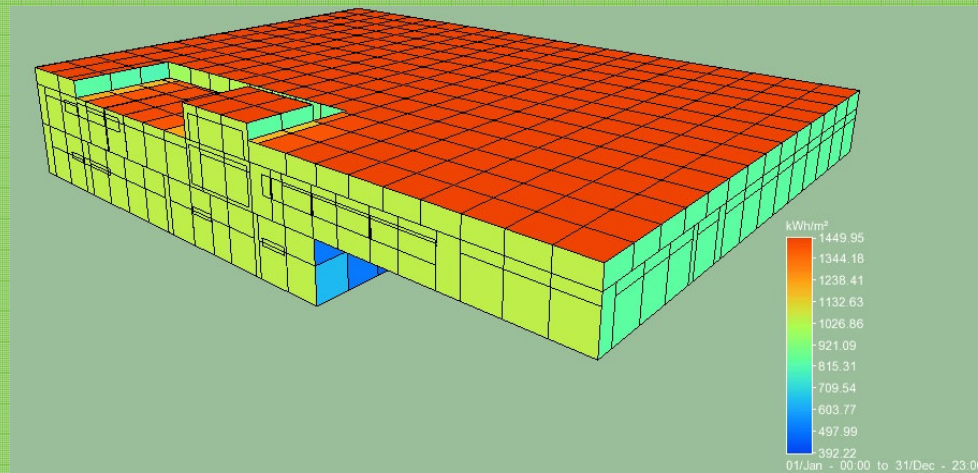


# O Impacto das opções de reabilitação para edifícios zero energy

O Caso dos grandes edifícios de serviços



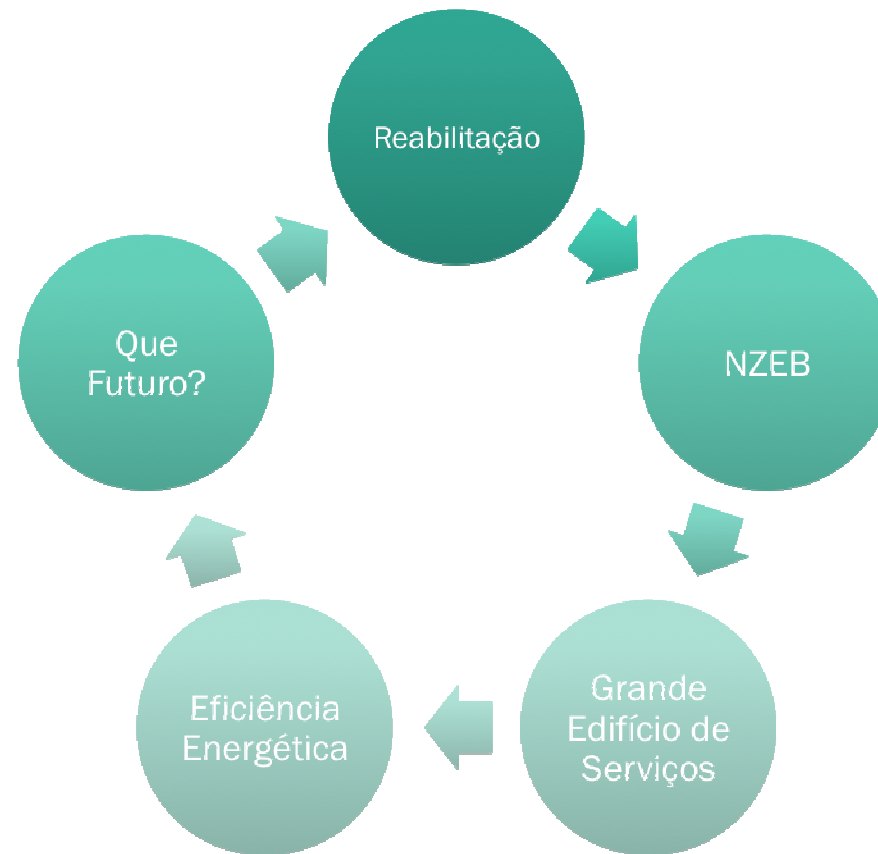
## Eficiência energética

### Que futuro?

Auditório câmara municipal de Barcelos

21 de fevereiro de 2014

# Eficiência Energética – Que Futuro?



21 de fevereiro 2014

Olga Sobral Castro - Colégio de Engenharia Mecânica

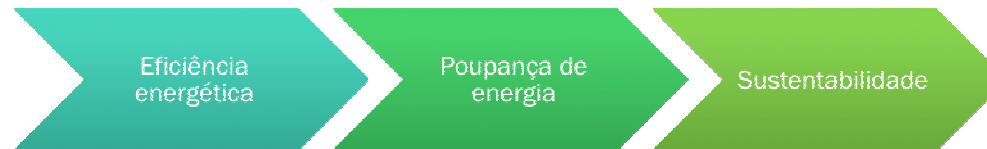


Reabilitação

# Eficiência Energética – Que Futuro?

O mercado da reabilitação de edifícios é hoje um grande desafio!

As opções de reabilitação de edifícios existentes podem ser as oportunidades para tomar medidas economicamente viáveis com vista à promoção de edifícios cada vez mais eficientes.



As medidas a tomar devem:

- cumprir as exigências atuais de desempenho energético mínimo dos edifícios
- reforçar o quadro de promoção do desempenho energético nos edifícios, à luz das metas acordadas pelos Estados-Membros para 2020

REDUZIR as emissões de CO<sub>2</sub> de 20 % em relação aos níveis de 1990

AUMENTAR a quota de fontes de energia renováveis como parte da combinação energética da UE para 20 %

AUMENTAR em 20 % a eficiência energética

21 de fevereiro 2014

Olga Sobral Castro - Colégio de Engenharia Mecânica



# Eficiência Energética – Que Futuro?

Decreto-Lei n.º 118/2013. D.R. n.º 159, Série I de 2013-08-20

Aprova o Sistema de Certificação Energética dos Edifícios, o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação e o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços, e transpõe a Diretiva n.º 2010/31/UE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 19 de maio de 2010, relativa ao desempenho energético dos edifícios.

- O Decreto-Lei n.º 118/2013 estabelece a atualização dos requisitos de qualidade térmica
- *introduz* requisitos de eficiência energética para os principais tipos de sistemas técnicos dos edifícios: padrões mínimos de eficiência energética para os sistemas de climatização, de preparação de água quente sanitária, de iluminação, de aproveitamento de energias renováveis e de gestão de energia
- *mantém* a promoção da utilização de fontes de energia renovável, com clarificação e reforço dos métodos para quantificação do respetivo contributo, e com natural destaque para o aproveitamento do recurso solar, abundantemente disponível no nosso país
- *incentiva* a utilização de sistemas ou soluções passivas nos edifícios, bem como a otimização do desempenho em consequência de um menor recurso aos sistemas ativos de climatização

21 de fevereiro 2014

Olga Sobral Castro - Colégio de Engenharia Mecânica

# Eficiência Energética – Que Futuro?

- Decreto-Lei n.º 118/2013 estabelece, o conceito de edifício com necessidades quase nulas de energia (NZEB):
  - padrão para a nova construção a partir de 2020, ou de 2018, no caso de edifícios novos de entidades públicas
  - uma referência para as grandes intervenções no edificado existente
- Decreto-Lei n.º 118/2013 estabelece, **Artigo 17º- Incentivos financeiros**,
  - Serão disponibilizados instrumentos financeiros para dar efeito prático aos objetivos estabelecidos diretiva EPBD nº 2010/31/UE, sem no entanto substituir medidas legislativas nacionais.
  - Os instrumentos financeiros podem desempenhar um papel importante no incentivo aos proprietários privados, às pequenas e médias empresas e às empresas de serviços de eficiência energética.

21 de fevereiro 2014

Olga Sobral Castro - Colégio de Engenharia Mecânica



# Eficiência Energética – Que Futuro?

As autoridades públicas devem dar o exemplo na implementação das medidas de melhoria no edificado.

- Soluções que sejam adequadas à realidade nacional e regional
- Soluções diferenciadoras que não comprometam as gerações futuras
- Soluções que fomentem a efetiva redução da fatura energética
- Soluções que sejam sustentáveis

21 de fevereiro 2014

Olga Sobral Castro - Colégio de Engenharia Mecânica

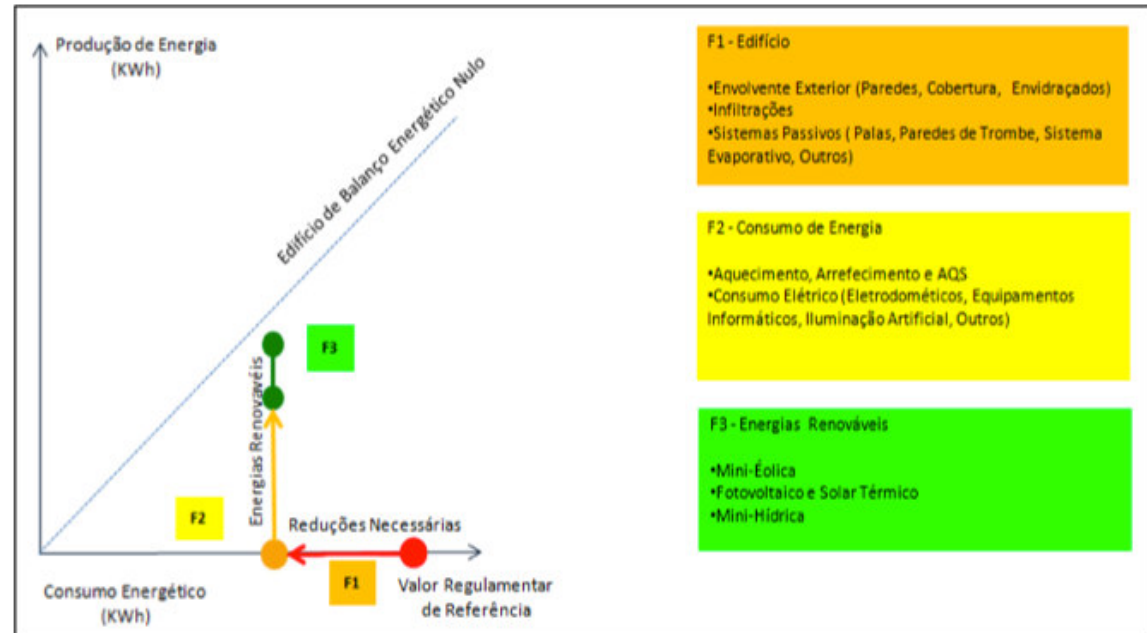
NZEB

# Eficiência Energética – Que Futuro?

Nearly Zero Energy Buildings - NZEB



*São edifícios com necessidades quase nulas de energia os que tenham um elevado desempenho energético e em que a satisfação das necessidades de energia resulte em grande medida de energia proveniente de fontes renováveis, designadamente a produzida no local ou nas proximidades.*



21 de fevereiro 2014

Olga Sobral Castro - Colégio de Engenharia Mecânica

**cidem**  
CENTRO DE INVESTIGAÇÃO E DESENVOLVIMENTO EM ENGENHARIA MECÂNICA

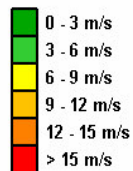
**isep** Instituto Superior de Engenharia do Porto

ORDEM DOS ENGENHEIROS REGIÃO NORTE

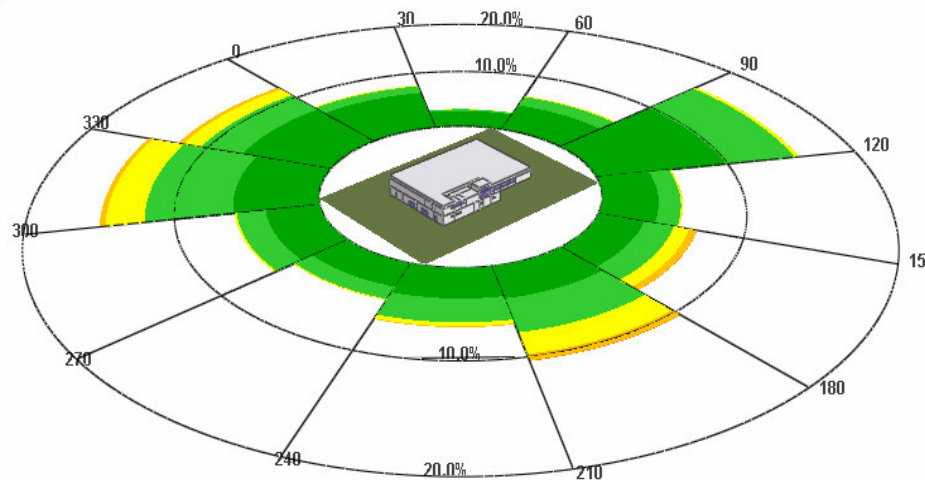


# Eficiência Energética – Que Futuro?

Concelho: **Ovar**  
Zona climática: **I1-V1**  
Distância à costa: **3,5 km**  
Altitude: **25 m**  
Inércia térmica: **Média**  
Região: **B**  
Situado numa zona muito exposta: **rugosidade III**  
Amplitude térmica: **9°C**  
Duração da estação de aquecimento: **6,3 meses**



Wind Rose: 01/Jan to 31/Dec



21 de fevereiro 2014

Olga Sobral Castro - Colégio de Engenharia Mecânica





Grande  
Edifício  
de  
Serviços

# Eficiência Energética – Que Futuro?

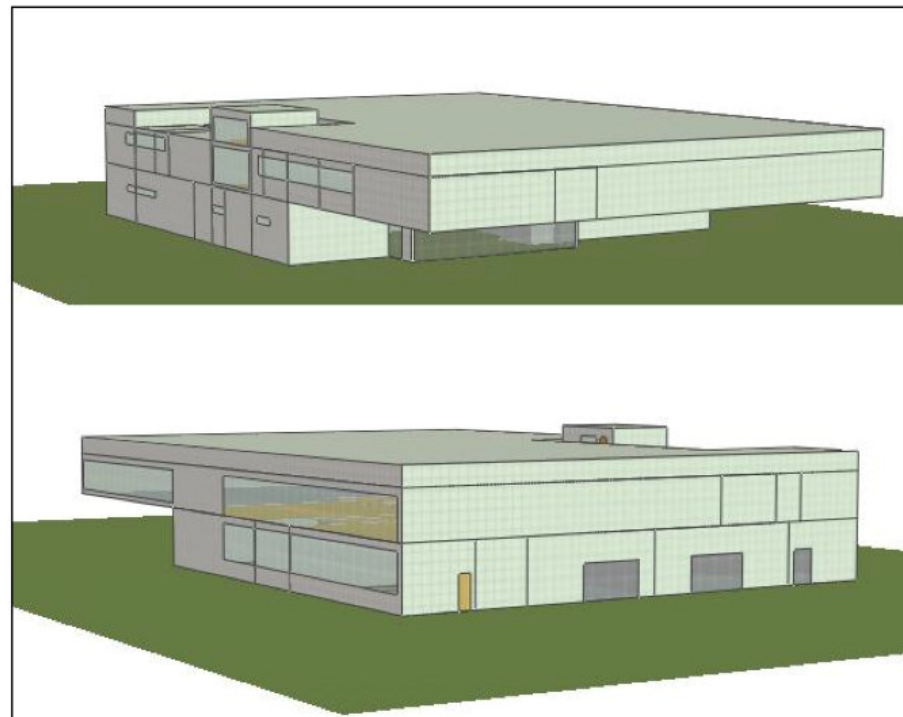
## Grande edifício de comércio e serviços - GES

Tipo de actividade: **Serviços**  
Tipologia: **Escritórios**  
Horário de funcionamento: **8h – 17h**

Área útil: **4200 m<sup>2</sup>**  
Área envidraçada: **385 m<sup>2</sup>**  
Pé direito médio: **3 m**

Ocupação: **330 pessoas**  
Potência de iluminação: **40 kW**  
Potência de equipamentos: **53 kW**

$U_{med}$  paredes: **0,57 W/m<sup>2</sup>.°C**  
 $U_{med}$  cobertura: **0,59 W/m<sup>2</sup>.°C**  
 $U_{med}$  vãos envidraçados: **1,53 W/m<sup>2</sup>.°C**



21 de fevereiro 2014

Olga Sobral Castro - Colégio de Engenharia Mecânica

**cidem**  
CENTRO DE INVESTIGAÇÃO E DESENVOLVIMENTO EM ENGENHARIA MECÂNICA

**isep** Instituto Superior de  
Engenharia do Porto

 ORDEM  
DOS ENGENHEIROS  
REGIÃO NORTE

Grande  
Edifício  
de  
Serviços

# Eficiência Energética – Que Futuro?

Chiller/bomba de calor do tipo ar- água

- Potência térmica de aquecimento: **205 kW**
- Potência térmica de arrefecimento: **200 kW**

Unidades de expansão direta do tipo *split* –  
Servidores

- Potência térmica de arrefecimento: **27 kW**

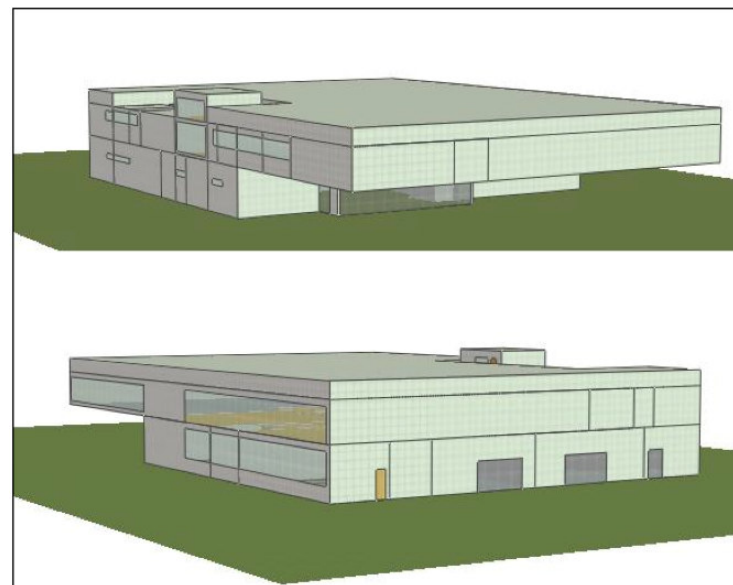
UTANs com recuperador de fluxos cruzados

Unidades locais de climatização - ventiloconvectores

Grelhas e difusores de baixa indução

Sistema gestão técnica centralizada

- Setpoint* de temperatura Inverno – 20°C
- Setpoint* de temperatura Verão – 23°C



21 de fevereiro 2014

Olga Sobral Castro - Colégio de Engenharia Mecânica



Grande Edifício de Serviços

# Eficiência Energética – Que Futuro?



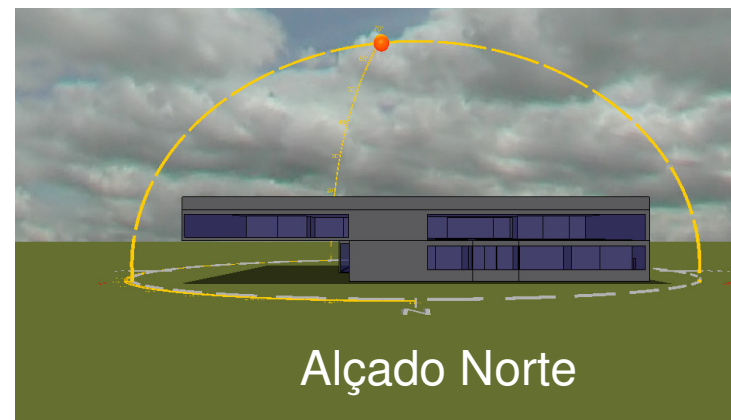
Alçado Sul



Alçado Este



Alçado Oeste



Alçado Norte

21 de fevereiro 2014

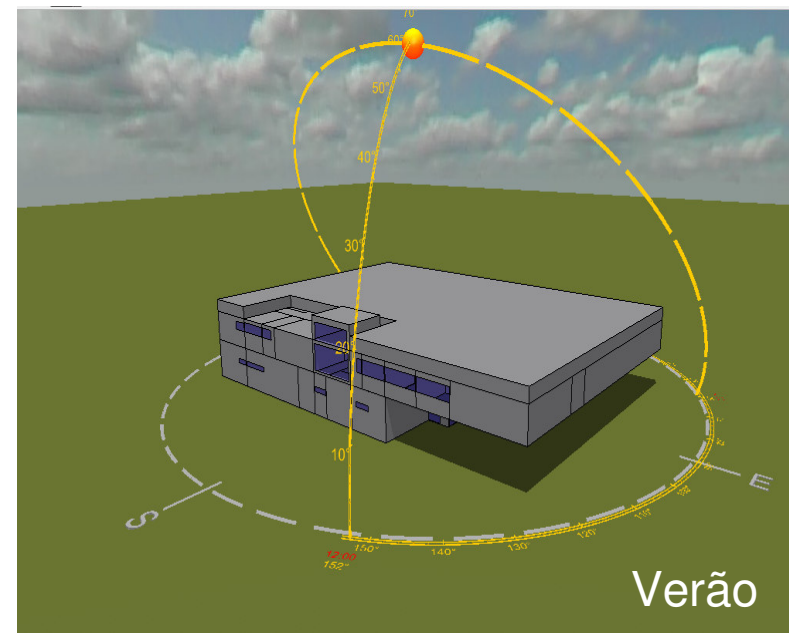
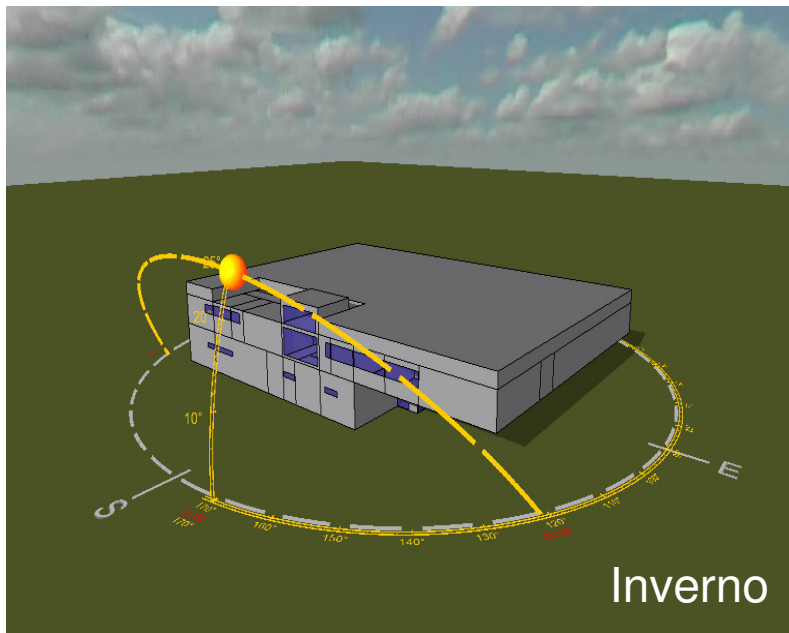
Olga Sobral Castro - Colégio de Engenharia Mecânica



Grande  
Edifício  
de  
Serviços

# Eficiência Energética – Que Futuro?

## Sombreamento do edifício



21 de fevereiro 2014

Olga Sobral Castro - Colégio de Engenharia Mecânica

**cidem**  
CENTRO DE INVESTIGAÇÃO E DESENVOLVIMENTO EM ENGENHARIA MECÂNICA

**isep** Instituto Superior de  
Engenharia do Porto

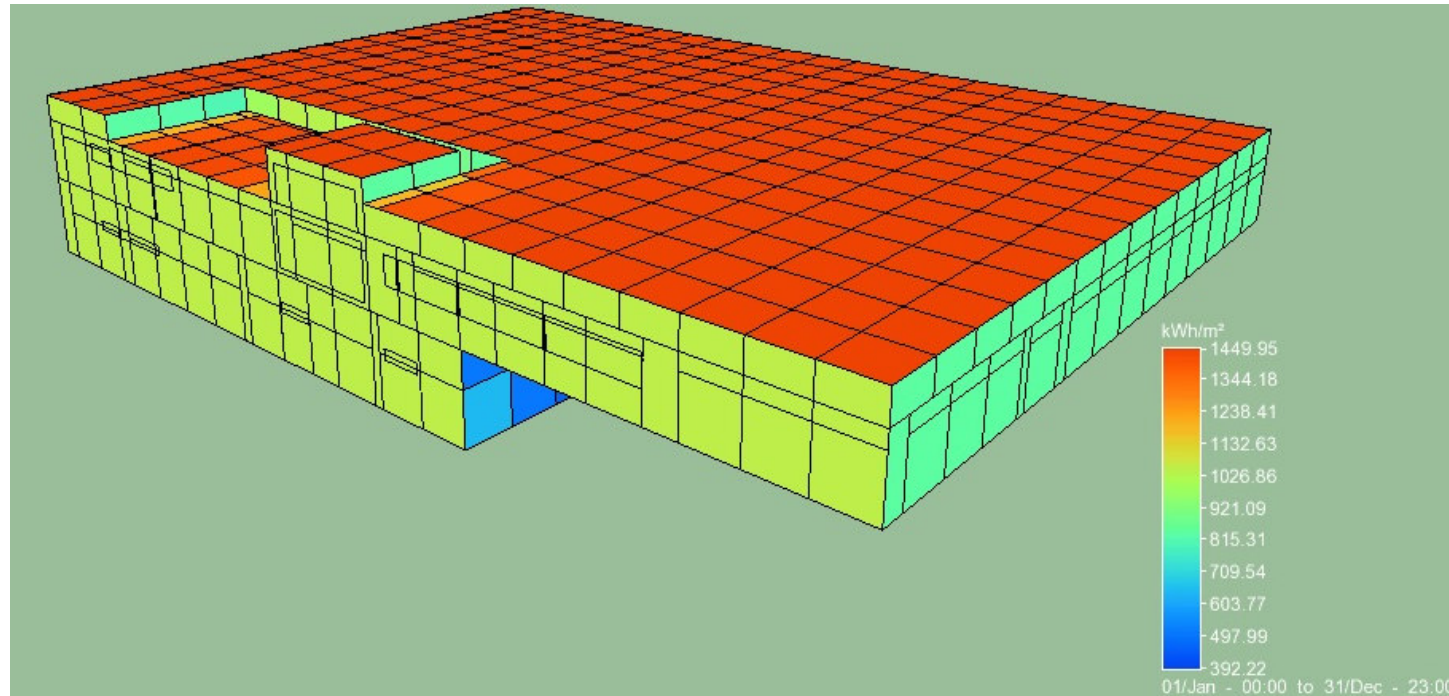


ORDEM  
DOS ENGENHEIROS  
REGIÃO NORTE

Grande  
Edifício  
de  
Serviços

# Eficiência Energética – Que Futuro?

Radiação solar no Inverno



21 de fevereiro 2014

Olga Sobral Castro - Colégio de Engenharia Mecânica

**cidem**  
CENTRO DE INVESTIGAÇÃO E DESENVOLVIMENTO EM ENGENHARIA MECÂNICA

**isep** Instituto Superior de  
Engenharia do Porto



ORDEM  
DOS ENGENHEIROS  
REGIÃO NORTE

# Eficiência Energética – Que Futuro?

## Simulação dinâmica do edifício de escritórios

### Ferramenta informática utilizada:

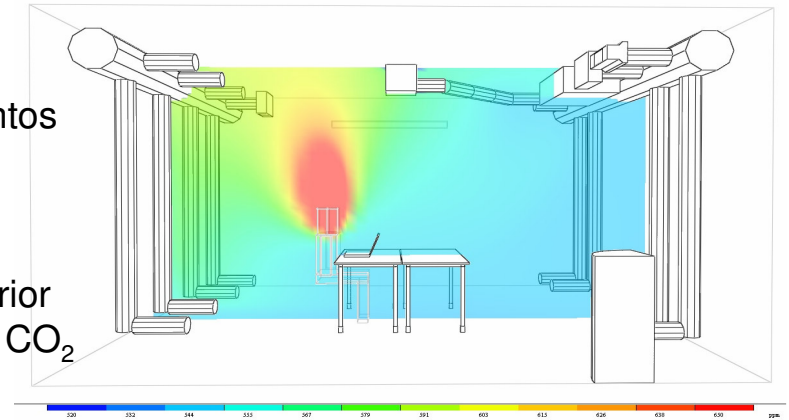
- Integrated Environment Solutions Virtual Environment (IES VE)

### Inputs:

- Ficheiro climático SOLTERM carregado no IES
- Modelação da geometria do edifício
- Modelação da envolvente térmica
- Modelação dos perfis de utilização – Ocupação
- Modelação dos perfis de utilização – Iluminação
- Modelação dos perfis de utilização – Equipamentos

### Outputs:

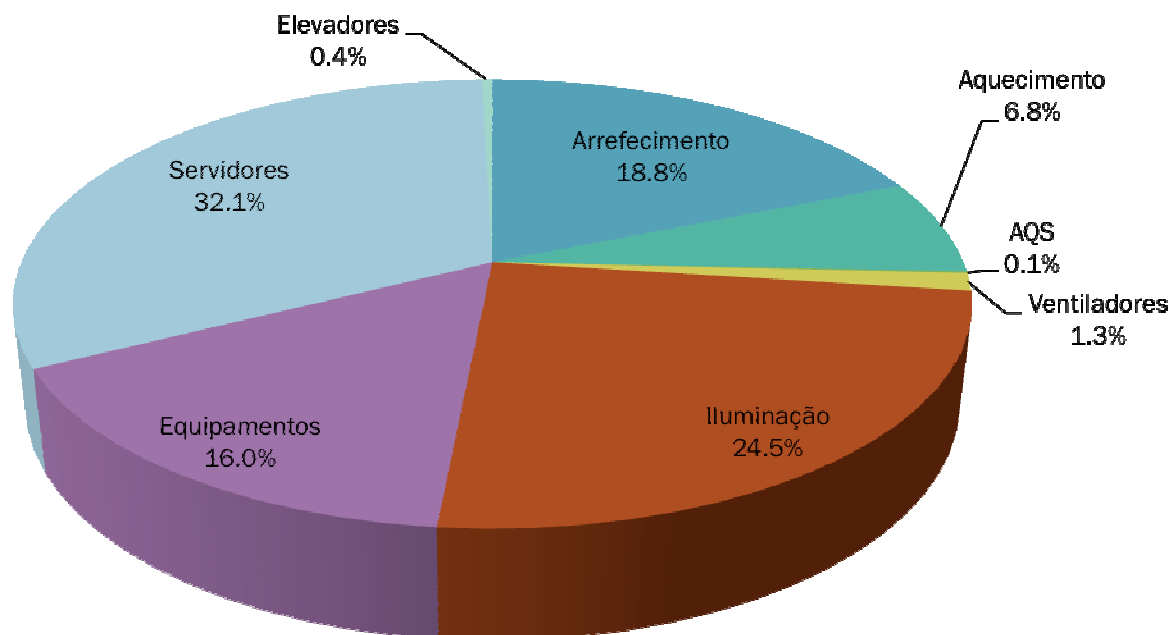
- Consumos energéticos desagregados
- Condições de conforto térmico no ambiente interior
- Qualidade do ar do ambiente interior - indicador CO<sub>2</sub>
- CFD por espaço



Grande Edifício de Serviços

# Eficiência Energética - Que Futuro?

Consumo energético (kWh/m<sup>2</sup>.ano)



21 de fevereiro 2014

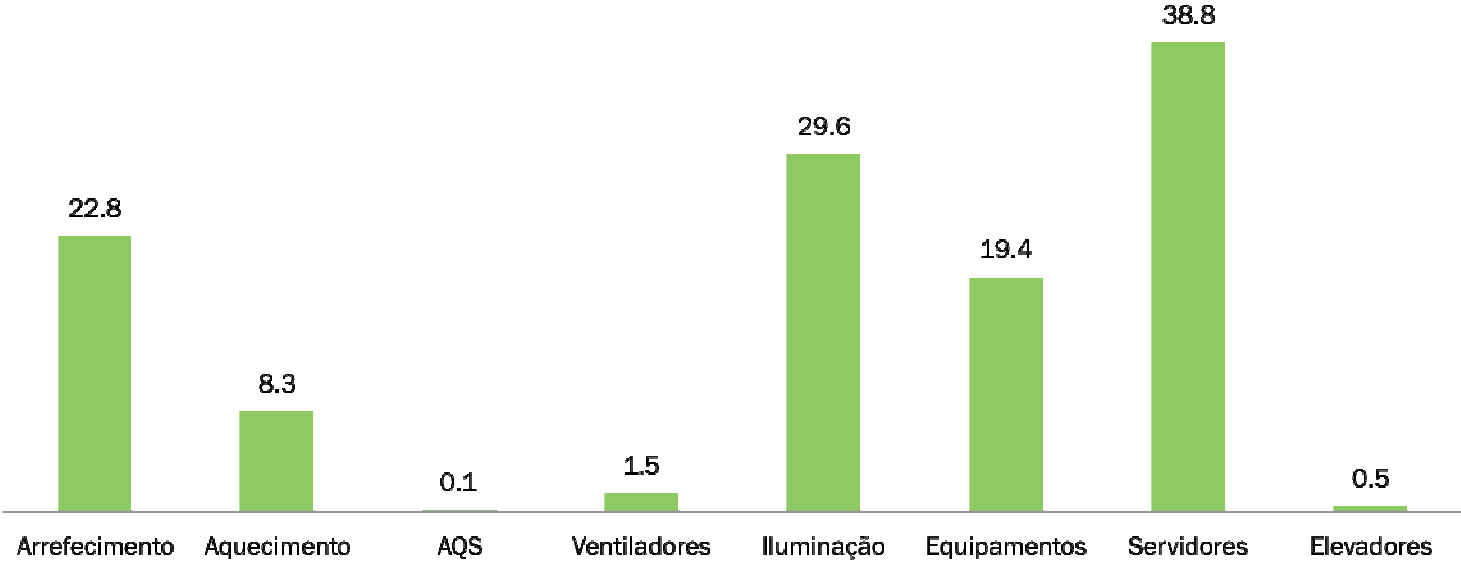
Olga Sobral Castro - Colégio de Engenharia Mecânica





# Eficiência Energética – Que Futuro?

Consumo energético (kWh/m<sup>2</sup>.ano)



Consumo energético total estimado através de simulação dinâmica

21 de fevereiro 2014

Olga Sobral Castro - Colégio de Engenharia Mecânica



# Eficiência Energética - Que Futuro?

## Medidas de melhoria aplicadas ao edifício existente

- 1. Melhoria da eficiência da Iluminação artificial**
- 2. Substituição de computadores**
- 3. Redução do consumo energético para arrefecimento dos servidores**
- 4. Ventilação controlada pela demanda (Demand controlled ventilation)**

21 de fevereiro 2014

Olga Sobral Castro - Colégio de Engenharia Mecânica

# Eficiência Energética - Que Futuro?

## Medida de melhoria – Iluminação artificial

- Potência de iluminação levantada para o espaço *openspace* - 25,4 kW
- Estudo realizado permitiu reduzir a iluminância de 750 lux para 500 lux na superfície de trabalho.

Luminária	Nº Luminárias	Potência total (W)	Consumo (MWh)	Poupança anual (€)
Balastro + Lâmpada 80W	289	25432	86,6	-
Reconfiguração Balastro + Lâmpada 80W	203	17864	60,8	2711

- Redução do consumo 25,8 MWh
- Poupança anual de 2711 €

21 de fevereiro 2014

Olga Sobral Castro - Colégio de Engenharia Mecânica

# Eficiência Energética - Que Futuro?

## Medida de melhoria – Substituição de computadores

- Existem cerca de 330 Computadores tipo secretária
- Assumiu-se a potência de 73 W para cada computador

PCs	Nº PCs	Potência total (W)	Consumo total anual (MWh)	Poupança Total (€)
Computadores Secretária	330	24090	56,8	-
Sony Vaio TAP 20	330	16830	38,1	1970,7

- Redução anual do consumo 18,7 MWh
- Poupança anual de 1971 €

21 de fevereiro 2014

Olga Sobral Castro - Colégio de Engenharia Mecânica

# Eficiência Energética - Que Futuro?

## Medida de melhoria – *free-cooling* para os servidores

- Aproveitamento do ar exterior para arrefecimento, *free-cooling*.
- Escalonamento da potência das unidades de expansão direta dos servidores

Climatização Servidores	Consumo total anual (MWh)	Poupança anual eletricidade (€)
Expansão Direta	38,62	0,00
Expansão Direta + Ventiladores	25,70	1359,60

- Redução do consumo 12,9 MWh.
- Poupança anual de 1360 €

21 de fevereiro 2014

Olga Sobral Castro - Colégio de Engenharia Mecânica

# Eficiência Energética - Que Futuro?

## Medida de melhoria – Ventilação controlada pela demanda, *Demand Controlled Ventilation*

- Instalação de variadores de velocidade nas UTANs
- Introdução de sensores de CO<sub>2</sub> em espaços com variação de ocupação.
- Controlo do caudal de ar insuflado em função das concentrações de CO<sub>2</sub>.

Sensores	Consumo total Anual (MWh)	Poupança anual eletricidade (€)
Apenas Controlo Setpoint	95,16	0,00
Controlo Setpoint + Sensores de CO <sub>2</sub>	76,38	1975,60

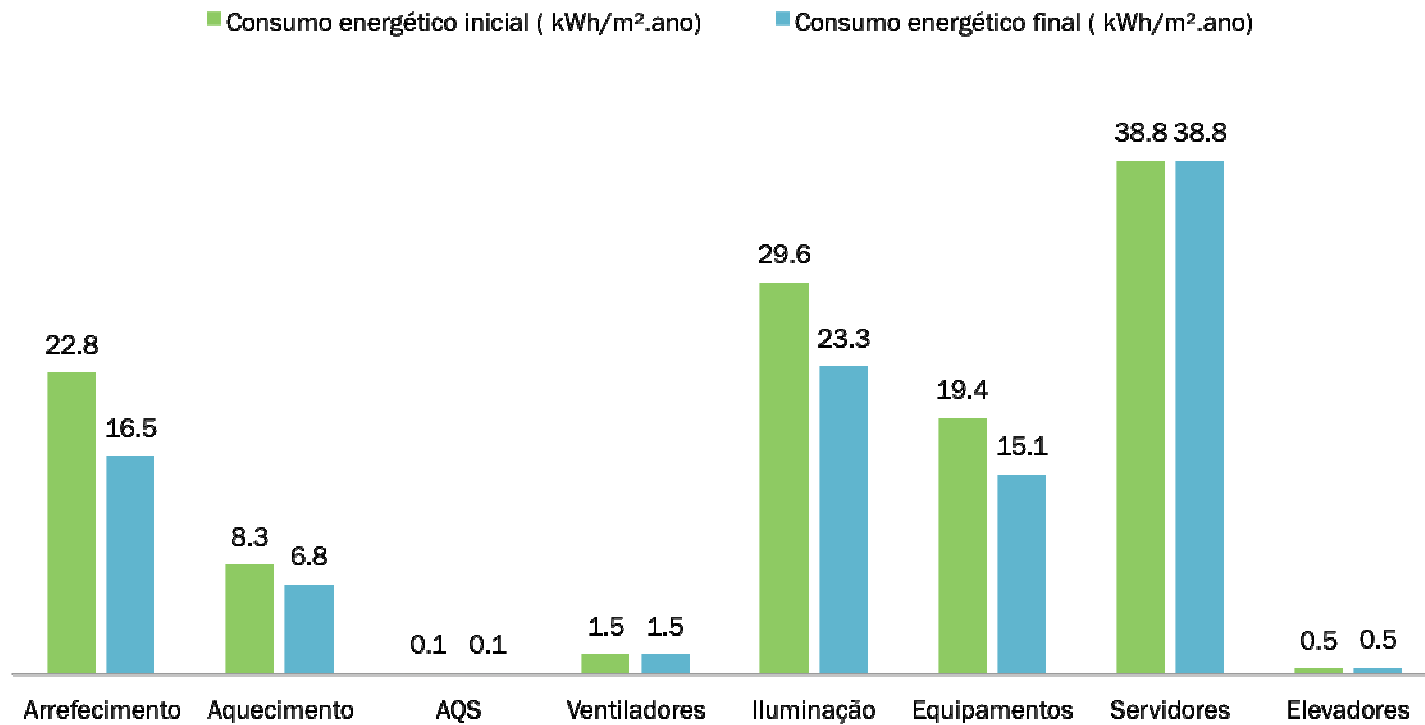
- Redução do consumo – 18,78 MWh.
- Poupança anual de 1975,60€

21 de fevereiro 2014

Olga Sobral Castro - Colégio de Engenharia Mecânica



# Eficiência Energética – Que Futuro?



**Consumo energético total após introdução das medidas de melhoria**

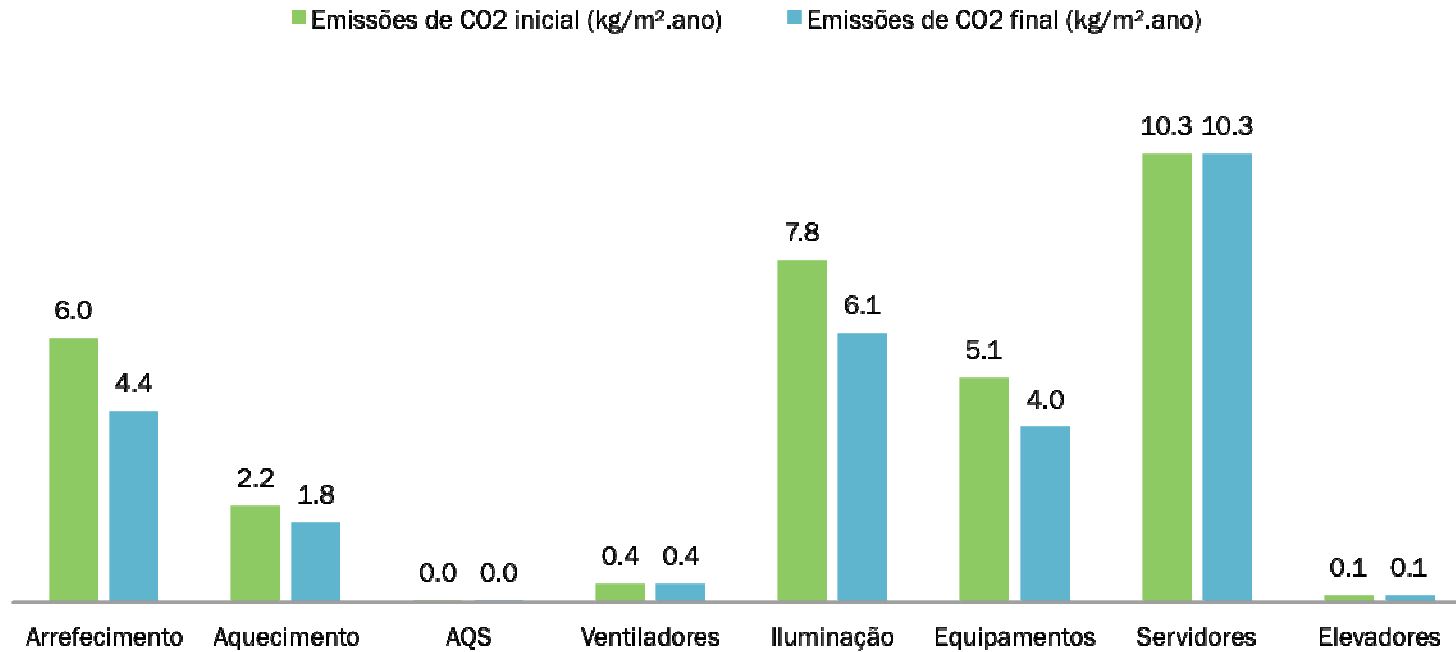
21 de fevereiro 2014

Olga Sobral Castro - Colégio de Engenharia Mecânica





# Eficiência Energética – Que Futuro?



O fator de emissões CO<sub>2</sub> considerado foi de 0,264 kg/kWh (Iberdrola, 2012)

21 de fevereiro 2014

Olga Sobral Castro - Colégio de Engenharia Mecânica

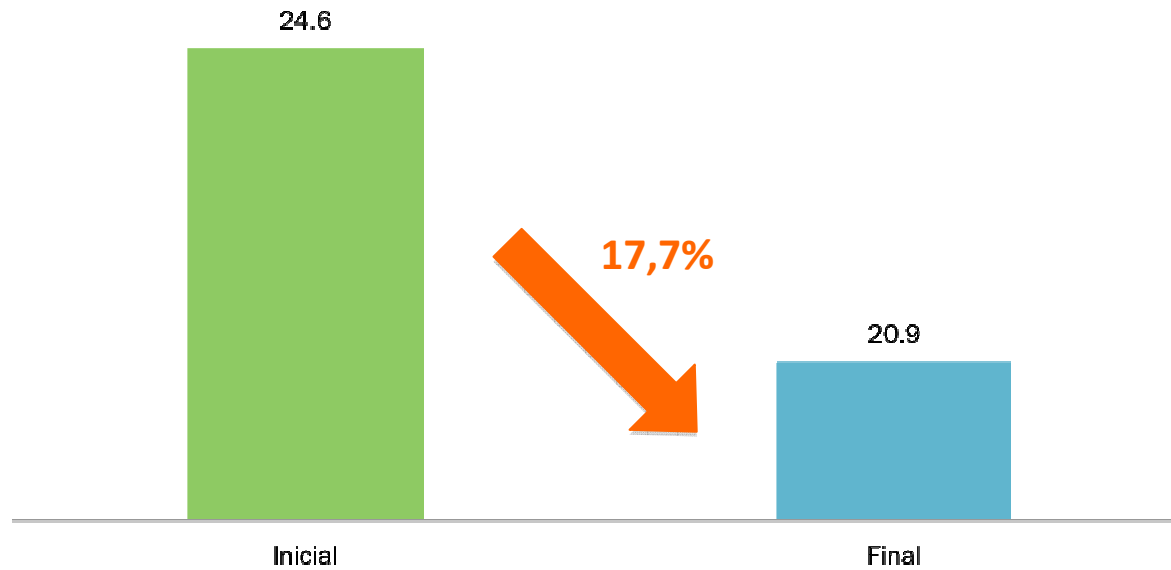




# Eficiência Energética – Que Futuro?

Análise de ciclo de vida

Consumo energético - 50 anos (GWh)



21 de fevereiro 2014

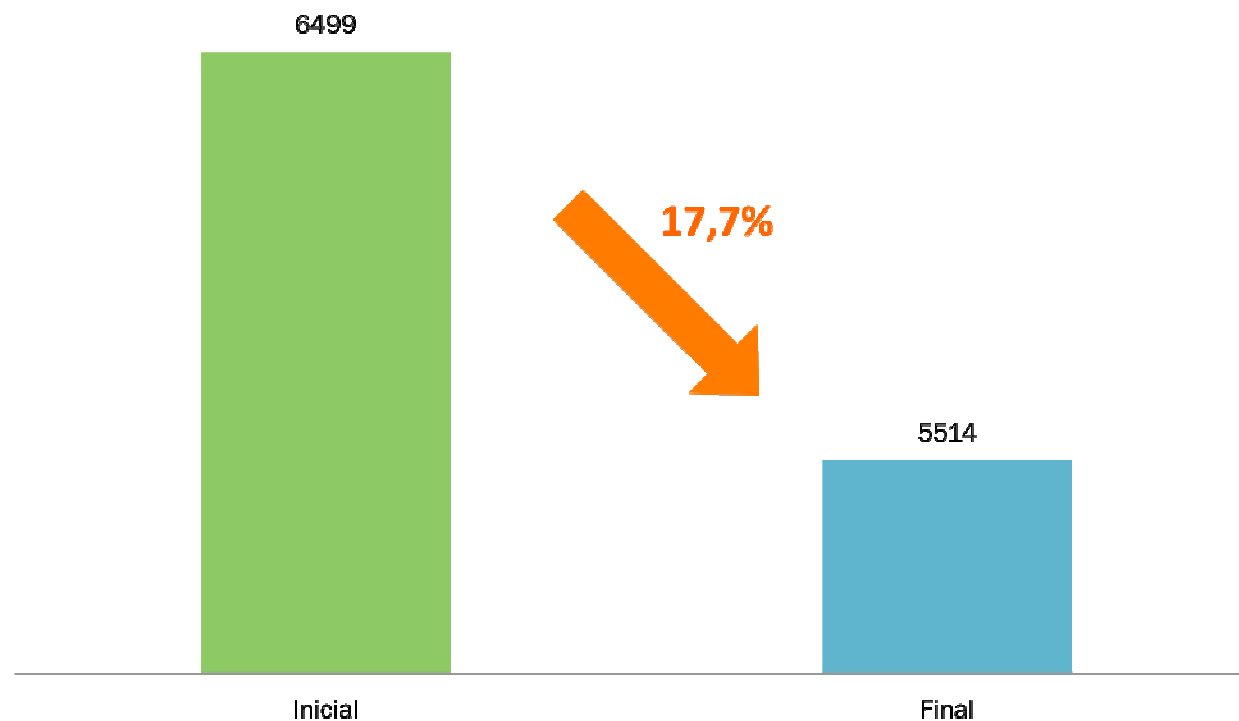
Olga Sobral Castro - Colégio de Engenharia Mecânica





# Eficiência Energética – Que Futuro?

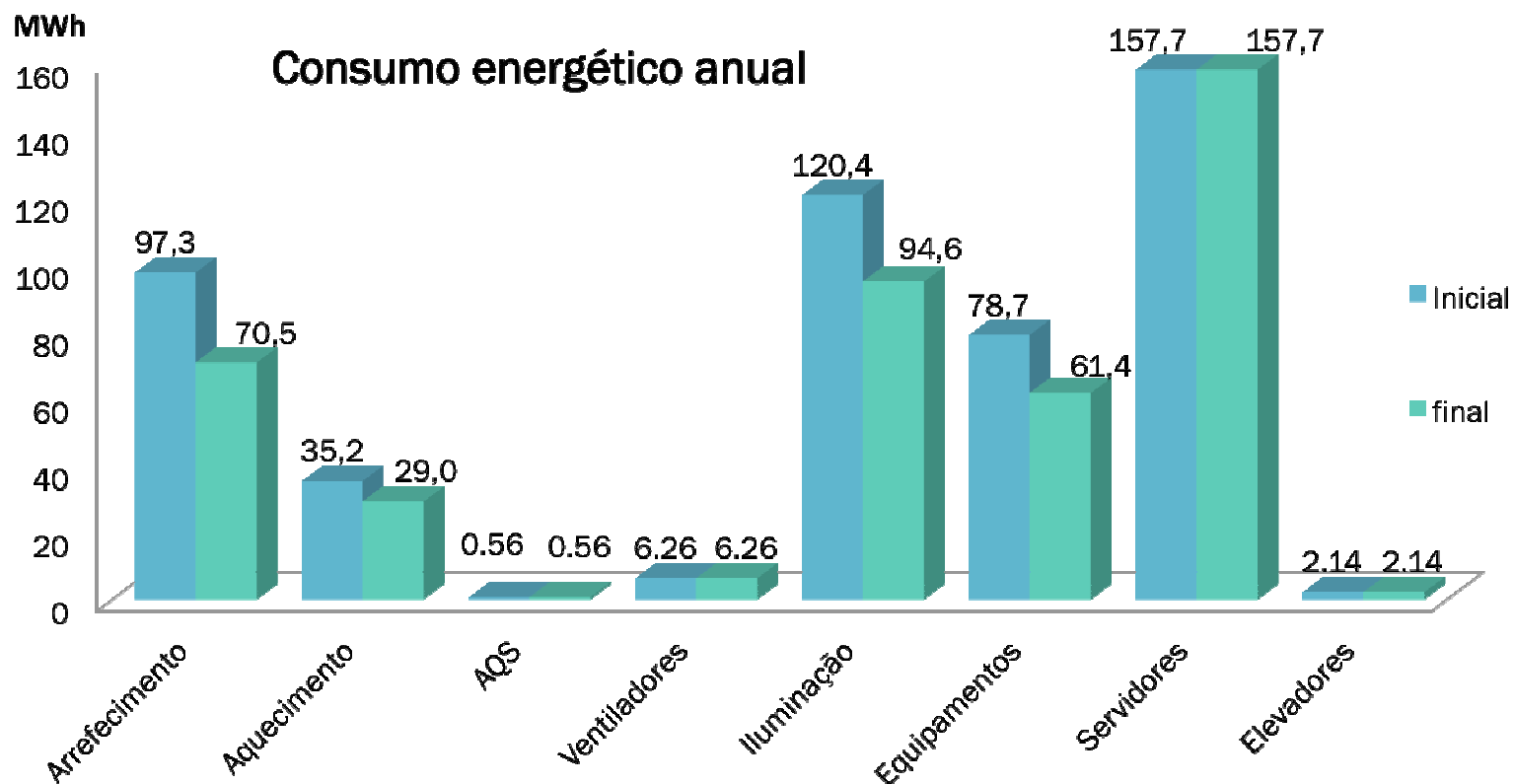
Emissões de CO<sub>2</sub> - 50 anos (t)



21 de fevereiro 2014

Olga Sobral Castro - Colégio de Engenharia Mecânica

# Eficiência Energética - Que Futuro?



**Redução de consumo energético total de 76 MWh/ano**

21 de fevereiro 2014

Olga Sobral Castro - Colégio de Engenharia Mecânica

Que  
Futuro?

# Eficiência Energética - Que Futuro?

- Foi dimensionado um sistema fotovoltaico que produz 451 MWh/ano.
- O sistema perde 1% de eficiência ao ano.
- A área total necessária para instalação é de 4520 m<sup>2</sup>.
- Em 25 anos produzirá 10031 MWh.

Período Bonificado									
	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9
Produção (kWh)	451520	447004,8	442534,8	438109,4	433728,3	429391	425097,1	420846,1	416637,7
Preço (kWh)	0,1209	0,1209	0,1209	0,1209	0,1209	0,1209	0,1209	0,1209	0,1209
Proveitos (€)	54588,77	54042,88	53502,45	52967,43	52437,75	51913,38	51394,24	50880,3	50371,5
Investimento inicial (€)	403000	353870,2	305286,4	257242,9	209734,5	162755,7	116301,3	70366,1	24944,8
Manutenção (€)	5459	5459	5459	5459	5459	5459	5459	5459	5459
Saldo (€)	-353870	-305286	-257243	-209734	-162756	-116301	-70366,1	-24944,8	19967,69

21 de fevereiro 2014

Olga Sobral Castro - Colégio de Engenharia Mecânica

Que  
Futuro?

# Eficiência Energética - Que Futuro?

Análise de ciclo de vida de algumas opções técnicas e tecnológicas, ponderando as suas vantagens como soluções para a concretização do conceito *nearly zero energy building*.

- Reduzir a fatura energética para os agregados familiares e as empresas («competitividade»)
- Garantir um aprovisionamento fiável e ininterrupto de energia («segurança do aprovisionamento»)
- Limitar o impacto ambiental da produção, transporte e utilização da energia («sustentabilidade»)

21 de fevereiro 2014

Olga Sobral Castro - Colégio de Engenharia Mecânica



# Eficiência Energética - Que Futuro?

Muito  
obrigada

Contactos:

Olga Sobral Castro  
orc@isep.ipp.pt

CIDEM - Centro de Investigação em Engenharia Mecânica  
cidem@isep.ipp.pt

21 de fevereiro 2014

Olga Sobral Castro - Colégio de Engenharia Mecânica

