Co-funded by
the European Union

Iluminação Exterior Sustentável
e
Poluição luminosa

Principais características de iluminação exterior

- Condições meteorológicas / Estações do ano
- Manutenção
- Controlo de iluminação externa
- Vandalismo
- Brilho e iluminação parasita
- Segurança e proteção
- Plantio
- Fonte de energia

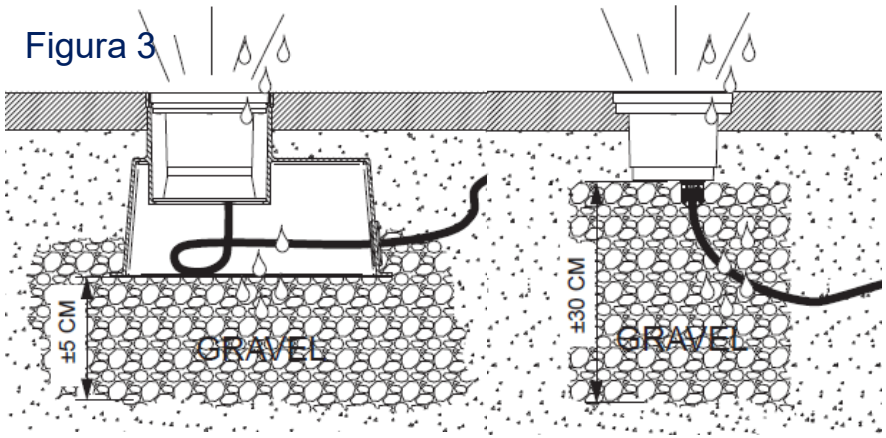
Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Condições climáticas

Figura 1

Figura 2

Figura 3



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Manutenção

Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Exemplos de instalações para evitar o vandalismo

Figura 1

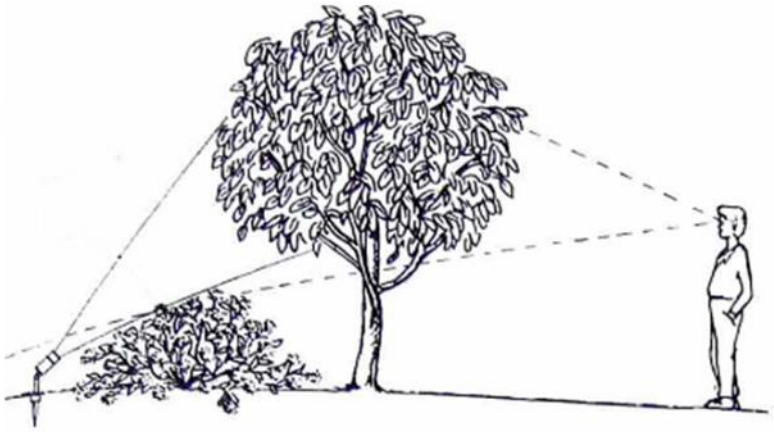
Figura 2

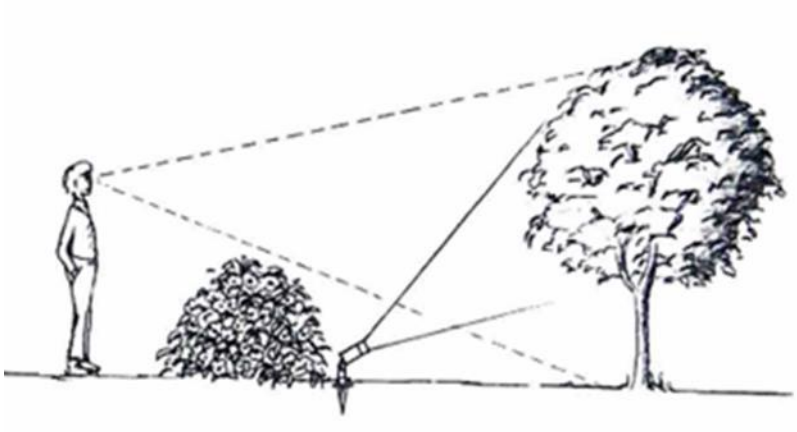
Figura 3

Figura 4

Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Brilho e iluminação parasita





Deve-se considerar com mais atenção o posicionamento da luminária em relação ao ângulo de visão do utilizador.

Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Segurança e proteção, Plantação, Fornecimento de energia

Práticas mais comuns para o fornecimento de energia em locais exteriores de parques ou paisagens

- Fonte de alimentação de 230 V com transformador de isolamento
- Alimentação de baixa tensão (12 V ou 24 V)

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Iluminação funcional – Iluminação pública

Apoia o desempenho visual das pessoas, especialmente em atividades exigentes ou críticas.
O cumprimento dos requisitos de iluminação garante segurança e orientação.
A camada de iluminação funcional é geralmente fornecida por luminárias concebidas especificamente para satisfazer tarefas e funções precisas, respeitando as normas de iluminação.

Características: Elevado desempenho e facilidade de instalação e manutenção.

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Iluminação urbana

Promove o bem-estar das pessoas em meio urbano, com um elevado nível de conforto e total integração com a linguagem estética do espaço.
Ao mesmo tempo, proporciona segurança e aumenta a qualidade de vida da envolvente urbana. Geralmente a iluminação urbana é proporcionada por luminárias decorativas integradas em ambientes com elevadas necessidades estéticas tanto de dia como de noite.

Características: Baixo brilho, boa uniformidade e qualidade estética.

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Iluminação Arquitetónica

Apoia a perceção das pessoas sobre um espaço.
Fornece pontos de referência e pontos de referência numa cidade
Melhora e revigora as interações sociais.
Criativo - revela detalhes arquitetónicos para uma experiência única.
As luminárias focam-se na perceção de materiais, detalhes arquitetónicos, objetos e espaços.

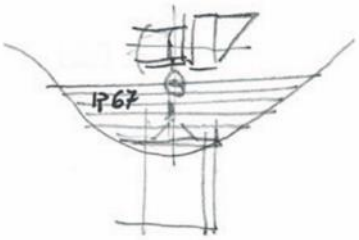
Características: Elevada flexibilidade mecânica e visual, variedade de opções de montagem, controlabilidade, formas minimalistas, qualidade estética.

www.allight.gr

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Regulamentos e especificações de iluminação exterior

IEC 60529: Graus de proteção fornecidos por invólucros (Código IP)
ENA62262:2002: Graus de proteção fornecidos por invólucros para equipamentos elétricos contra impactos mecânicos externos (código IK)
EN 13201.01: 2014 Iluminação rodoviária - Parte 1: Seleção das classes de iluminação
EN 13201.02: 2015 Iluminação rodoviária - Parte 2: Requisitos de desempenho
EN 13201.03: 2015 Iluminação rodoviária - Parte 3: Cálculo do desempenho
EN 13201.04: 2015 Iluminação rodoviária - Parte 4: Métodos de medição do desempenho da iluminação
CR 14380: 2003Iluminação aplicações-Túnel iluminação
EN 12464-2:2014: Iluminação de locais de trabalho - Parte 2: Locais de

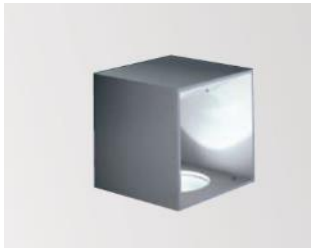


lum ão de

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Critérios para a seleção de luminárias em projetos de iluminação exterior

Luminárias decorativas



Luminárias funcionais

Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Regulamentos oficiais

Grécia, um país da UE como estudo de caso

Obrigação de cumprir:

Normas Europeias e/ou
Normas nacionais que não são contrárias às normas europeias

Com qualquer ausência então:

Guias técnicos europeus e
Relatórios técnicos

Com qualquer ausência então:

Guias técnicos e CIE
Relatórios técnicos

Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

EN 12464 – 2 Luz e iluminação. Iluminação de locais de trabalho. Locais de trabalho ao ar livre

Table 2 — Maximum obtrusive light permitted for exterior lighting installations

Environmental zone	Light on properties		Luminaire intensity		Upward light ratio	Luminance	
	E_v lx		I cd		R_{UL} %	L_b cd·m^{-2}	L_s cd·m^{-2}
	Pre-curfew[a]	Post-curfew	Pre-curfew	Post-curfew		Building facade	Signs
E1	2	0	2 500	0	0	0	50
E2	5	1	7 500	500	5	5	400
E3	10	2	10 000	1 000	15	10	800
E4	25	5	25 000	2 500	25	25	1 000

Luz intrusiva

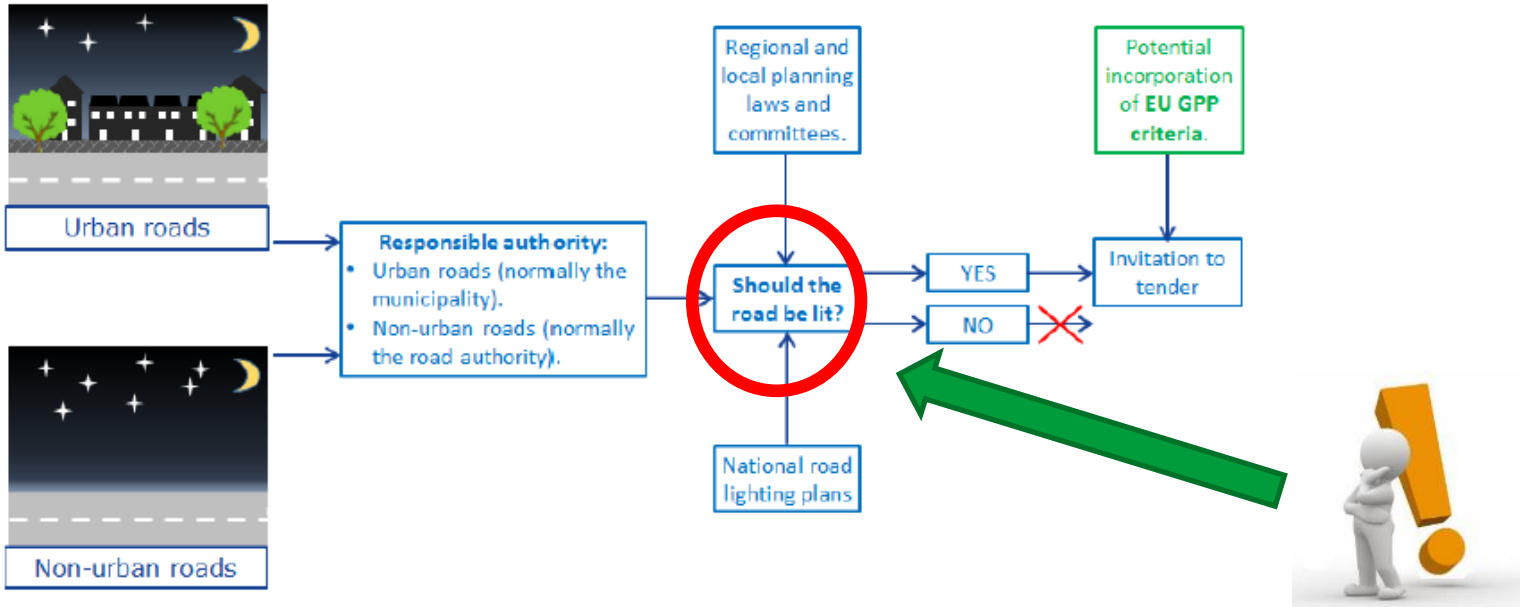
E1 representantepesquisantesEuntrinasEucatodose daráreas k,tal comonaturalEuofinalparquesorlocais protegidos
E2 represants locáreas de brilho distrital suchcomoEundusteste ou residentiuml ruralumrfácil

E3 represants medihumdEuáreas de brilho estrito,talcomoEunduruarialor resEuodontológicossubúrbios
E4 representantepesquisantes hEughdestrTICáreas de brilho,tal comocidadescentrose áreas comerciais

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Relatório técnico e proposta de critérios do GPP UE

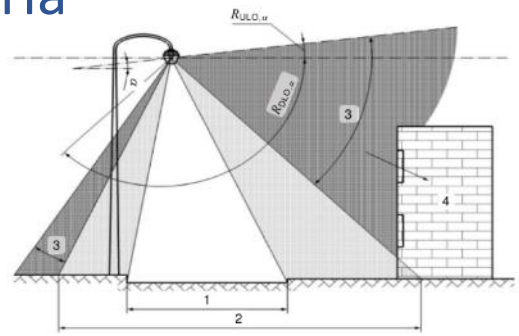
Papel dos critérios de contratação pública verde da UE no processo de planeamento das instalações de iluminação rodoviária



Donatello S., et al., Revisão dos Critérios de Contratação Pública Verde da UE para Iluminação Pública e Semáforos, EUR 29631 EN, Serviço das Publicações da União Europeia, Luxemburgo, 2019, ISBN 978-92-79-99077-9, doi:10.2760/372897, JRC115406

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Papel dos critérios de contratação pública verde da UE no processo de planeamento das instalações de iluminação rodoviária

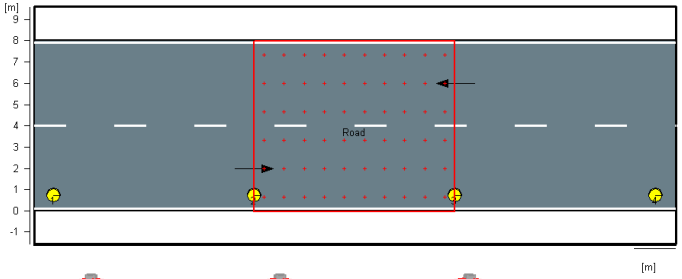


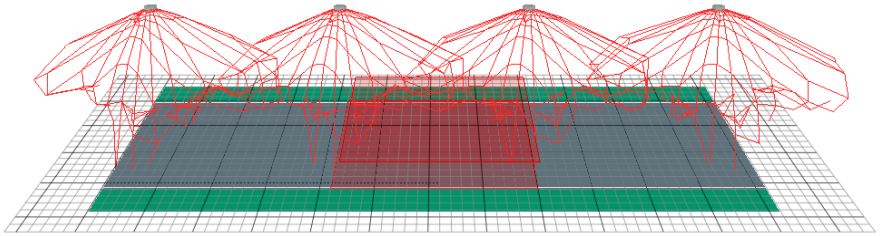
Critérios de poluição luminosa

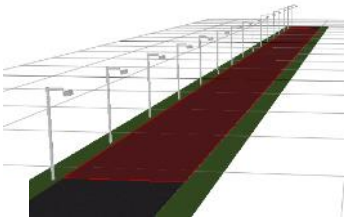
- Todos os modelos de luminárias adquiridos deverão ser classificados com uma**0,0% R_{ULO}**. Os 0,0%**R_{ULO}**deve ser mantida mesmo quando a luminária está inclinada no ângulo necessário
- Em áreas residenciais, para reduzir o risco de perturbação humana, o CCT de**as fontes de luz devem ser ≤3000K**e um escurecimento ou desligamentoprogramadeverá ser implementado em parques, jardins e áreas consideradas pelo adquirente como ecologicamente sensíveis,**O índice G deve ser ≥1,5**.
- UM**escurecimentoprograma** deverá ser implementado para parques e jardins que sejam**aberto durante o horário noturno**.
- UM**desligarprograma** aplicar-se-á a qualquer relevante**horário de encerramento**para parques e jardins.
- Um escurecimento e/ou desligamentoprogramadeverá ser implementado para quaisquer outras áreas ecologicamente sensíveis

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

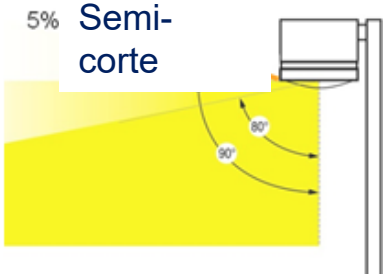
Os critérios de seleção da iluminação







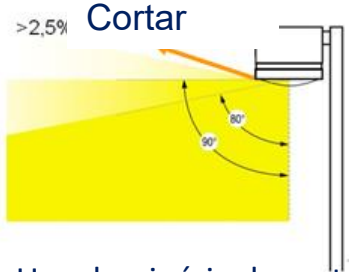
Não-corte

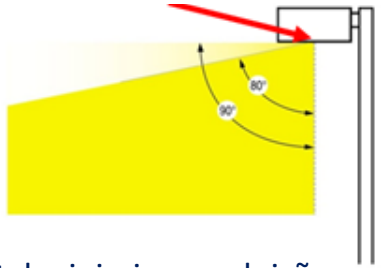


upward light output ratio
ULOR
R_{ULO}
<of a luminaire> ratio of the upward luminous flux of the luminaire, measured under specified practical conditions with its own lamp(s) and equipment, to the sum of the individual luminous fluxes of the same lamp(s) when operated outside the luminaire with the same equipment, under specified conditions

downward light output ratio
DLOR
R_{DLO}
<of a luminaire> ratio of the downward luminous flux of the luminaire, measured under specified practical conditions with its own lamp(s) and equipment, to the sum of the individual luminous fluxes of the same lamp(s) when operated outside the luminaire with the same equipment, under specified conditions

Corte total

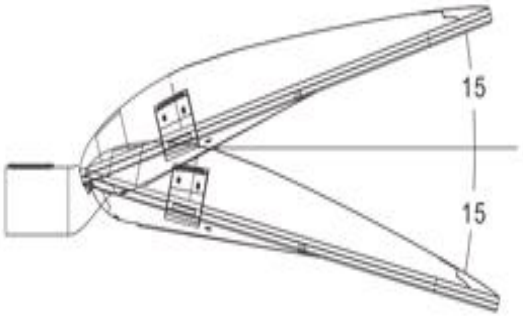


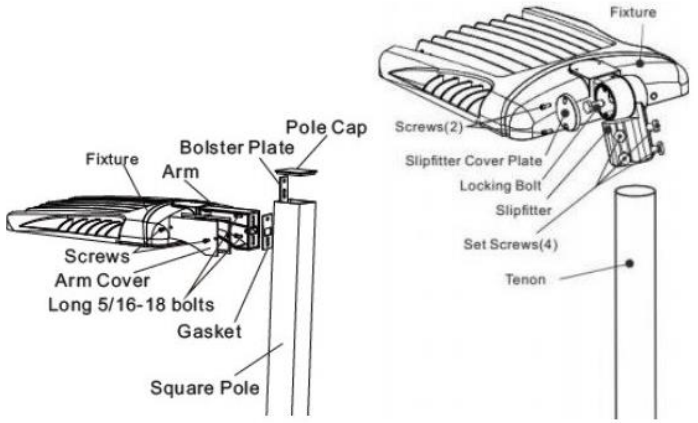


Uma luminária de corte total minimiza a poluição luminosa

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

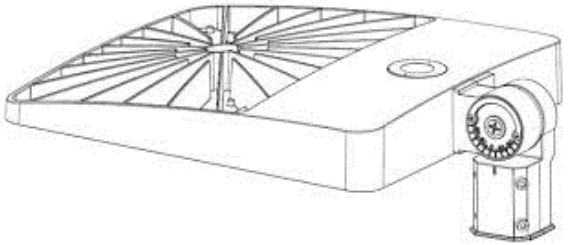
Capacidade de inclinar a luminária





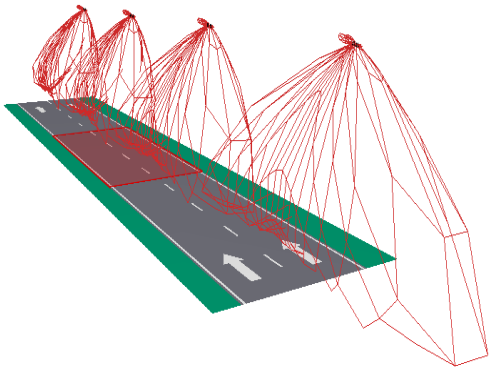
Desenhos técnicos de uma luminária capaz de contrabalançar a inclinação de umafisuporte fixo ao poste

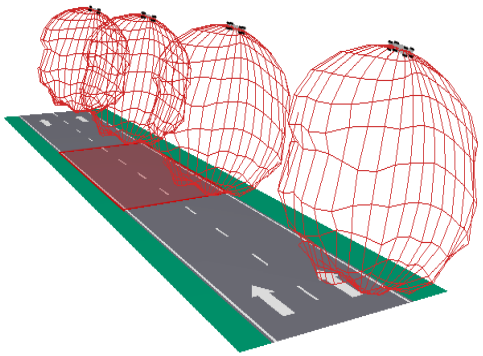
0% URL minimiza a poluição luminosa

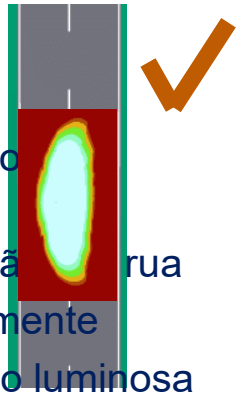


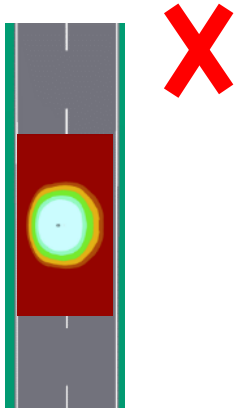
Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

O papel da distribuição do fluxo luminoso



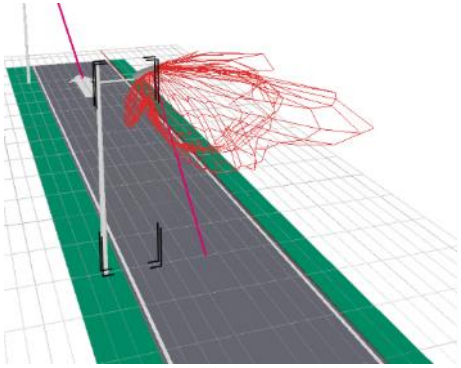


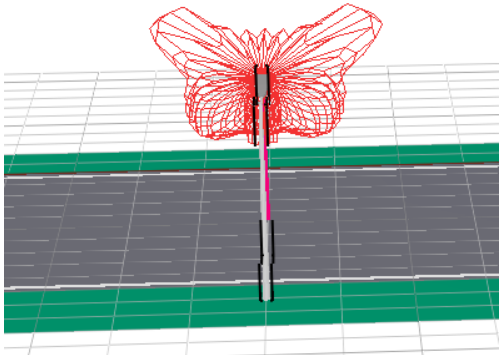


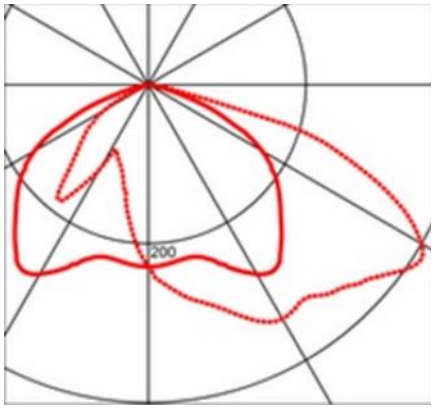


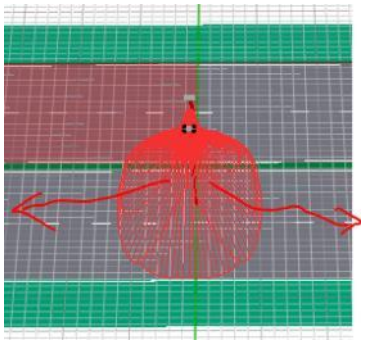
- Melhor "direção" da iluminação"
- Mais "iluminação" da rua
- Mais eficientemente
- Menos poluição luminosa

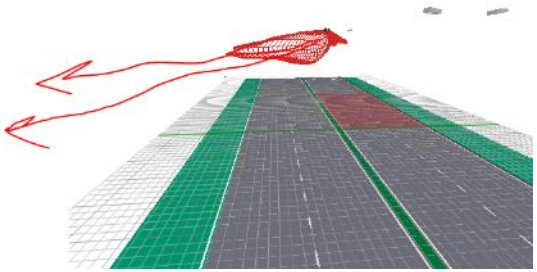
Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

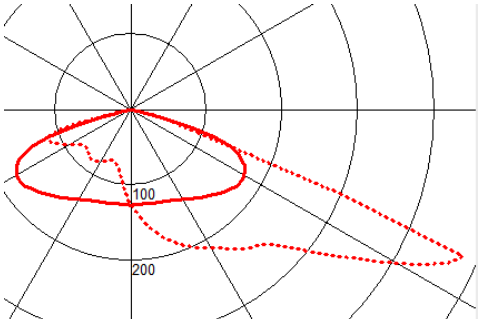


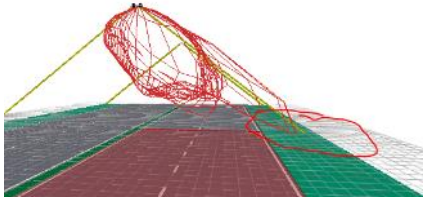


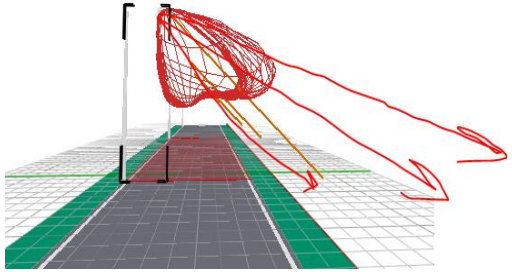


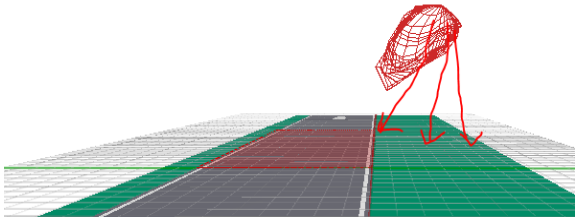






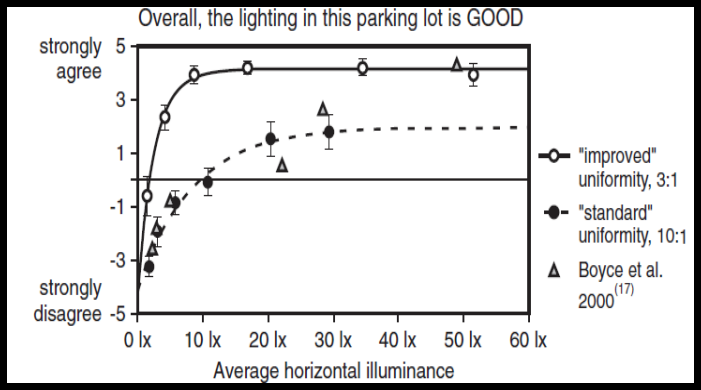


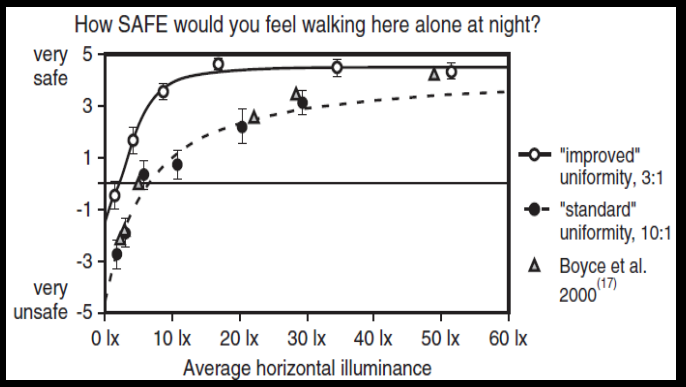




Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

O papel da uniformidade





Narendrane outros. 2015 “Benefícios energéticos e aceitabilidade do utilizador de melhoradoiluminânciauniformidade em iluminação do estacionamento”

O principal problema é o brilho e a falta de uniformidade

Veiling Luminance
Image: DarkSky International

Cuidado com as práticas irregulares na iluminação pública. Os utilizadores correm alto risco

A não utilização de critérios para o projeto de iluminação e a ausência de estudos luminotécnicos adequados conduzem não só ao consumo excessivo e à poluição luminosa, mas também a situações perigosas para a segurança dos condutores e peões. Neste exemplo específico, metade da rua (foto da esquerda) permanece sem iluminação num projeto piloto que utiliza iluminação LED. A utilização incorreta de uma luz (má distribuição da luz) leva à falha da luz.Eu) diretamente por baixo do corpo de luz, criando pontos brilhantes e pontos escuros ao longo da estrada e ii) para trás (foto da direita).

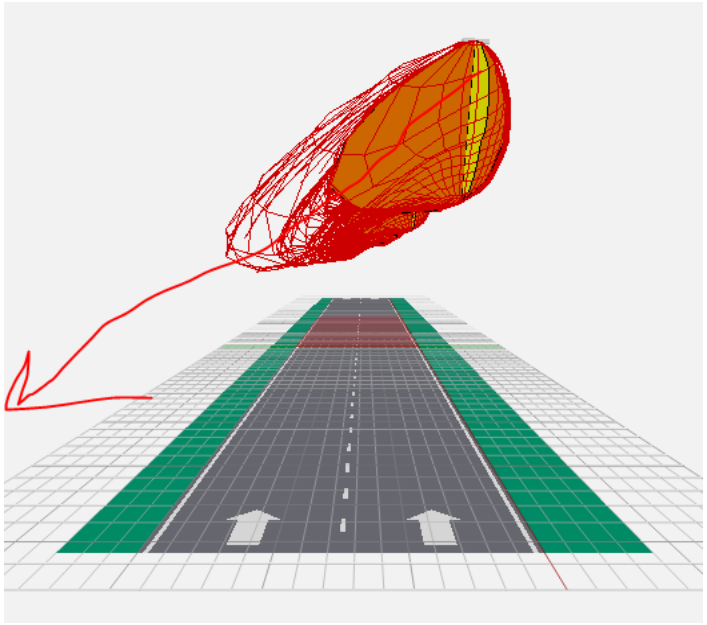
Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

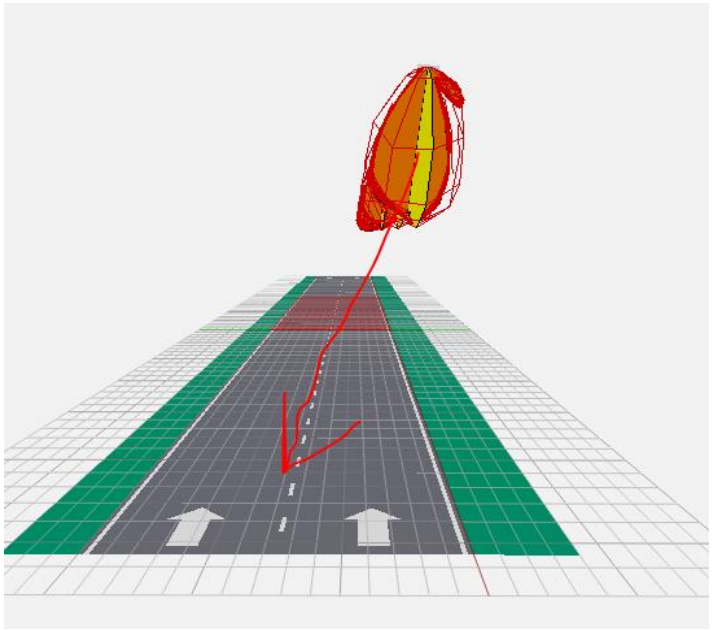
A importância do estudo da iluminação

CasoA: **102C**
Fluxo Luminoso11700filme
Eficiência luminosa**114,7filme/C**

Caso B: Ισχύς**68W**
Fênix7033lm
Eficiência luminosa**103,4lm/W**

Porque é que a solução com menor eficiência luminosa, menor fluxo luminoso, tem menor potência?



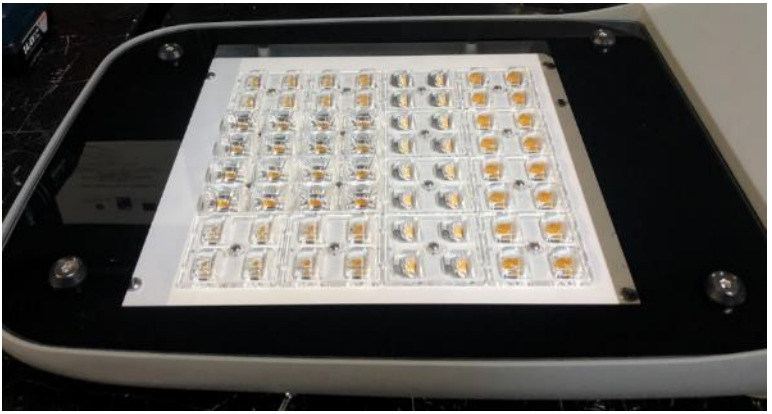


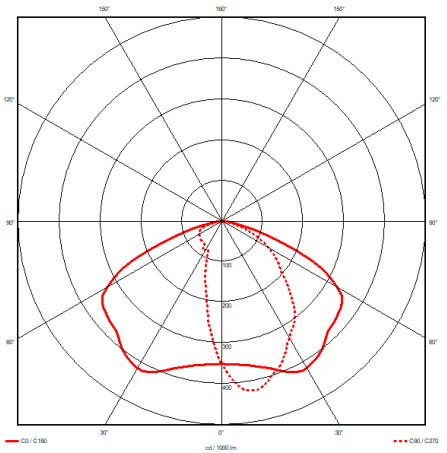
Em ambos os casos os resultados estão de acordo com a EN 13201 e a categoria da estrada, sem sobredimensionamento de 10%.

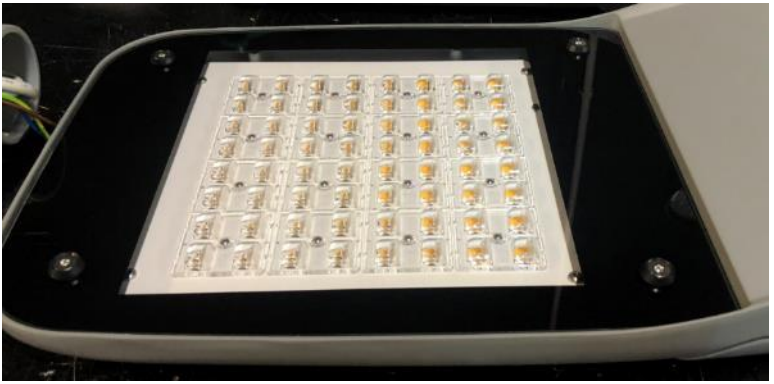
Doulos e outros. Um sistema de apoio à decisão para a avaliação de concursos de iluminação pública com base em indicadores de desempenho energético e critérios ambientais: Visão geral, metodologia e estudo de caso Cidades e Sociedade Sustentáveis51 2019 101759 https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101759

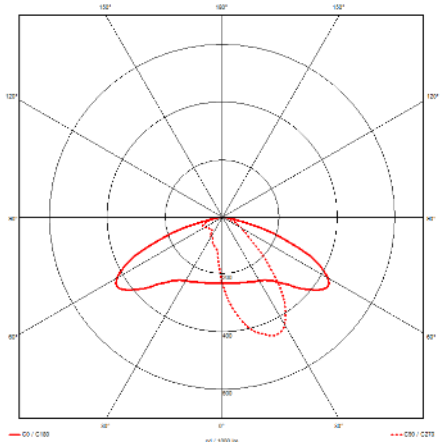
Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Utilização de LEDs: Variedade de combinações para diversas distribuições de luz









Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Vamos pensar nisso…

O que é a poluição luminosa?...

Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

De umecológicoponto dever…

Tudo o que possa impactar a Fauna e a Flora…

E todo o tipo de luz artificial os impacta…

Qual é a solução?...

DESLIGUE!! Os animais não precisam de luz artificial!!

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Do ponto de vista energético…

« Tudo o que pudesse consumir energia… »

E todo o tipo de luz artificial consome energia…

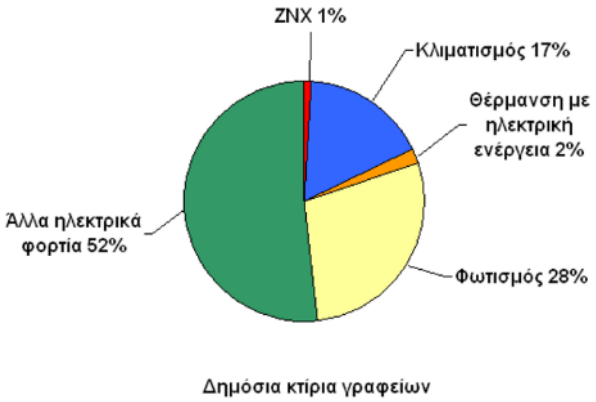
Qual é a solução?...

DESLIGUE!!
TudoartificialAs luzes consomemenergia!

Ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας

Ηλεκτρική ενέργεια (TWh) ανά περιφέρεια και χρήση (μέσες τιμές περιόδου 2002-2012)

	Σύνολο	Οικιακή χρήση	Εμπορική χρήση	Βιομηχανική χρήση	Γεωργική χρήση	Δημόσιες & Δημοτικές Αρχές	Φωτισμός οδών
Αν. Μακεδονία-Θράκη	**2,4**	0,8	0,6	0,7	0,2	0,1	0,0
Κεντρική Μακεδονία	**8,3**	2,9	2,4	2,3	0,4	0,3	0,1
Δυτική Μακεδονία	**0,9**	0,4	0,2	0,1	0,1	0,1	0,0
Θεσσαλία	**4,2**	1,0	0,7	1,7	0,6	0,1	0,1
Ήπειρος	**1,2**	0,4	0,4	0,2	0,1	0,1	0,0
Ιόνιοι Νήσοι	**0,9**	0,3	0,4	0,0	0,0	0,1	0,0
Δυτική Ελλάς	**2,5**	1,0	0,7	0,5	0,2	0,1	0,1
Στερεά Ελλάς	**7,3**	0,8	0,6	5,2	0,4	0,1	0,1
Πελοπόννησος	**2,5**	1,0	0,7	0,4	0,3	0,1	0,1
Αττική	**16,2**	7,2	5,6	2,6	0,1	0,6	0,2
Βόρειο Αιγαίο	**0,6**	0,3	0,2	0,0	0,0	0,1	0,0
Νότιο Αιγαίο	**1,6**	0,6	0,9	0,1	0,0	0,1	0,0
Κρήτη	**2,5**	0,9	1,0	0,2	0,2	0,2	0,0
Σύνολο	**51,2**	17,5	14,4	13,8	2,7	2,0	0,8



Δημόσια κτίρια γραφείων

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Do ponto de vista de um astrónomo…

« Tudo o que poderia evitar ver estrelas… »

E iluminaro céu atrapalha a observação das estrelas…

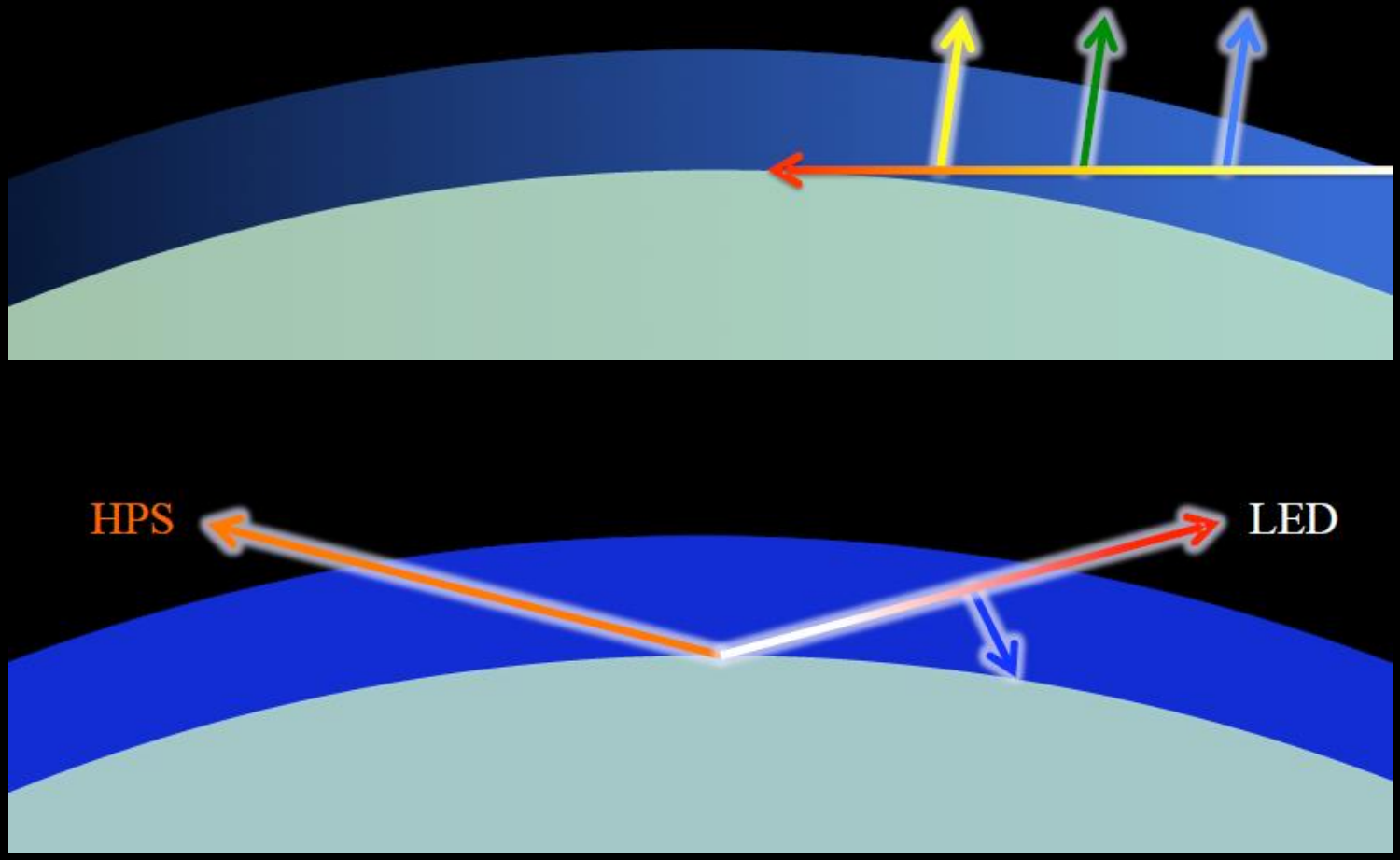
Devido à dispersão de Rayleigh, temperaturas de cor mais baixas sã preferidas
de correspondente superior

Qual é a solução?...

DESLIGUE!!
(oucandidatar-seboas práticas de iluminação!)

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Dispersão



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Do ponto de vista humano…

« Em todo o lado a luz é necessária para o ser humano… »

Qual é a solução?...

…

Iluminaronde é necessário e quando é necessário….
(e aplique boas práticas de iluminação!)

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Então,o quê éPoluição luminosa?...

A poluição luminosa é um termo abrangente que abrange vários aspetos associados à direção errada da luz e ao seu impacto negativo.

Brilho do céu: Branqueamento do céu noturno sobre áreas habitadas

Brilho: Brilho excessivo que causa desconforto visual

Superiluminação:Utilizam níveis de iluminação excessivos e estão geralmente fora dos limites prescritos pela regulamentação

Derramar luz:Iluminação que incide fora da área que se pretende iluminar.

Invasão de luz: Luz que aparece onde não é pretendida ou necessária

Desordem: Agrupamentos brilhantes, confusos e excessivos de fontes de luz

Perturbação da biodiversidade: Perturbação dos ritmos naturais das espécies noturnas, da flora e do ecossistema em geral, principalmente devido à utilização de espectros de emissão de radiação inadequados e de iluminação desnecessária.

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Evite a luz azul intensa

No caso da iluminação pública em particular, o tempo de exposição das pessoas é relativamente curto em comparação com as fontes de luz interiores e, por isso, esta é uma discussão muito mais relevante para a iluminação interior.

É claro que isto não se aplica à vida selvagem, especialmente às espécies noturnas e, como já foi implícito anteriormente, a luz azul é, em geral, mais prejudicial para os ecossistemas.

Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Impacto na flora

Direto, indireto ouadiadoimpactos

Sinérgico efeitos provavelmente, masmuito pequeno estudado.

Impacto na fauna

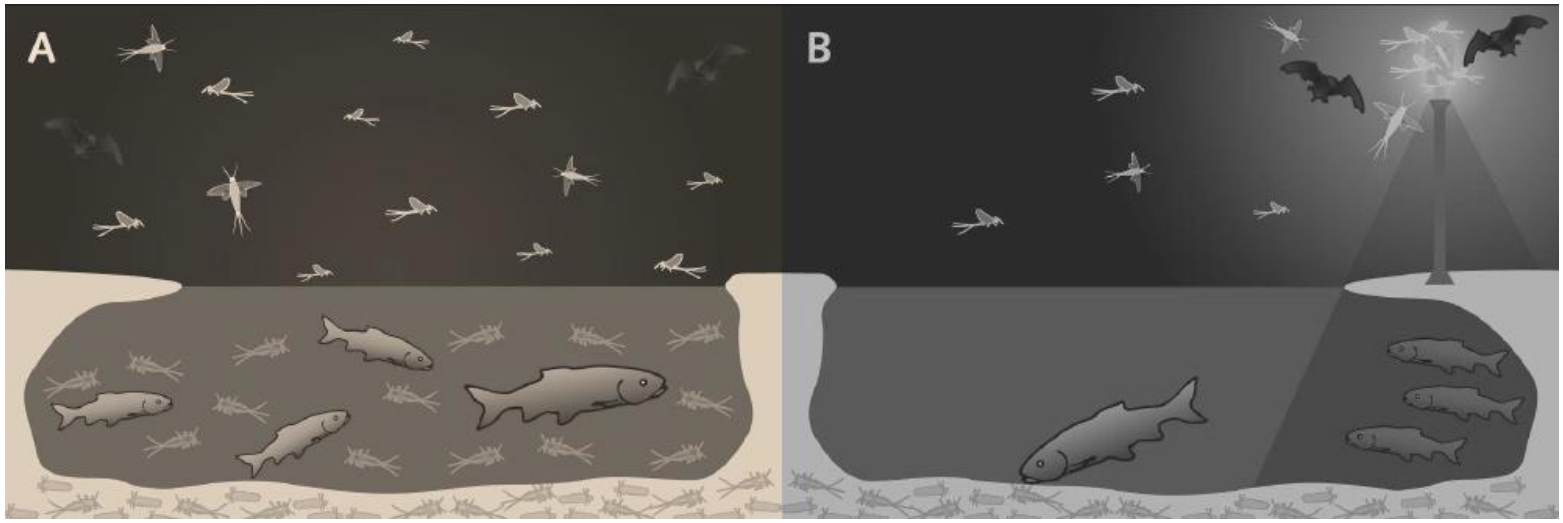
Barreiras= fragmentação denaturalhabitats paraespécies repelidopela luz

Impactos nos biótopos:

- Depleção da biodiversidade

- Esgotamento da riqueza genética das populações

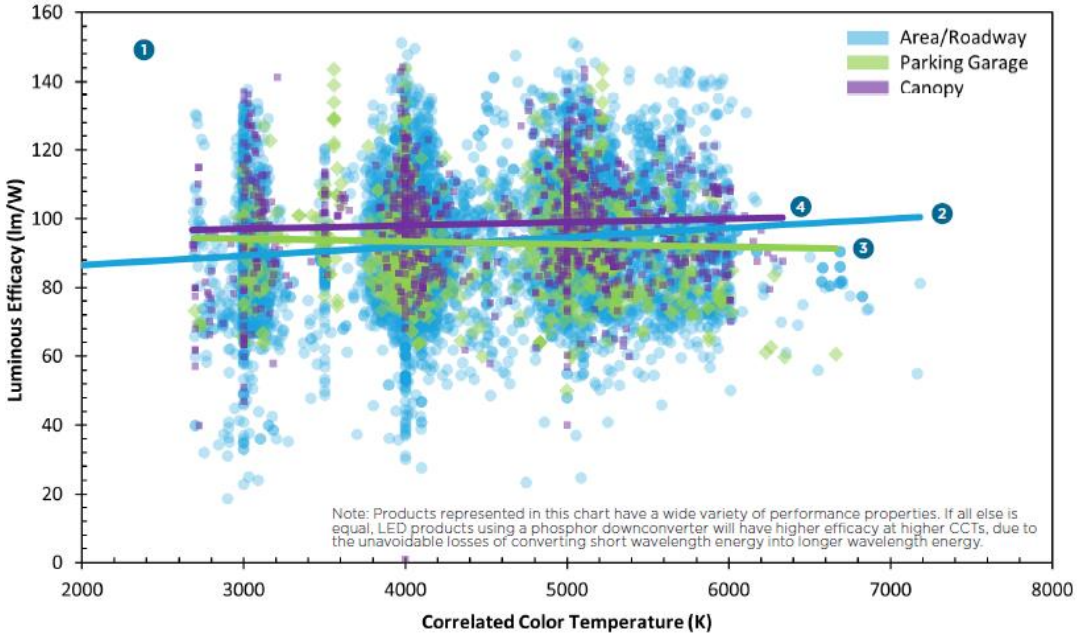
Impacto sobrefauna



	UV	Violet	Blue	Green	Yellow	Orange	Red	IR
wavelength (nm)	<400	400-420	420-500	500-575	575-585	585-605	605-700	>700
freshwater fish	x	x	x	x	x	x	x	
marine fish	x	x	x	x				
shellfish (zooplankton)	x	(x)	(x)					
amphibia&reptiles	x	x	x	>550	x	x	x	x
birds	x	x	x	x		x	x	x
mammals (excluding bats)	x	x	x	x			x	
bats	x	x	x	x				
insects	x	x	x	x				
	note: (x) = assumed possible but not identified in literature							

Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

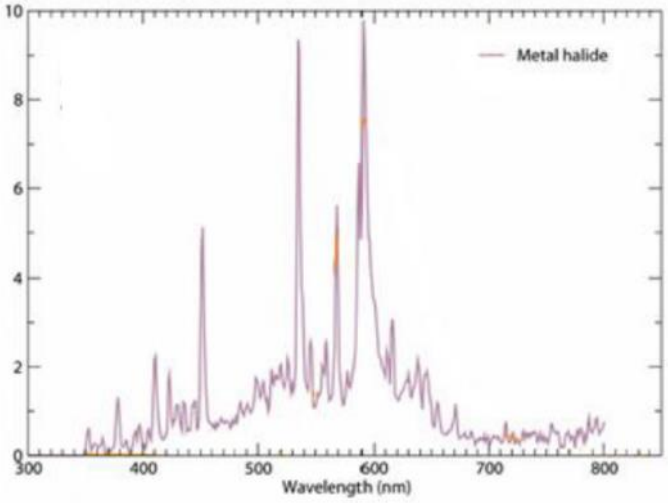
Utilização de 3000K



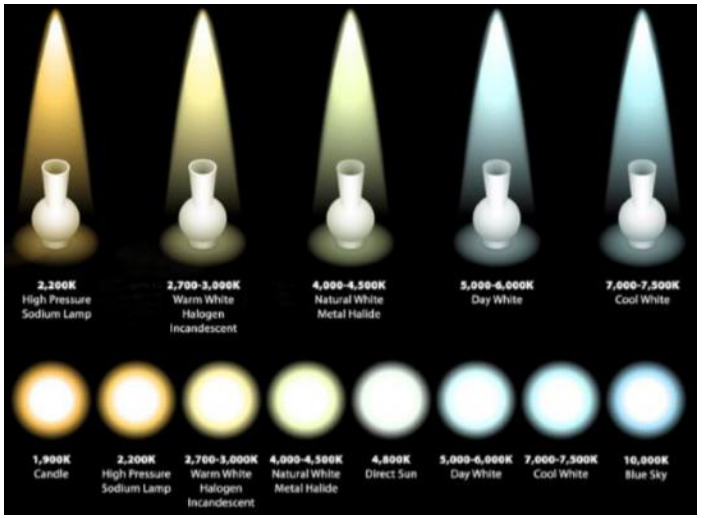
Para as luzes de rua, a tendência linear média sugere que por cada aumento de 1000 K na temperatura da cor, a eficiência luminosa aumenta 2,7filme/C. Por outras palavras, uma fonte média de 3000K seria cerca de 9,5filme/W menos eficiente que uma fonte de 6500K ou 2,7lm/W que uma fonte de 4000K

Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Espectro vs Temperatura de Cor Correlacionada (CCT)



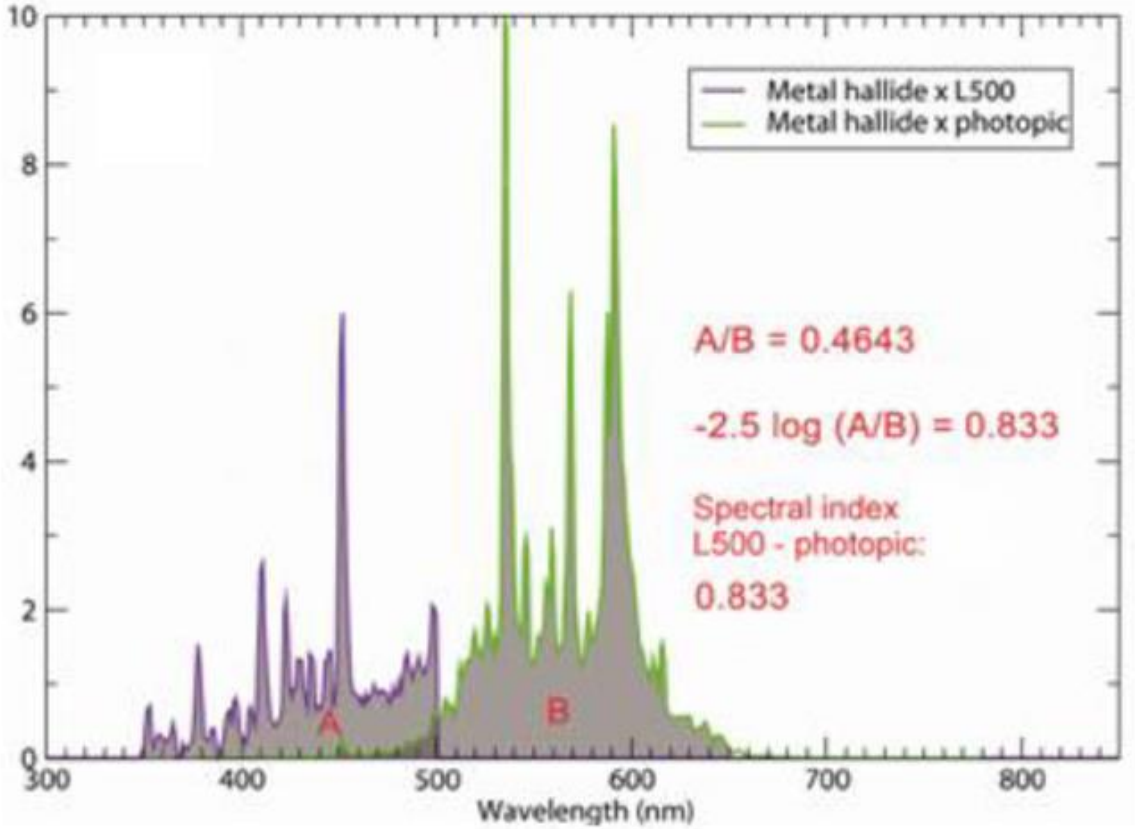
V
S



Donatello S., et al., Revisão dos Critérios de Contratação Pública Verde da UE para Iluminação Pública e Semáforos, EUR 29631 EN, Serviço das Publicações da União Europeia, Luxemburgo, 2019, ISBN 978-92-79-99077-9, doi:10.2760/372897, JRC115406

Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Índice G

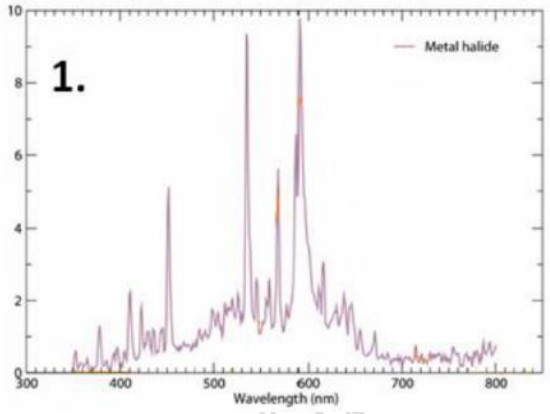


Revisão dos Critérios de Contratação Pública Verde da UE para Iluminação Rodoviária e Semáforos, EUR 29631 EN, Serviço das Publicações da União Europeia, Luxemburgo, 2019, ISBN 978-92-79-99077-9, doi:10.2760/372897, JRC115406

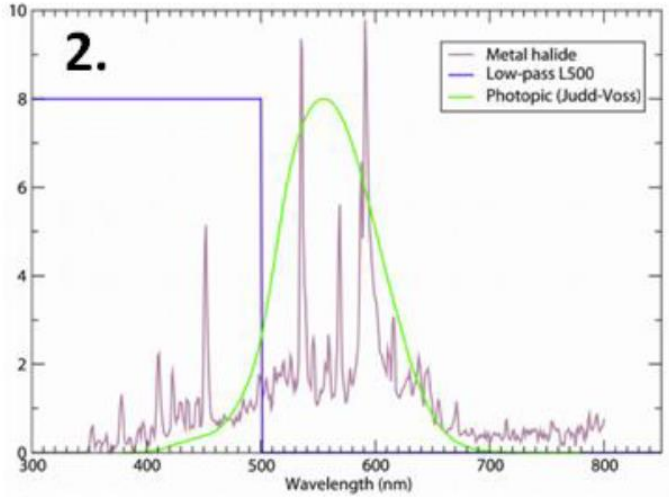
Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

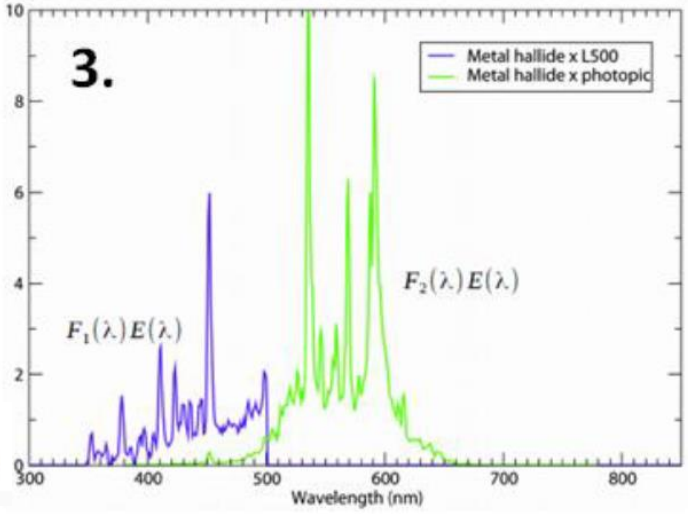
Cálculo do índice G

2-Choose two standard spectral bands to act as filters. The blue line is filter A, <500nm (L500). The green line is filter B, photopic vision (Judd-Voss or V).

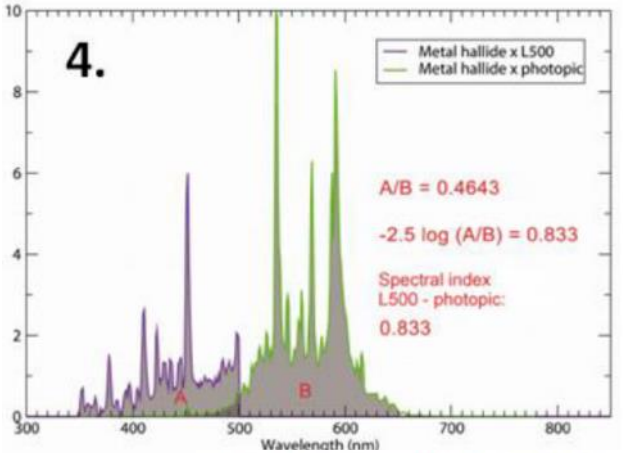


1-Obtain lamp spectrum data (exact same raw data as is needed for CCT).





3-Calculate how much of the lamp spectrum flux falls within the filtering spectral bands.



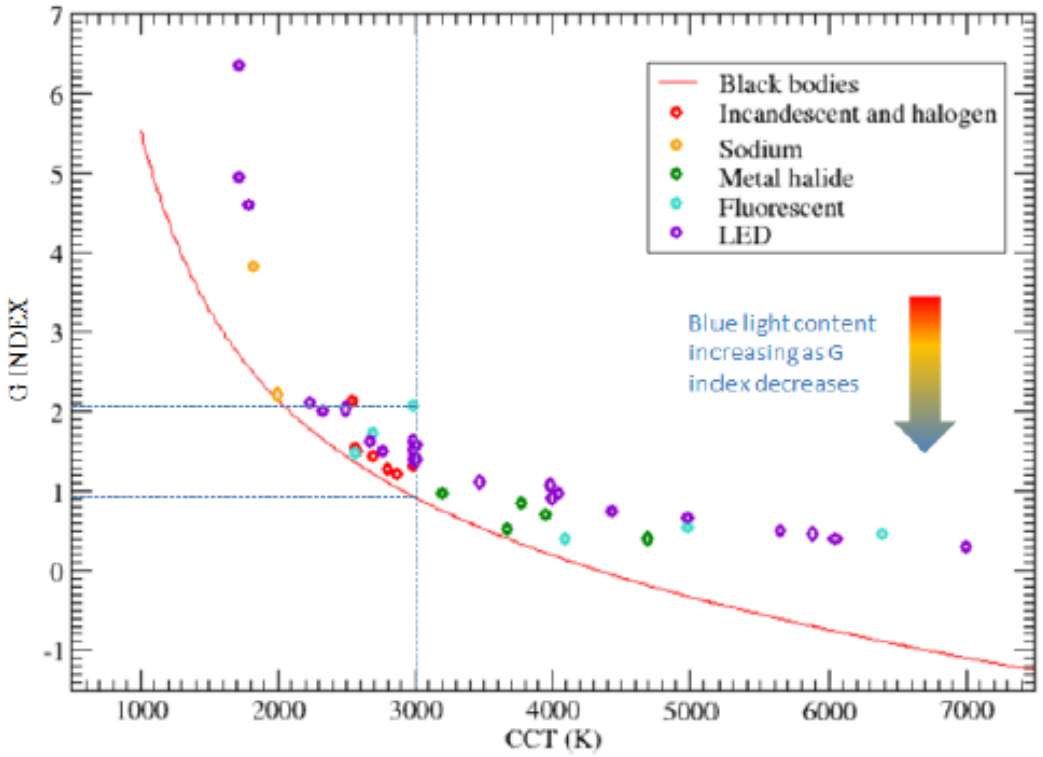
4-Divide the flux within filter A by that within filter B.
Then apply this equation:

$C(L500,V) = G = -2.5\log_{10}(A/B)$

The higher G goes, the less significant blue light becomes.

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Índice G, um novo índice para a seleção do espectro da fonte de luz



Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

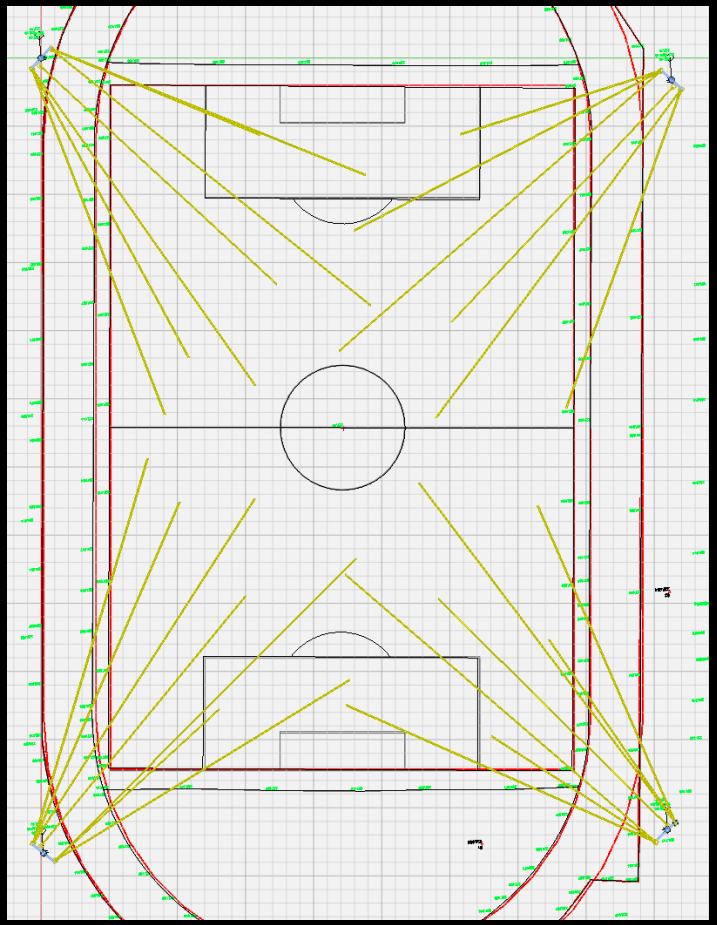
Soluções: Modernizar equipamentos de iluminação

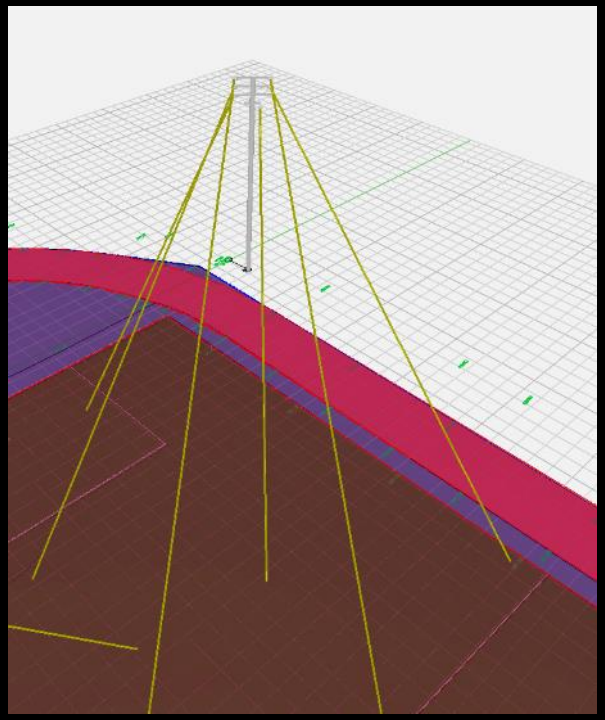
Pesadelo!

Soluções: Iluminação adaptativa

Dimming set to 30%,
60% and 100% of
maximum

Kyba et al. (2020)
Lighting Research & Technology





45°, 143°

Investigação de estudo de caso: Iluminação pública em pequenas ilhas

Os residentes permanentes tiveram uma participação significativa nas escolhas dos cenários examinados com questionários no local

DAFNI
Network of Sustainable Greek Islands

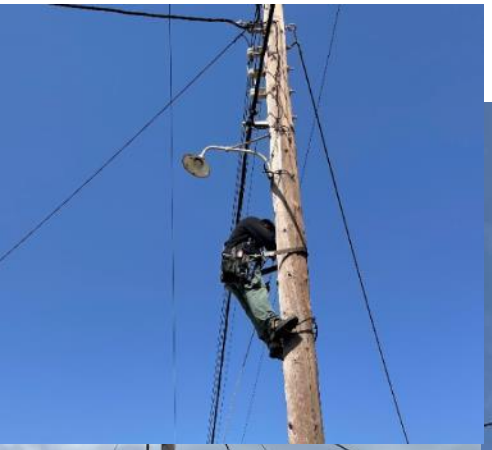
KYONOS
SMARTISLAND

https://dafninetwork.gr/en/portfolio/kythnos-smart-island/

SLSIM

Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Investigação de estudo de caso: Iluminação pública em pequenas ilhas



Vários cenários foram examinados:

- Controlo de escurecimento predefinido em áreas abertas
- Comando personalizado com comunicação sem fios bluetooth viaCasambiem áreas densas com elevada atração turística
- C m se

KYONOS SMARTISLAND

DAFNI
Network of Sustainable Greek Islands

SLSIM

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Instalação antes:
23W, E27, 5000K

Instalação após:
20W e 10W,
Luminária, 3000K
Adaptação à luz
20W->10W e
10W->5W

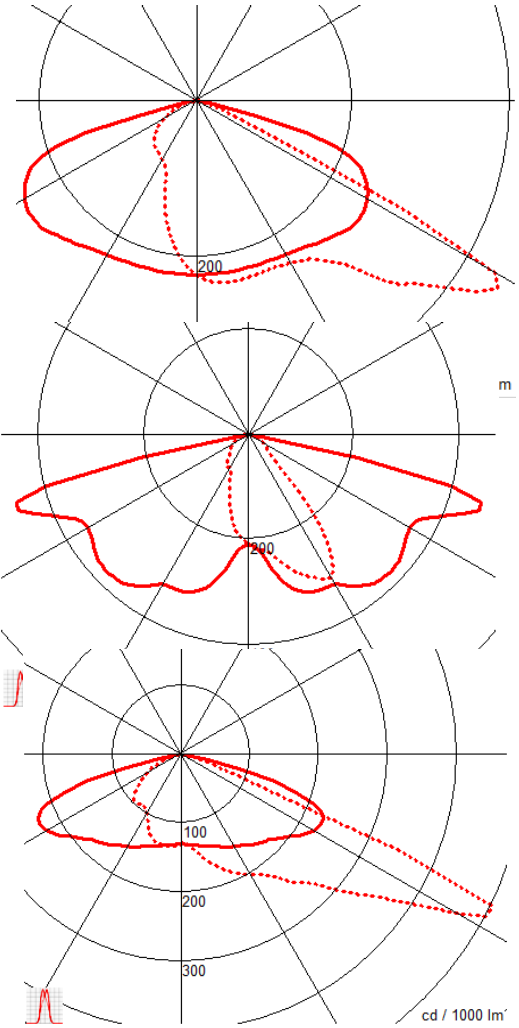
Investigação de estudo de caso: Iluminação exterior em complexos de edifícios

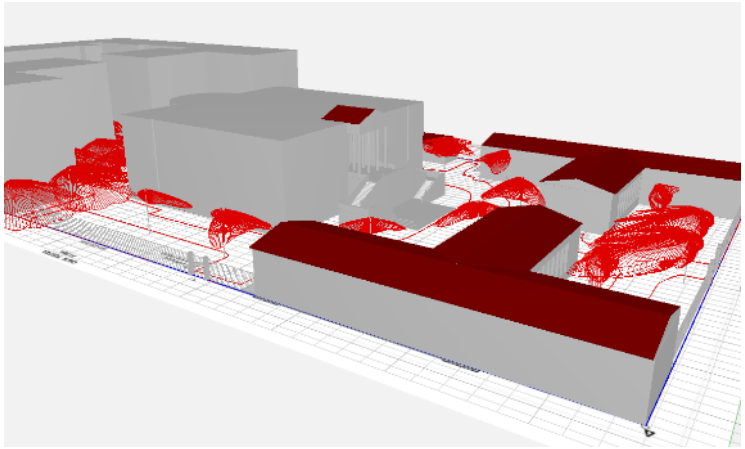
Complexo de edifícios universitários
Instalação anterior 70 luminárias com lâmpadas de Sódio de Alta Pressão, Potência Total: 21kW
Nova instalação 53 luminárias LED 3000K, 2,1kW
Novos requisitos de iluminação, 5lx-10lx
Uniformidade > 0,6
Iluminação adaptativa, 23h00 -> 50% - 40% da potência instalada
Comunicação Bluetooth

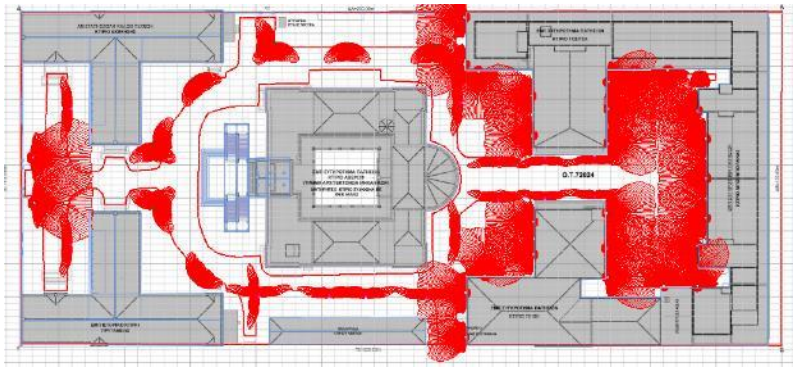
Conclusão: Projeto de iluminação feito por Taylor, menos luminárias 70 ->53, menos potência 21kW -> 2.kW

National Technical University of Athens

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

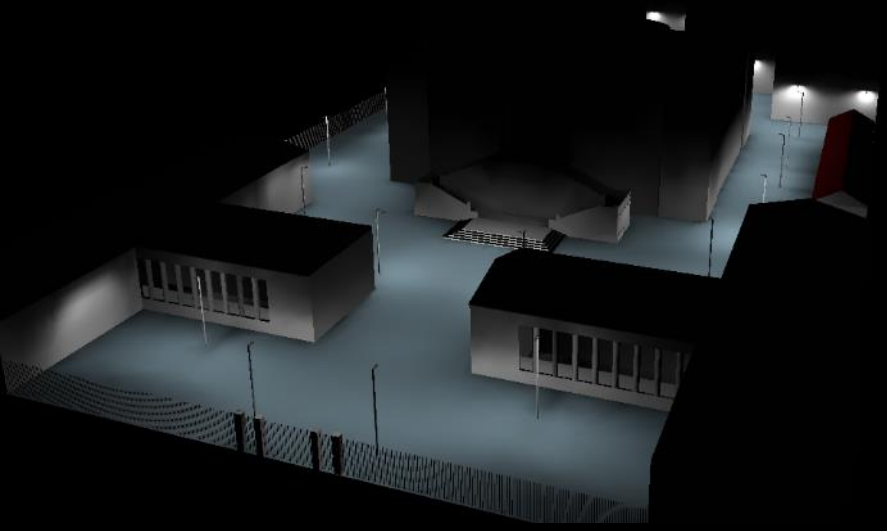


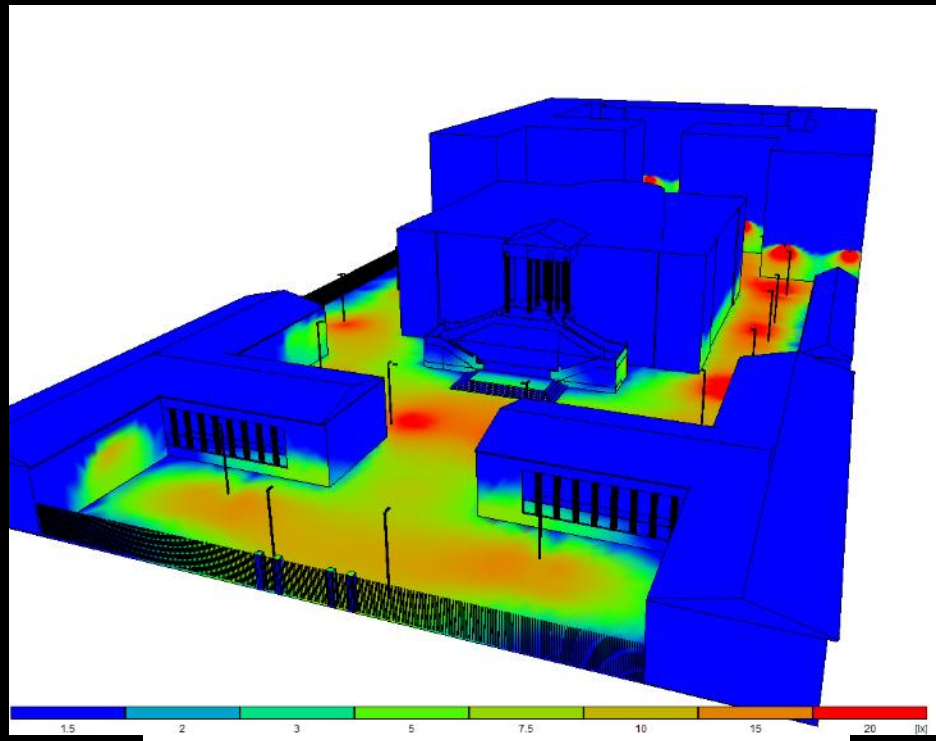


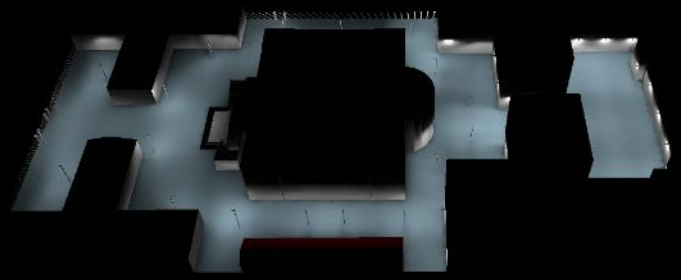


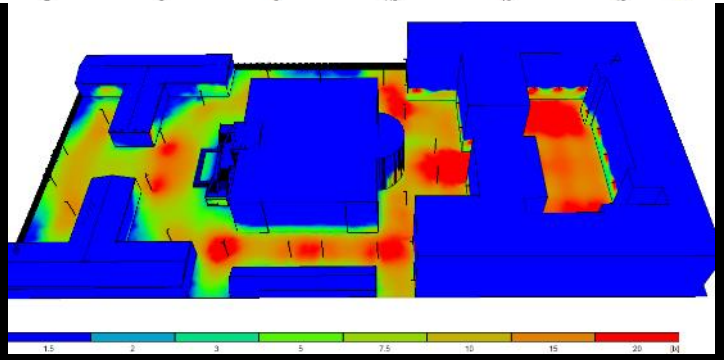
- 3000 mil
- 4459lm
- 40W
- 115 lm/W

Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

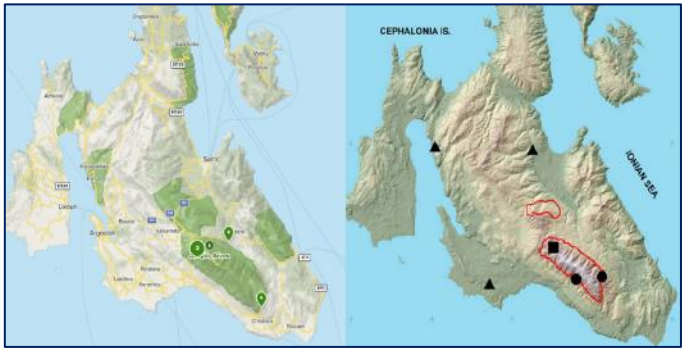


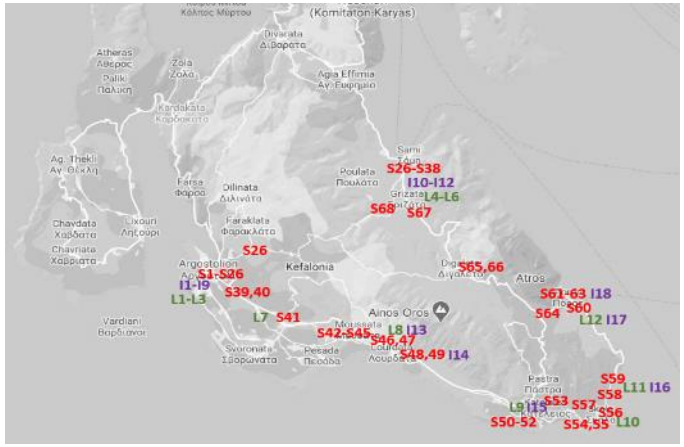

1.5
2
3
5
7.5
10
15
20
[lx]




1.5
2
3
5
7.5
10
15
20
[lx]

Investigação de estudo de caso: O primeiro Dark Sky Park na Grécia?





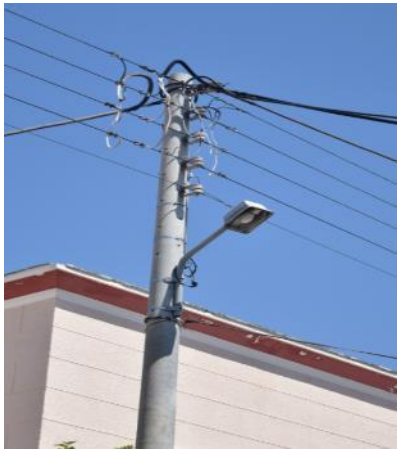
Os passos básicos da metodologia que podem ser seguidos para planear o International Dark-Sky Place (EnosParque Nacional):

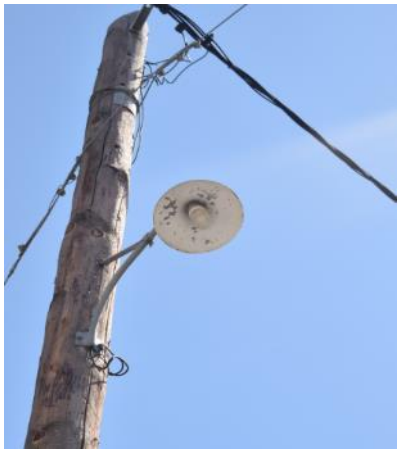
- Levantamento de inventário de iluminação
- Características fotométricas
- Avaliação da poluição luminosa

Papalambrou, L.T.Doulos, G.Drakatos, M.Xanthakis, P.Minetose AEMagoula, Planeamento de um Lugar Internacional de Céu Escuro emEnosParque Nacional, os primeiros passos, IOP Conference Series 2021: Earth and Environmental Sciences 899 012039 2nd International Conference on Environmental Design, ICED2021, Atenas,Virtual, 23-24 de outubro de 2021, 174867 ISSN 17551307, 10.1088/1755-1315/899/1/012039

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Levantamento de inventário de iluminação

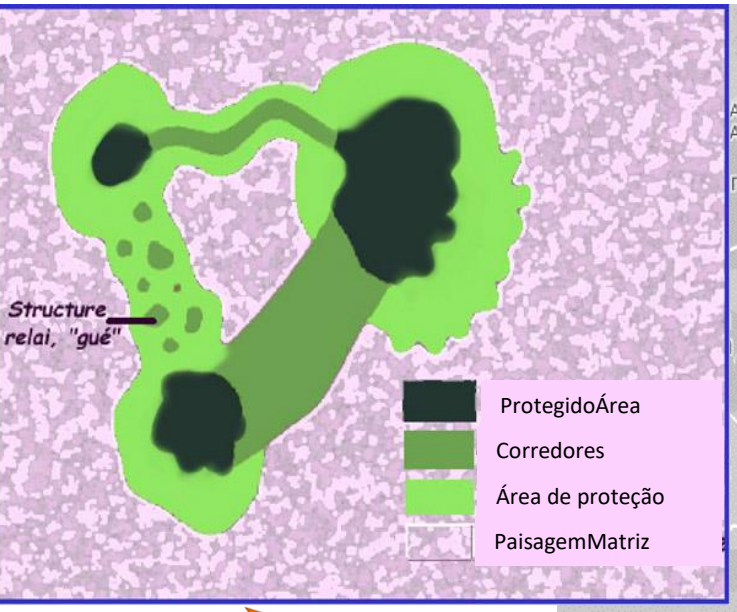




Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

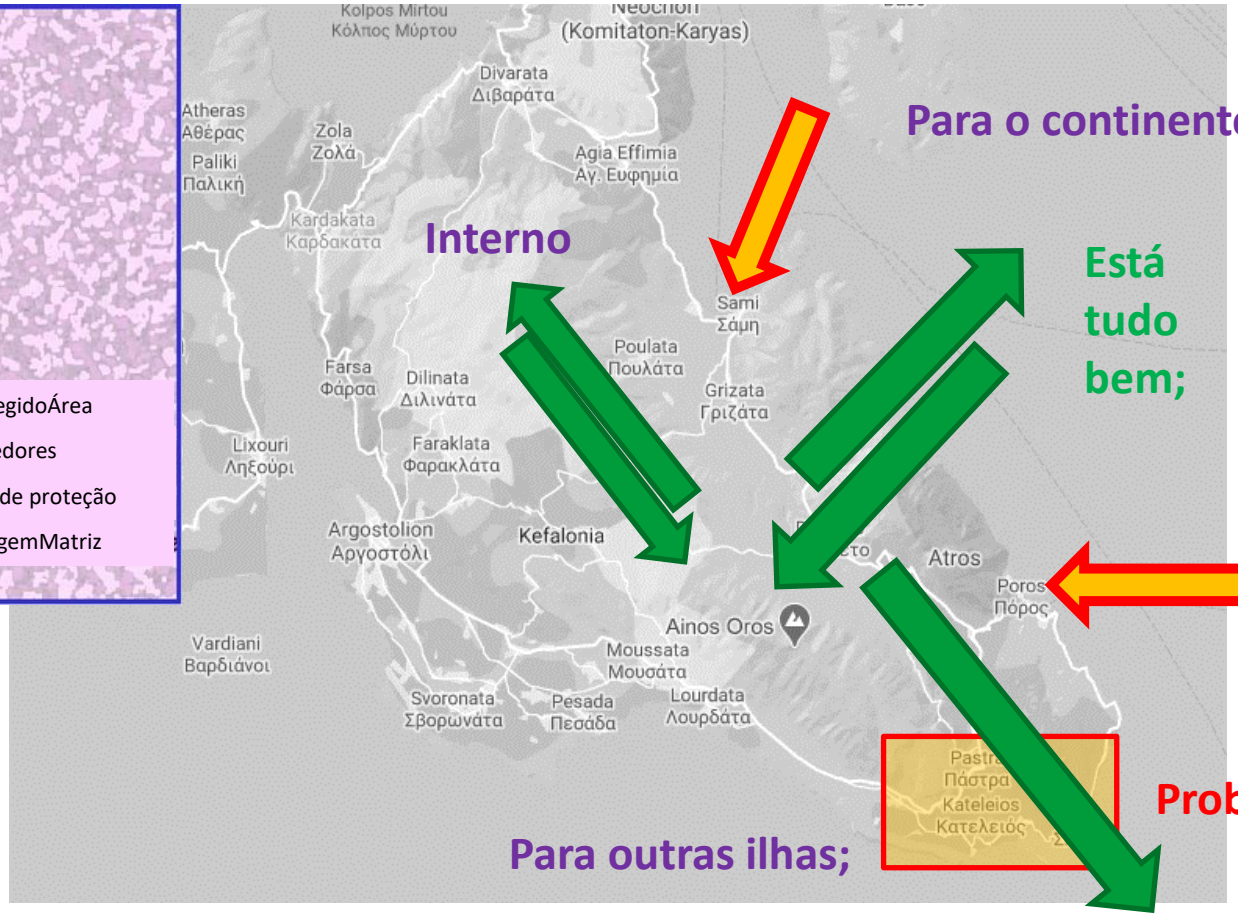
ALPHA BA

Estabelecer corredores ecológicos



"Preto"animais selvagenscorredores

Ecológicocorredores isso incluir escuridão



Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Alguma questão?