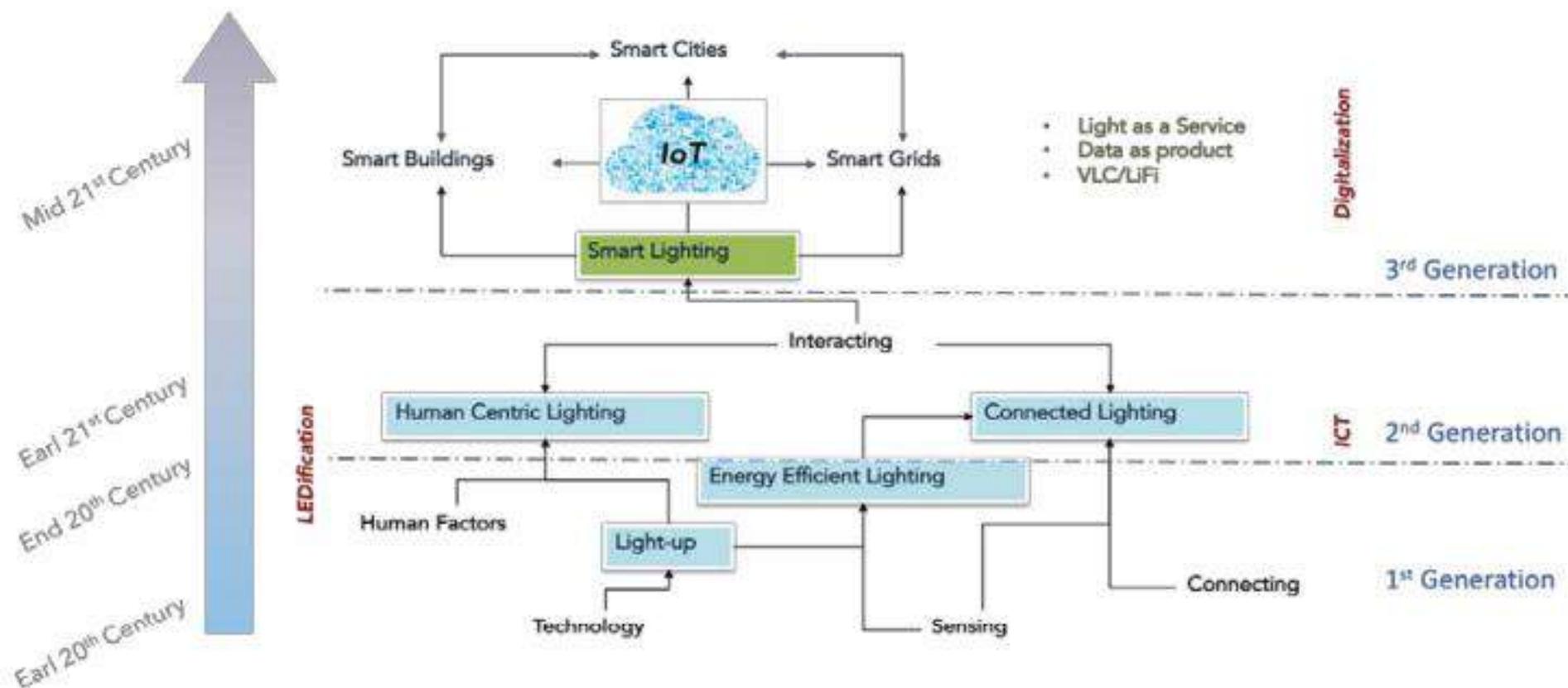


Figura 5 – Distância (média) para detecção de objeto (pavimento seco e molhado) em função do tipo de luminárias e nível da saída de luz - 100, 50 e 25: representam a porcentagem em relação a potência máxima 250 W e 400 W no caso de VSAP. 3500 K, 4100 K e 5000 K representam a T_{cp} de luminária LED.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

4- Desafios da iluminação pública

4.3.- O futuro da iluminação pública: comunicação

Figure 5: The evolution of modern lighting systems responds to society and consumers needs [ZIS-20]



Fonte: [48], 2020.

4- Desafios da iluminação pública

4.3.- O futuro da iluminação pública: olhando demanda e inovação

S. Franceschini, M. Pansera / *Technological Forecasting & Social Change* 92 (2015) 69–83

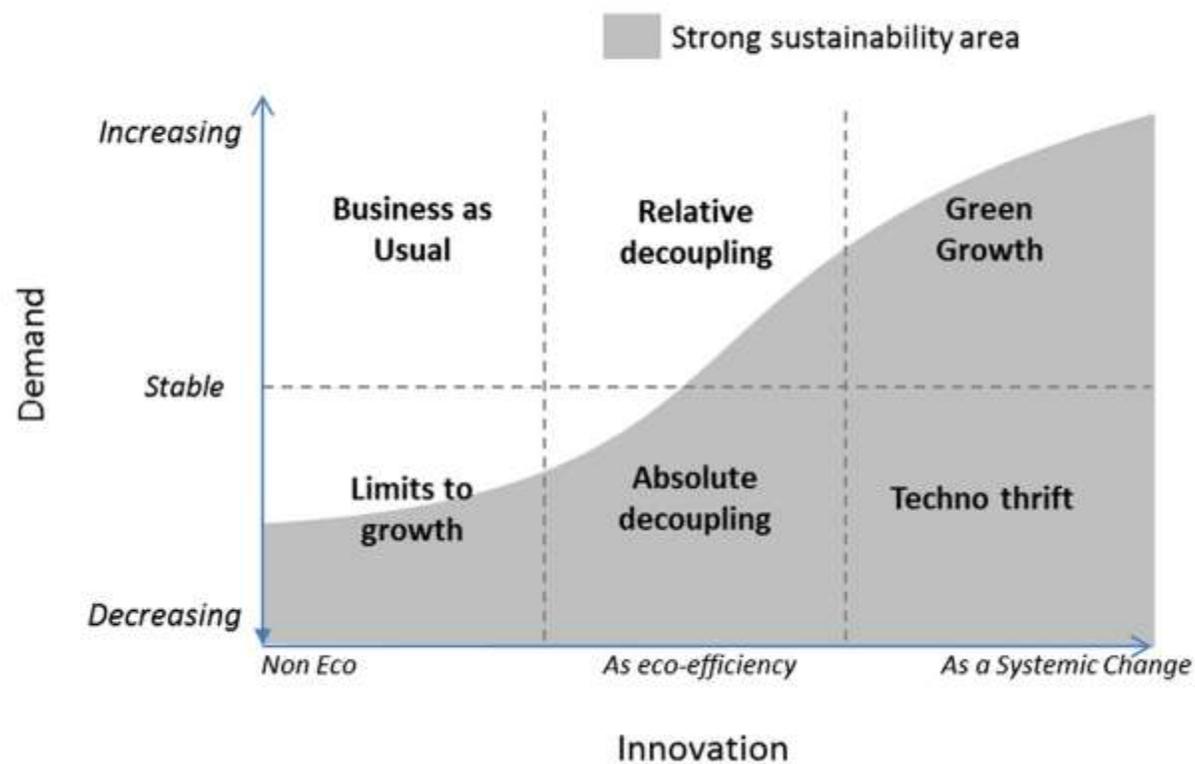
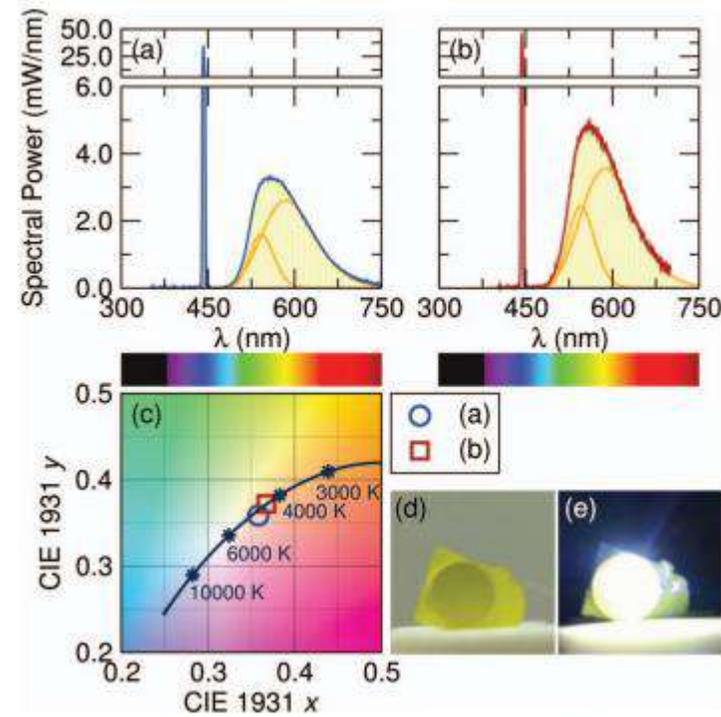
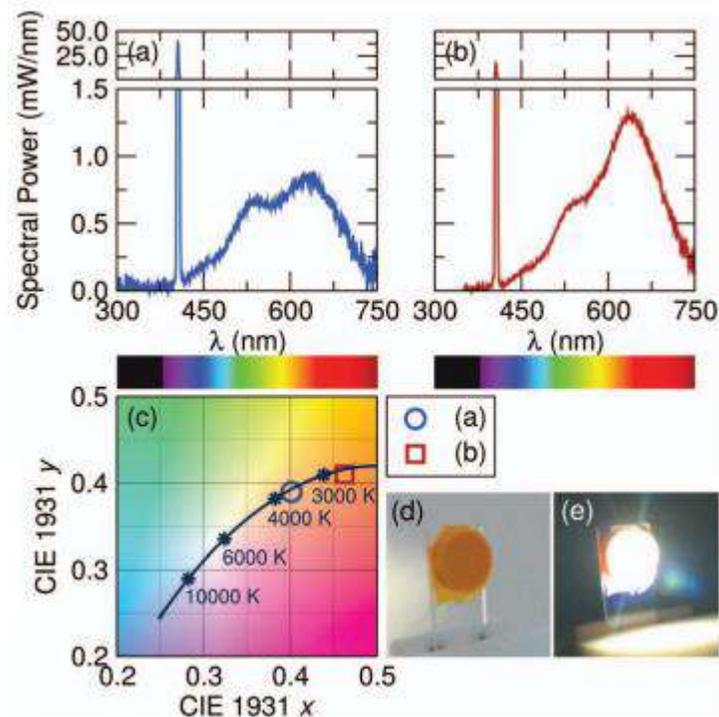
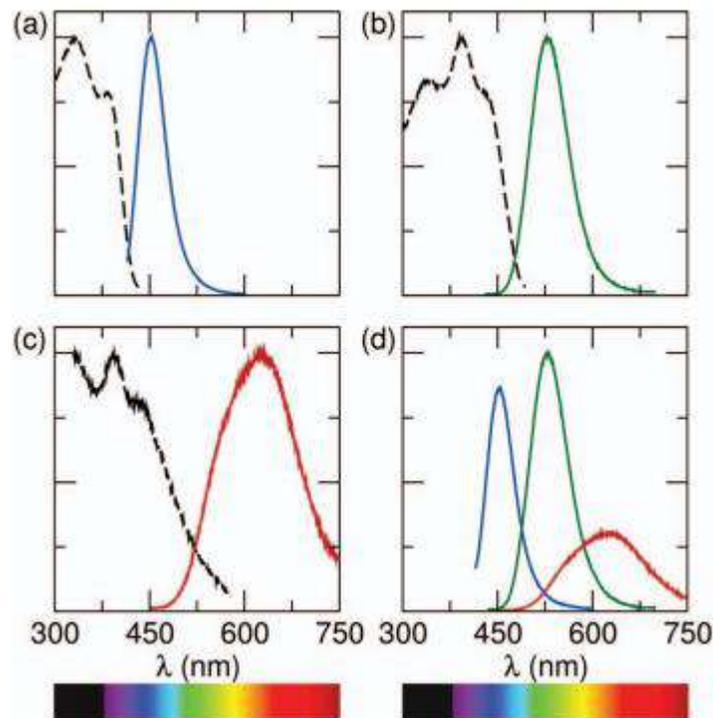


Fig. 1. Six narratives, and six pathways.

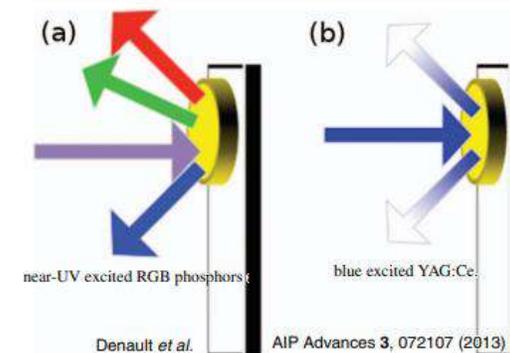
Fonte: [60], 2015.

4.3.- O futuro da iluminação pública: luz branca com LASER



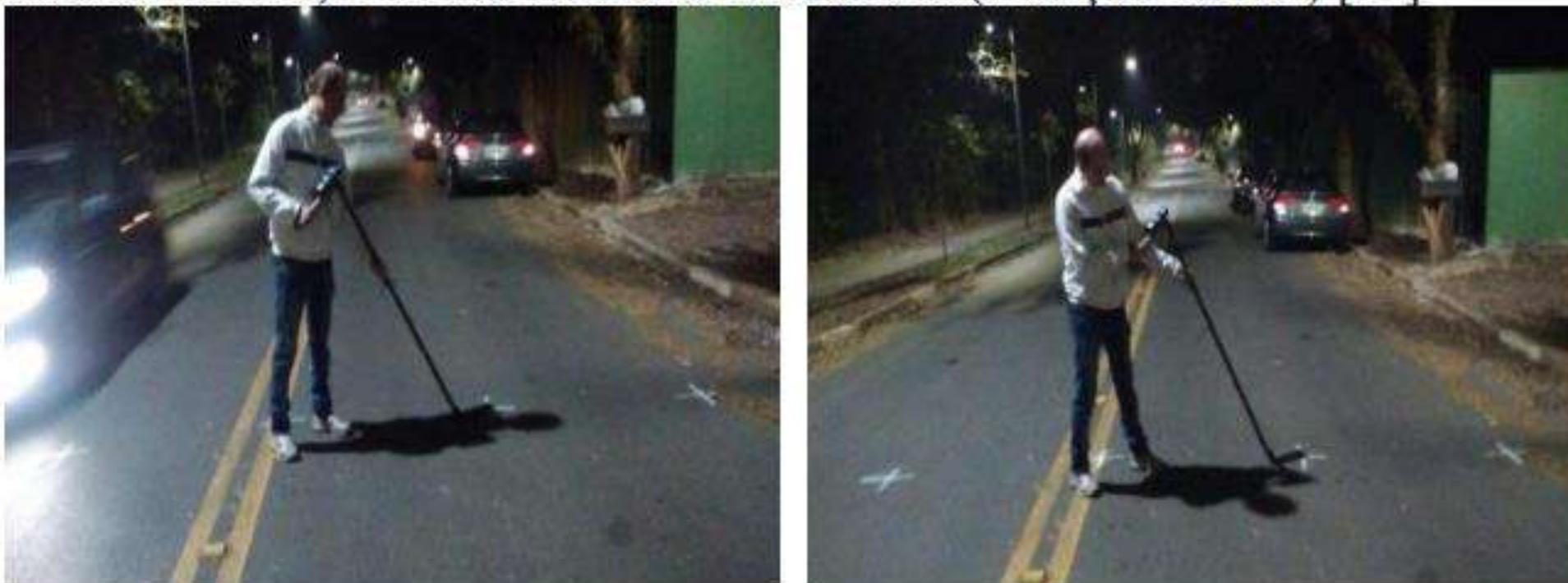
Sample	CCT (K)	R_a	ϕ_v (lm)	η_v (lm/W)
RGB ₁	3600	91	47	16
RGB ₂	2700	95	53	19
YAG:Ce	4400	57	252	76

Fonte: [80], 2013.



4.3.- O futuro da iluminação pública: a necessidade de medições

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]



Fonte: Adaptado pelos Autores, 2023 [34] e [11].

4.3.- O futuro da iluminação pública: a necessidade de medições

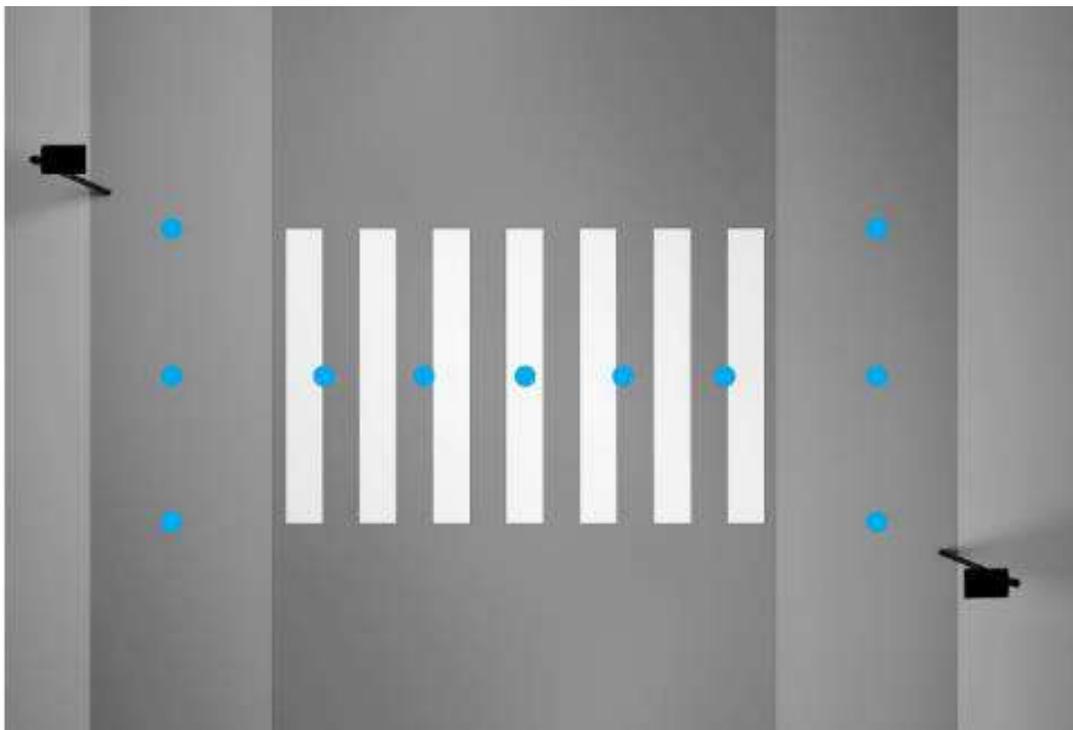


Figura – Disponível em: <https://www.bega.com/en/knowledge/lighting-theory/reference-values-for-illumination/maintained-illuminance-according-to-dinen13201/>.

4.3.- O futuro da iluminação pública: requisitos e medições

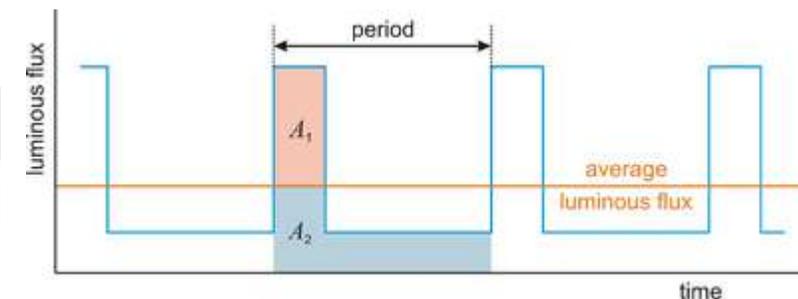
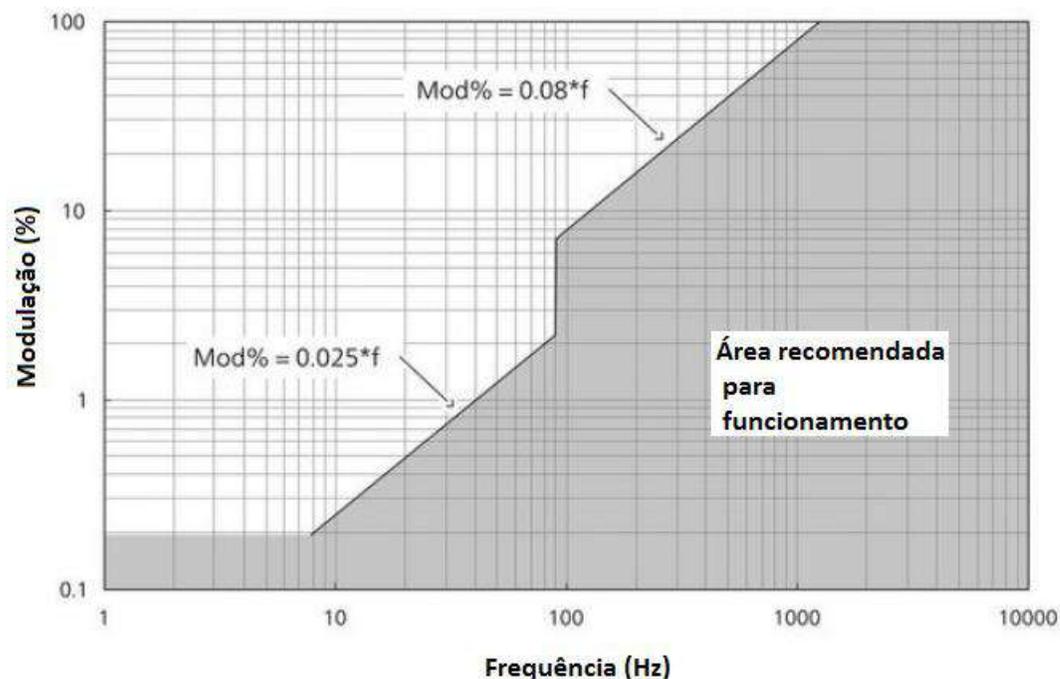


Figura - As duas regiões principais estabelecidas no documento IEEE 1789-2015.

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

4- Desafios da iluminação pública

4.3.- O futuro da iluminação pública: requisitos e medições



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

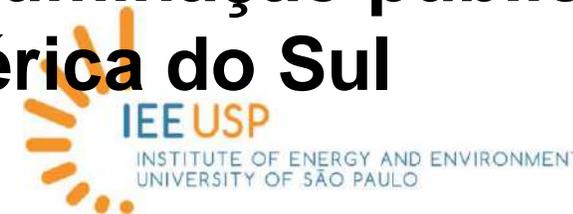


Asociación de Universidades
GRUPO MONTEVIDEO

Energía Radiante y Alumbrado Público: Oportunidades para la producción de energía radiante en el alumbrado público

Modelos de negocio para o avanço de uma iluminação pública eficiente no planeta, principalmente, na América do Sul

Expositor: MARTINEZ MELERO, J. C. jose.melero@usp.br



26/out./2023

**ENERGÍAS RENOVABLES PARA LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN AMÉRICA DEL SUR:
ASPECTOS TÉCNICOS, ECONÓMICOS Y GEOPOLÍTICOS**

Posgrado conjunto Universidades AUGM

5- Modelos de negócio para o avanço de uma iluminação pública eficiente no planeta, principalmente, na América do Sul

5.1- Caso brasileiro:

5.1.1- Parcerias Público Privadas;

5.1.2- Programa governamental de apoio; e

5.1.4- Oportunidades.

5.1- Caso brasileiro.

O serviço de Iluminação Pública no Brasil:

✓ Início:



Jean Baptiste Debret, Negros e Mulatos Coletando Esmolas para Irmandades, Viagem Pitoresca e Histórica ao Brasil, 1834.

5.1- Caso brasileiro.

O serviço de Iluminação Pública:

- Até o século XV, a iluminação das ruas era uma obrigação dos cidadãos e não das autoridades, tanto que vigoravam leis que ameaçavam os “infratores” a penas severas.
- A primeira experiência de iluminação pública, bancada pelo governo, aconteceu na Inglaterra, em 1415, *motivada pela revolta de comerciantes londrinos indignados com a escalada do crime na cidade*. Tal iluminação era feita com lâmpadas de óleo de azeite.



2306.—Lamplighter.

5.1- Caso brasileiro.



Em 1872, em pleno cinquentenário da Independência do Brasil, os santistas conheceriam a última palavra em iluminação pública, digna das maiores cidades do mundo: a iluminação à gás.

5- Modelos de negócio para o avanço de uma iluminação pública eficiente no planeta, principalmente, na América do Sul

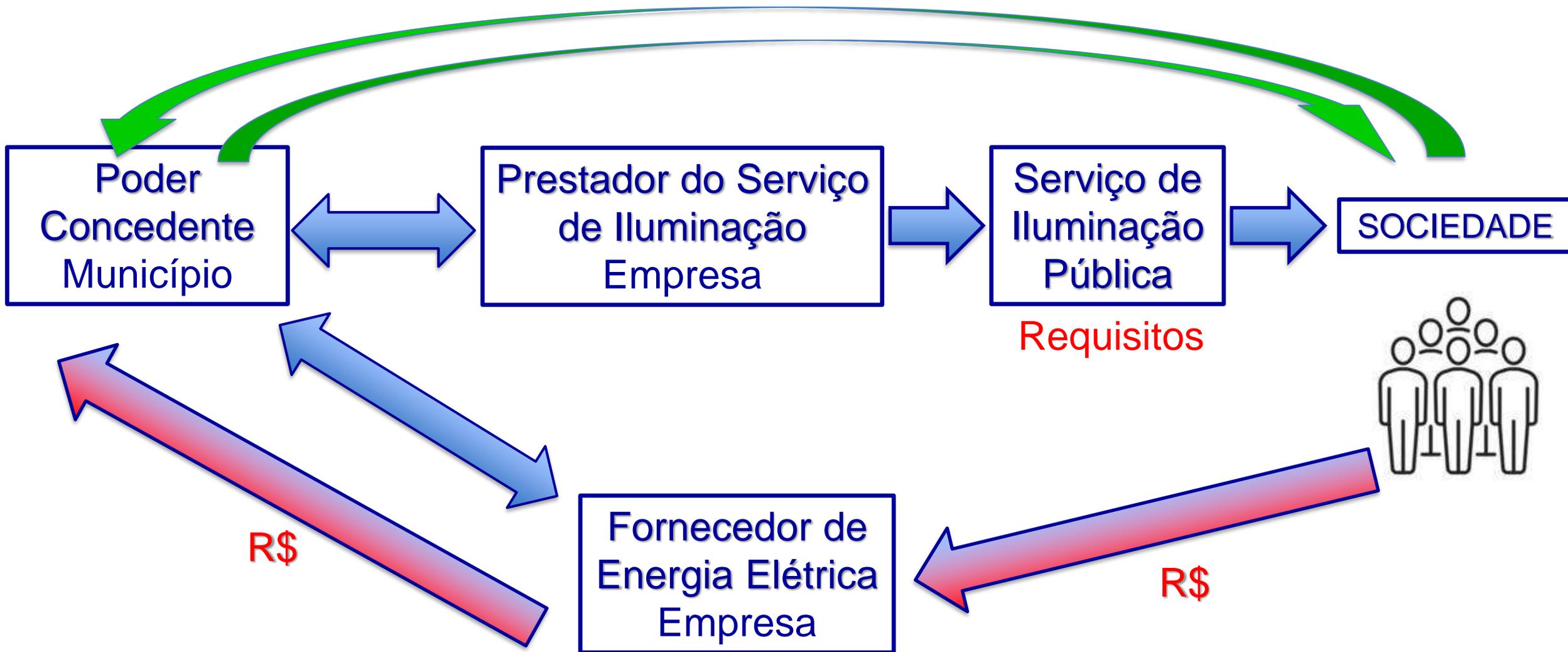
5.1- Caso brasileiro.



Em junho de 1883, D. Pedro II inaugurou o primeiro serviço de iluminação pública municipal da América do Sul, que contava com energia elétrica, em Campos (RJ). Historicamente, Campos é também a terceira cidade no mundo a possuir a energia elétrica. Esse serviço dispôs originalmente de um pequeno motor a vapor, três dínamos e 39 lâmpadas de 2000 velas cada uma, mas funcionou com algumas interrupções, motivadas por defeitos na rede distribuidora.

5- Modelos de negócio para o avanço de uma iluminação pública eficiente no planeta, principalmente, na América do Sul

Serviços de Iluminação Pública - Caso geral



5- Modelos de negócio para o avanço de uma iluminação pública eficiente no planeta, principalmente, na América do Sul

5.1- Caso brasileiro:

5.1.1- Parcerias Público Privadas;

5.1.2- Programas governamentais de apoio;

5.1.3- Regulamentos e normas; e

5.2- Outros casos na América do Sul.

5- Modelos de negócio para o avanço de uma iluminação pública eficiente no planeta, principalmente, na América do Sul

5.1- Caso brasileiro:

5.1.1- Parcerias Público Privadas



portaldaindustria.com.br/industria-de-a-z/parceria-publico-privada/

Public
Private
Partnership

O que é Parceria Público-Privada (PPP)?

Parceria Público-Privada (PPP) é uma modalidade de contrato de parceria entre o poder público e iniciativa privada para prover a execução ou gestão de obras e serviços de interesse da população nos setores de telecomunicações, energia e inovação, transporte, educação, saneamento, entre outros. Nesta tipo de contratação a empresa ficará responsável por investir, financiar e explorar o serviço. As PPPs foram definidas na Lei 11.079/2004, que determina que o valor do contrato não pode ser inferior a R\$10 milhões. Não há teto máximo. A Lei veda a celebração de contratos cujos únicos objetivos sejam o fornecimento de mão de obra, equipamentos ou execução de obras públicas.

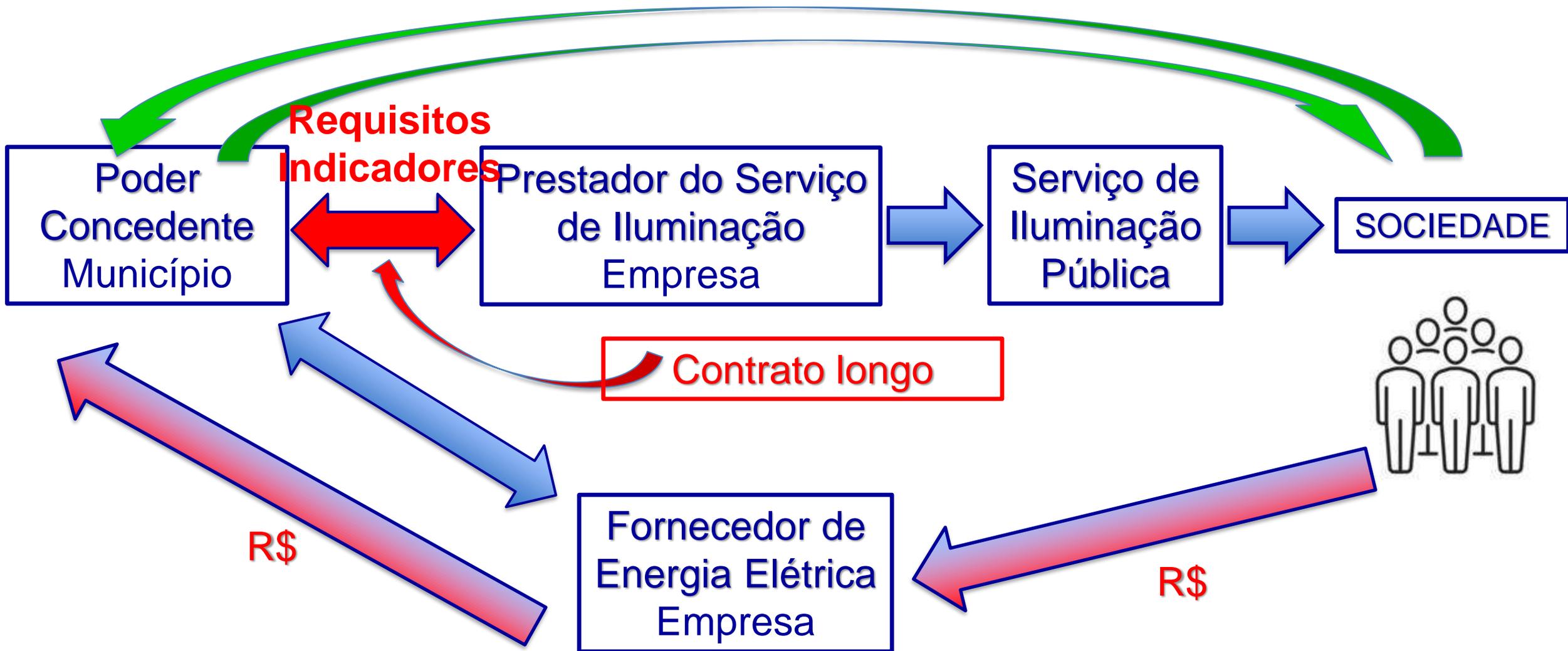
Quais são as espécies de Parcerias Público-Privadas?

As PPPs podem ser patrocinadas ou administradas. A legislação regulamenta que na **parceria patrocinada** uma parte do financiamento virá do governo e, a outra, dos usuários, assim como ocorre no contrato de parceria da Linha 4 do metrô de São Paulo. Quando o usuário compra a passagem, ele está custeando uma parte do serviço.

<https://www.portaldaindustria.com.br/industria-de-a-z/parceria-publico-privada/>.

5- Modelos de negócio para o avanço de uma iluminação pública eficiente no planeta, principalmente, na América do Sul

Serviços de Iluminação Pública - Caso geral



5.1.1- Parcerias Público Privadas.

- ✓ Modelo de negócio baseado na transferência da concessão do serviço de iluminação pública pelo poder público para um agente privado.
- ✓ Principais características:
 - ❑ Duração: 13 a 25 anos;
 - ❑ Rápida modernização e manutenção dos ativos;
 - ❑ Base estável de recursos financeiros;
- ✓ 95 contratos assinados e 800 em preparação (ABCIP - março de 2023);

5- Modelos de negócio para o avanço de uma iluminação pública eficiente no planeta, principalmente, na América do Sul

5.1- Caso brasileiro:

5.1.1- Parcerias Público Privadas;

5.1.2- Programas governamentais de apoio;

5.1.3- Regulamentos e normas; e

5.2- Outros casos na América do Sul.

5.1.2- Programa governamental de apoio.

O Procel - Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica é um programa de Governo Federal, coordenado pelo Ministério de Minas e Energia – MME e executado pela Eletrobras (Secretaria Executiva do Programa). Foi instituído em 30 de dezembro de 1985, pela Portaria Interministerial n° 1.877, para promover o uso eficiente da energia elétrica e combater o seu desperdício. Desde então, as ações do Procel contribuem para o aumento da eficiência dos bens e serviços, para o desenvolvimento de hábitos e conhecimentos sobre o consumo eficiente da energia.

5.1.2- Programa governamental de apoio.

✓ Chamada Pública PROCEL RELUZ – 01/2019

Destques da CP-01/2019, cujo encerramento do processo de seleção ocorreu em 04.12.2019:

- I. 77 municípios selecionados;
- II. 67 cidades aprovadas individualmente;
- III. 10 cidades aprovadas por meio de 2 Consórcios Públicos Intermunicipais;
- IV. Municípios selecionados em todas as regiões do Brasil;
- V. Investimentos da ordem de R\$ 30 milhões;
- VI. Cerca de 30 mil pontos de iluminação pública efficientizados.

5.1.2- Programa governamental de apoio.

✓ Chamada Pública PROCEL RELUZ – 01/2021

❑ Valor Total: R\$ 65.000.000,00 – Divididos igualmente entre as regiões brasileiras.

5.1- Caso brasileiro:

5.1.1- Parcerias Público Privadas;

5.1.2- Programas governamentais de apoio; e

5.1.4- Oportunidades.

5.1.4- Oportunidades.

- ✓ A eficiência energética da tecnologia LED é a principal mola propulsora do seu avanço na iluminação pública e o número de projetos deverá aumentar nos próximos anos;
- ✓ A estruturação de projetos de PPP – Parcerias Público Privadas nos serviços de iluminação pública exigem profissionais da área técnica assim como a gestão dos contratos;
- ✓ Os contrato de prestação de serviços de iluminação exigem uma fiscalização que requer uma mão de obra capacitada; e
- ✓ Pesquisas devem contribuir para que a tecnologia LED e os projetos de aplicação alcancem a segurança e o desempenho desejados.

- [1] Memória Santista. Disponível em: <https://memoriasantista.com.br/santos-tem-a-primeira-experiencia-em-iluminacao-publica-de-sao-paulo/>.
- [2] Campos dos Guaitacazes em Fotos. Disponível em: <https://camposfotos.blogspot.com/2013/04/campos-dos-goytacazes-rj-primeira.html>.
- [3] Panorama da participação privada na iluminação pública, ABCIP, 2023.



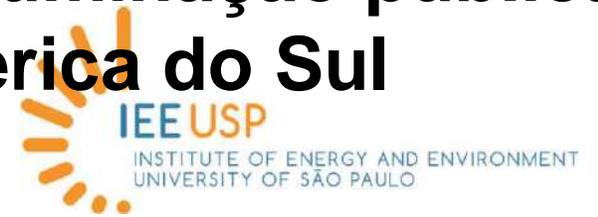
Asociación de Universidades
GRUPO MONTEVIDEO

Energía Radiante y Alumbrado Público: Oportunidades para la producción de energía radiante en el alumbrado público

Modelos de negocio para o avanço de uma iluminação pública eficiente no planeta, principalmente, na América do Sul

Expositor: BURINI JUNIOR, E. C.

elvo@iee.usp.br



26/out./2023

**ENERGÍAS RENOVABLES PARA LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN AMÉRICA DEL SUR:
ASPECTOS TÉCNICOS, ECONÓMICOS Y GEOPOLÍTICOS**

Posgrado conjunto Universidades AUGM

5- Modelos de negócio para o avanço de uma iluminação pública eficiente no planeta, principalmente, na América do Sul

5.1- Caso brasileiro

5.1.1- Parcerias Público Privadas

5.1.2- Programas governamentais de apoio

5.1.3- Regulamentos e normas

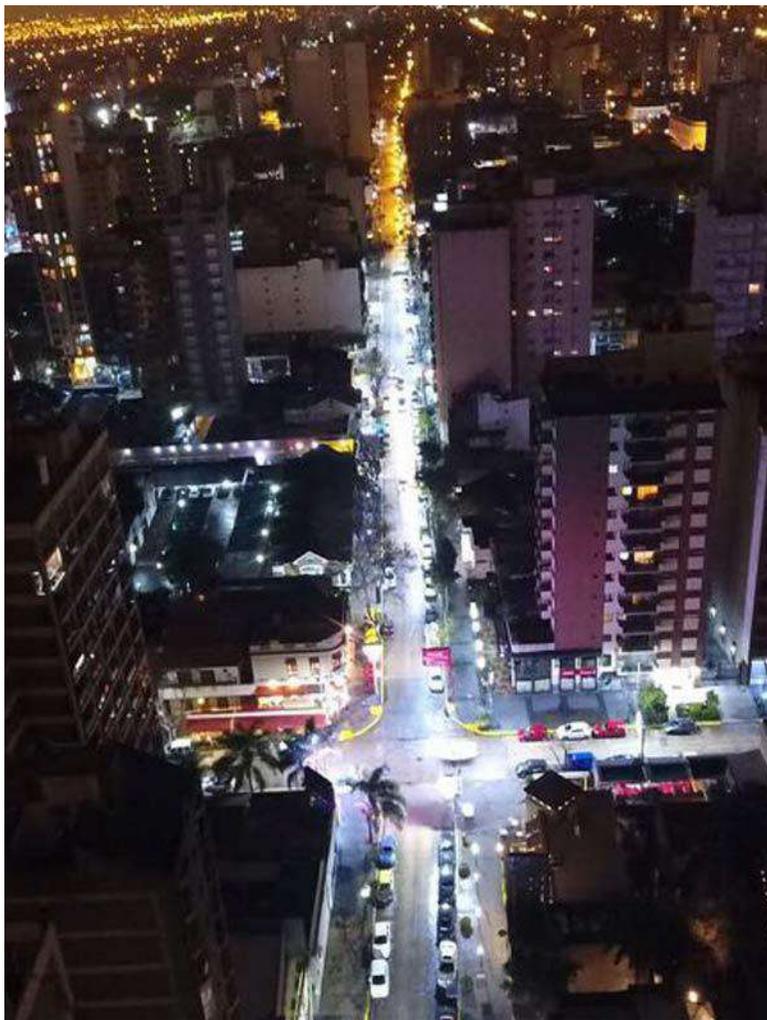
5.1.4- Oportunidades

5.2- Outros casos na América do Sul

5- Modelos de negócio para o avanço de uma iluminação pública eficiente no planeta, principalmente, na América do Sul

5.2.1- Outro caso na América do Sul

LED Lights of Argentina



5- Modelos de negócio para o avanço de uma iluminação pública eficiente no planeta, principalmente, na América do Sul

5.2.2- Outro caso na América do Sul

LED Lights of Colombia Retrofit 17000pcs



5- Modelos de negócio para o avanço de uma iluminação pública eficiente no planeta, principalmente, na América do Sul

5.2.3- Outro caso na América do Sul

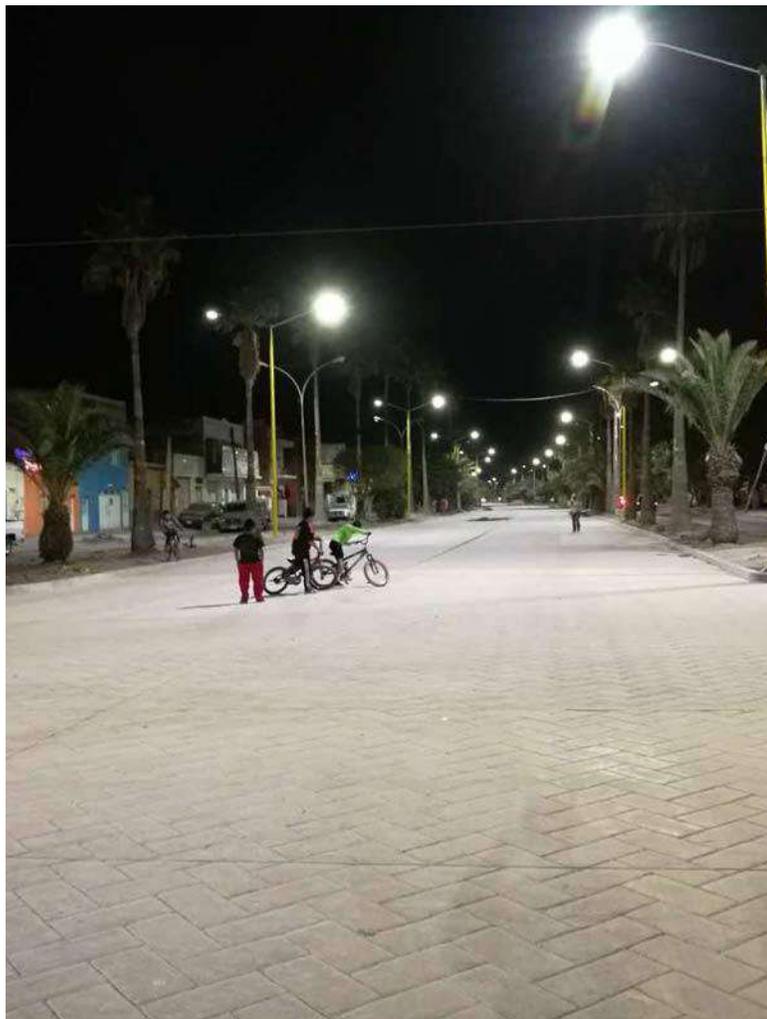
LED Lights of Chile-11000pcs



5- Modelos de negócio para o avanço de uma iluminação pública eficiente no planeta, principalmente, na América do Sul

5.3- Outro caso: o México

LED Lights of Mexico-San Luis Potosi



- [1] <https://www.iaea.org/newscenter/news/what-is-radiation>.
- [2] Ethan Simon, Aria Bitan, and Lauren Helfgott. The Effect of Radiant Energy on Radish Seed Germination. *Journal of Emerging Investigators*, July 6, 2017. <https://emerginginvestigators.org/articles/the-effect-of-radiant-energy-on-radish-seed-germination/pdf>.
- [3] Silva, M. S. (2015). Grandezas e unidades radiométricas, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, *Rev. Ciência Elem.*, v.3, n.3:043. <https://rce.casadasciencias.org/rceapp/art/2015/043/>.
- [4] Hewitt, Paul G. *Fundamentos de física conceptual*. cap.13 e 15, Primera edición, México, 2009, ISBN: 978-970-26-1510-1.
- [5] McCluney, R. (2003). Radiometry and Photometry. *Encyclopedia of Physical Science and Technology*, 731–758. doi:10.1016/b0-12-227410-5/00648-7.
- [6] ABNT NBR 5101 Iluminação, 2018.
- [7] [ABNT NBR ISO 37120. *Cidades e comunidades sustentáveis - Indicadores para serviços urbanos e qualidade de vida*, 146p., 03/2021.
- [8] CIE 115:2010 Recommendations for the lighting of roads and pedestrian traffic.
- [9] CIE 243:2021 Discomfort Glare in Road Lighting and Vehicle Lighting. 40 p.
- [10] ABNT NBR 5461. 1992. Iluminação - Terminologia,
- [11] 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
- [12] ABNT NBR 5123 RELÉ FOTOCONTROLADOR INTERCAMBIÁVEL E TOMADA PARA ILUMINAÇÃO — ESPECIFICAÇÃO E ENSAIOS, 2016.
- [13] ABNT NBR 15129 LUMINÁRIAS PARA ILUMINAÇÃO PÚBLICA — REQUISITOS PARTICULARES, 2012.

- [14] ABNT NBR 14744 POSTE DE AÇO PARA ILUMINAÇÃO, 2001.
- [15] 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.
- [16] ABNT NBR IEC/CISPR15 LIMITES E MÉTODOS DE MEDIÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DE RADIOPERTURBAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS DE ILUMINAÇÃO E SIMILARES, 2019.
- [17] ABNT NBR IEC 62717 MÓDULOS DE LED PARA ILUMINAÇÃO EM GERAL - REQUISITOS DE DESEMPENHO, 2022. 43p.
- [18] ABNT NBR IEC 62504 ILUMINAÇÃO GERAL - LED E MÓDULOS DE LED - TERMOS E DEFINIÇÕES, 2021.
- [19] ABNT NBR IEC 60598-2-1 LUMINÁRIAS - PARTE 2: REQUISITOS PARTICULARES - CAPÍTULO 1: LUMINÁRIAS FIXAS PARA USO EM ILUMINAÇÃO GERAL, 2012.
- [20] ABNT NBR IEC62722-2-1 DESEMPENHO DE LUMINÁRIAS - PARTE 2-1: REQUISITOS PARTICULARES PARA LUMINÁRIAS LED, 2016. 15p.
- [21] ABNT NBR 16026 DISPOSITIVO DE CONTROLE ELETRÔNICO C.C. OU C.A. PARA MÓDULOS DE LED — REQUISITOS DE DESEMPENHO, 2012.
- [22] ABNT NBR 16205-1 LÂMPADAS LED SEM DISPOSITIVO DE CONTROLE INCORPORADO DE BASE ÚNICA - PARTE 1: REQUISITOS DE SEGURANÇA, 2013.
- [23] ABNT NBR 16205-2 LÂMPADAS LED SEM DISPOSITIVO DE CONTROLE INCORPORADO DE BASE ÚNICA - PARTE 2: REQUISITOS DE DESEMPENHO, 2013.
- [24] 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.

- [25] ABNT NBR IEC 60598-1 LUMINÁRIAS - PARTE 1: REQUISITOS GERAIS E ENSAIOS, 2010.
- [26] 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.
- [27] 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.
- [28] IEC 61643-11 Low-voltage surge protective devices – Part 11: Surge protective devices connected to low voltage power systems – Requirements and test methods,
- [29] IEC 62722-1, Luminaire performance – Part 1: General requirements.
- [30] IEC TS 63105:2021 Lighting systems and related equipment – Vocabulary.
- [31] EN 13201-1 Road lighting. Guidelines on selection of lighting classes.
- [32] EN 12464-1 Light and lighting - Lighting of work places - Part 1: Indoor work places, 2002.
- [33] 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.
- [34] BURINI JUNIOR, E. C.; MARTINEZ MELERO, J. C. Diretrizes Normativas para Iluminação Pública. Apresentação em Jundiaí em 03/out./2023. 84p.
- [35] GELLER, H.S., Goldemberg, J., Hukai, R., Moreira, J.R., Scarpinella, C., Yoshizawa, M. (1988). Electricity Conservation in Brazil: Potential and Progress. In: De Almeida, A.T., Rosenfeld, A.H. (eds) Demand-Side Management and Electricity End-Use Efficiency. NATO ASI Series, vol 149. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-009-1403-2_36.
- [36] NADEL, Steven; GELLER, Howard. Utility DSM: What have we learned? Where are we going?. Energy policy, v.24, n.4, p.289-302, 1996.

- [37] GELLER, Howard et al. The efficient use of electricity in Brazil: progress and opportunities. *Energy policy*, v. 26, n. 11, p. 859-872, 1998.
- [38] LEVINE, Mark D. et al. Electricity end-use efficiency: Experience with technologies, markets, and policies throughout the world. *Energy*, v. 20, n. 1, p. 37-61, 1995.
- [39] GELLER, Howard; ATTALI, Sophie. The experience with energy efficiency policies and programmes in IEA countries. *Learning from the Critics*. Paris: IEA. IEA Information Paper, 2005.
- [40] Geller, H., Harrington, P., Rosenfeld, A. H., Tanishima, S., & Unander, F. (2006). Policies for increasing energy efficiency: Thirty years of experience in OECD countries. *Energy Policy*, 34(5), 556–573. doi:10.1016/j.enpol.2005.11.010.
- [41] CLINTON, Jeanne; GELLER, Howard; HIRST, Eric. Review of government and utility energy conservation programs. *Annual review of energy*, v.11, n.1, p.95-142, 1986.
- [42] GELLER, Howard S.; MOREIRA, José Roberto. Brazil encourages electricity savings. In: *Forum for Applied Research and Public Policy*; (United States). 1993.
- [43] GELLER, Howard S. 2000. *Transforming End-Use Energy Efficiency in Brazil*. Washington, DC: Am. Counc. Energy-Effic. Econ.
- [44] NADEL, Steven. Appliance and equipment efficiency standards. *Annual Review of Energy and the Environment*, v.27, n.1, p.159-192, 2002.
- [45] Practical overview of the linkages between ISO 26000:2010, Guidance on social responsibility, and OECD Guidelines for Multinational Enterprises (2011), 73p., 2019. <https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/store/en/PUB100418.pdf>.
- [46] SISAYE, S. (2021), "The influence of non-governmental organizations (NGOs) on the development of voluntary sustainability accounting reporting rules", *Journal of Business and Socio-economic Development*, Vol. 1 No. 1, pp. 5-23. <https://doi.org/10.1108/JBSED-02-2021-0017>.

- [47] ABNT NBR ISO 26000.
- [48] ZISSIS, Georges; BERTOLDI, Paolo; SERRENHO, Tiago. Update on the Status of LED-Lighting world market since 2018. Publications Office of the European Union: Luxembourg, 2021.
- [49] ALBU H, Beu D, Ciugudeanu C. Study on the Power Quality of LED Street Luminaires. Sustainability. 2022; 14(15):9671. <https://doi.org/10.3390/su14159671>.
- [50] OCHS, Kevin S. et al. Proposed method for analyzing infrastructure investment decisions involving rapidly evolving technology: Case study of LED streetlights. **Journal of Management in Engineering**, v.30, n.1, p.41-49, 2014.
- [51] C. Adragna, F. Ferrazza and G. Gritti, "The Seven Challenges of LED Lighting," PCIM Europe 2016; International Exhibition and Conference for Power Electronics, Intelligent Motion, Renewable Energy and Energy Management, Nuremberg, Germany, 2016, p.1-8.
- [52] Ann R. Webb. 2006. Considerations for lighting in the built environment: Non-visual effects of light. Energy and Buildings 38 (2006) 721–727.
- [53] Hui Xiao, Huiling Cai, Xuefeng Li. Non-visual effects of indoor light environment on humans: A review, Physiology & Behavior, Volume 228, 2021,
- [54] CIE Position Statement on Non-Visual Effects of Light RECOMMENDING PROPER LIGHT AT THE PROPER TIME, 2nd Edition, October 3, 2019.
- [55] ISO/CIE TR 21783:2022 ISO/CIE TR 21783 Light and lighting Integrative lighting Non-visual effects. 17p. <https://www.iso.org/obp/ui/en/#iso:std:iso-cie:tr:21783:ed-1:v1:en>.
- [56] 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.

- [57] <https://www.brighton-hove.gov.uk/sites/default/files/2021-05/OD65%20ILP-Guidance%20Note%201%202020.pdf>.
- [58] [https://worldview.earthdata.nasa.gov/?v=-62.79052710767221,-39.03396768063432,-61.859898800549324,-38.43687510467754&z=2&l=Reference_Labels_15m\(hidden\),Reference_Features_15m\(hidden\),Coastlines_15m,VIIRS_SNP_P_DayNightBand_At_Sensor_Radiance,VIIRS_SNPP_DayNightBand_AtSensor_M15\(hidden\),VIIRS_SNPP_CorrectedReflectance_TrueColor\(hidden\)&lg=true&t=2020-11-18-T19%3A21%3A16Z](https://worldview.earthdata.nasa.gov/?v=-62.79052710767221,-39.03396768063432,-61.859898800549324,-38.43687510467754&z=2&l=Reference_Labels_15m(hidden),Reference_Features_15m(hidden),Coastlines_15m,VIIRS_SNP_P_DayNightBand_At_Sensor_Radiance,VIIRS_SNPP_DayNightBand_AtSensor_M15(hidden),VIIRS_SNPP_CorrectedReflectance_TrueColor(hidden)&lg=true&t=2020-11-18-T19%3A21%3A16Z).
- [59] Roundtable Discussions of the Solid-State Lighting R&D Task Priorities. U.S. Department of Energy, p.12, 2012.
- [60] FRANCESCHINI, Simone; PANSERA, Mario. Beyond unsustainable eco-innovation: The role of narratives in the evolution of the lighting sector. *Technological Forecasting and Social Change*, v. 92, p. 69-83, 2015.
- [61] <https://www.msn.com/pt-br/clima/mapas/umidade/...>
- [62] PU, Wen Cheng; TSAI, Cheng Yu. Development of Automatic Digital Control Interface for Addressing a Lighting Equipment System Using High Power Load. *Sensors & Materials*, v. 33, 2021.
- [63] IEC 62386-101:2022 Digital addressable lighting interface - Part 101: General requirements - System components.
- [64] IEC 62386-101:2022 CMV (Commented version) Digital addressable lighting interface - Part 101: General requirements - System components.
- [65] <https://www.dali-alliance.org/dali/standards.html>.
- [66] IEC 62386-207:2018 Digital addressable lighting interface - Part 207: Particular requirements for control gear - LED modules (device type 6). 41p.
- [67] IEC 62386-252:2023 Digital addressable lighting interface - Part 252: Particular requirements - Energy reporting (device type 51). 41p
- [68] HICK, Robert et al. Lighting control protocol. U.S. Patent n. 8,312,347, 13 nov. 2012.

- [69] The Lighting Handbook, 10th edition, Illuminating Engineering Society of North America.
- [70] CIE 180:2021 ROAD TRANSPORT LIGHTING FOR DEVELOPING COUNTRIES. 40 p. <https://files.cie.co.at/180.pdf>.
- [71] RP-8-18+Errata+1&2+June+2020. https://media.ies.org/docs/errata/RP-8-18+Errata+1%262+June+2020.pdf?_ga=2.21497593.394014506.1698160311-2093288977.1697840130.
- [72] ANSI/IES LM-84-20 Errata. https://media.ies.org/docs/errata/Errata-ANSI-IES-LM-84-20.pdf?_ga=2.25100664.394014506.1698160311-2093288977.1697840130.
- [73] ERRATA ANSI/IES TM-30-20, Technical Memorandum: IES Method for Evaluating Light Source Color Rendition. https://media.ies.org/docs/errata/Errata-ANSI-IES-TM-30-20.pdf?_ga=2.87885402.394014506.1698160311-2093288977.1697840130.
- [74] Addendum 1 for ANSI/IES RP-8-18, Recommended Practice for Design and Maintenance of Roadway and Parking Facility Lighting Chapter 17.
- [75] IES LM-85-14 Errata. https://media.ies.org/docs/errata/LM-85-14-Errata.pdf?_ga=2.52281707.394014506.1698160311-2093288977.1697840130.
- [76] IES LM-80-15 Errata. https://media.ies.org/docs/errata/LM-80-15-Errata.pdf?_ga=2.54855145.394014506.1698160311-2093288977.1697840130.
- [77] The Lighting Handbook, 10th ed., ERRATA. 9p. 2018. https://media.ies.org/docs/errata/Tenth_EditionHandbookErrata.pdf?_ga=2.87998682.394014506.1698160311-2093288977.1697840130. <https://store.ies.org/errata-and-addenda/?v=19d3326f3137>.
- [78] Clóvis R.Silva Júnior et al. 2021. Utilização de Imagens no Domínio da Frequência Espacial e Redes Neurais Artificiais para Determinação de Propriedades Ópticas de Tecidos. Revista Brasileira de Física Médica 15:635. <https://www.rbfm.org.br/rbfm/article/view/635/575>.

- [79] Lamming D. 1991. Contrast sensitivity. In: Cronly-Dillon, J editor. Vision and Visual Dysfunction. London. Macmillan. 5272p.
- [80] DENAULT, Kristin A. et al. Efficient and stable laser-driven white lighting. **Aip Advances**, v.3, n.7, 2013.
- [81] Parceria Público Privada. <https://www.portaldaindustria.com.br/industria-de-a-z/parceria-publico-privada/>.

Resumo (aula 8)

"Radiação" é a energia que se move de um lugar para outro em uma forma que pode ser descrita como ondas ou partículas.

O planejamento e a gestão na área de energia pelo lado da demanda é estratégia relevante e pode ser menos custoso que incrementar a oferta de energia, deve ser permanente e pode colaborar também com melhoria da eficiência no uso final.

Em exteriores, nas vias de circulação de pedestres e veículos, na ausência de luz natural/luz do dia, a iluminação viária tem papel fundamental, principalmente, para o sistema visual humano, aumenta a sensação de segurança e a possibilidade de interação com o meio por parte dos usuários.

A disponibilidade de equipamentos para iluminação viária com eficiência luminosa crescente constitui oportunidade de gestão de energia pelo lado da demanda.

No presente módulo serão apresentados e considerados conhecimentos e dados experimentais de instalação *Solid State Lighting* - SSL (LED) na Universidade de São Paulo, campus CUASO-USP que está sendo acompanhada nos últimos dez anos. E também de cidade brasileira que migrou da tecnologia a vapor de Sódio a alta pressão - VSAP e multivapores metálicos - MVM para LED.

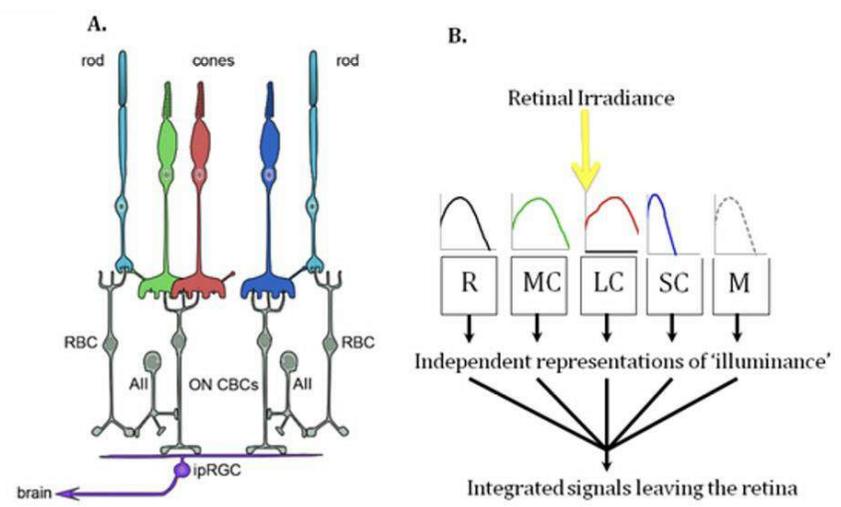
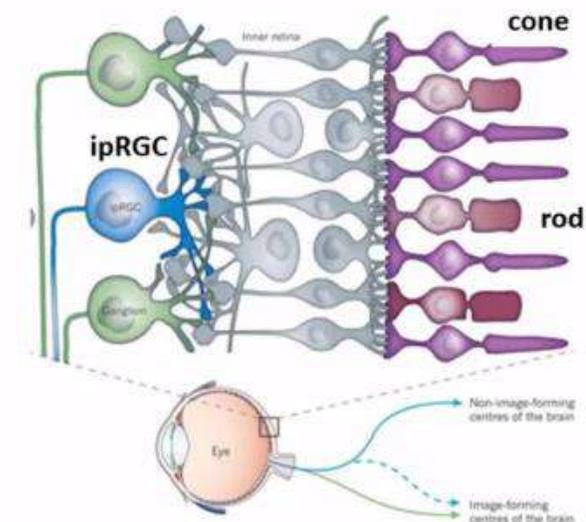
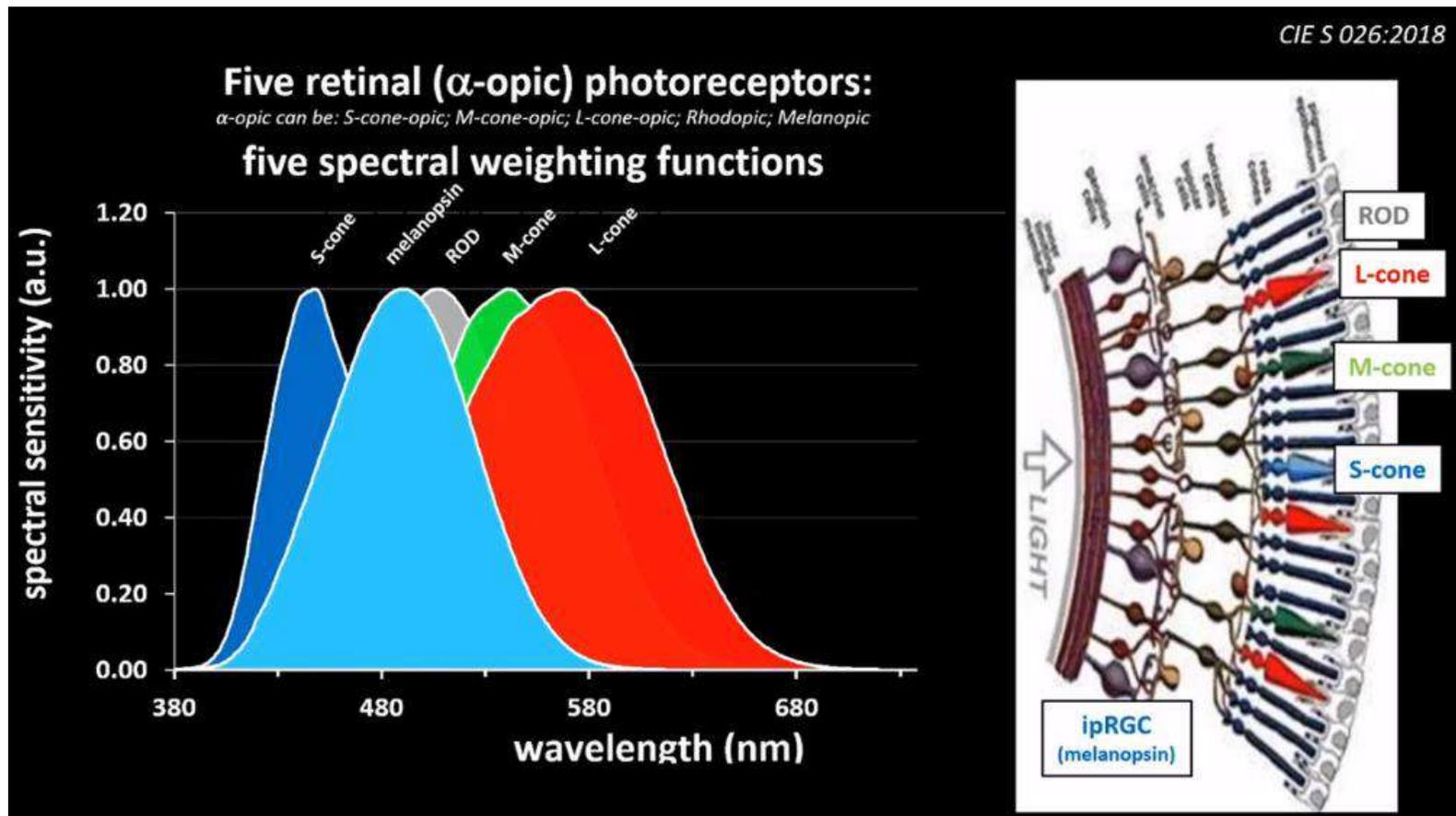
A produção e utilização da energia radiante, em período noturno, para iluminar adequadamente as vias e logradouros públicos, a partir da tecnologia LED serão temas centrais considerados.

Como atividade introdutória buscar-se-á motivar os estudantes no tema, partindo de histórico breve; conhecimento de um conjunto mínimo de conceitos e terminologia setorial; apresentar e considerar o modelo brasileiro de Parceria Público Privada - PPP para a gestão da iluminação pública; apresentar conhecimentos acumulados e oportunidades para a produção de energia radiante na iluminação viária.

O objetivo é capacitar os estudantes de pós-graduação para propor, acompanhar e colaborar em projetos de iluminação pública que busquem a maximização do recurso energético.

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

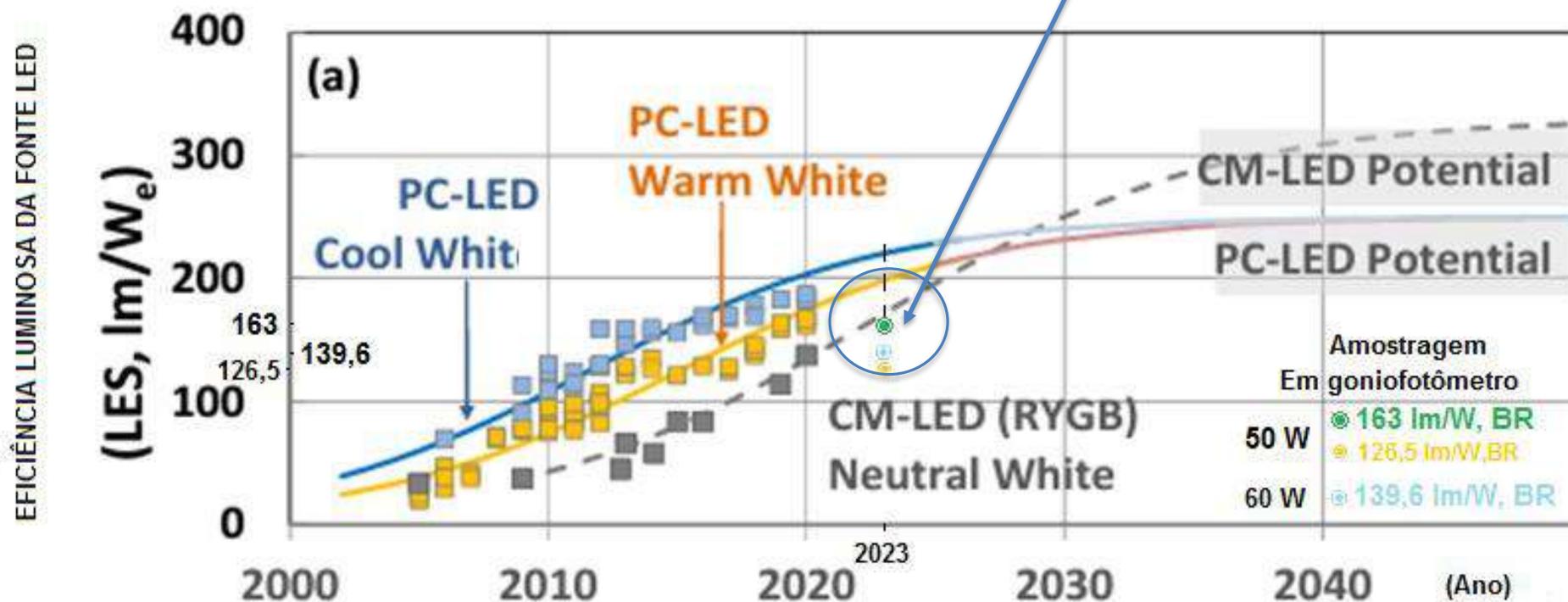
Fundamento: 5 receptores no olho humano



Evolução da tecnologia SSL (LED)

onde estamos: amostras do mercado Brasileiro [duas (T_{cp} ; potência elétrica nominal) e um método (gonio)]

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 [58].

PERGUNTAS (aula 8) ??????



COMITÉ
ACADÉMICO
DE ENERGÍA



Asociación de Universidades
GRUPO MONTEVIDEO

GRACIAS

Expositor: **COLOCAR APELLIDO Y NOMBRE**
correo electrónico

Espacio para colocar logo
de la institución del
expositor

FECHA DE LA CLASE.

**ENERGÍAS RENOVABLES PARA LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN AMÉRICA DEL SUR:
ASPECTOS TÉCNICOS, ECONÓMICOS Y GEOPOLÍTICOS**

Posgrado conjunto Universidades AUGM