



Co-funded by  
the European Union

# Eficiência Energética e Sustentabilidade na Iluminação

# Conteúdo

- Uso de energia e sustentabilidade
- Utilização de energia de iluminação
- Eficiência energética na iluminação
- Técnicas para uma gestão eficiente esustentáveliluminação



# Energia e Sustentabilidade

## EnergiaUso:

- A sobrevivência e as atividades humanas dependem da utilização de várias formas e fontes de energia
- Os combustíveis fósseis (85% do fornecimento) são abundantes e fáceis de utilizar
- A energia é fundamental para a industrialização e o transporte
- A energia facilita o crescimento económico e a globalização



# Energia e Sustentabilidade

## Alguns problemas:

Energia consumo é crescente (população crescimento, energia usoporcapital aumentando)

- Segurança do Abastecimento
- Esgotamento de crítico recursos
- Impactos ambientais



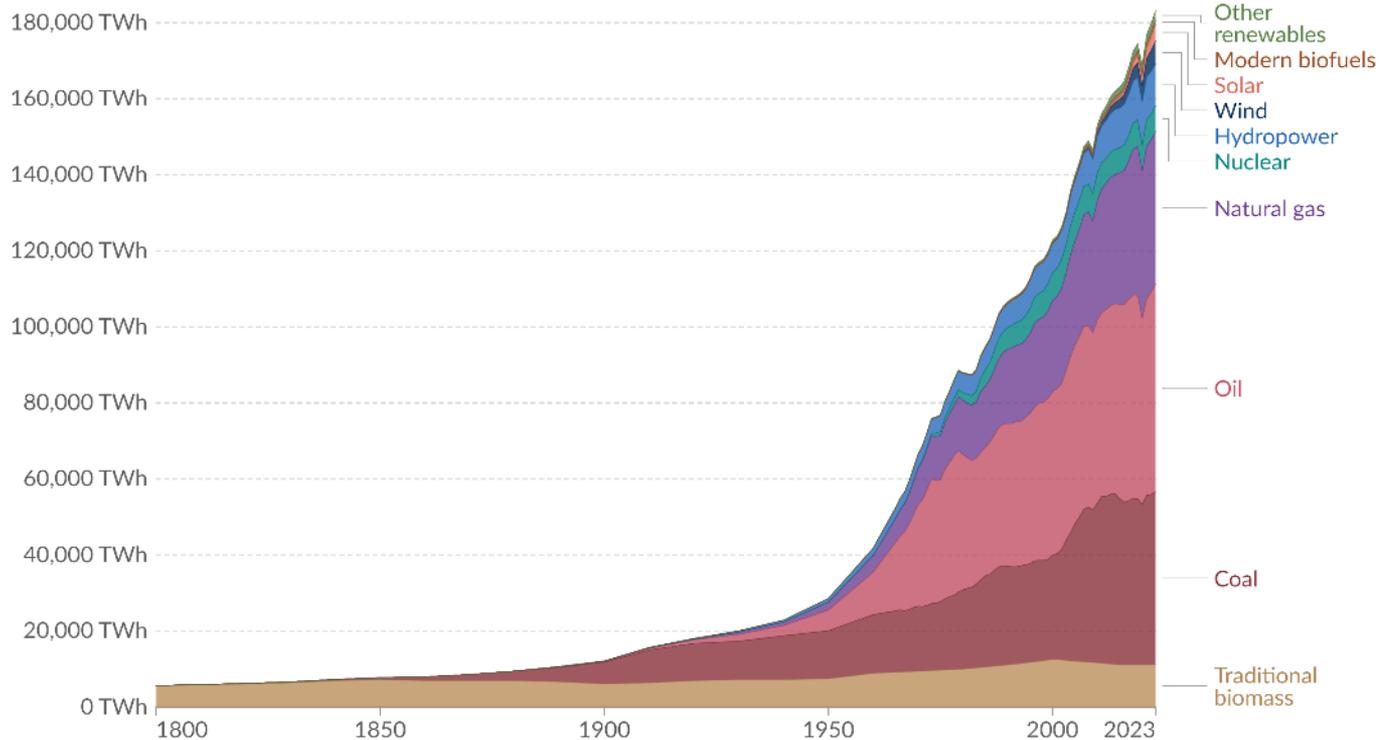


# Depleçãodos Recursos Energéticos

## Global primary energy consumption by source

Primary energy<sup>1</sup> is based on the substitution method<sup>2</sup> and measured in terawatt-hours<sup>3</sup>.

Our World  
in Data



Data source: Energy Institute - Statistical Review of World Energy (2024); Smil (2017)

OurWorldInData.org/energy | CC BY

Note: In the absence of more recent data, traditional biomass is assumed constant since 2015.

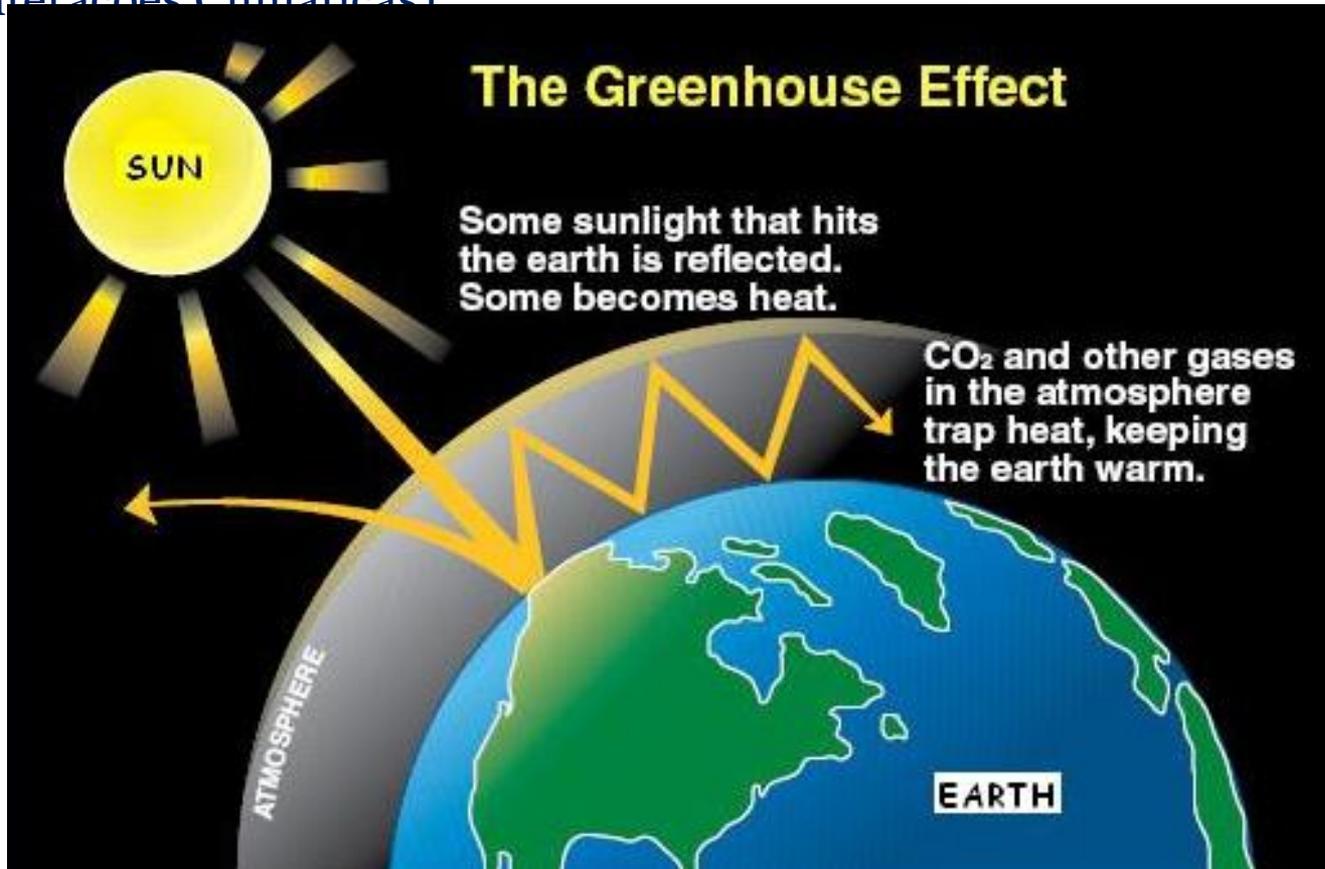


Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union



# Ambiental Impactos

A energia é o principal factor das alterações climáticas, contribuindo com a maior parte das emissões de gases com efeito de estufa (IPCC-Painel Intergovernamental sobre as Alterações Climáticas)

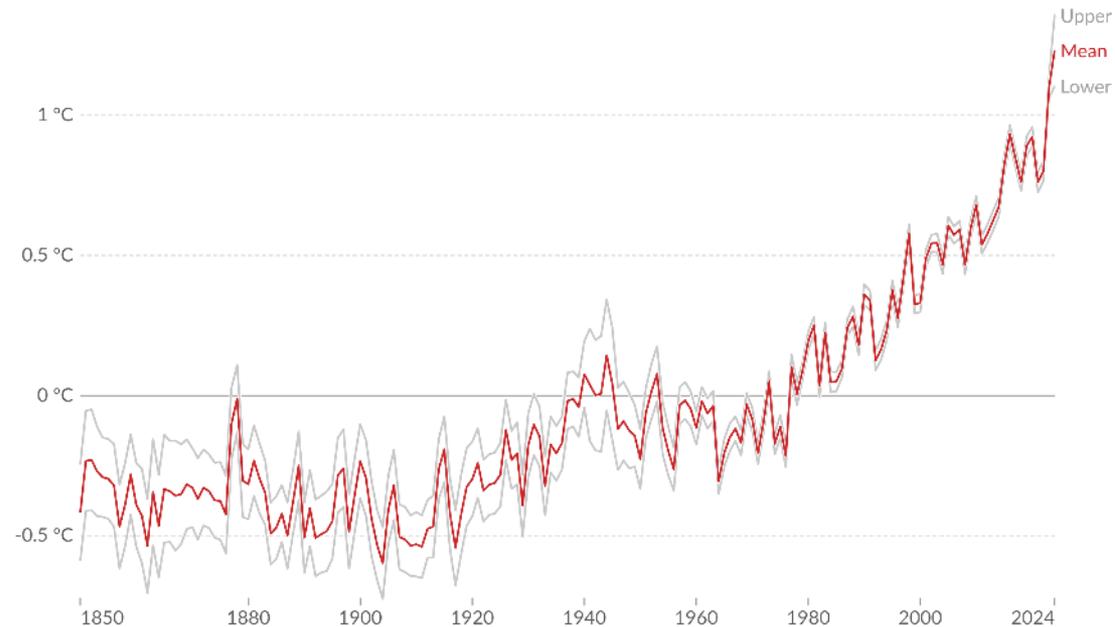


# Acelerado efeito de estufa: Aquecimento Global

## Average temperature anomaly, Global

Global average land-sea temperature anomaly relative to the 1961-1990 average temperature baseline.

Our World  
in Data



Data source: Met Office Hadley Centre (2024)

OurWorldInData.org/co2-and-greenhouse-gas-emissions | CC BY

Note: The gray lines represent the upper and lower bounds of the 95% confidence interval.

O IPCC projeta que a temperatura média global deverá aumentar mais de 2 graus Celsius nos próximos 100 anos.



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

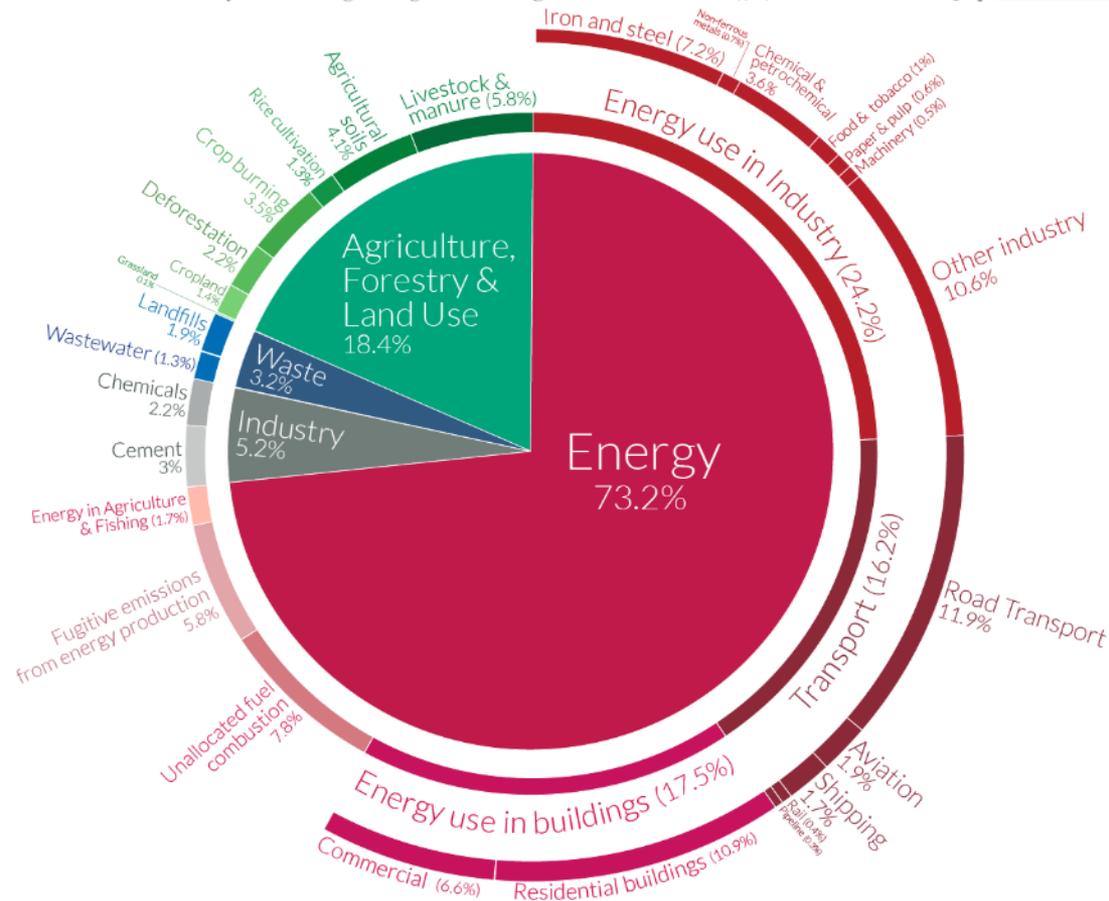


# Ambiental Impactos

## Global greenhouse gas emissions by sector

Our World  
in Data

This is shown for the year 2016 – global greenhouse gas emissions were 49.4 billion tonnes CO<sub>2</sub>eq.



OurWorldinData.org – Research and data to make progress against the world's largest problems.

Source: Climate Watch, the World Resources Institute (2020).

Licensed under CC-BY by the author Hannah Ritchie (2020).



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



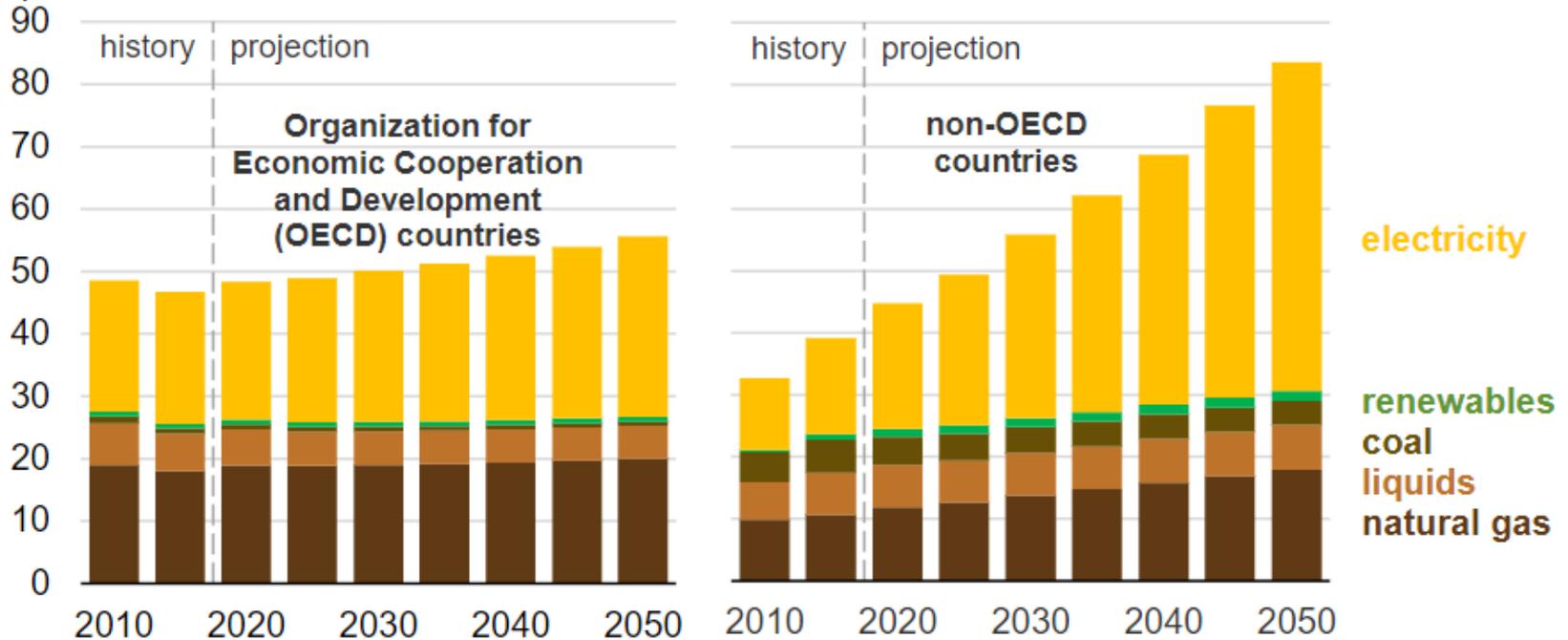
# Energia uso em edifício setor

- Os edifícios são responsáveis por mais de um terço da procura global de energia primária
- Os edifícios residenciais e comerciais consomem cerca de 60% da eletricidade mundial
- Os edifícios existentes foram identificados como tendo o maior potencial de poupança energética a longo prazo e com uma boa relação custo-eficácia.
- Nos países em desenvolvimento, devido ao crescimento populacional, à prosperidade e à crescente urbanização, a procura de energia nos edifícios está a aumentar rapidamente.



# O uso de eletricidade nos edifícios está a aumentar nos países em

## Buildings delivered energy consumption by energy source (2010-2050) quadrillion British thermal units



**Fonte:** Administração de Informação sobre Energia dos EUA (EIA)



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



# Artificial iluminação é em todos os lugares

## Usos múltiplos...

Iluminação de Monumentos

Iluminação Pública

Iluminação interna

Sinalização e displays

Veículos e transporte

Aplicações Industriais



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



# Iluminação e Eletricidade

**30 000 000 000**

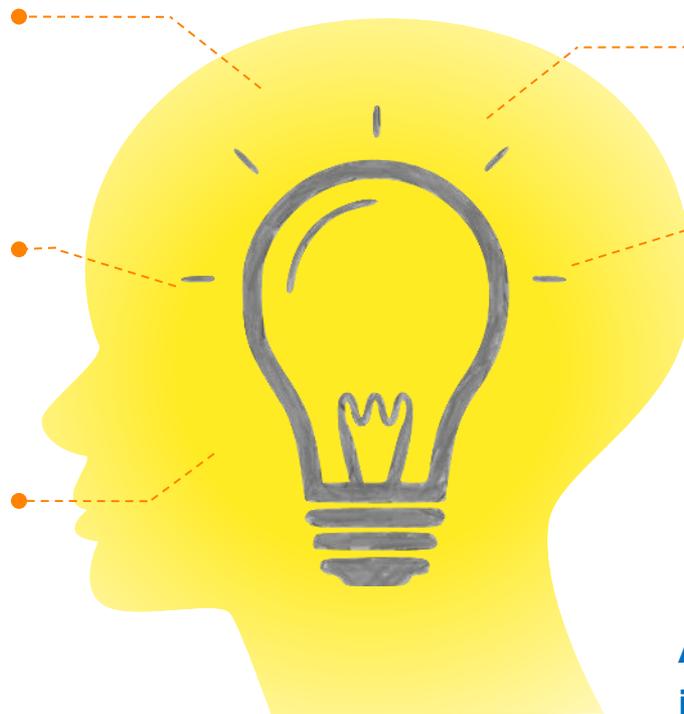
Mais de 30 mil milhões de lâmpadas elétricas operam todos os dias em todo o mundo

**15%**

15% da eletricidade anual global é utilizada para gerar luz

**2-3%**

2-3% da energia primária anual mundial utilizada



**\$ 120.000.000.000**

O volume de negócios anual da indústria de iluminação é de US\$ 120 mil milhões e continua a

**1 890 000 000 tCO<sub>2</sub>**

1 890 milhões de toneladas métricas de CO<sub>2</sub> todos os anos = emissões de 380 milhões de pessoas

**A iluminação tem um grande impacto na energia e no ambiente, mas também na vida quotidiana.**



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



# Iluminação e Eletricidade

Consumo de eletricidade na iluminação:

- Países industrializados: 5% - 20%
- Países em desenvolvimento: até mais de 50% do total de eletricidade
- A iluminação tem um grande impacto na energia e no ambiente, mas também na vida quotidiana
- Cerca de 800 milhões de pessoas no mundo não têm acesso à eletricidade



# Iluminação baseada em combustível

- Quase mil milhões de pessoas dependem de querosene, velas ou lenha para serviços de iluminação
- Alguns locais eletrificados nos países em desenvolvimento têm apenas fornecimento intermitente de eletricidade
- A iluminação a combustível é ineficiente, prejudicial à saúde, dispendiosa, ecologicamente insegura e muito perigosa.



# A utilização de electricidade para iluminação está a crescer a um ritmo acelerado nos países em desenvolvimento

- O crescimento da utilização de electricidade para iluminação nos países em desenvolvimento está a aumentar:
  - Zonas rurais: Nova electrificação onde a luz eléctrica não existe actualmente
  - Áreas urbanas: Novas construções, aumento do nível de iluminância
- Prevê-se que até 2030 os países em desenvolvimento sejam responsáveis por 60% da procura global de electricidade para iluminação



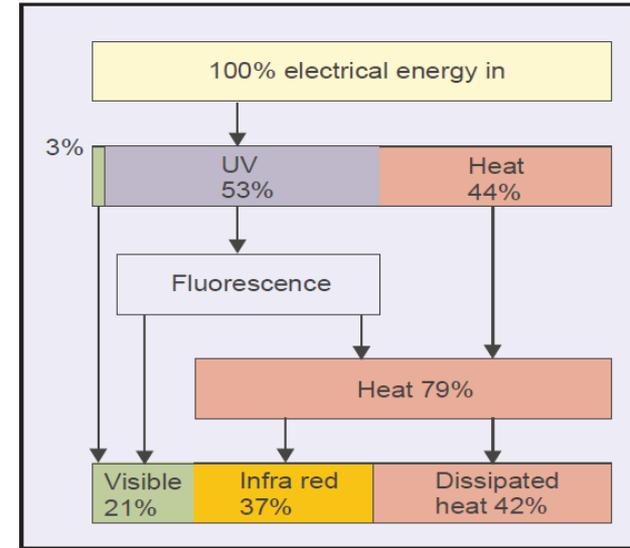
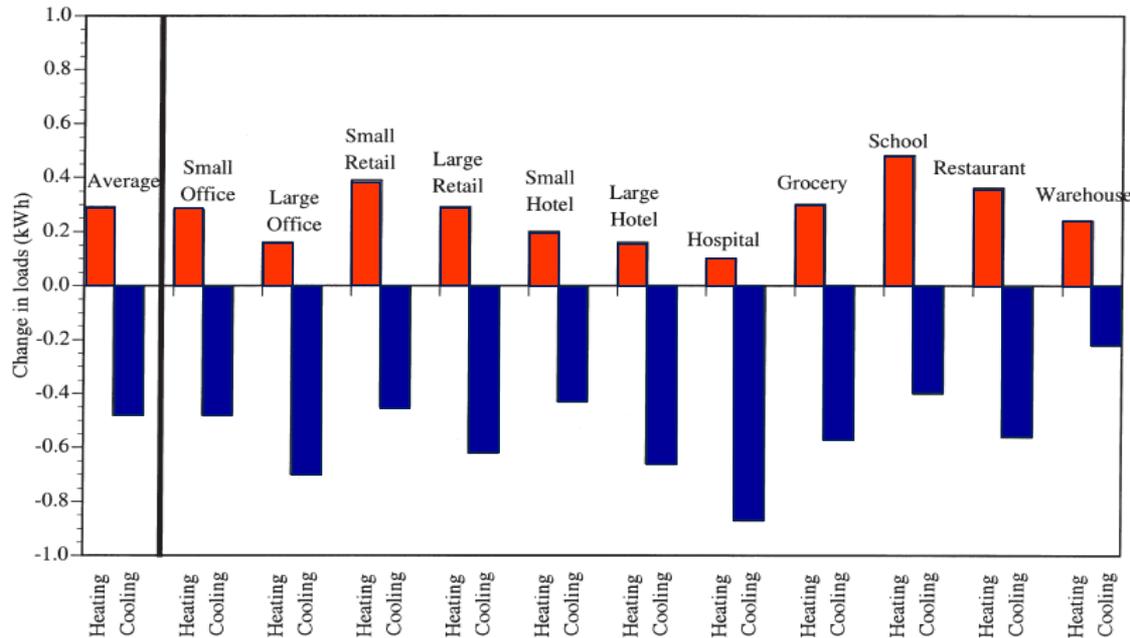
# Iluminação e Ambiente

O dióxido de carbono produzido pela geração de eletricidade para iluminação é duas vezes superior às emissões da aviação.

- Utilização de energia de iluminação
- Materiais utilizados para produzir iluminação e equipamentos
- Descarte de usados e equipamentos
- Desperdício de luz a escapar à noite



# Iluminação Impactosem AVAC



Mudaremaquecimentoeresfriamento cargas causado por 1 kWh recusarem iluminação  
cargas existente NÓ S comercial edifícios

# Iluminação e Pico de Carga Elétrica

- Pico de eletricidade:
  - Estádio de desenvolvimento do país
  - Localização geográfica
  - Estação do ano
- Iluminação residencial
- Iluminação comercial
- Combinação de pico de iluminação com outro pico de utilização final



# Energia Eficiente Iluminação

*“A energia mais limpa e barata em watts-hora é aquela que não é consumido de forma alguma”*

- Conservação de recursos energéticos limitados, melhoria da segurança energética
- Poupança nas faturas de energia para os consumidores, custos de investimento para o governo.
- Gases com efeito de estufa, Meio ambiente



# Energia Eficiente Iluminação

## THE COST CURVE PROVIDES A “MAP” OF ABATEMENT OPPORTUNITIES

Cost of abatement, 2030, €/tCO<sub>2</sub>e\*



McKinsey  
Vattenfallanálise

Entre as medidas que têm potencial para emissões de CO<sub>2</sub> redução nos edifícios, iluminação energeticamente eficiente surge em primeiro lugar nos países em desenvolvimento, segundo maior nos países com economias em transição e terceiro maior nos países industrializados

\* Tons of carbon equivalents.

Source: McKinsey and Vattenfall analysis

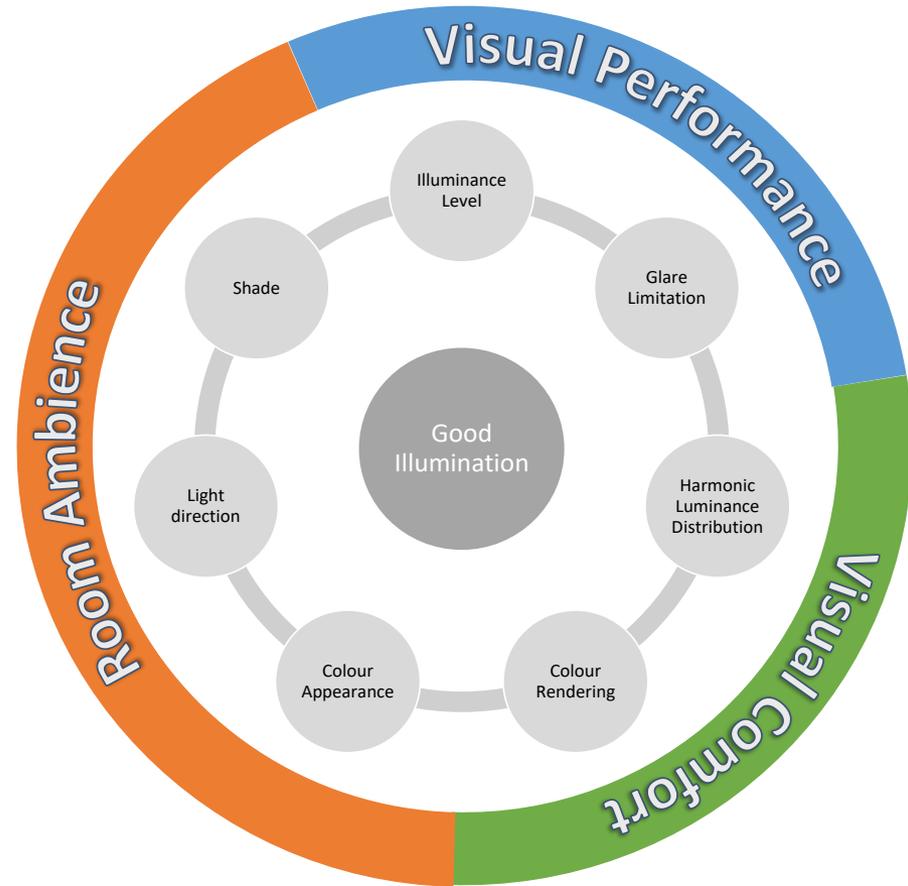


Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union



# Energia Eficiente Iluminação

“Os aumentos da eficiência energética ocorrem quando os inputs energéticos são reduzidos para um determinado **nível de serviço** ou existem serviços aumentados ou melhorados para uma determinada quantidade de inputs energéticos.”



(fonte: [eia.doe.gov](http://eia.doe.gov)) **Economia de energia NÃO é sempre Eficiência Energética**



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



# Parâmetros determinando o energia



# Tecnologia de fonte de luz

Incandescente	Alta médica	Sólidoestado
<p data-bbox="137 411 736 582">Produção de luz através <i>incandescência</i> e nóménos.</p> <p data-bbox="137 665 687 1029">Incandescência - emissão de radiação eletromagnética de um corpo quente em consequência da sua temperatura.</p>	<p data-bbox="774 411 1302 586">Produção de luz por descarga eléctrica num gás.</p> <p data-bbox="774 665 1296 1086">Necessita de dispositivos eletrónicos auxiliares, ou seja, lastro para controlar o fluxo de corrente através do gás.</p>	<p data-bbox="1352 411 1789 772">Produção de luz pela passagem de corrente eléctrica através da junção semicondutora.</p>

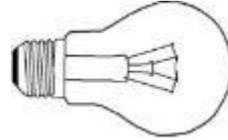


# Tecnologia de fonte de luz

Incandescente	Alta médica	Sólidoestado
<p data-bbox="137 411 736 582">Produção de luz através <i>incandescência</i> e nóménos.</p> <p data-bbox="137 665 687 1029">Incandescência - emissão de radiação eletromagnética de um corpo quente em consequência da sua temperatura.</p>	<p data-bbox="774 411 1302 586">Produção de luz por descarga eléctrica num gás.</p> <p data-bbox="774 665 1296 1086">Necessita de dispositivos eletrónicos auxiliares, ou seja, lastro para controlar o fluxo de corrente através do gás.</p>	<p data-bbox="1352 411 1789 772">Produção de luz pela passagem de corrente eléctrica através da junção semicondutora.</p>



# Tecnologia de fonte de luz: ineficiente



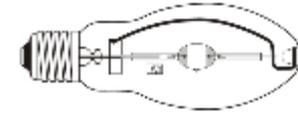
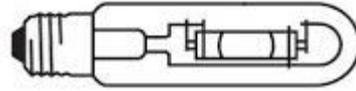
	<b>Incandescente candeeiro</b>	<b>Halogénio candeeiro</b>
+	barato	bem barato
+	fácil de utilizar: não há necessidade de equipamento auxiliar	alternativa de baixa tensão
+	bomcorrenderização	boa renderização de cores
-	curta vida útil da lâmpada (1000 h)	curta vida útil da lâmpada (1000 - 2500 h)
-	baixa eficácia luminosa (5-15)	baixa eficácia luminosa (12-35)
-	elevada geração de calor	temperatura da superfície elevada

# Tecnologia de fonte de luz: moderadamente eficiente



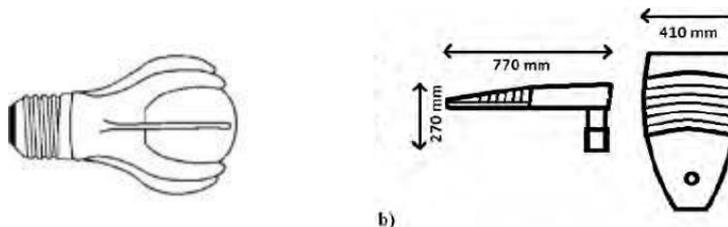
	Compactar fluorescente candeeiro	Fluorescente candeeiro
+	Eficiente em comparação com as lâmpadas incandescentes(50-70)	grande variedade de CCT e Ra Boa eficácia (50-100)
+	longo vida (8 000 - 12 000 h), mas encurtado por ciclos de queima curtos	longa vida útil da lâmpada (12.000 h), mas encurtada por ciclos de queima curtos
+		Barato comparado com o LED
-	baixofator de potência	necessita de lastro auxiliar
-	caro comparadopara IL	a luz deprecia-se com a idade
-	contém mercúrio	contém mercúrio

# Tecnologia de fonte de luz: moderadamente eficiente



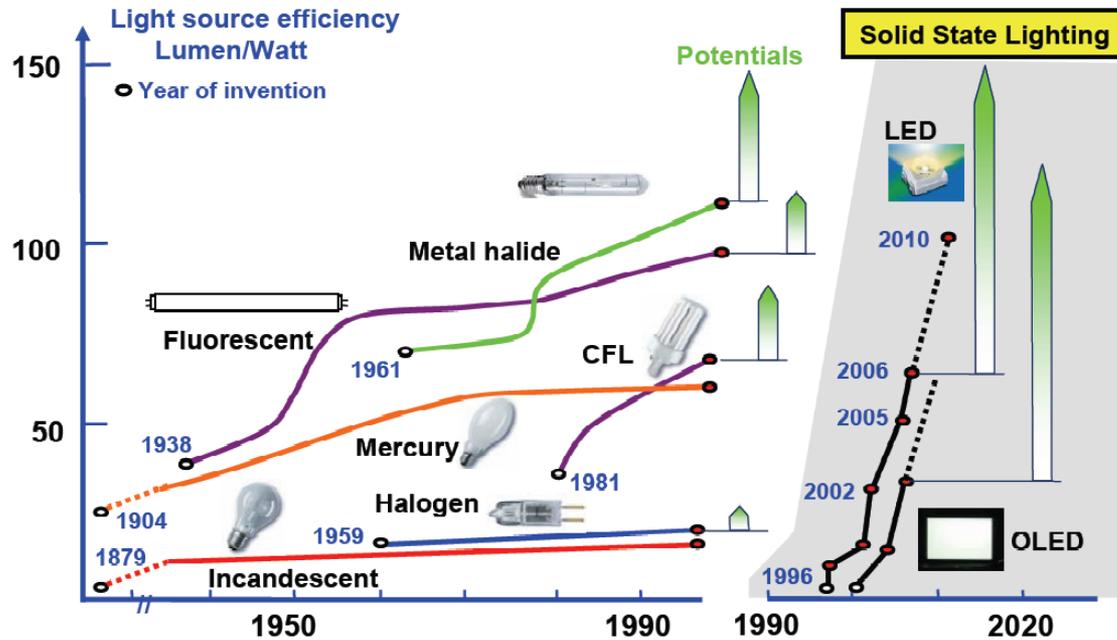
	De alta pressão sódio candeeiro(HPS)	Metal haleto lâmpadas(MH)
+	boa eficácia luminosa (50-150)	boa eficácia luminosa (75-125)
+	longa vida útil da lâmpada (12 000 - 24 000 h)	bomcorrenderização (Ra 80...90)
+	tamanho de unidade grande para rua e iluminação de área	várioscores(CCT 3000...6000 K)
-	BaixoTCC(~2200 K)	caro
-	Baixo IRC (Ra ~20)	curta vida útil da lâmpada (6 000 – 12 000 h)
-	tempo de início e reinício 2...5 min	tempo de início e reinício 2...5 min

# Tecnologia de fonte de luz: eficiente



	<b>emissor de luz diodo(LEVADO)produtos de iluminação</b>
+	elevada eficácia luminosa
+	várias cores e saídas de luz disponíveis
+	longa vida (25 000h-50 000 h-100000 h)
+	Controlabilidade, corcapacidade de ajuste
-	preço de compra elevado
-	+/-tecnologia não madura
-	potencialmente brilhante se não for corretamente concebido

# Tecnologia de fonte de luz



Source: OSRAM Opto Semiconductors

Registo de laboratório (CREE):

303 lm/W  
(Alta potência)



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



# Propriedades essenciais das fontes de luz

## Saída de luz

- Fluxo total
- Luzdistribuição

## Qualidade da luz

- Temperatura de cor eDuv
- Problemas de renderização de cores
- Uniformidade e manutenção de cores
- Vida

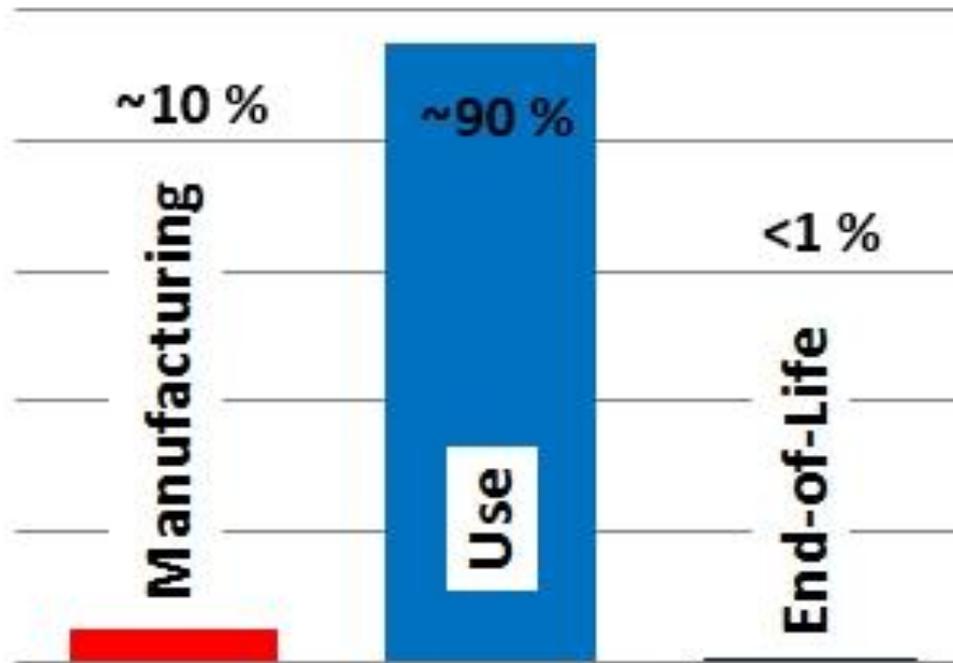
## Questões relacionadas com a energia

- Eficácia luminosa
- Manutenção de lúmen
- Fator de potência
- Distorção Harmónica



# O consumo de energia e o impacto ambiental ocorrem principalmente durante a fase de utilização da fonte de luz

Environmental impacts over life cycle



# Controlo de Iluminação sistemas

No passado, controles eram usado principalmente para virar luzes em ou desligado, ou para especial propósitos tal como fase, teatro, e conferência quarto iluminação. Mais recentemente os controles tem tornar-se um essencial elemento de bom iluminação estilo e um integrante peça de energia gestão programas para iluminação de comercial, residencial, industrial, e exterior áreas.

Estudos de edifícios isso temos implementado controlo estratégias temos mostrado isso isto é possível para reduzir global iluminação energia consumo por como muito como 80% em algumas localidades. Cumulativo poupança são dependentes no edifício configuração, o controlo ferragens especificado, o combinação de controlo estratégias selecionado, e o extensão para o qual cada controlo estratégias é disponível para uso dentro do edifício.



# Controlo de Iluminação sistemas

- Para proporcionar a qualidade certas de luz
- Para fornecer luz quando e
- Têm um impacto significativo energia
- Várias estratégias de controlo podem ser aplicadas para a eficiência energética dependendo da aplicação utilizando vários componentes de controlo



Switching



Occupancy

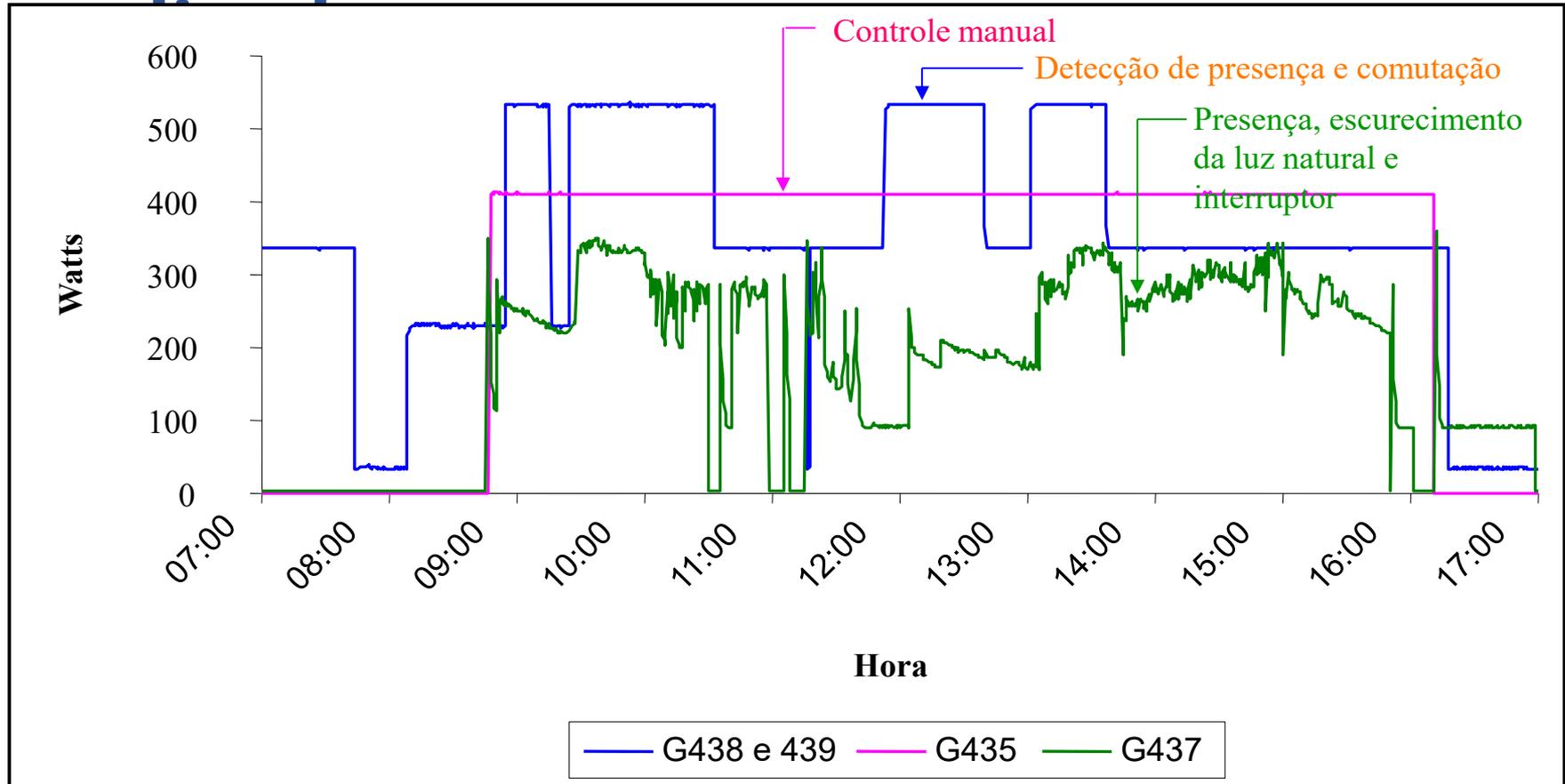


Photo Sensing

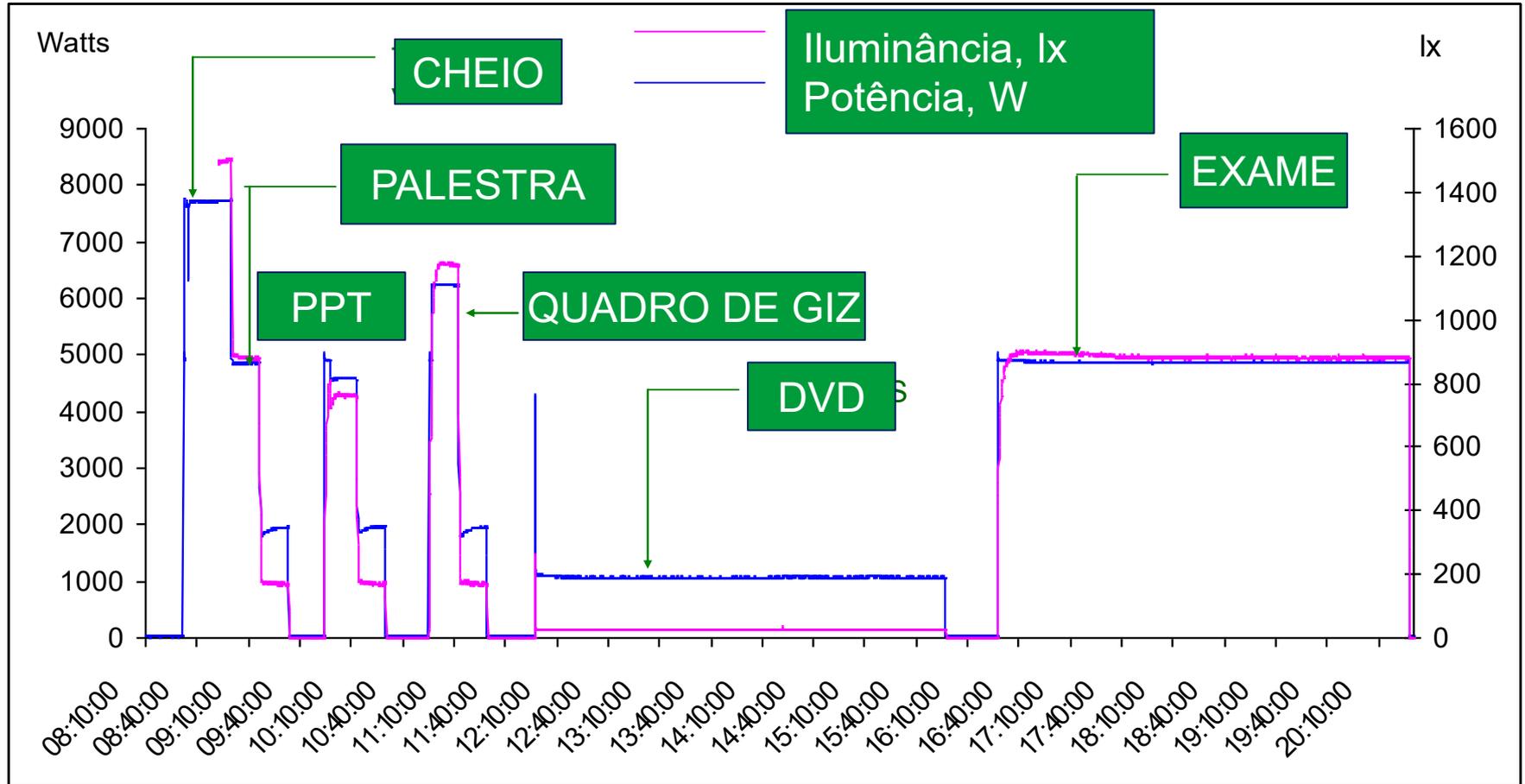


Intelligent Relays

# Energia utilizada no escritório: dependente do sistema de controlo



# Poder eluxosem cenas predefinidas na sala de aula



# Os sistemas inteligentes de controlo da iluminação rodoviária fornecem luz...

EMCERTO HORA



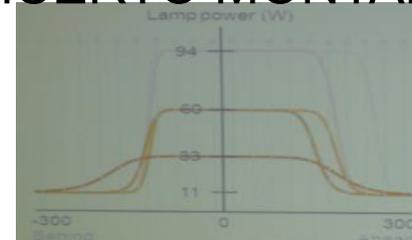
EMCERTO LOCAL



EMCERTO DIREÇÃO



EMCERTO MONTANTE



# Questões relacionadas com a sustentabilidade na Iluminação

- Produtos desatualizados
- Produtos mal concebidos e de baixa qualidade
- Sistemas de iluminação mal concebidos
- Instalações mal concebidas



# Repensando a Luz para Além da Visão

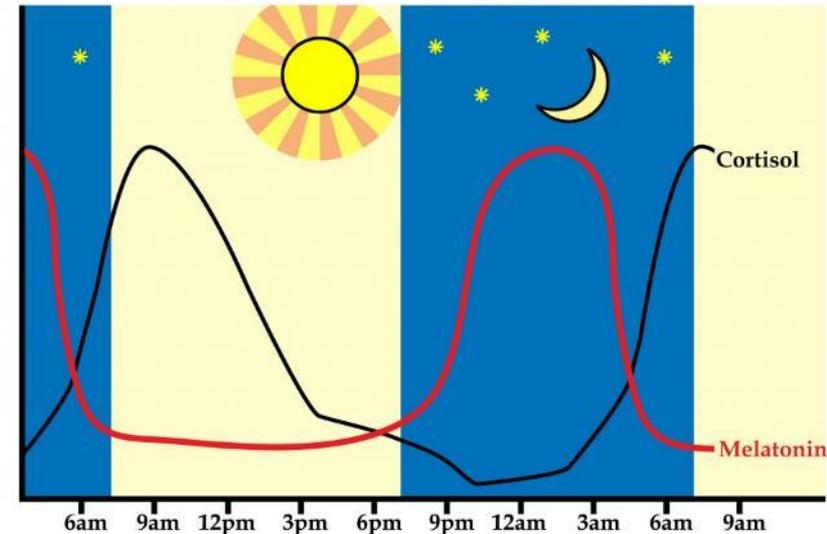
Quantidade de luz e mudança de cor durante o dia



Muita luz  
Alta temperatura de cor  
Luz uniforme

Menos luz  
Baixa temperatura de cor  
Distribuição não uniforme

A concentração de melatonina e cortisol depende da variação da luz



# Exemplo de iluminação interior

int

## Room occupancy detection

Automated on/off is default setting to activate ambient light  
Walking shall not activate the task lighting

## Desk presence/activity detection

Automatic task light activation per desk

## Task light tuning

Use of Desk lights can reduce overall power consumption while keeping minimum required lighting levels (eg 500 Lux)  
Task/ambient light ratio adaptation

## Daylight regulation (constant Lux-level)

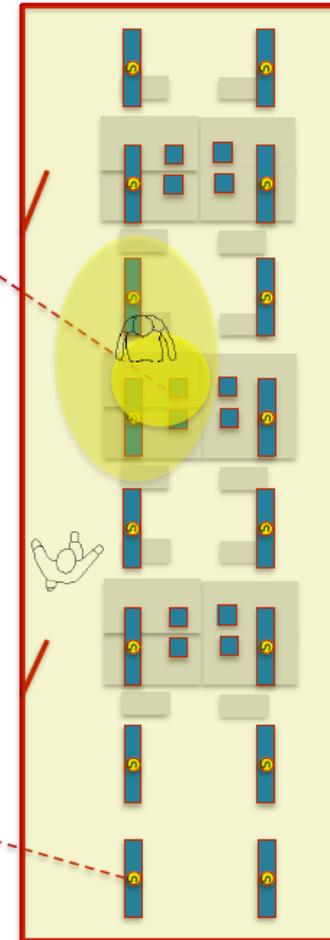
## Schedules and circadian rhythm (CCT adaptation)

## Personal light settings (CCT, dimming)

Via widget on computer or smartphone app

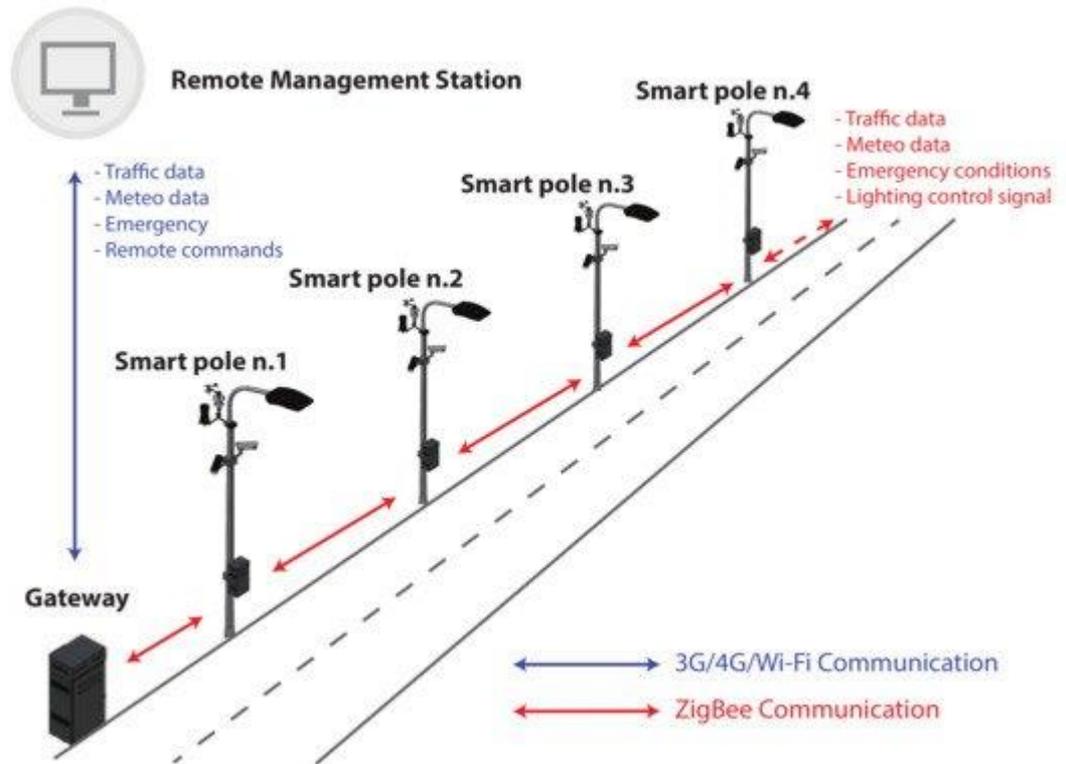
## Load shedding

Energy reduction on demand by dimming of ambient and background lighting levels

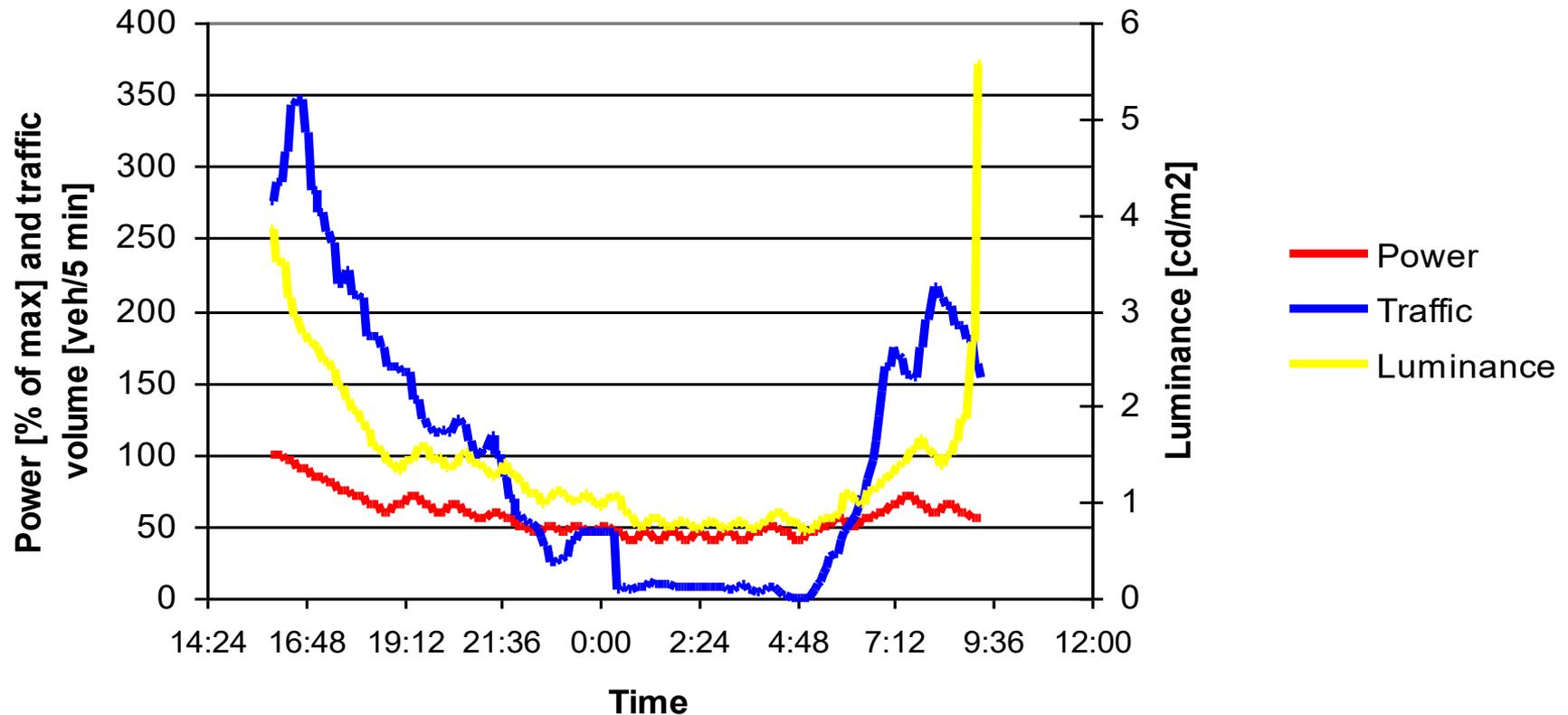


# Smmercado Ar livre Iluminação

- Sensores de movimento
- Fotossensores
- Comunicação entre luminárias
- Detetores de fluxo d tráfego
- Indicadores meteorológicos



# Exemplo - Escurecimento de acordo com o fluxo de tráfego



# Iluminação alimentada

## por Fotovoltaica

- Iluminação alimentada pelo menos parcialmente por eletricidade gerada por painéis fotovoltaicos
- Uma forma sustentável de energia limpa
- Reduz a procura de energia da rede elétrica gerada pela concessionária
- Muito útil para necessidades de iluminação onde a energia elétrica não é prática nem está disponível
- Geralmente sistemas off-grid ou sistemas autónomos



# Aplicações da iluminação fotovoltaica



Iluminação rural nos países em desenvolvimento



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



# Construir energia fotovoltaica integrada

- Integração da energia solar fotovoltaica na envolvente do edifício
- Dupla função: pele ou telhado e energia
- Custo global mais baixo do que os sistemas fotovoltaicos



# Boas práticas para iluminação interior com eficiência energética

- Arquitetura inteligente e construção de fachadas (aproveitamento da luz natural)
- Conceitos de iluminação eficientes (elevado fator de utilização do ambiente, por exemplo, superfícies brilhantes)
- Utilização de lâmpadas e luminárias eficientes e de elevada qualidade
- Entrega eficiente de luz da fonte de luz para a tarefa iluminada
- Controlos adequados (ligar/desligar, luz natural, ocupação, escurecimento, inteligente)



# Boas práticas para uma iluminação exterior sustentável

- Escolha cuidadosamente o espectro do sistema de iluminação
- Determinar o momento da necessidade de luz
- Defina a gama de intensidade luminosa (mín. e máx.)
- Colaboração de luzes automóveis e sistemas de iluminação exterior
  - Envolver os fabricantes de automóveis na futura iluminação rodoviária
- Limitar o conteúdo de comprimento de onda azul da luz (menos atividade circadiana, menos impactos nos insetos)
- Atender às necessidades dos peões, especialmente dos idosos

