

# Sessões Temáticas

## ECO.AP TALKS

Gestores Locais de Energia

## Índice

### 1. Campanha de Eficiência Energética:

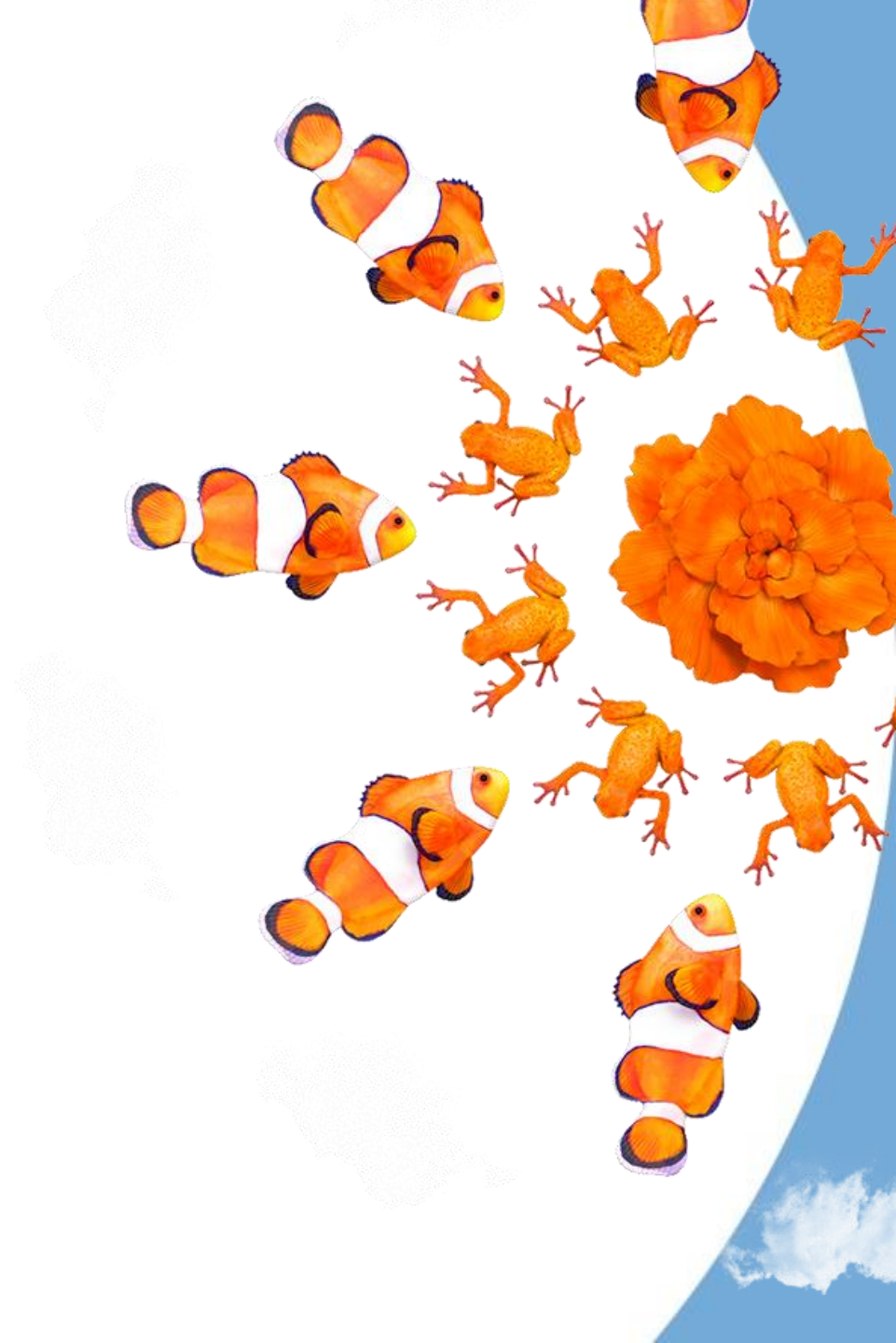
- ▶ Programa ECO.AP
- ▶ Barómetro ECO.AP

### 2. Ferramentas para os GLE:

- ▶ Simulador ECO.AP
- ▶ Manual de Eficiência Energética
- ▶ Calculadoras Simplificadas

### 3. Candidaturas ao POSEUR:

- ▶ Aviso POSEUR-03-2018-07





# Enquadramento Programa ECO.AP

# Programa ECO.AP

## Programa de Eficiência Energética na Administração Pública

### ► **Objetivo principal:**

- Obtenção até 2020, nos serviços e organismos da administração pública, de **um nível de eficiência energética na ordem dos 30%, em face dos atuais valores (2010)**

### ► **Objetivos acessórios:**

- Desenvolvimento de um **cluster industrial associado à promoção da eficiência energética**
- Desenvolvimento do sector das **empresas de serviços energéticos (ESE)**, potenciando a criação de um mercado de serviços de energia
- **Combate ao desperdício e à ineficiência do uso de energia** em todas as suas vertentes, promovendo a alteração de hábitos e comportamentos, essencial para garantir a competitividade da economia
- Desenvolvimento de um barómetro de eficiência energética (**Barómetro ECO.AP**)

## Enquadramento Legislativo do ECO.AP

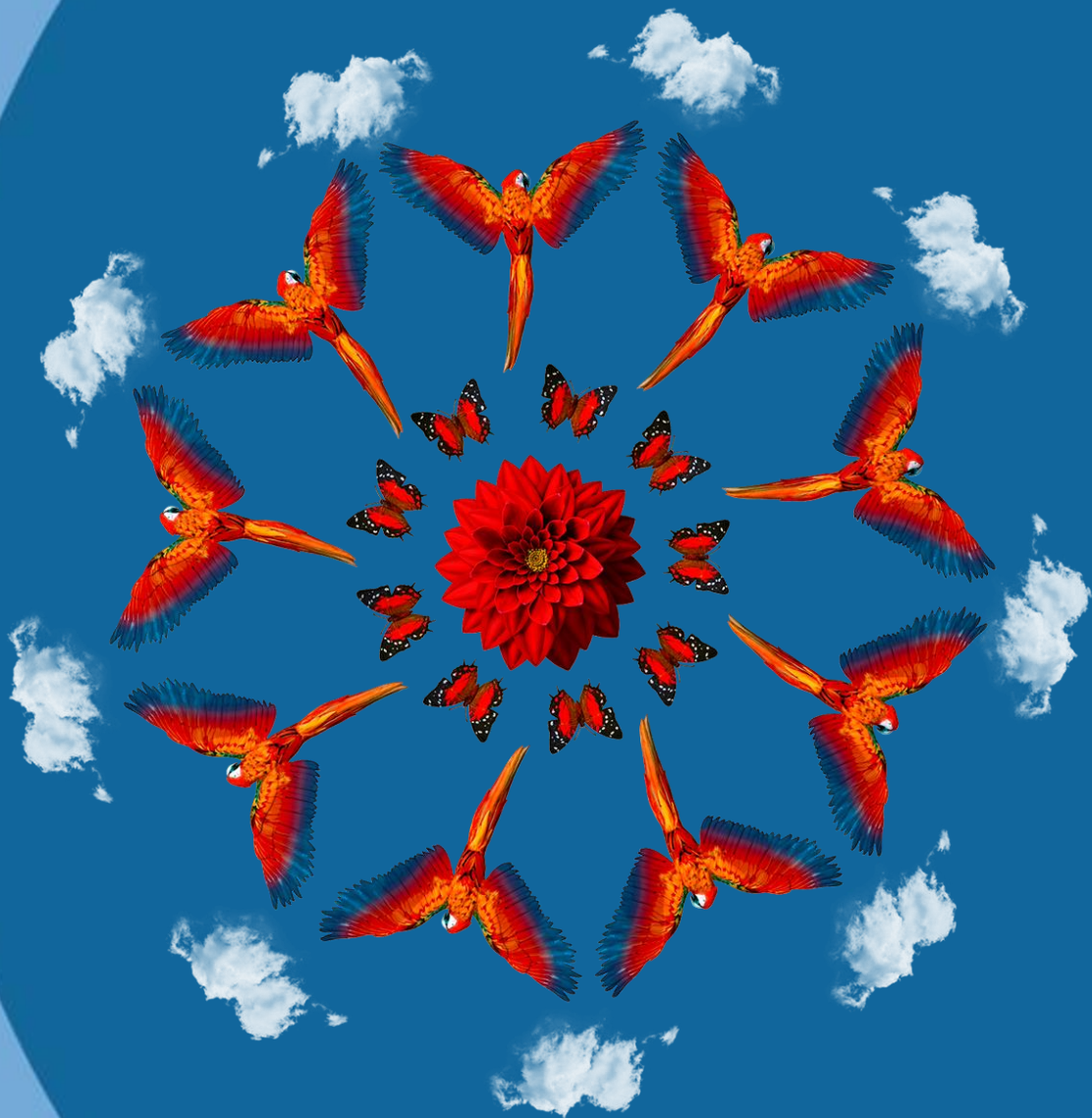
- ▶ **RCM n.º 2/2011, de 12 de janeiro** – Estabelece e lança o programa ECO.AP
- ▶ **DL 29/2011, de 28 de fevereiro** - Estabelece o regime jurídico dos Contratos de Gestão de Eficiência Energética (CGEE);
- ▶ **Despacho Normativo nº 15/2012, de 3 de julho** – Implementa o Sistema de Qualificação de Empresas de Serviços Energéticos (SQESE)
- ▶ **RCM n.º 67/2012, de 9 de agosto** – Estabelece a figura dos Acordo de Implementação e operacionaliza o Programa
- ▶ **Portaria n.º 60/2013, de 5 de fevereiro** - Publica o caderno de encargos tipo a usar no lançamento de procedimentos

# Gestor Local de Energia

## Papel do Gestor Local de Energia

- ▶ Caracterizar os consumos e custos de energia: por vetor energético e tipologia de consumo
- ▶ Introduzir e analisar a informação no Barómetro ECO.AP
- ▶ Identificar e preparar propostas de medidas de eficiência energética
- ▶ Apoiar a realização e submissão de candidaturas a mecanismos de financiamento
- ▶ Dinamizar a concretização de medidas: através de CGEE e/ou através de outros mecanismos
- ▶ Acompanhar, verificar e monitorizar as medidas adotadas
- ▶ Disseminar e incentivar à adoção de comportamentos energeticamente eficientes





# Barómetro ECO.AP



# Barómetro ECO.AP: Enquadramento Legislativo

## Resolução do Conselho de Ministros n.º 2/2011, de 12 de janeiro



Divulgar



Comparar



Hierarquizar

**Desempenho Energético  
Administração Pública**



## Barómetro ECO.AP: Objetivos



**Incentivar a eficiência energética**



**Obter um panorama global dos consumos e custos**



**“Ranking” de eficiência energética**  
(Padrões de comparação)



**Identificar medidas de melhoria**



**Obter um panorama global da implementação das medidas**



## Barómetro ECO.AP: Objetivos

- ▶ Panorama global sobre o consumo de energia pela Administração Pública
- ▶ Divulgação do desempenho energético dos serviços e organismos Públicos
- ▶ Veicular o Estado como referência na gestão de consumos de energia e disseminador de boas práticas de eficiência energética
- ▶ Proporcionar aos Ministérios:
  - ▶ identificação das entidades que representam 20% do seu consumo total
  - ▶ identificação de metas para planos de ação de eficiência energética

<http://ecoap.pnaee.pt> → Barómetro

## Barómetro ECO.AP: Utilizadores

Ministérios



Entidades



Gestores Locais de Energia



# Utilizadores

Portal  
Barómetro



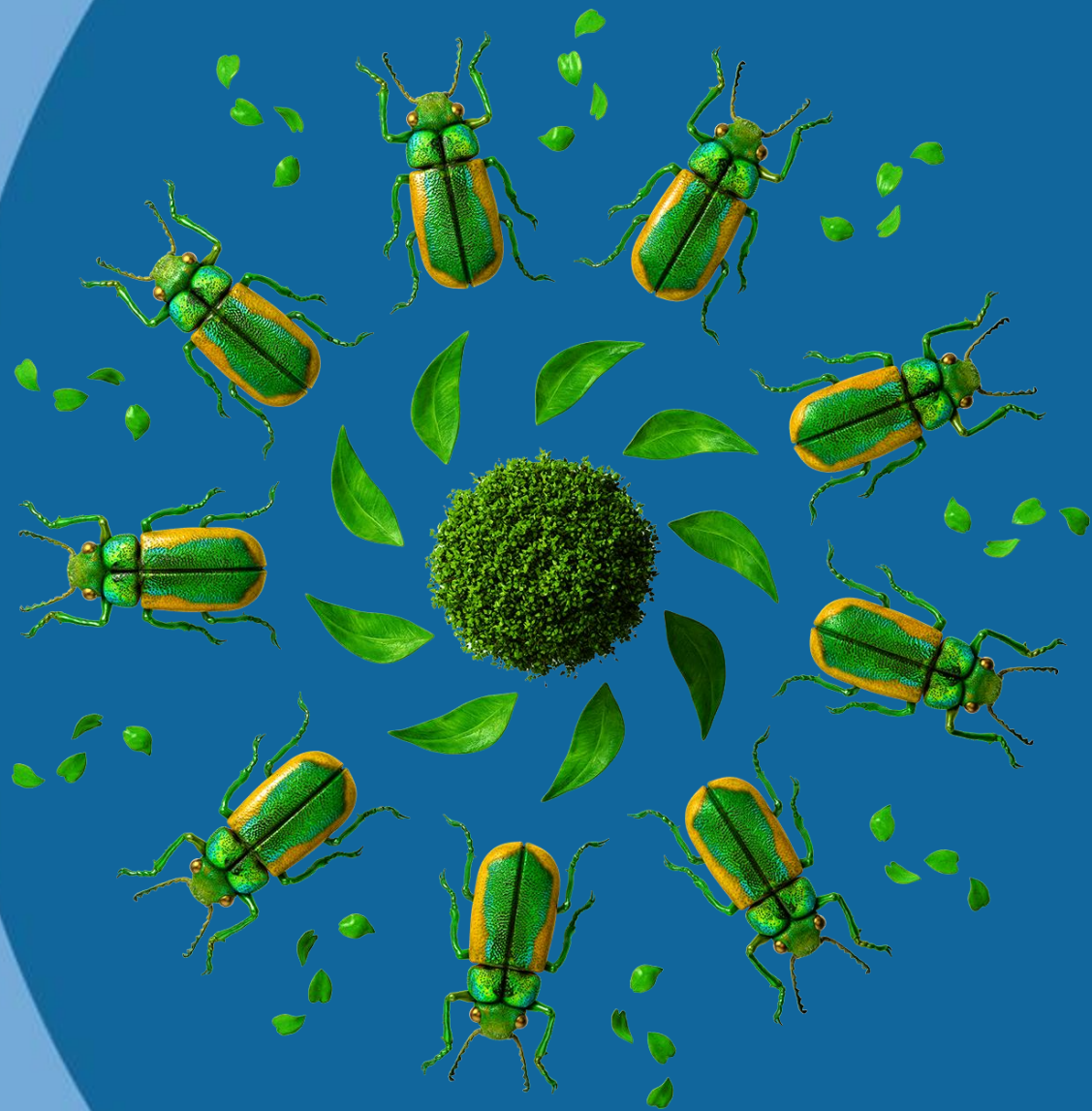
**eco·ap**

Programa de Eficiência Energética  
na Administração Pública

# Barómetro ECO.AP: Apoio e Colaboração

- ▶ Nomear GLEs com experiência em eficiência energética
- ▶ Manter a informação atualizada
- ▶ Enviar sugestões de melhoria:
  - ▶ [eco.ap@adene.pt](mailto:eco.ap@adene.pt)





# Ferramentas para os GLE



# Simulador ECO.AP

Simulador do desempenho energético de edifícios de serviços

- ▶ Contribuir para a promoção da eficiência energética nos edifícios da Administração Pública Central
- ▶ Capacitar os GLE/GLEC para a eficiência energética, permitindo:
  - ▶ Agilizar uma primeira apreciação da classe energética desse tipo de edifícios
  - ▶ Identificar o impacto de medidas de melhoria de eficiência energética tipificadas
  - ▶ Apoiar no processo de tomada de decisão associado à implementação de medidas de redução dos consumos de energia
  - ▶ Apoiar a implementação do Programa ECO.AP

<http://ecoap.pnaee.pt/> → Ferramentas → Simulador

<https://ecoapsim.pnaee.pt/ecoap/>



# Simulador ECO.AP

## Medidas de melhoria tipificáveis:

- ▶ Reforço do isolamento térmico das paredes, coberturas e/ou janelas
- ▶ Melhoria da proteção solar e do sombreamento dos vãos envidraçados
- ▶ Alteração da reflexão das paredes e coberturas (*Coolroof* e *Coolwall* )
- ▶ Melhoria da eficiência de sistemas e equipamentos:
  - ▶ Caldeiras e/ou bombas de calor
  - ▶ Sistemas de arrefecimento
  - ▶ Ventiladores
  - ▶ Sistemas de produção de AQS
  - ▶ Sistemas de iluminação
- ▶ Introdução de energias renováveis:
  - ▶ Sistemas solares térmicos
  - ▶ Sistemas solares fotovoltaicos

# Simulador ECO.AP

Seguro | https://ecoap.sim.pnae.ee.pt/ecoap/studies/14/edificios

Aplicações Gmail OFFICE 365 Intranet Planner ECO.AP SIMECOAP LIGAR Equacao Analytics eSUDEE Stop CO<sub>2</sub> Balcao 2020 PO SEUR SCE AcadADENE ADENE Yammer NOTE MAIL SharePoint Sustainable Energy I Outros marcados

Início Edifícios Manual Versão de demonstração

Português adene\_operator (Staff)

eco-ap Programa de Eficiência Energética na Administração Pública

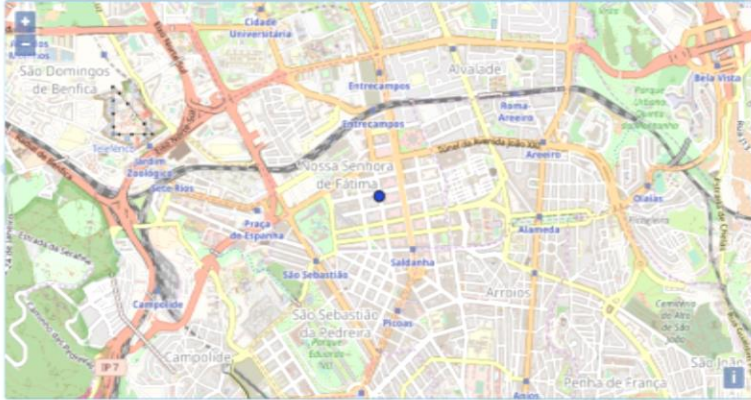
Localização Edifício Espaços Resumo e Simulação Resultados

Passo 1 Passo 2 Passo 3 Passo 4 Passo 5

Voltar Ajuda GRAVAR

## GLEC 0

### Localização



Nome do edifício

GLEC 0

Latitude (°) 38.73847 Longitude (°) -8.14821 Altitude 109 Concelho Lisboa

NUTS Grande Lisboa Zona climática Inverno I1 Zona climática Verão V2

Morada

Secretaria-Geral da Educação e Ciência, Avenida 5 de Outubro n.º107

Descrição (opcional)

Edifício Glec0

Voltar ao topo

# Manual ECO.AP

Descarregue aqui o "Manual de Eficiência Energética"

Formato PDF ( 11 mb )

Manual  
de Eficiência Energética



Ou descarregue os módulos individualmente

Introdução

Formato PDF (5 mb)



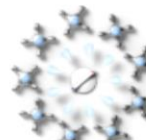
Conforto Térmico

Formato PDF (3 mb)



Águas Quentes e Sanitárias

Formato PDF (4 mb)



Financiamento

Formato PDF (3 mb)



Gestão de Energia

Formato PDF (2 mb)



Iluminação

Formato PDF (2 mb)



Energias Renováveis

Formato PDF (3 mb)

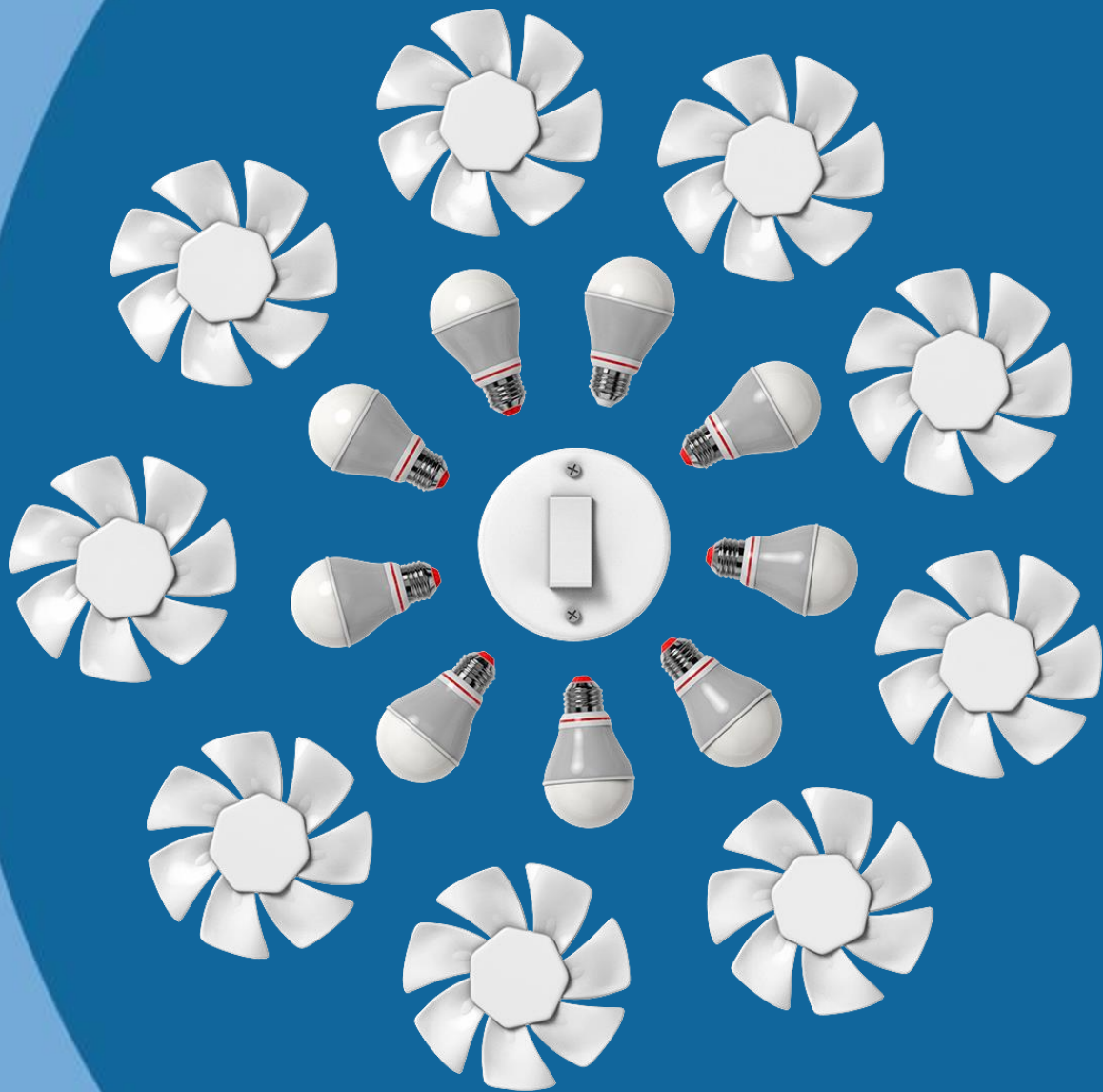


# Calculadoras ECO.AP

- ▶ Iluminação interior
- ▶ Iluminação exterior
- ▶ Climatização (aquecimento e/ou arrefecimento)
- ▶ Águas Quentes Sanitárias
- ▶ Solar Térmico
- ▶ Solar Fotovoltaico
- ▶ Modelos de Financiamento

<http://ecoap.pnaee.pt/> → Ferramentas





# Gestão de Energia



# Contratos de Fornecimento de Energia

## Energia Elétrica

- ▶ Opção tarifária:
  - ▶ Adequação às necessidades de consumo
- ▶ Custos com energia ativa:
  - ▶ Negociação de tarifas (mercado liberalizado)
- ▶ Custos com energia reativa:
  - ▶ Compensação do fator de potência
- ▶ Custos em horas de ponta:
  - ▶ Energia ativa e redes
  - ▶ Potência

## Ciclo Semanal

Todos os fornecimentos em Portugal Continental (BTN, BTE, MT, AT e MAT)

INVERNO ❄️



VERÃO ☀️



● Vazio ● Ponta ● Cheias ● Super Vazio

# Eficiência Energética

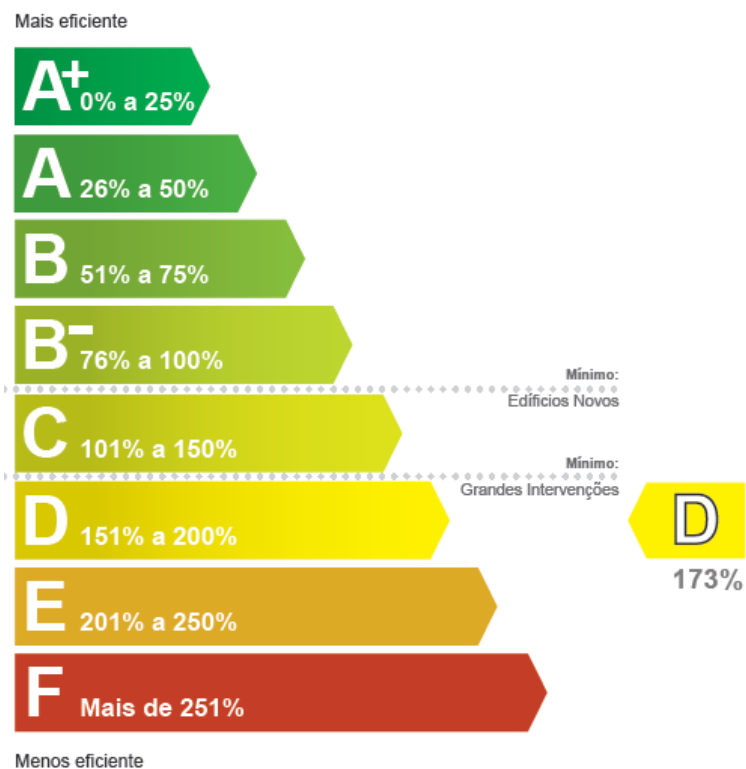
- ▶ Materializa-se através da adoção e implementação de medidas que promovam a redução do consumo de energia permitindo manter ou melhorar os níveis de conforto, qualidade e/ou produção
- ▶ As Medidas de Eficiência Energética (MEE) são previamente identificadas através da realização de diagnósticos ou de auditorias energéticas

**Fazer o mesmo (atividade),  
com menos (consumo energético)**



# Certificação Energética de Edifícios

- O **SCE** (Sistema de Certificação Energética de Edifícios) permite determinar o desempenho energético dos edifícios, classificando-os através de uma etiqueta energética:



| Classe Energética | Valor de $R_{IEE}$            |
|-------------------|-------------------------------|
| A+                | $R_{IEE} \leq 0,25$           |
| A                 | $0,26 \leq R_{IEE} \leq 0,50$ |
| B                 | $0,51 \leq R_{IEE} \leq 0,75$ |
| B-                | $0,76 \leq R_{IEE} \leq 1,00$ |
| C                 | $1,01 \leq R_{IEE} \leq 1,50$ |
| D                 | $1,51 \leq R_{IEE} \leq 2,00$ |
| E                 | $2,01 \leq R_{IEE} \leq 2,50$ |
| F                 | $R_{IEE} \geq 2,51$           |

## RECS – Comércio e Serviços

- ▶ **O RECS aplica-se a edifícios de comércio e serviços, nas seguintes situações:**
  - ▶ Projeto e construção de edifícios novos
  - ▶ Grande intervenção na envolvente ou sistemas técnicos de edifícios existentes
  - ▶ Avaliação energética e da manutenção dos edifícios novos, sujeitos a grande intervenção e existentes no âmbito do SCE
- ▶ A verificação do RECS, e a emissão do Certificado Energético, deve ser realizada para o edifício, ou para as suas frações, por Peritos Qualificados (PQ)
- ▶ As taxas da emissão de Certificados Energéticos variam em função da área do edifício:

| Área                   | Custo   |
|------------------------|---------|
| < 250 m <sup>2</sup>   | 135,00€ |
| < 500 m <sup>2</sup>   | 350,00€ |
| < 5.000 m <sup>2</sup> | 750,00€ |
| > 5.000 m <sup>2</sup> | 950,00€ |

# Auditoria Energética

- ▶ Levantamento detalhado de todos os aspetos relacionados com o uso da energia ou que, de alguma forma, contribuam para a caracterização dos fluxos energéticos:
  - ▶ Identifica e caracteriza os diferentes equipamentos e sistemas
  - ▶ Estabelece correlações entre o consumo de energia e a utilização do edifício, permitindo o cálculo dos correspondentes consumos específicos de energia e de indicadores de eficiência energética (ex. kWh/m<sup>2</sup>; kWh/utilizador, entre outros)
  - ▶ Permite identificar medidas com viabilidade técnico-económica possíveis de implementar de modo a aumentar a eficiência energética e/ou a reduzir a fatura energética

# Gestão de Energia

## Sistemas de Gestão – Certificação

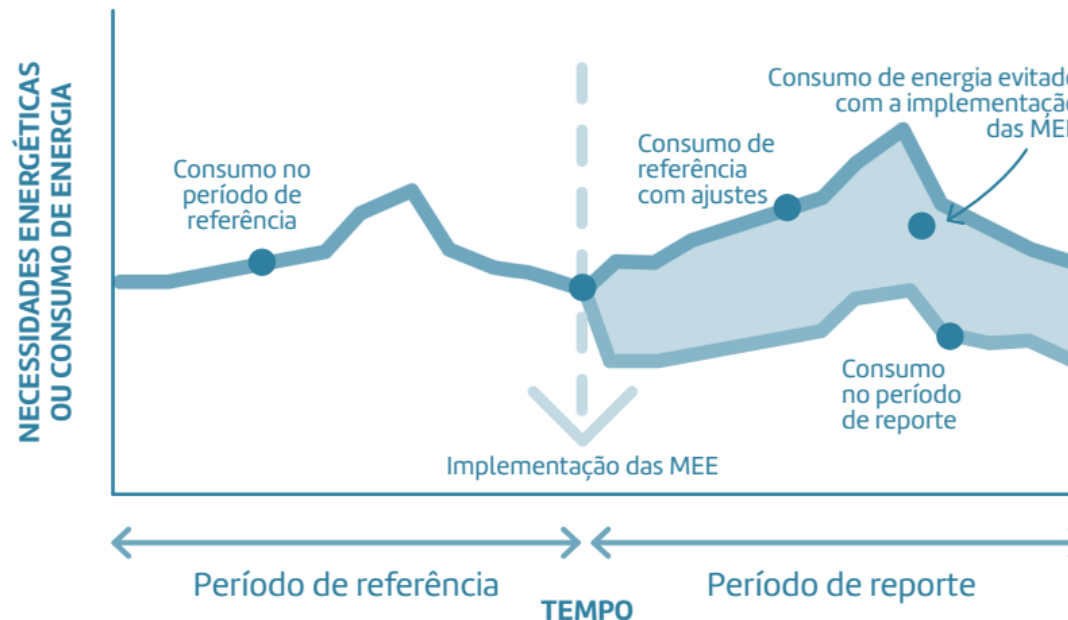
- ▶ A norma internacional dedicada em exclusivo à gestão de energia é a **Norma ISO 50001**
- ▶ Estabelece os sistemas e processos necessários para melhorar o desempenho energético
- ▶ A aplicação da norma pode apoiar o GLE na definição e controlo de um programa de eficiência energética

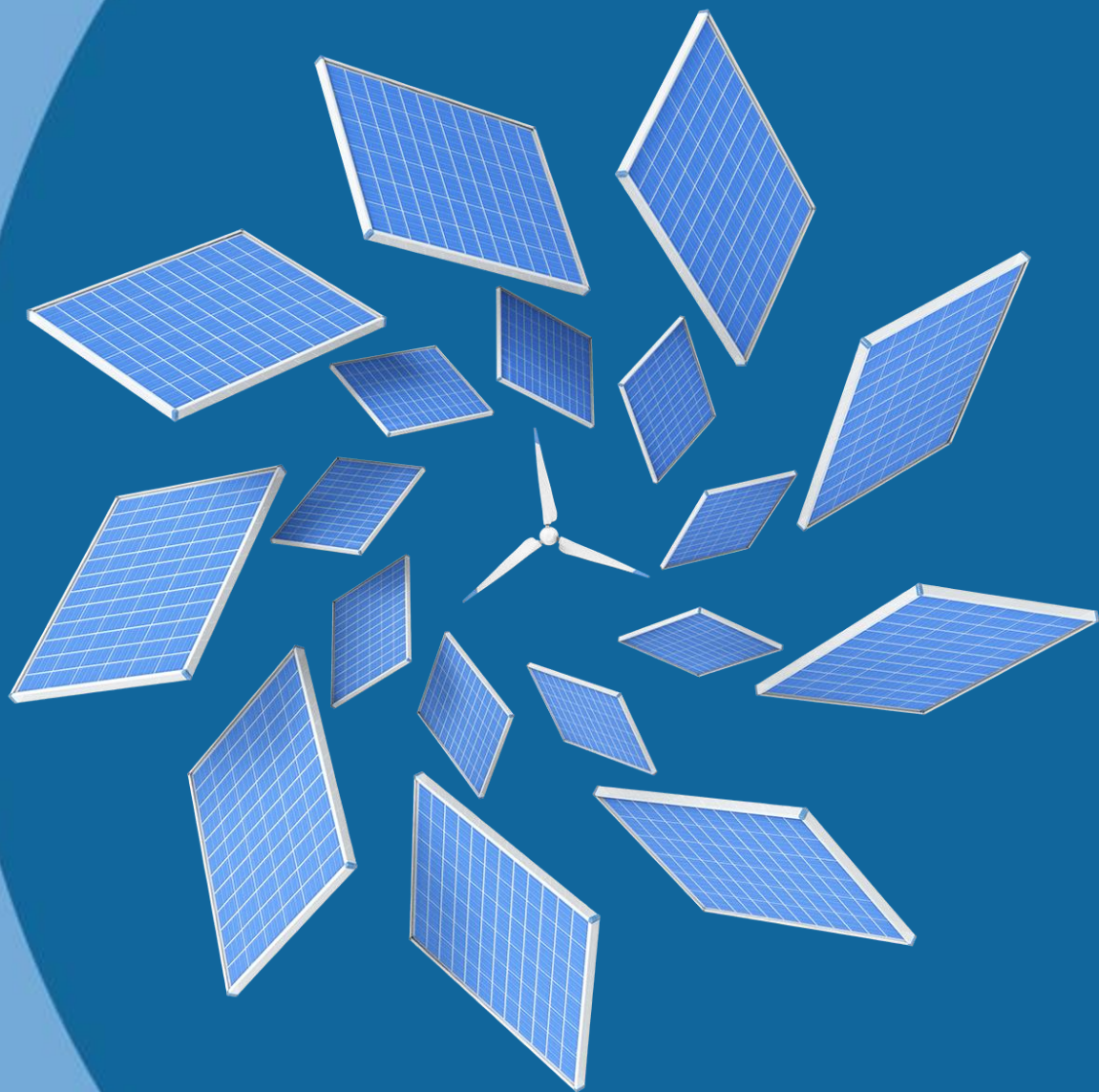


# Gestão de Energia

## Medição e Verificação

- ▶ Acompanhamento e avaliação do cumprimento das poupanças contratualizadas:
  - ▶ **Protocolo de Medição e Verificação** (e.g. IPMVP)
- ▶ **Objetivo:**
  - ▶ **Conhecer qual teria sido o valor da fatura energética se não tivesse sido implementada uma medida de melhoria**





# Energias Renováveis



# Energias Renováveis: Biomassa

## Biomassa

- ▶ Quando é utilizada para produção de energia (térmica ou elétrica), a biomassa passa a ser designada como bioenergia, ou como material biocombustível
- ▶ Os biocombustíveis podem ser sólidos, líquidos ou gasosos
- ▶ Os biocombustíveis sólidos são fundamentalmente utilizados para conversão em processos de combustão para produção de energia térmica (aquecimento, águas quentes sanitárias ou piscinas)

|                   | Lenha | Briquetes | Estilha | <i>Pellets</i> |
|-------------------|-------|-----------|---------|----------------|
| Humidade (%)      | 20    | <10       | 30      | <10            |
| Poder calorífico: |       |           |         |                |
| kcal/kg           | 3.500 | 4.000     | 3.000   | 4.000          |
| kWh/kg            | 4,0   | 4,6       | 3,4     | 4,6            |

## Biomassa – biocombustíveis sólidos

- ▶ Parâmetros a considerar:
  - ▶ Qualidade do biocombustível (certificação, teor de humidade, poder calorífico, teor de cinzas)
  - ▶ Condições de armazenamento (acessibilidade, quantidade, para “*stock*”, hermeticidade do local)
  - ▶ Formato e forma de abastecimento (granel, *big bag* ou saco, em palete ou de forma pressurizada)
- ▶ Preço unitário: vulgarmente apresentado em EUR/kg mas do ponto de vista energético deverá ser considerado em **EUR/kWh**
- ▶ É exequível efetuar a interligação com equipamentos e sistemas já existentes, aproveitando tubagens, depósitos de acumulação, bombas e outros elementos

## Solar térmico

- ▶ A radiação solar é convertida em calor útil através da captação por intermédio dos coletores solares e consequente transferência para os depósitos de acumulação
- ▶ As instalações para aproveitamento de energia solar para efeitos térmicos devem cumprir os requisitos presentes no SCE:
  - ▶ Os sistemas e os coletores devem ser certificados
  - ▶ Instalações com área de captação superior a 20m<sup>2</sup> devem dispor de projeto de execução

## Solar térmico

### ► Exemplos de tipologias de coletores solares térmicos:

- Coletores planos, em que a energia é absorvida pela placa (cor escura, normalmente preta) e retida pelo vidro, que faz de efeito de estufa
- Coletores de tubos de vácuo, em que a energia é absorvida por vaporização do líquido nos tubos centrais

### ► Soluções para a circulação do líquido no coletor solar:

- Termossifão: baseia-se no aproveitamento do princípio físico que permite que a circulação do fluido térmico entre os coletores e o acumulador (depósito) ocorra por convecção natural. O depósito fica por norma na horizontal numa posição superior ao coletor.
- Circulação forçada: necessita do apoio de uma bomba de circulação incorporando meios eletrónicos de controlo de temperaturas, permitindo satisfazer caudais de água quente superiores aos proporcionados pelo termossifão. O depósito de acumulação deve ficar numa sala técnica de preferência na vertical.

# Energias Renováveis: Solar Térmico – caso prático

## Faculdade, em Lisboa

- ▶ 700 alunos, com 260 refeições diárias na cantina
- ▶ Sistema de produção de AQS:
  - ▶ Termoacumulador elétrico, com 70% de rendimento
- ▶ Custo da energia elétrica: 0,20€/kWh
- ▶ Perfil de utilização mensal: maior consumo no semestre de Inverno
- ▶ Perfil de utilização diário: maior consumo nos dias úteis
- ▶ Orientação solar da cobertura: Sul

# Energias Renováveis: Solar Térmico – caso prático

## CALCULADORA – SOLAR TÉRMICO



### DADOS

Distrito

Selecctionar opção ▼

Latitude (aprox.)

0°

Sistema de produção de AQS

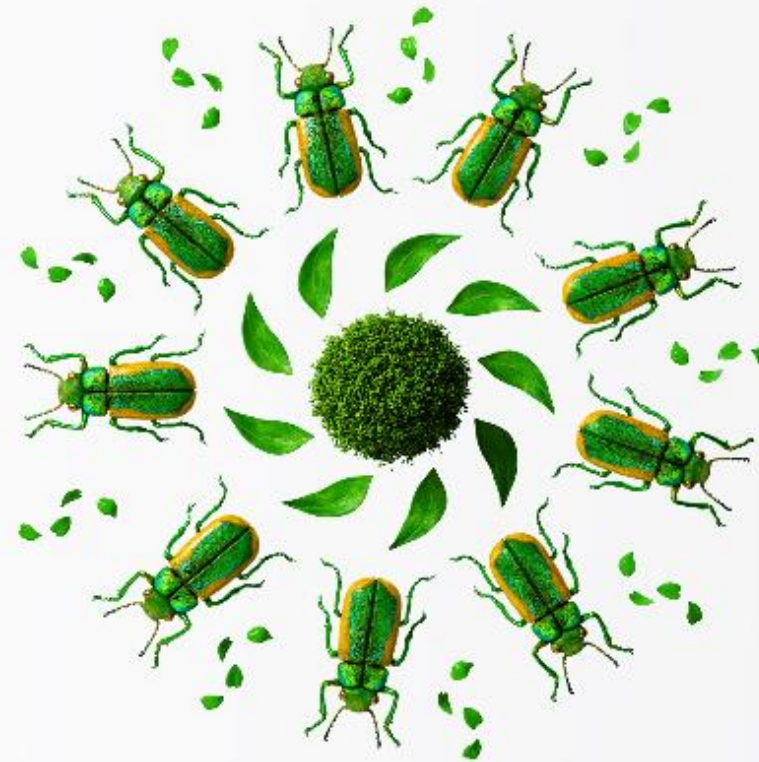
Selecctionar opção ▼

Rendimento (%)

Selecctionar opção ▼

Idade (aprox.)

Selecctionar opção ▼

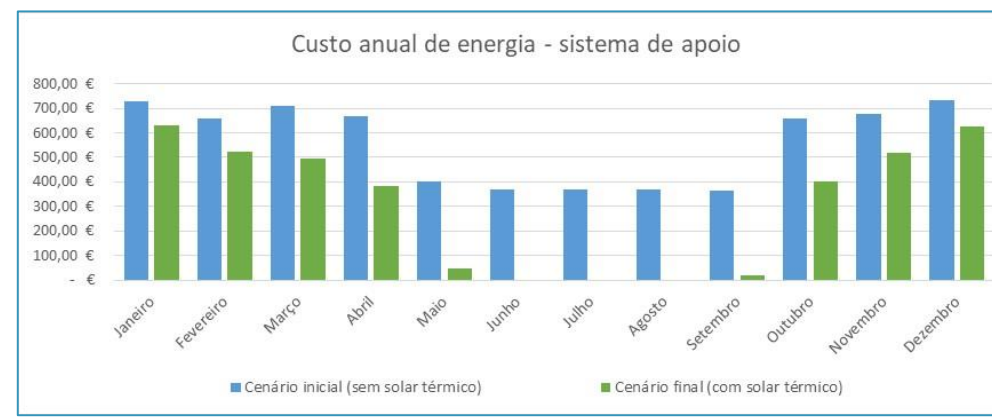
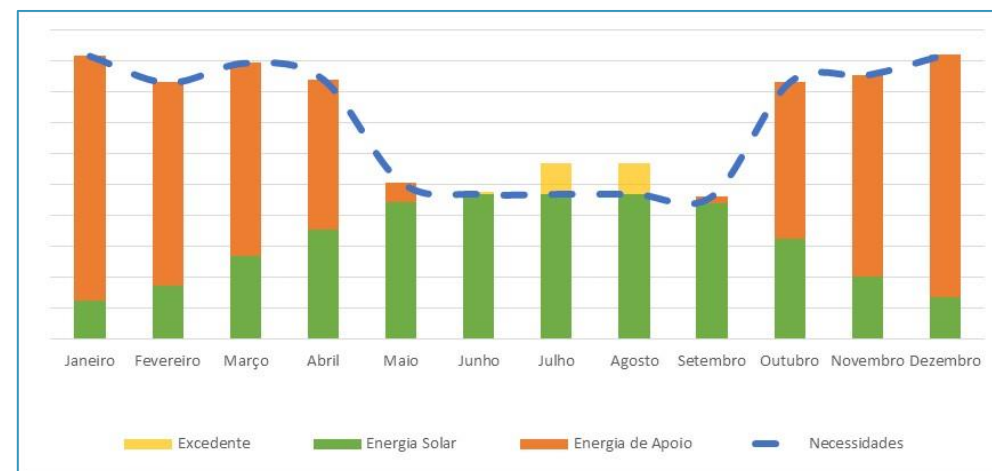




# Energias Renováveis: Solar Térmico – caso prático

## Resultados

|                                                          |            |
|----------------------------------------------------------|------------|
| N.º de coletores solares                                 | 6          |
| Área ocupada pelo solar térmico                          | 13.5 m2    |
| Volume dos depósitos de acumulação                       | 900 litros |
| Necessidades energéticas anuais                          | 23481 kWh  |
| Energia produzida pelo solar térmico                     | 10730 kWh  |
| Consumo de energia (sistema de apoio)                    | 18216 kWh  |
| Excedente de energia (no verão)                          | 18%        |
| Contributo do solar térmico                              | 46%        |
| <b>Resultados</b>                                        |            |
| Custos energéticos (cenário inicial – sem solar térmico) | 6709 €     |
| Custos energéticos (cenário final – com solar térmico)   | 3643 €     |
| Redução anual da fatura energética                       | 3066 €     |
| Investimento estimado *                                  | 7560 €     |
| Custos anuais com operação e manutenção                  | 378 €      |
| Período de retorno                                       | 2.5 anos   |



# Energias Renováveis: Solar Fotovoltaico

## Solar fotovoltaico

- ▶ Conversão da energia incidente em materiais semicondutores, proveniente da radiação solar, em eletricidade, através do efeito fotoelétrico
- ▶ Tecnologia mais abundante : silício cristalino (poli e monocristalino):
  - ▶ O silício monocristalino permite atualmente eficiências de conversão entre **16 a 18%** (nos módulos), sendo superior em termos de eficiência e de durabilidade/resistência face ao policristalino
- ▶ É igualmente importante considerar a eficiência dos inversores, a qual ronda tipicamente valores na ordem dos 95 a 98%
- ▶ A central solar deverá ser orientada, preferencialmente, a Sul e o ângulo de inclinação dos módulos é normalmente otimizado conforme a latitude do local
- ▶ A utilização de um seguidor solar poderá aumentar a produtividade da central solar fotovoltaica em 20 a 30%

## Solar fotovoltaico

- ▶ Para elaboração de estudo/dimensionamento de uma unidade de produção de energia elétrica através de uma instalação solar fotovoltaica é essencial dispor previamente dos seguintes dados:
  - ▶ Planta de arquitetura do edifício (cobertura ou zona onde se pretenda colocar a central)
  - ▶ Dados gerais da instalação elétrica (potência contratada, tipo de ligação à rede, ciclo tarifário, tarifas de energia elétrica, entre outros)
  - ▶ Necessidade e perfis de consumos:
    - ▶ Curva (ou diagrama) de carga anual, **ou**
    - ▶ Consumos anuais (desagregados por período horário e/ou por mês)
- ▶ A forma mais adequada de medir a eficiência de uma instalação solar fotovoltaica é, após serem tidas em conta todas as perdas inerentes, determinar o indicador específico de produção, medido em **kWh.ano/kWp**

## Unidades de Produção para Autoconsumo (UPAC)

- ▶ Destina-se predominantemente ao consumo da energia elétrica produzida na instalação associada à unidade de produção, com possibilidade de venda, a preço de mercado, da eletricidade não autoconsumida
- ▶ Remuneração:
  - ▶ Energia produzida: a parte consumida na instalação será deduzida na fatura elétrica (autoconsumida);
  - ▶ Energia não consumida (excedente): a parcela não consumida na instalação poderá ser vendida à RESP (a preço de mercado)

Nota: caso de instalações BTE ou MT é importante considerar também a redução dos custos com a designada “Potência em Horas de Ponta” (PHP)

# Produção descentralizada de energia elétrica

## UPAC

### ▶ Limitações:

- ▶ Potência de ligação (nominal)  $\leq$  potência contratada na instalação de utilização
- ▶ Potência instalada  $\leq 2x$  potência de ligação (nominal)

### ▶ Produção:

- ▶ Dimensionamento por forma a aproximar a produção ao consumo, com possibilidade de venda de eventuais excedentes instantâneos ao Comercializador de Último Recurso (CUR)

# Produção descentralizada de energia elétrica

## Unidades de Pequena Produção (UPP)

- ▶ Permite ao produtor injetar a totalidade da energia elétrica produzida na RESP (Rede Elétrica de Serviço Público), sendo remunerado por uma tarifa (definida anualmente pela DGEG)
  - ▶ Categoria I – produtor que pretende proceder apenas à instalação de uma UPP
  - ▶ Categoria II – produtor que pretende instalar uma tomada elétrica para o carregamento de veículos elétricos, ou seja proprietário ou locatário de um veículo elétrico
  - ▶ Categoria III – produtor que pretende instalar coletores solares térmicos (ou caldeira a biomassa com produção anual de energia térmica equivalente)
- ▶ A tarifa de remuneração vigora por um período de 15 anos, período durante o qual os produtores não podem optar por aderir a outro regime, e após o qual o produtor entra no regime geral de produção de energia em regime especial



# Produção descentralizada de energia elétrica

## UPP

### ▶ Limitações:

- ▶ Potência de ligação (nominal)  $\leq$  potência contratada na instalação de utilização
- ▶ Potência de ligação máxima  $\leq 250$  kW

### ▶ Produção:

- ▶ Energia consumida na instalação de utilização  $\geq 50\%$  da energia produzida & venda na totalidade ao Comercializador de Último Recurso (CUR)

## Edifício de Serviços em Aveiro

- ▶ Contrato: BTE, ciclo diário, com 42kW
- ▶ Tarifário e consumos anuais:
  - ▶ Ponta: 8.800 kWh & 0,150€/kWh
  - ▶ Cheia: 26.250 kWh & 0,125€/kWh
  - ▶ Vazio: 4.650 kWh & 0,100€/kWh
  - ▶ Super Vazio: 3.150 kWh & 0,075€/kWh
  - ▶ PHP: 0,5048€/kW.dia
- ▶ Horário: dias úteis, das 9h às 17h, com encerramento à hora de almoço
- ▶ Encerramento anual: 2 semanas em Dezembro

# Energias Renováveis: Solar Fotovoltaico – caso prático

CALCULADORA – SOLAR FOTOVOLTAICO

 **eco·ap**  
Programa de Eficiência Energética na Administração Pública

**DADOS**

**Distrito**

Lisboa

**Produção Específica**

1490

**Nível de tensão**

|                          |
|--------------------------|
| Selecione uma das opções |
| Alta tensão              |
| <b>Média tensão</b>      |
| Baixa tensão especial    |
| Baixa tensão normal      |

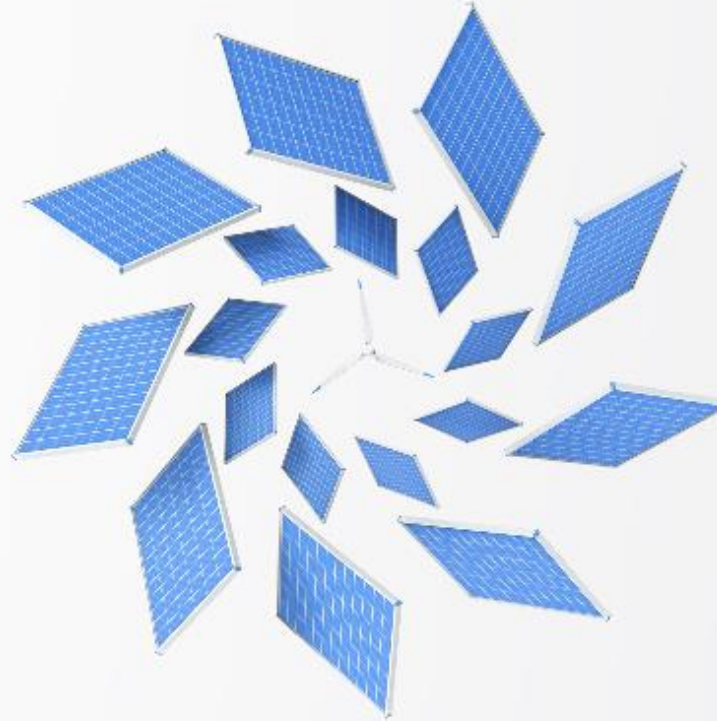
Inserir a potência contratada (Ex: 12)

**Ciclo tarifário**

Selecione uma das opções

**Ciclo horário**

Selecione uma das opções

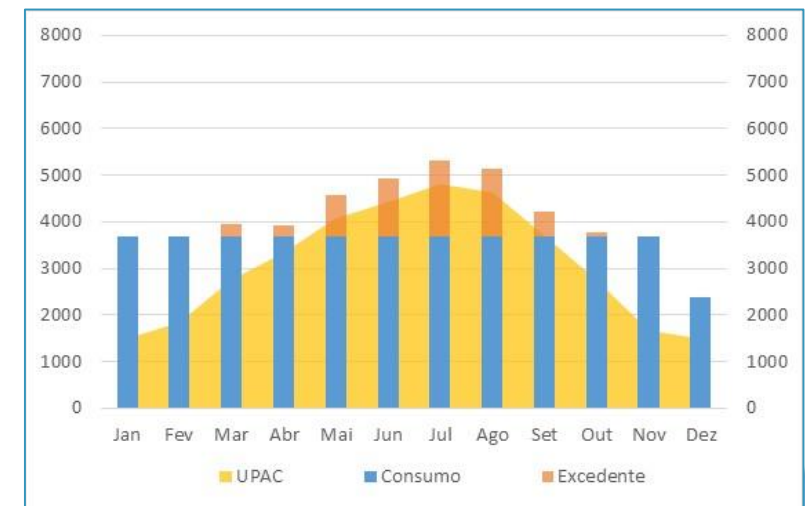
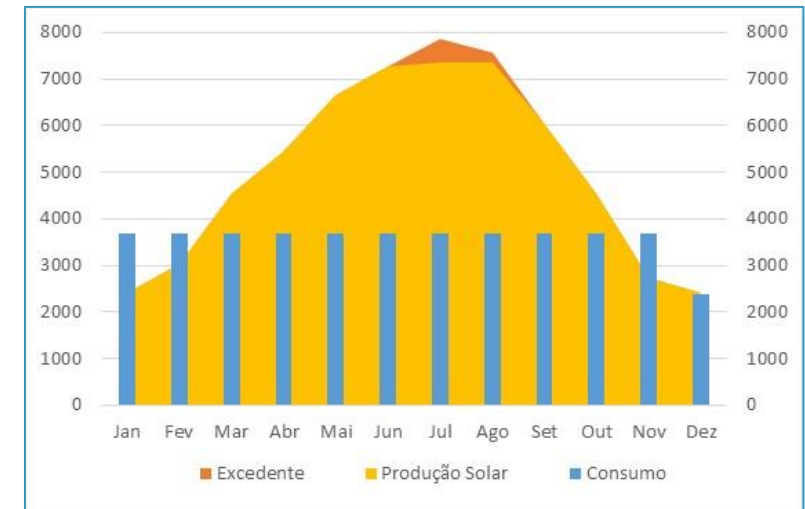


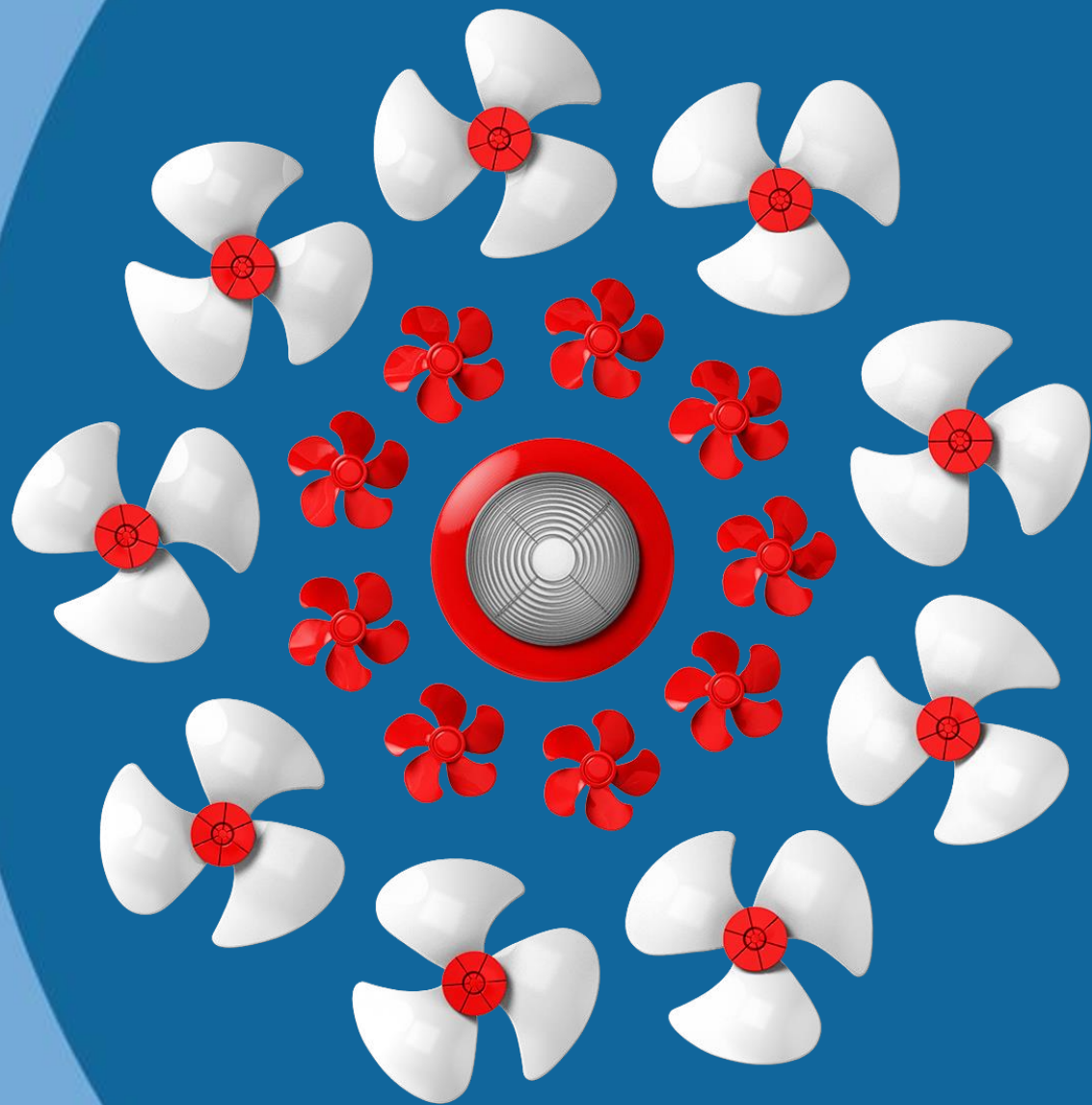
  
eco·ap

# Energias Renováveis: Solar Fotovoltaico – caso prático

## Resultados – UPP

|                                         | UPP                                                   | UPAC                                                    |
|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Potência do solar fotovoltaico          | 42 kW                                                 | 25 kW                                                   |
| N.º de painéis fotovoltaicos            | 153                                                   | 92                                                      |
| Área ocupada pelo solar fotovoltaico    | 325 mÂ²                                               | 196 m2                                                  |
| Observações                             | Potência da central limitada pela potência contratada | Potência da central limitada pelo consumo da instalação |
| Consumo de energia do edifício          | 42833 kWh                                             | 42833 kWh                                               |
| Produção de energia solar               | 61320 kWh                                             | 36964 kWh                                               |
| Energia excedentária                    | -                                                     | 6394 kWh                                                |
| Energia excedentária (%)                | -                                                     | 17 %                                                    |
| Autoconsumo                             | Não aplicável                                         | 30569 kWh                                               |
| Consumo de energia renovável            | 143%                                                  | 71%                                                     |
| Custos energéticos anuais               | 6456 €                                                | 6456 €                                                  |
| Receita anual com fotovoltaico          | 5825 €<br>Categoria I                                 | 5076 €                                                  |
| Redução anual da fatura energética      | 90%                                                   | 79%                                                     |
| Investimento estimado *                 | 54600 €                                               | 32913 €                                                 |
| Custos anuais com operação e manutenção | 1092 €                                                | 658 €                                                   |
| Período de retorno                      | 9.4 anos                                              | 6.5 anos                                                |





# Conforto Térmico

# Conforto Térmico de Edifícios

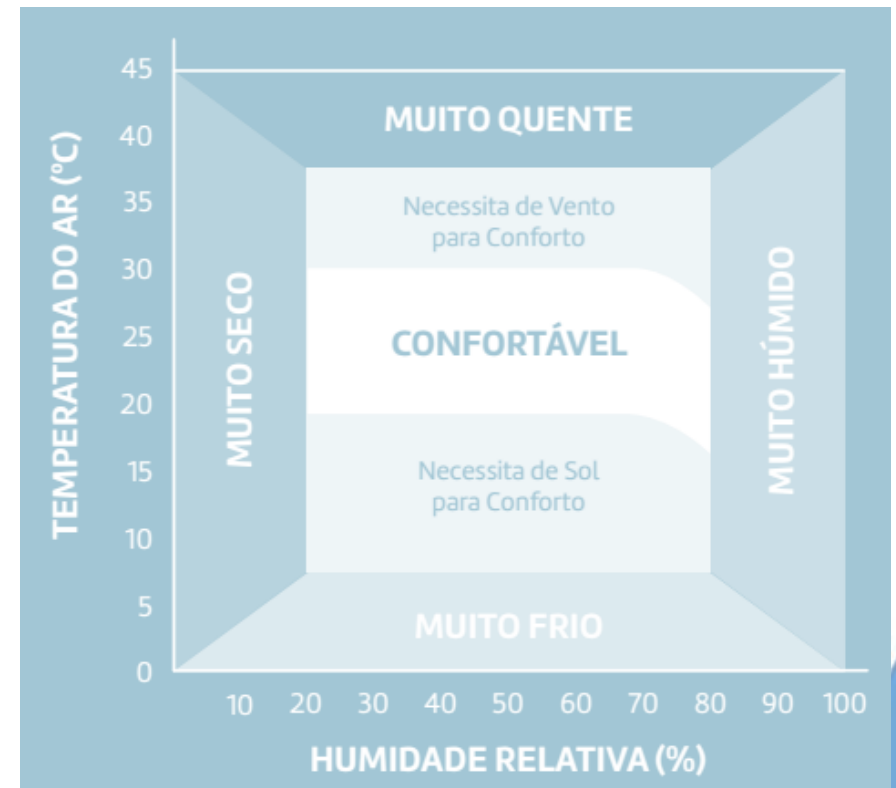
- ▶ O conforto térmico de um edifício depende fundamentalmente de três aspetos:
  - ▶ Índice de conforto térmico:
    - ▶ tipo de edifício
    - ▶ tipo de atividade
    - ▶ tipo de utilizadores
  - ▶ Qualidade da envolvente:
    - ▶ soluções construtivas
    - ▶ tipo de materiais
  - ▶ Eficácia dos sistemas técnicos:
    - ▶ climatização e/ou de ventilação





# Índice de conforto térmico

- ▶ O equilíbrio da temperatura do corpo humano depende e é influenciado e condicionado por diversas variáveis:
  - ▶ Individuais: parâmetros fisiológicos (ex. metabolismo, temperatura do corpo), vestuário e fatores psicológicos (ex. possibilidade de controlar equipamentos de climatização)
  - ▶ Ambientais: temperatura e velocidade do ar interior, humidade relativa e temperatura média radiante
- ▶ No desempenho energético de edifícios depende de:
  - ▶ Temperatura do ar
  - ▶ Humidade relativa



## Qualidade da envolvente

- ▶ As **caraterísticas construtivas dos edifícios** (envolvente: paredes, coberturas, pavimentos, portas e vãos envidraçados) contribuem para o contraste térmico entre o interior do edifício e o ambiente exterior
- ▶ Um **bom isolamento térmico das estruturas** ajuda a garantir estabilidade da temperatura interior e **minimiza as trocas térmicas**



## Eficácia dos sistemas técnicos

- ▶ O conforto térmico de edifícios, e o inerente controlo das condições ambientais interiores, depende na grande maioria dos casos da utilização de sistemas técnicos de climatização (aquecimento, arrefecimento e ventilação)
- ▶ A eficácia destes sistemas é influenciada pelos seguintes parâmetros:
  - ▶ Qualidade construtiva do edifício e condições de conforto térmico dos utilizadores
  - ▶ Adequação e capacidade dos sistemas para fazer face às necessidades (dos espaços e/ou dos utilizadores)
  - ▶ Rendimento dos equipamentos e sistemas (eficiência energética)

# Climatização de Edifícios

- ▶ De um modo geral os sistemas de aquecimento são necessários em qualquer espaço onde exista permanência de pessoas
- ▶ Os sistemas de arrefecimento ambiente podem ser evitados em edifícios bem concebidos, nomeadamente, com:
  - ▶ inércia térmica adequada
  - ▶ reduzidos ganhos solares
  - ▶ ventilação natural
- ▶ A climatização feita por sistemas centralizados (independentemente da fonte energética ou do tipo de distribuição da energia térmica) é normalmente a solução mais eficiente do ponto de vista energético

## Aquecimento

- ▶ No inverno, na maioria das situações, é admissível um ajuste da temperatura interior entre os 18 e os 22°C
  - ▶ Além da economia de energia, diminui o efeito do choque térmico entre o interior e o exterior
- ▶ O rendimento é medido através do **COP** – “coeficiente de desempenho”: relação entre o valor da potência de aquecimento da unidade e o valor da potência elétrica que a unidade necessita para a produzir:
  - ▶ O COP é normalmente superior a 3, o que significa que por cada kWh de energia elétrica fornecida ao sistema, obtém-se 3 kWh de energia térmica

## Arrefecimento

- ▶ No verão, na maioria das situações, é admissível um ajuste da temperatura interior entre os 23 e os 25°C
  - ▶ Além da economia de energia, diminui o efeito do choque térmico entre o interior e o exterior
- ▶ O rendimento é medido através do **EER** – “**rácio de eficiência energética**”: relação entre o valor da potência de arrefecimento da unidade e o valor da potência elétrica que a unidade necessita para a gerar
  - ▶ O EER é normalmente superior a 3, o que significa que por cada kWh de energia elétrica fornecida ao sistema, obtém-se 3 kWh de energia térmica



## Ventilação

- ▶ Pode ser utilizada ventilação **natural e/ou forçada**, necessitando, neste último caso, de equipamentos consumidores de energia
- ▶ Devem ser mantidos os caudais de ar novo previstos na regulamentação por forma a garantir uma renovação eficaz do ar interior dos edifícios
- ▶ Os caudais de ventilação devem ser regulados para as necessidades do edifício:
  - ▶ Caudais de ventilação superiores aos recomendados podem causar desperdícios de energia
  - ▶ Caudais de ventilação inferiores aos recomendados podem afetar a qualidade do ar interior

## Sistemas Técnicos

- ▶ A climatização de um edifício pode ser feita com recurso a apenas uma tecnologia ou a um conjunto combinado de sistemas e tecnologias
- ▶ Os sistemas podem ser apenas e especificamente utilizados para climatização (aquecimento e/ou arrefecimento) ou também para outros fins (AQS, ventilação)
- ▶ A solução técnica de climatização para um edifício depende de:
  - ▶ Tipo de climatização (temperatura e caudal)
  - ▶ Necessidades de climatização e/ou ventilação (volume e períodos de utilização)
  - ▶ Características do edifício (tipo de construção, desempenho térmico, tipo de ocupação)
  - ▶ Características da instalação (tipo de rede/tubagens, distâncias, dimensões)
  - ▶ Fontes energéticas disponíveis e/ou espaço para armazenamento de combustível
  - ▶ Articulação com outras necessidades térmicas (e.g. AQS)

## Sistemas Técnicos

- ▶ Os principais sistemas técnicos utilizados na climatização e ventilação dos edifícios públicos são os seguintes:
  - ▶ **Aquecimento:** caldeiras de combustão
  - ▶ **Arrefecimento:** *chiller, splits, multi-splits* e VRV (volume de refrigerante variável)
  - ▶ **Ventilação:** Unidades de Tratamento de Ar (UTA) ou Unidade de Tratamento de Ar Novo (UTAN)

**Nota:** uma solução de produção de energia térmica ainda não muito utilizada em Portugal mas que apresenta vantagens a nível energético, económico e até técnico, **são as redes de distribuição de calor e/ou frio**

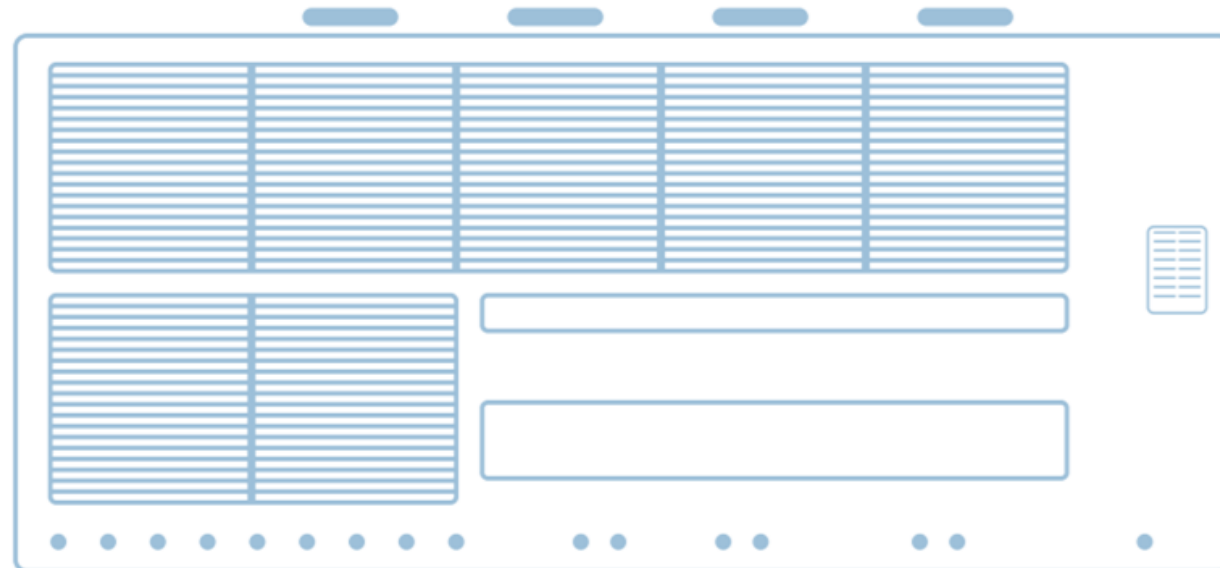
## Caldeiras de combustão

- ▶ Constituídas por um queimador alimentado por um combustível (gás natural, propano, butano, gasóleo, biomassa, etc.)
- ▶ Existem três tipos principais de caldeiras:
  - ▶ Instantâneas: aquecem apenas a água a consumir instantaneamente (e.g. caldeiras murais)
  - ▶ Convencionais: a transferência de calor é efetuada apenas com recurso a um permutador
  - ▶ Condensação: aproveitam o calor residual dos gases de exaustão para pré-aquecer a água (rendimento superior)

# Climatização de Edifícios

## Chiller

- ▶ O Chiller é uma máquina térmica que usa o princípio da máquina frigorífica para o arrefecimento, produzindo água fria que é distribuída por um sistema de bombagem até às serpentinas presentes nas UTAS/UTAN ou até unidades interiores
- ▶ Alguns equipamentos permitem a inversão do ciclo termodinâmico, permitindo ser utilizadas também para o aquecimento, designando-se como Chiller bomba de calor



## Unidade de Tratamento de Ar

- ▶ **Melhora a qualidade do ar** através de uma **unidade de filtragem**, ou condiciona o ar através de baterias de aquecimento ou de arrefecimento, permutando a energia térmica dos equipamentos produtores (e.g., água quente da caldeira ou fria do chiller) para o ar
  - ▶ No caso de a unidade tratar exclusivamente ar novo (i.e., ar do exterior) a designação utilizada é UTAN (Unidade de Tratamento do Ar Novo)
- ▶ A instalação de um sistema de distribuição do tipo “**volume variável**” proporciona diferentes fluxos de ar de distribuição de acordo com as necessidades dos espaços
- ▶ A inclusão de sistemas com **recuperação de calor**, que aproveitam a energia térmica do ar a retirar do edifício, aumenta a eficiência do sistema

## Manutenção

- ▶ **Questão crucial:** otimização da operação e manutenção de modo a proporcionar o máximo de conforto com o menor gasto possível
- ▶ É fundamental a existência de um Plano de Manutenção Preventiva (PMP)
  - ▶ Elaborado e acompanhamento sob a responsabilidade de um técnico qualificado
- ▶ Principais aspetos a considerar:
  - ▶ **Caldeira:** verificação das condições de combustão, dos gases de combustão, da água de alimentação e do estado geral dos permutadores
  - ▶ **Chiller:** verificação de níveis (óleo de lubrificação e/ou refrigerante), tanto dos compressores, como das bombas de circulação e dos motores elétricos, realização de purgas, operações de limpeza das superfícies de permuta de calor
  - ▶ **UTA:** avaliação dos motores elétricos, filtros, ventiladores, verificação e limpeza de condutas, “*dampers*” e análise da aparelhagem de comando e controlo



## Unidade Hospitalar em Setúbal

- ▶ Área a climatizar: 3.000 m<sup>2</sup> (3 pisos)
- ▶ Consumos anuais de energia do edifício:
  - ▶ Energia elétrica: 375.000 kWh (0,20€/kWh)
  - ▶ Gás Natural: 12.400 m<sup>3</sup> (0,10€/kWh)
- ▶ Área de cobertura: 1.000 m<sup>2</sup>
- ▶ Consumos de energia para climatização: desconhecidos
  - ▶ Consumo similar em todos os dias da semana
  - ▶ Não tem períodos de encerramento

## Unidade Hospitalar em Setúbal

- ▶ Caraterísticas do edifício:
  - ▶ Classe energética: desconhecida
  - ▶ Ano de construção: 1974
  - ▶ Envidraçados: alumínio com vidro duplo
  - ▶ Envolvente: sem isolamento térmico (paredes e cobertura)
- ▶ Aquecimento e AQS
  - ▶ Caldeira a gás natural com 250kW com 80% de rendimento

## Unidade Hospitalar em Setúbal

- ▶ Consumos de energia para AQS: desconhecidos
  - ▶ Consumo similar em todos os meses do ano
  - ▶ Consumo similar em todos os dias da semana
- ▶ N.º médio diário de utentes nas enfermarias: 50
- ▶ N.º médio de refeições na cantina: 100
- ▶ **Pretendem substituir por caldeira a pellets e instalar um sistema solar térmico para as AQS:**
  - ▶ Orientação solar da cobertura: Sul, com desvio de +/- 20º

# Climatização de Edifícios – caso prático

CALCULADORA – CLIMATIZAÇÃO

  
Programa de Apoio à Energia  
e ao Ambiente

DADOS

Utilizar a calculadora para:

Seleccção opção

Aquecimento

Arrefecimento

Aquecimento e Arrefecimento

Distrito:

Seleccção opção

Área a climatizar (m2)

0 m2

Consumos energéticos anuais

0 W

Selecção opção

unidade

0

€/unidade

valor predefinido

Remover

Adicionar

# Climatização de Edifícios – caso prático

## Resultados

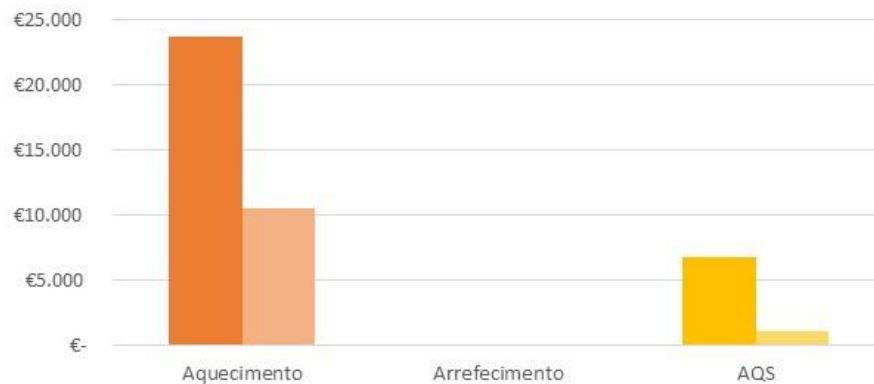
| Resultados                          | Aquecimento            |                     | AQS             |               |
|-------------------------------------|------------------------|---------------------|-----------------|---------------|
|                                     | Cenário Inicial        | Cenário Final       | Cenário Inicial | Cenário Final |
| Equipamento                         | Caldeira (gás natural) | Caldeira (biomassa) | –               | –             |
| Potência nominal                    | 250 kW                 | 300 kW              | –               | –             |
| Rendimento                          | 80%                    | 90%                 | –               | –             |
| Fonte de energia                    | Gás Natural            | Biomassa            | –               | –             |
| Consumo energético anual            | 258261 kWh             | 229565 kWh          | 67737 kWh       | 22986 kWh     |
| Custos energéticos anuais           | 25826 €                | 9871 €              | 6774 €          | 988 €         |
| Resultados                          |                        |                     |                 |               |
| Redução anual do consumo de energia | 28696 kWh              |                     | 44751 kWh       |               |
| Redução anual da fatura energética  | 15955 €                |                     | 5786 €          |               |
|                                     | 62%                    |                     | 85%             |               |
| Custo energético unitário           | 0.1 €/kWh              | 0.04 €/kWh          | 0.1 €/kWh       | 0.04 €/kWh    |
| Investimento estimado *             | 60000 €                |                     | 18680 €         |               |
| Período de retorno                  | 3.8 anos               |                     | 3.2 anos        |               |

# Climatização de Edifícios – caso prático

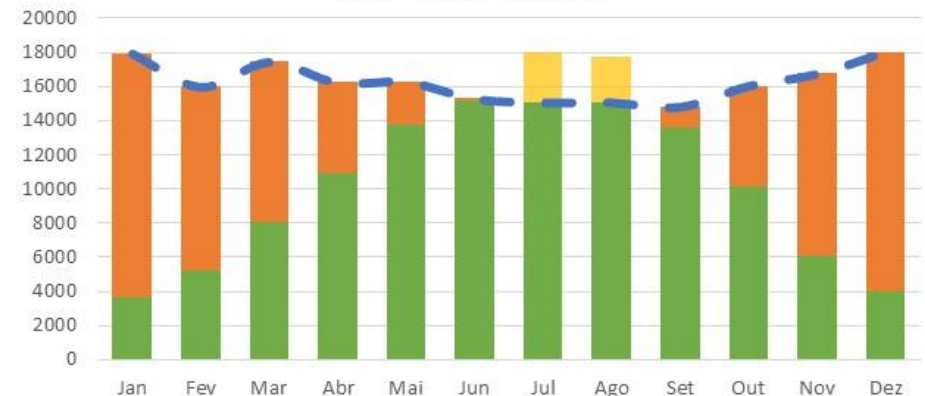
## Resultados

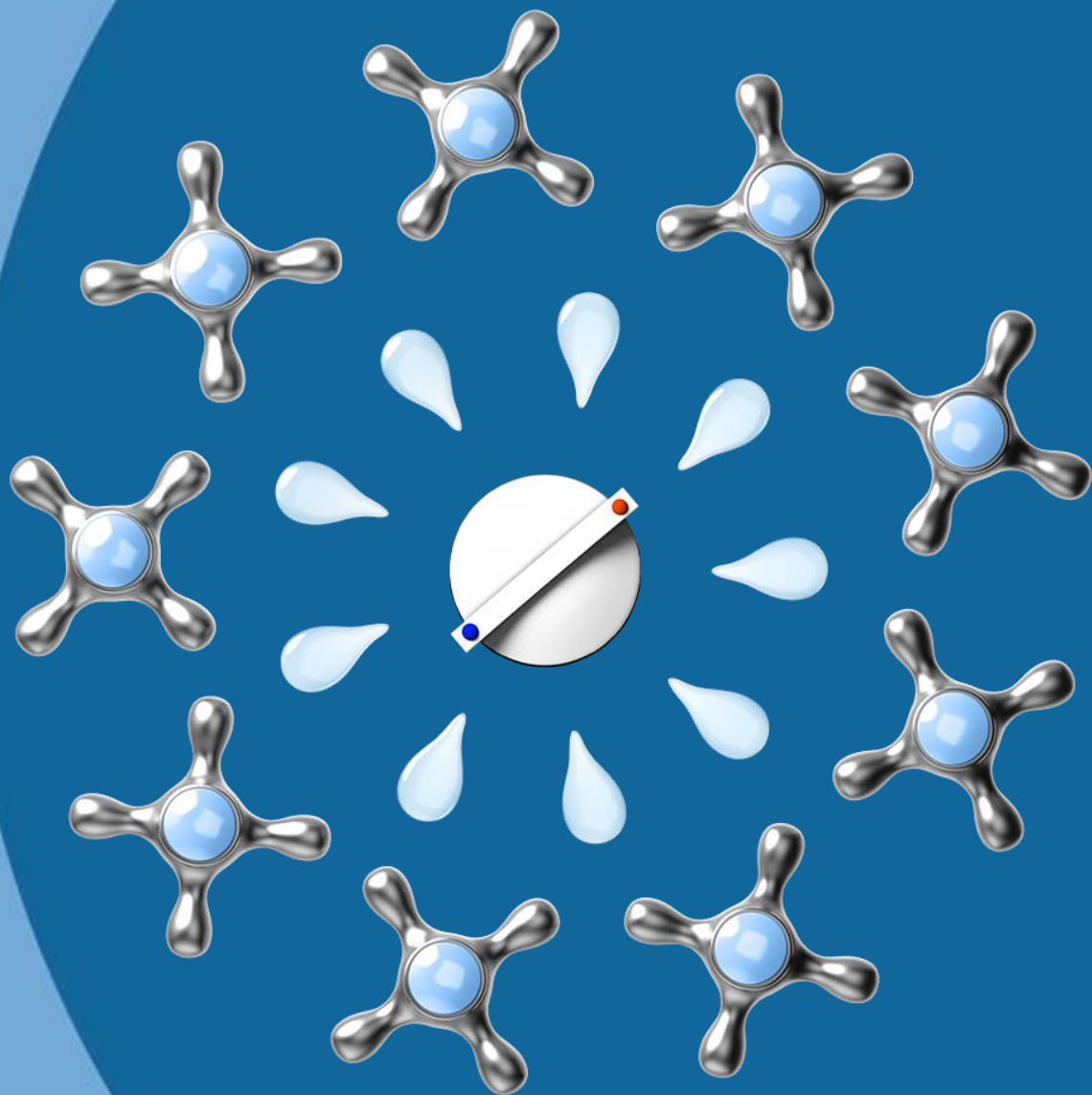
| Resultados globais                  |                 |               |
|-------------------------------------|-----------------|---------------|
|                                     | Cenário Inicial | Cenário Final |
| Custos energéticos anuais           | 32600 €         | 10859 €       |
| Redução anual do consumo de energia | 73447 kWh       |               |
| Redução anual da fatura energética  | 21741 €         |               |
|                                     | 67%             |               |
| Custo energético unitário           | 0.1 €/kWh       | 0.04 €/kWh    |
| Investimento estimado *             | 78680 €         |               |
| Período de retorno                  | 3.6 anos        |               |

Variação dos Custos Energéticos



AQS - Solar Térmico





# Águas Quentes Sanitárias



# Águas Quentes Sanitárias (AQS)

- ▶ **AQS:** águas quentes utilizadas nos banhos, nas cozinhas e nas instalações sanitárias
- ▶ A temperatura requerida para a maioria das utilizações das AQS situa-se entre os 50 e os 60 °C
- ▶ Principais elementos que constituem uma instalação de AQS :
  - ▶ Rede de abastecimento de água fria
  - ▶ Equipamento(s) de produção e/ou armazenamento de água quente
  - ▶ Rede de distribuição de água quente
  - ▶ Pontos de consumo de água quente
- ▶ Os equipamentos de produção e/ou de armazenamento de água quente são, em muitos casos, comuns aos sistemas de climatização:
  - ▶ No caso da produção, também podem ser os mesmos que os usados no aquecimento da água das piscinas

## Produção de AQS

- ▶ A solução técnica ideal de produção de AQS para um edifício depende de inúmeros fatores, nomeadamente:
  - ▶ Tipo de utilização das AQS (temperatura e caudal)
  - ▶ Necessidades de AQS (volume e período(s) de utilização)
  - ▶ Características da instalação (tipo de rede/tubagens, distâncias, dimensões)
  - ▶ Fontes energéticas disponíveis e/ou espaço para armazenamento de combustível
  - ▶ Condições favoráveis para a instalação de sistemas solares térmicos
  - ▶ Articulação com outras necessidades térmicas (e.g. climatização, piscinas)
- ▶ Os principais fatores que afetam o desempenho energético de uma instalação de produção de AQS são a potência, a capacidade e o rendimento, bem como o modo de utilização e manutenção

## Produção de AQS

- ▶ Os equipamentos mais relevantes de produção de AQS podem ser definidos de acordo com o seu princípio de funcionamento, nos seguintes tipos:
  - ▶ **Produção instantânea:** esquentadores, algumas caldeiras (tipo murais) ou bombas de calor (aerotérmicas ou geotérmicas)
  - ▶ **Produção e acumulação simultânea:** termoacumuladores a gás ou a energia elétrica
  - ▶ **Produção para acumulação:** coletores solares térmicos, caldeiras de combustão (gás, gasóleo ou biomassa), sendo a acumulação térmica feita em termoacumuladores (depósitos)
- ▶ Os sistemas de produção de AQS devem ser, sempre que tecnicamente e economicamente possível, combinados com sistemas solares térmicos:
  - ▶ O sistema solar térmico constitui-se, assim, como um sistema primário de produção de AQS, passando o(s) outro(s) sistema(s) a ser(em) designado(s) como “sistema(s) de apoio”

## Sistemas solares térmicos

- ▶ Praticamente todos os sistemas de produção de água quente podem ser combinados com sistemas solares térmicos, que devem ser utilizados como sistema primário
- ▶ Necessitam na maioria dos casos de estar acoplados a um “sistema de apoio”:
  - ▶ Caldeiras, alimentadas com combustíveis líquidos, gasosos ou sólidos
  - ▶ Termoacumuladores ou esquentadores, que podem utilizar eletricidade ou gás como fonte de energia (habitualmente em sistemas de menor dimensão)
  - ▶ Outros: bombas de calor ou redes de distribuição de calor com produção centralizada
- ▶ A eficiência dos sistemas solares térmicos encontra-se tipicamente entre os 40% e os 55%, podendo estes garantir até 70% das necessidades de AQS de um edifício:
  - ▶ Os coletores deverão ser orientados, preferencialmente, a Sul e o seu ângulo de inclinação é normalmente otimizado conforme a latitude do local

## Esquentadores

- ▶ Equipamento dedicado apenas à preparação de AQS, sendo bastante utilizado no sector doméstico, mas também em utilizações com necessidades mais reduzidas, em contexto de edifícios de serviços, como em instalações sanitárias, cozinhas, copas ou laboratórios
- ▶ Equipamentos de produção instantânea de AQS e funcionam habitualmente a gás (natural, propano ou butano), podendo também ser elétricos
- ▶ Podem ser de exaustão natural, ventilados ou de condensação

## Termoacumuladores

- ▶ Podem funcionar apenas como depósitos de acumulação, sendo as AQS produzidas numa fonte externa (e.g. caldeira ou sistema solar térmico), ou incorporar a função de produção de AQS, podendo neste caso utilizar eletricidade ou gás
- ▶ Existem termoacumuladores com e sem serpentina (i.e., permutador de calor), permitindo a ligação de um ou vários dispositivos de produção de calor
- ▶ Recomenda-se a utilização de um programador horário que permita efetuar o aquecimento de água apenas nos períodos em que possa existir consumo (e.g. desligar durante o fim de semana ou durante os períodos de encerramento do edifício)
- ▶ Os depósitos e termoacumuladores devem manter a temperatura da água próxima dos 60°C de modo a permitir em qualquer ponto da rede uma temperatura mínima de 50°C como método de prevenção de desenvolvimento de bactérias como a *Legionella*.

## Bomba de Calor

- ▶ Têm como finalidade fornecer calor (para climatização ou para um depósito de acumulação de AQS) a partir de uma fonte fria (ambiente exterior), funcionando, do ponto de vista termodinâmico, de modo inverso, mas similar, às máquinas frigoríficas (que retiram calor do ambiente frio, i.e., dos alimentos no seu interior, emitindo esse calor, para o exterior)
- ▶ Existem diversos tipos de bombas de calor e com diferentes relações entre a fonte de calor e o fluído de permuta: água – água, água – ar, ar – água, ar – ar, solo – água ou solo – ar
- ▶ A eficiência é dada pelo COP (“coeficiente de desempenho”), com valores que rondam atualmente de 3 a 4: por cada unidade de energia elétrica consumida o equipamento fornece 3 a 4 unidades de energia térmica



# Manutenção dos sistemas de AQS

## Manutenção

- ▶ A correta utilização dos sistemas e acessórios e a sua manutenção preventiva são fatores essenciais para que as instalações de AQS sejam eficientes do ponto de vista energético
- ▶ A revisão geral do sistema, por técnicos qualificados, deve ser feita pelo menos uma vez por ano (preferencialmente após o Verão)
- ▶ Manutenção periódica:
  - ▶ Limpeza dos permutadores e verificação da capacidade de extração das chaminés
  - ▶ Verificação das ligações dos circuitos hidráulicos e do isolamento térmico das tubagens
  - ▶ Programação e/ou ajuste das temperaturas no controlador diferencial
  - ▶ Termoacumuladores: limpeza a cada dois anos, incluindo a eventual remoção de sedimentos de calcário e a verificação do ânodo de magnésio

## Eficiência hídrica

- ▶ Procura garantir uma melhor gestão da água integrando também o desígnio de, dada a forte correlação entre ambos, potenciar a conexão com a energia:
  - ▶ **Nexus água-energia:** reduzir o consumo de água  $\longleftrightarrow$  reduzir o consumo de energia

## Sistemas de certificação hídrica

- ▶ Rotulagem de eficiência hídrica de produtos (processo voluntário) que abrange diversos dispositivos de utilização prediais: autoclismos, chuveiros, economizadores, torneiras e fluxómetros



# Águas Quentes Sanitárias – caso prático

## Quartel, em Coimbra

- ▶ 250 militares, com 200 refeições diárias na cantina
- ▶ Sistema de produção de AQS:
  - ▶ Caldeira a gasóleo, com 10 a 20 anos de idade
- ▶ Custo da energia: 1,21€/litro = 0,12€/kWh
- ▶ Consumo de energia para AQS: desconhecidos
- ▶ Perfil de utilização mensal: consumo similar em todos os meses do ano
- ▶ Perfil de utilização diário: maior consumo nos dias úteis
- ▶ Orientação solar da cobertura: Sul, com desvio de +/- 10º
- ▶ **Pretendem substituir por caldeira de condensação a gás natural e instalar um sistema solar térmico**

# Águas Quentes Sanitárias – caso prático

CALCULADORA – AQS



Programa de Eficiência Energética na Administração Pública

**DADOS**

Distrito

Seleccionar opção ▼

Latitude (aprox.)

0°

Sistema de produção de AQS

Seleccionar opção ▼

Rendimento (%) / COP

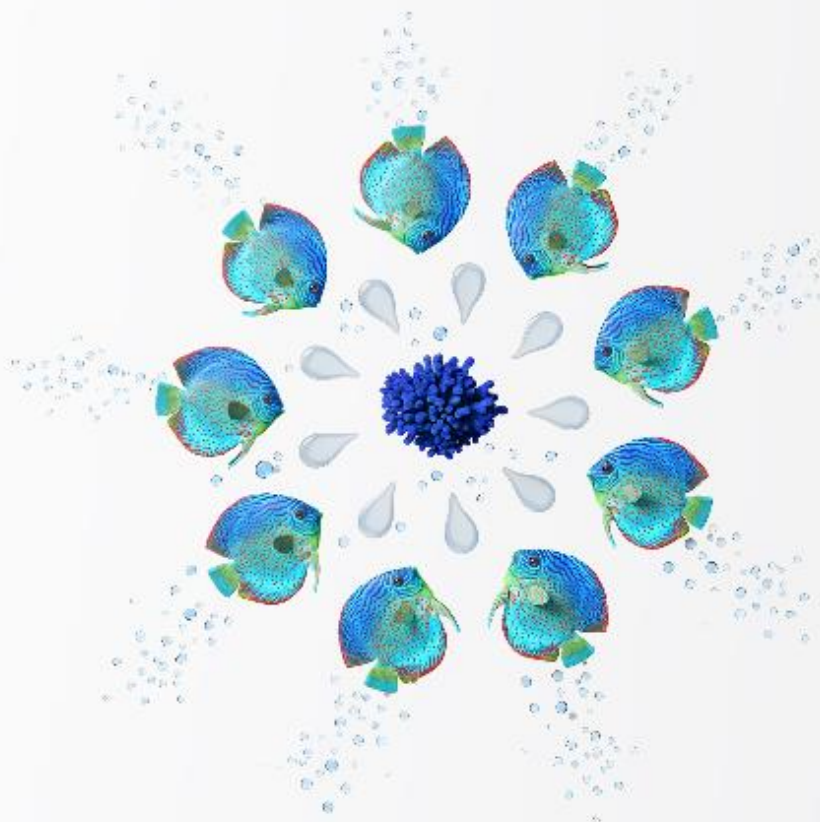
Seleccionar opção ▼

Idade (aprox.)

Seleccionar opção ▼

Custo energético unitário

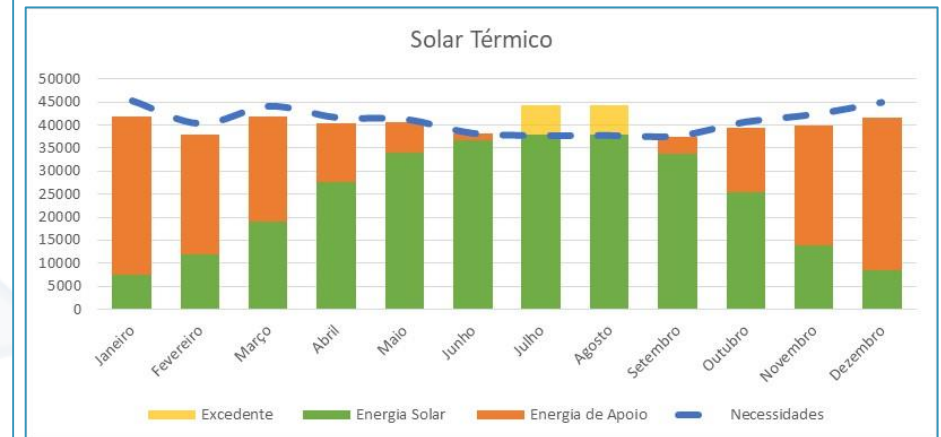
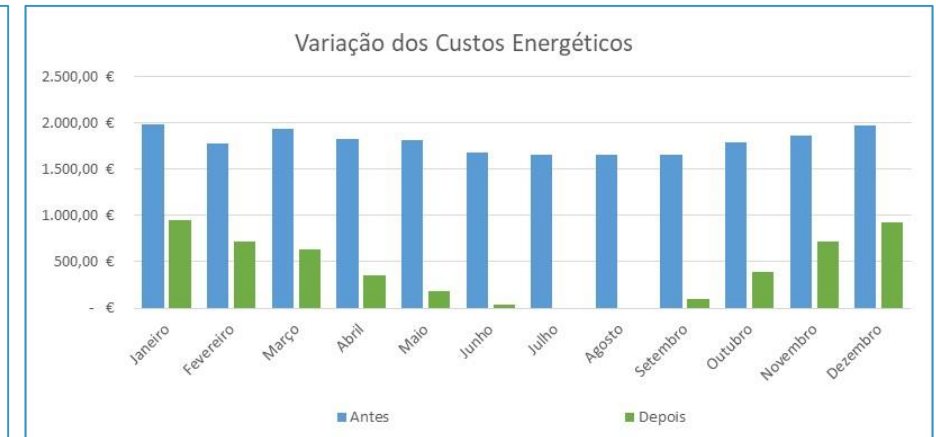
0€



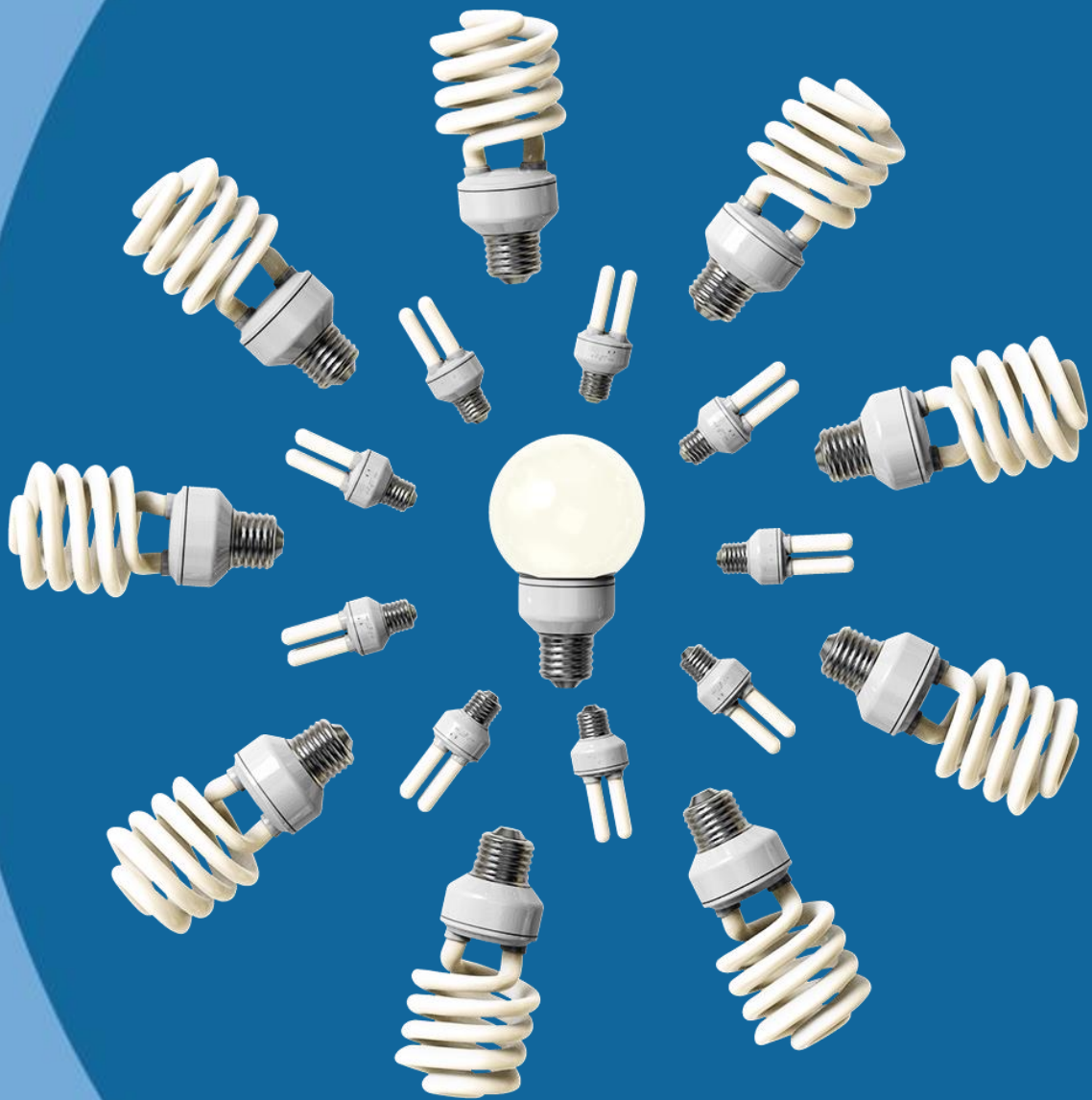
# Águas Quentes Sanitárias – caso prático

## Resultados

|                                                                  |             |
|------------------------------------------------------------------|-------------|
| Consumos e custos energéticos (cenário inicial)                  | 180031 kWh  |
|                                                                  | 21632 €     |
| Contributo do solar térmico                                      | 60%         |
| Consumos e custos energéticos (cenário final – sistema de apoio) | 50081 kWh   |
|                                                                  | 4994 €      |
| Redução anual da fatura energética                               | 16638 €     |
|                                                                  | 77%         |
| Excedente de energia (no verão)                                  | 15%         |
| N.º de coletores solares                                         | 49          |
| Área ocupada pelo solar térmico                                  | 110 m2      |
| Volume dos depósitos de acumulação                               | 9200 litros |
| Investimento estimado *                                          | 53121 €     |
| Custos anuais com operação e manutenção                          | 2656 €      |
| Período de retorno                                               | 3.2 anos    |



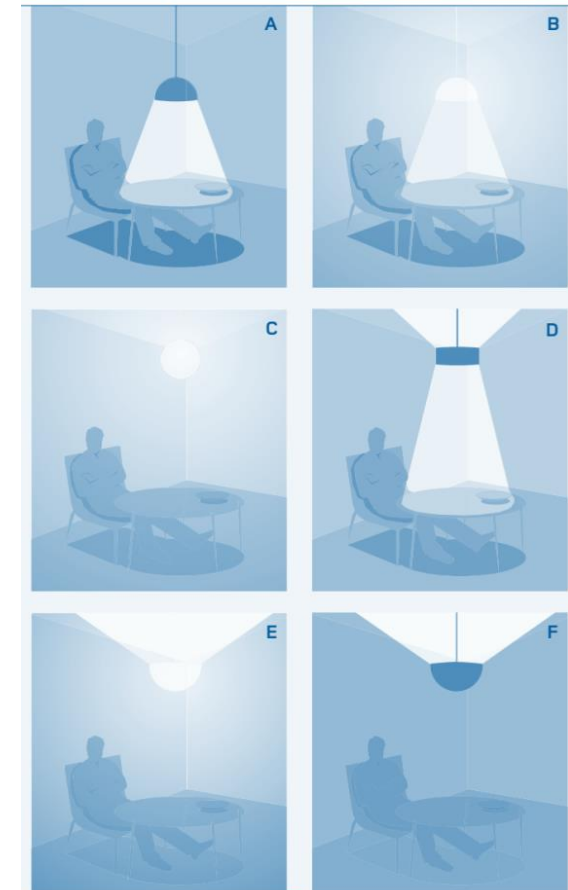




# Iluminação

# Iluminação

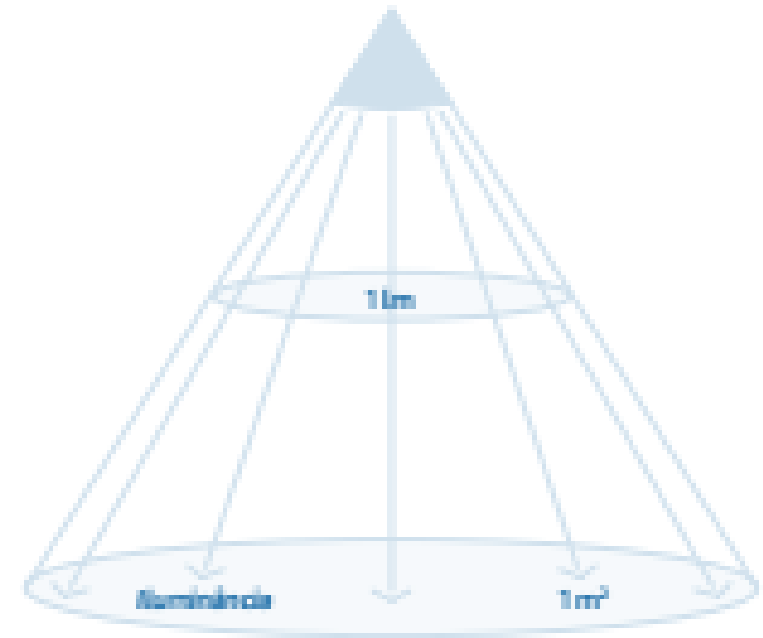
- ▶ Para melhorar a eficiência energética dos sistemas de iluminação (interior ou exterior) é importante ter em consideração a satisfação dos níveis de iluminação necessários (e.g. Norma EN 12464-1)
- ▶ Aspectos cruciais:
  - ▶ Escolha da fonte de luz (caraterísticas)
  - ▶ Quantidade de luz (nível de iluminação)
  - ▶ Definição e posicionamento da luminária
  - ▶ Qualidade da luz (uniformidade, temperatura, IRC)
  - ▶ Conceitos luminotécnicos relevantes





## Alguns conceitos luminotécnicos

- ▶ Visão e luminotecnia:
  - ▶ Índice de Reprodução de Cor (IRC)
  - ▶ Temperatura de Cor (K)
- ▶ Eficiência lumínica:
  - ▶ Intensidade Luminosa (cd) e Luminância ( $\text{cd}/\text{m}^2$ )
  - ▶ Iluminância (lux) e Fluxo Luminoso (lm)
  - ▶ **Rendimento luminoso ( $\text{lm}/\text{W}$ )**
- ▶ Fatores de manutenção ou de sobrevivência
- ▶ Poluição luminosa

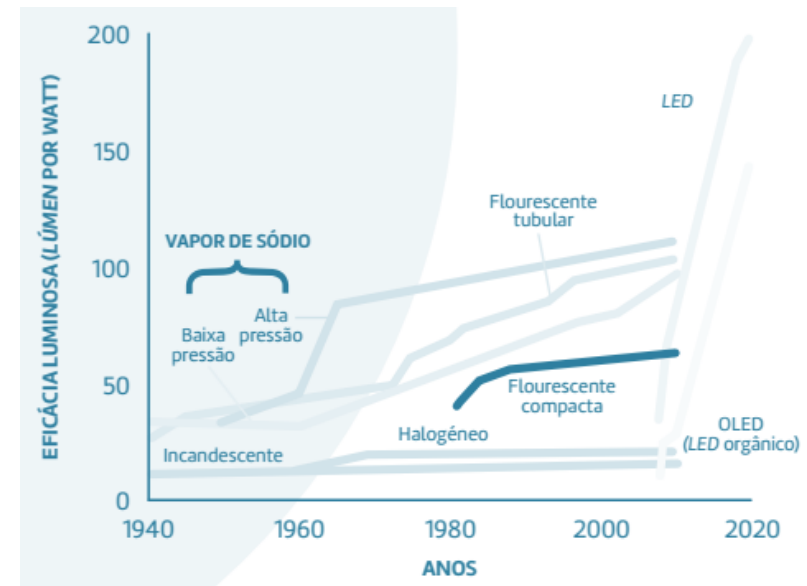


## Alguns conceitos luminotécnicos

- ▶ A eficácia luminosa de uma fonte de luz consiste na quantidade de luz emitida (lm) por unidade de potência elétrica (W) consumida:
  - ▶ Mede-se em “lúmens por Watt” [lm/W]
  - ▶ Permite comparar a eficiência de diferentes fontes de luz
- ▶ Eficiência energética: “**fazer o mesmo, com menos**” e não “fazer menos, com menos”

✓ Mesma iluminância, com menos W

✗ Menos iluminância, com menos W



## Alguns conceitos luminotécnicos

- ▶ A representação de cor de uma fonte de luz é avaliada com base na escala IRC, que vai de 0 a 100, sendo 100 o máximo do índice (luz solar):
  - ▶ As fontes de luz com IRC superior a 80 são consideradas excelentes para um reconhecimento da cor real
- ▶ A temperatura de cor de uma fonte de luz é indicada numa unidade denominada “graus Kelvin” (K), sendo que este valor determina se as lâmpadas produzem luz quente ou luz fria:
  - ▶ Quanto mais alta a temperatura de cor, mais clara é a tonalidade de cor da luz



# Alguns conceitos luminotécnicos

## ► Escala IRC e temperatura:

| Light Color            | Color Rendering Index (CRI), Ra | Color Temperature [K] |                                                                                                        |
|------------------------|---------------------------------|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 825 Warm Comfort Light | ≥ 80                            | 2500                  | Warm Comfort Light  |
| 827 Warm White         | ≥ 80                            | 2700                  | Warm White          |
| 840 Cool White         | ≥ 80                            | 4000                  | Cool White          |
| 865 Cool Daylight      | ≥ 80                            | 6500                  | Cool Daylight      |



## Eficiência energética em sistemas de iluminação

- ▶ Otimização do sistema de iluminação (redução da potência das fontes de luz sem prejudicar os níveis de iluminação adequados)
- ▶ Utilização de uma fonte de luz energeticamente mais eficiente (como por exemplo, a tecnologia LED)
- ▶ Instalação de sistemas acessórios de otimização dos recursos e redução dos consumos (*“dimming”*)
- ▶ Acoplação de sistemas de controlo e gestão (sensores de movimento ou de presença, relógios e temporizadores)

## Conversão para tecnologia LED

- ▶ O fluxo luminoso (lúmen) e a potência (Watt) de um LED são conceitos cuja compreensão é importante para considerar o consumo energético de uma fonte de luz:
  - ▶ A substituição de sistemas de iluminação convencional por tecnologia LED deverá ser feita tendo por base o rendimento da fonte de luz (lm/W) e não a sua potência (W) e/ou a comparação de consumos energéticos com outras fontes de luz
- ▶ É fundamental ter em consideração as garantias de qualidade (como certificados de qualidade de segurança, etc.), já que influenciam a durabilidade que permite ao LED constituir-se como uma solução adequada de iluminação eficiente

## Reguladores de fluxo luminoso

- ▶ Dispositivos que controlam a potência fornecida à fonte de luz permitindo ajustar o fluxo luminoso às necessidades
- ▶ A regulação de fluxo (“*dimming*”) pode ser efetuada através de equipamentos instalados à cabeceira do circuito de iluminação (gerindo toda a linha), ou ponto a ponto (por luminária ou conjunto de luminárias).

## Sistemas de controlo e gestão

- ▶ Regulam a operação do sistema de iluminação em resposta a um sinal externo, permitindo manter os níveis de conforto e de segurança visual necessários em cada local e/ou atividade:
  - ▶ Relógios astronómicos, detetores de movimento, células fotoelétricas e temporizadores



# Iluminação caso prático 1

## Edifício de Serviços – iluminação interior

- ▶ Gab. Contabilidade, com 150 m<sup>2</sup>:
  - ▶ 4 luminárias com 2 lâmpadas FT8 de 58W, 8h/dia, 5 dias/semana e 52 semanas/ano
  - ▶ 9.300 Lúmens por Luminária = 37.000 lúmens = 67 lm/W = 250 lux
- ▶ Gab. Técnico, com 200 m<sup>2</sup>:
  - ▶ 6 luminárias com 2 lâmpadas FT8 de 58W, 8h/dia, 5 dias/semana e 52 semanas/ano
  - ▶ 9.300 Lúmens por Luminária = 55.000 lúmens = 67 lm/W = 280 lux
- ▶ Sala de Reuniões, com 100 m<sup>2</sup>:
  - ▶ 30 focos com 1 lâmpada de halogéneo de 50W, 4h/dia, 3 dias/semana e 52 semanas/ano
  - ▶ 1.000 Lúmens por Foco = 30.000 lúmens = 20 lm/W = 300 lux
- ▶ Hall e Corredores, com 50 m<sup>2</sup> :
  - ▶ 6 *plafoniers* com 2 lâmpadas CFL de 11W, 8h/dia, 5 dias/semana e 52 semanas/ano
  - ▶ 2.150 Lúmens por *plafonier* = 13.000 lúmens = 55 lm/W = 260 lux

## Medidas de Melhoria:

- ▶ *Retrofit* LED (gabinetes)
- ▶ Conversão para LED (sala de reuniões, hall e corredores)
- ▶ Regulador de Fluxo para a Sala de Reuniões
- ▶ Sensores de Presença no Hall e Corredores

# Iluminação – caso prático 1

## CALCULADORA - ILUMINAÇÃO



### DADOS

Tipo de instalação

- Seleccionar opção
- Iluminação interior
- Iluminação exterior

Custo unitário do kWh

0.25

### ILUMINAÇÃO

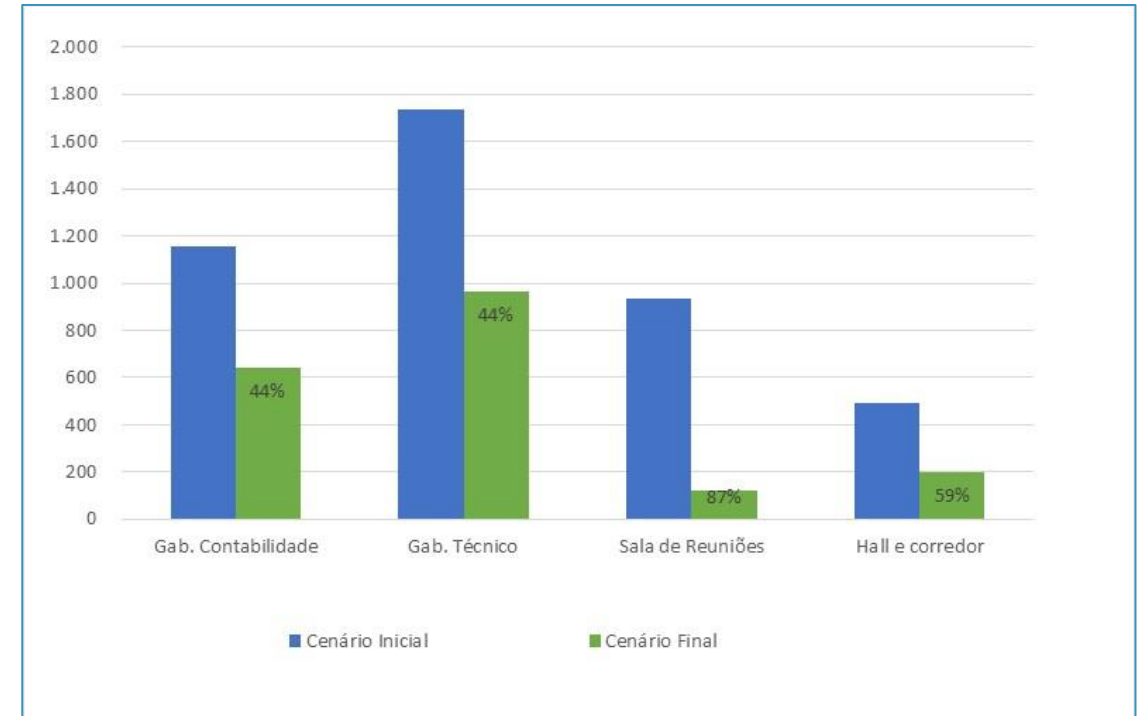
| Espaço | Tipologia do espaço | Designação | Área (m2) |           |
|--------|---------------------|------------|-----------|-----------|
| 1      | Seleccionar opção   | Designação | Área      | Remover   |
|        |                     |            |           | Adicionar |
| TOTAL  |                     |            | 0m2       |           |

Próximo

# Iluminação – caso prático 1

## Resultados

|                                     | Cenário inicial | Cenário final |
|-------------------------------------|-----------------|---------------|
| Potência total                      | 3037 W          | 1089 W        |
| Consumo anual de energia            | 4133 kWh        | 1857 kWh      |
| Custos energéticos anuais           | 1033 €          | 464 €         |
| Redução anual de consumos           | 2276 kWh        |               |
|                                     | 55%             |               |
| Redução anual de custos energéticos | 569 €           |               |
|                                     | 55%             |               |
| Investimento                        | 2391 €          |               |
| Período de Retorno                  | 4.2 anos        |               |



# Iluminação – caso prático 2

## Edifício de Serviços – iluminação exterior

### ▶ Parque de Estacionamento

- ▶ 25 “globos” com 1 lâmpada de Vapor de Mercúrio de 125W, 11h/dia, 7 dias/semana e 52 semanas/ano
- ▶ 5.600 Lúmens por Globo = 140.000 lúmens = 40 lm/W

### ▶ Fachada e zonas de acesso

- ▶ 10 projetores com 1 lâmpada de Iodetos Metálicos de 150W, 8h/dia, 7 dias/semana e 52 semanas/ano
- ▶ 10.500 Lúmens por Projetor = 105.000 lúmens = 60 lm/W

## Medidas de Melhoria:

- ▶ Conversão para LED
- ▶ Regulador de Fluxo para o Parque de Estacionamento

## Iluminação – caso prático 2

### CALCULADORA - ILUMINAÇÃO



#### DADOS

Tipo de instalação

- Seleccionar opção
- Iluminação interior
- Iluminação exterior

Custo unitário do kWh

0.25

#### ILUMINAÇÃO

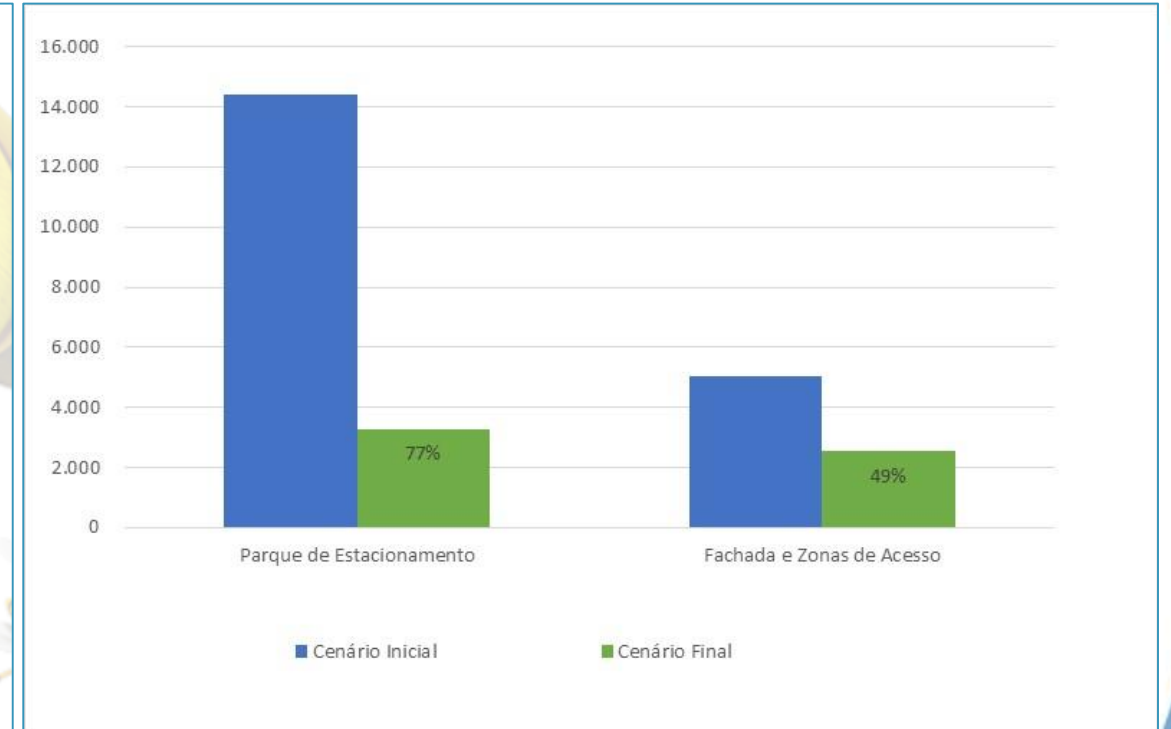
| Espaço | Tipologia do espaço | Designação | Área (m2) |           |
|--------|---------------------|------------|-----------|-----------|
| 1      | Seleccionar opção   | Designação | Área      | Remover   |
|        |                     |            |           | Adicionar |
| TOTAL  |                     |            | 0m2       |           |

Próximo

# Iluminação – caso prático 2

## Resultados

|                                     | Cenário inicial | Cenário final |
|-------------------------------------|-----------------|---------------|
| Potência total                      | 5319 W          | 2047 W        |
| Consumo anual de energia            | 19413 kWh       | 5833 kWh      |
| Custos energéticos anuais           | 2912 €          | 875 €         |
| Redução anual de consumos           | 13580 kWh       |               |
|                                     | 70%             |               |
| Redução anual de custos energéticos | 2037 €          |               |
|                                     | 70%             |               |
| Investimento                        | 7898 €          |               |
| Período de Retorno                  | 3.9 anos        |               |



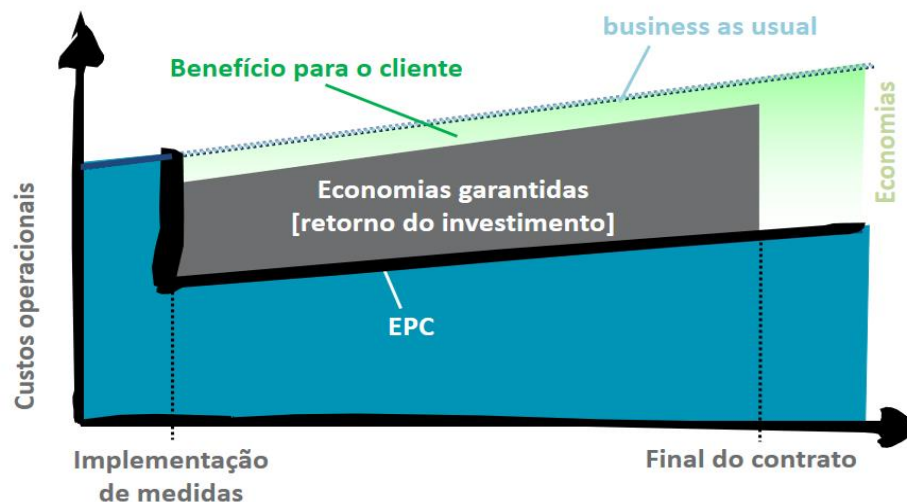


# Financiamento e Contratação Pública



## Contratos de Gestão de Eficiência Energética (CGEE)

- ▶ Acordos contratuais celebrados entre a Entidade Pública e o fornecedor, uma **Empresa de Serviços Energéticos (ESE)**, relativos a medida(s) de melhoria da eficiência energética:
  - ▶ O investimento é efetuado pela ESE e é pago com base na economia de energia resultante durante um determinado período contratual
  - ▶ É necessário definir um período de referência, caracterizando os seus consumos e parâmetros de referência (perfil de consumo, de utilização, etc.)



# Contratos de Gestão de Eficiência Energética

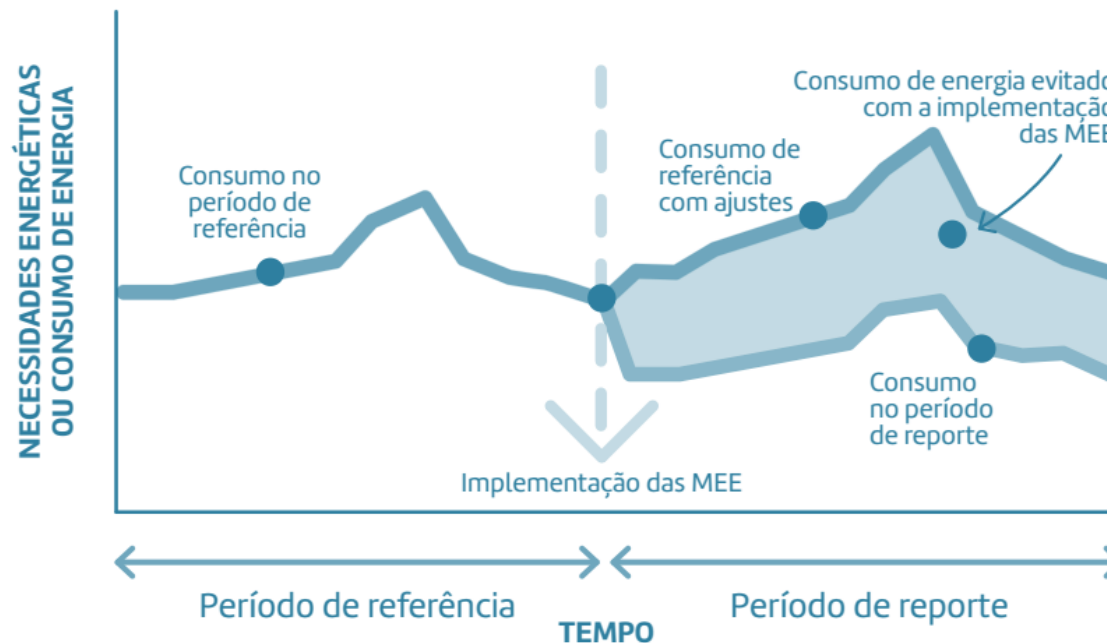
## Fases do procedimento para a celebração de um CGEE:



# Contratos de Gestão de Eficiência Energética

## Medição e Verificação (M&V)

- ▶ No cálculo das economias deverão ser utilizados métodos de Medição e Verificação, internacionalmente aceites, adotando o **IPMVP** (Protocolo Internacional de Medição e Verificação do Desempenho Energético)
- ▶ Objetivo: conhecer qual teria sido o valor da fatura energética se não tivesse sido implementadas as medidas de melhoria



# Contratação Pública

- ▶ As regras da contratação pública previstas no Código dos Contratos Públicos (CCP) aplicam-se a todo o sector público administrativo, independentemente do seu valor, e sempre que as operações a implementar têm financiamento de carácter público
- ▶ O CCP consagra os seguintes principais tipos de procedimentos para a formação de contratos:

- Ajuste direto simplificado
- Ajuste direto
- Consulta prévia

Mais Simples

- Concurso público
- Concurso limitado por prévia qualificação
- Concurso público urgente

Mais Complexo

- Procedimento de negociação
- Diálogo concorrencial
- Contrato de cooperação

Outros

## Ajuste Direto / Consulta Prévia

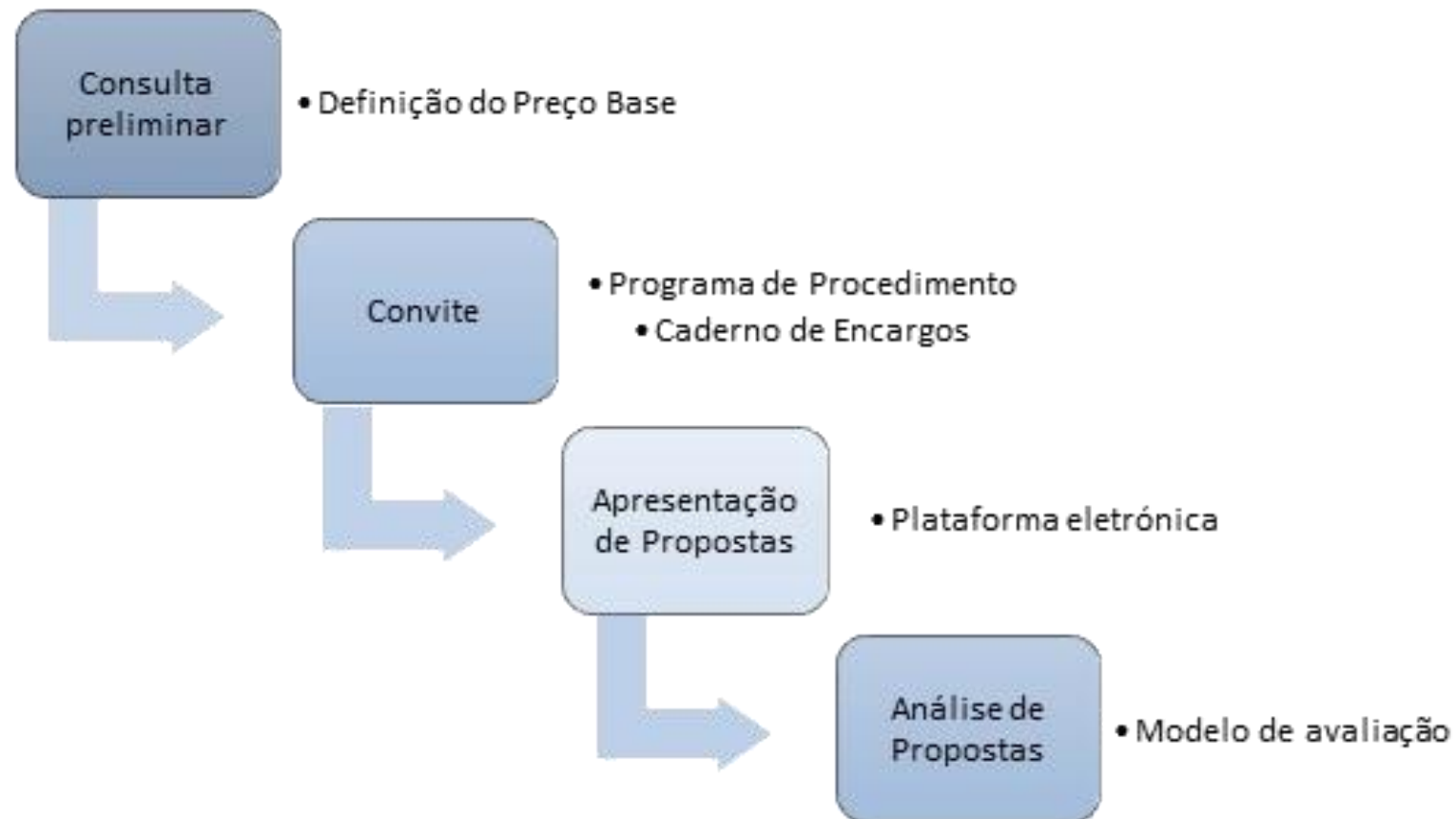
- Procedimento pré-contratual através do qual a entidade adjudicante convida diretamente uma (ajuste direto) ou várias entidades (consulta prévia, a pelo menos três entidades) à sua escolha, a apresentar uma proposta para a formação de contratos com as seguintes limitações de valores:

|                                  | Consulta Prévia<br>(3 entidades) | Ajuste Direto<br>(1 entidade) |
|----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|
| Empreitadas de obras<br>públicas | < 150.000 €                      | < 30.000 €                    |
| Bens e Serviços                  | < 75.000 €                       | < 20.000 €                    |



## Concurso Público

- Fases de um contrato público:





# Contratação Pública

- ▶ O CCP pretende privilegiar que a adjudicação seja efetuada à proposta economicamente mais vantajosa mediante um modelo de avaliação que integre:
  - ▶ Fatores e subfactores que densificam o critério de adjudicação
  - ▶ Coeficientes de ponderação
  - ▶ Escala de pontuação
  - ▶ Modo de atribuição das pontuações a cada fator
- ▶ Possibilita que o custo do objeto do contrato seja calculado com base no seu ciclo de vida tendo em consideração, por exemplo, as seguintes tipologias de custos:
  - ▶ Custos relacionados com a aquisição
  - ▶ Custos de utilização (consumos de energia, consumíveis)
  - ▶ Custos de manutenção ou assistência técnica
  - ▶ Custos de fim de vida

# Compras Públicas Ecológicas

- ▶ Mecanismos que permitem introduzir na contratação pública considerações de natureza social e ambiental: e.g. critérios de adjudicação
  - ▶ As compras verdes (ou ecológicas) incluem, além da variável económica (qualidade/preço), a variável ambiental, beneficiando produtos que não agriam o meio ambiente
  - ▶ As compras sustentáveis consideram os impactes ambientais ao longo de todo o processo (design, produção, logística, utilização, manutenção e reutilização,...)
- ▶ A Estratégia Nacional de Compras Públicas Ecológicas 2020 (ENCPE 2020) potencia a incorporação da sustentabilidade ambiental nas compras públicas



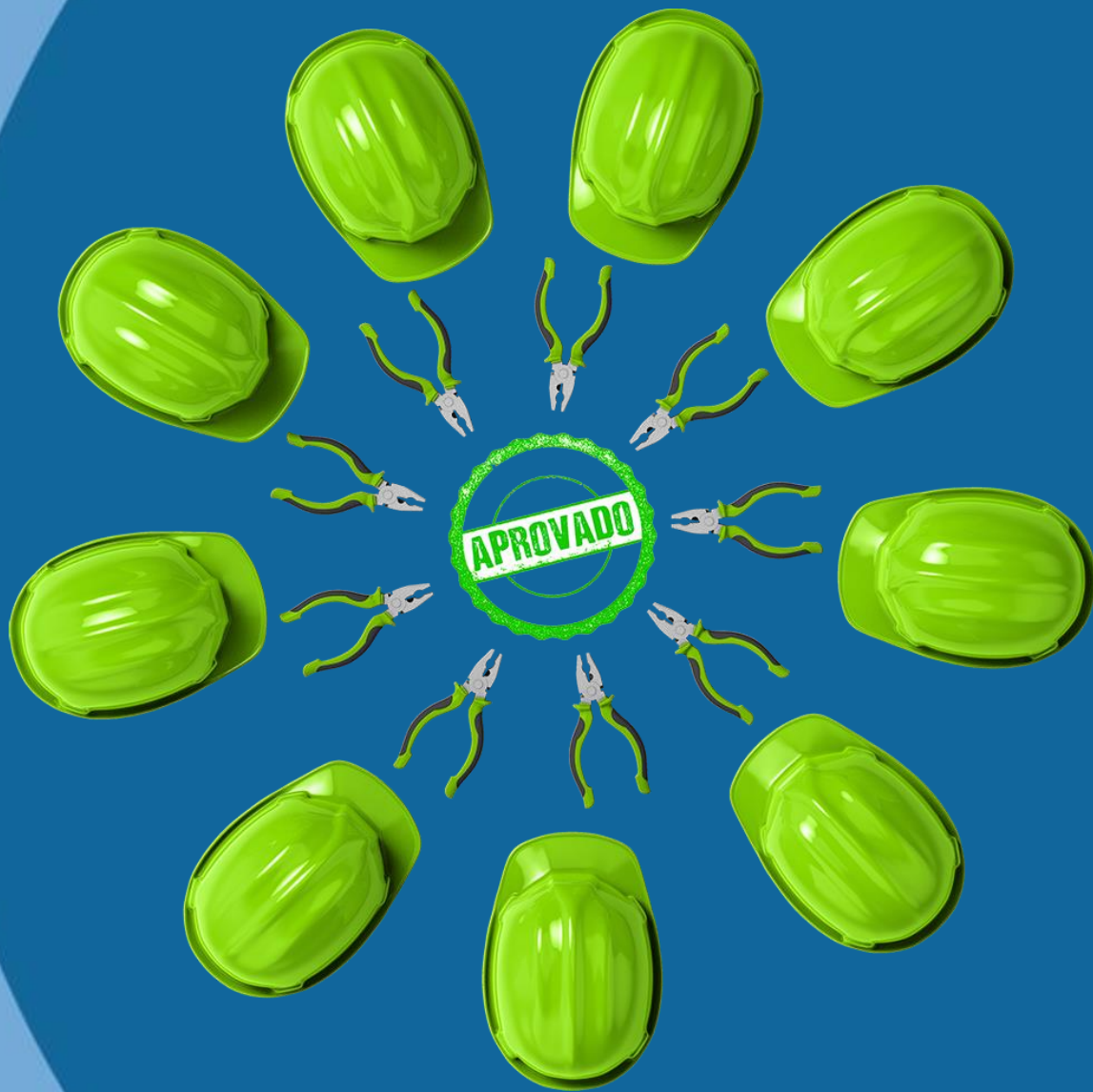
# Outros Mecanismos de Financiamento

## Investimento com Capitais Próprios

- ▶ Pode ser o modelo mais indicado quando os períodos de retorno do investimento são de alguns meses, sendo um procedimento mais célere que permite usufruir das economias de energia mais rapidamente

## Programas de Financiamento

- ▶ Fundos disponíveis a nível comunitário e nacional, que poderão ser utilizados para cofinanciar a implementação de diversas medidas: forma de financiamento reembolsável ou não reembolsável
  - ▶ **Portugal 2020 → POSEUR**
  - ▶ IFRRU 2020, FEE, PPEC, Horizonte 2020, ELENA, Marguerite



# Candidaturas POSEUR

## Portugal 2020 → Aviso POSEUR-03-2018-07

- ▶ Aumento da eficiência energética nas infraestruturas públicas no âmbito da Administração Central do Estado – 2.º Aviso
  - ▶ Fase 1: 27. Set.2018, 23h59m
  - ▶ Fase 2: 07.Dez.2018, 18h00m
- ▶ As candidaturas deverão apresentar o Certificado Energético válido do edifício objeto da operação, devidamente acompanhado do Relatório de Auditoria Energética, que demonstre a adequação do investimento, bem como evidência que as intervenções a desenvolver garantem **um mínimo de redução em 30%** do consumo de energia primária, face ao consumo verificado antes da realização do investimento

# Portugal 2020 → Aviso POSEUR-03-2018-07

## Beneficiários

- ▶ Organismos da Administração Central do Estado, constantes na [Lista de entidades do Sector Institucional das Administrações Públicas – 2016](#), do INE:
  - ▶ S.13111 – Estado
  - ▶ S.13112 – Serviços e Fundos Autónomos da Administração Central

## Âmbito Geográfico

- ▶ Todas as regiões NUTS II do Continente

## ► Tipologia de operações elegíveis:

- Intervenções na envolvente opaca dos edifícios (isolamento térmico)
- Intervenções na envolvente envidraçada dos edifícios (substituição de caixilharia)
- Intervenções nos sistemas técnicos instalados (sistemas de iluminação, AVAC, etc.)
- Iluminação interior e exterior (*excluindo a iluminação pública*)
- Instalação de sistemas e equipamentos que permitam a gestão de consumos de energia
- Introdução de energias renováveis para autoconsumo:
  - Coletores solares térmicos para produção de água quente sanitária e/ou climatização
  - Sistemas de produção de energia para autoconsumo – e.g. solar fotovoltaico
- Auditorias, estudos, diagnósticos e análises energéticas necessários à realização dos investimentos

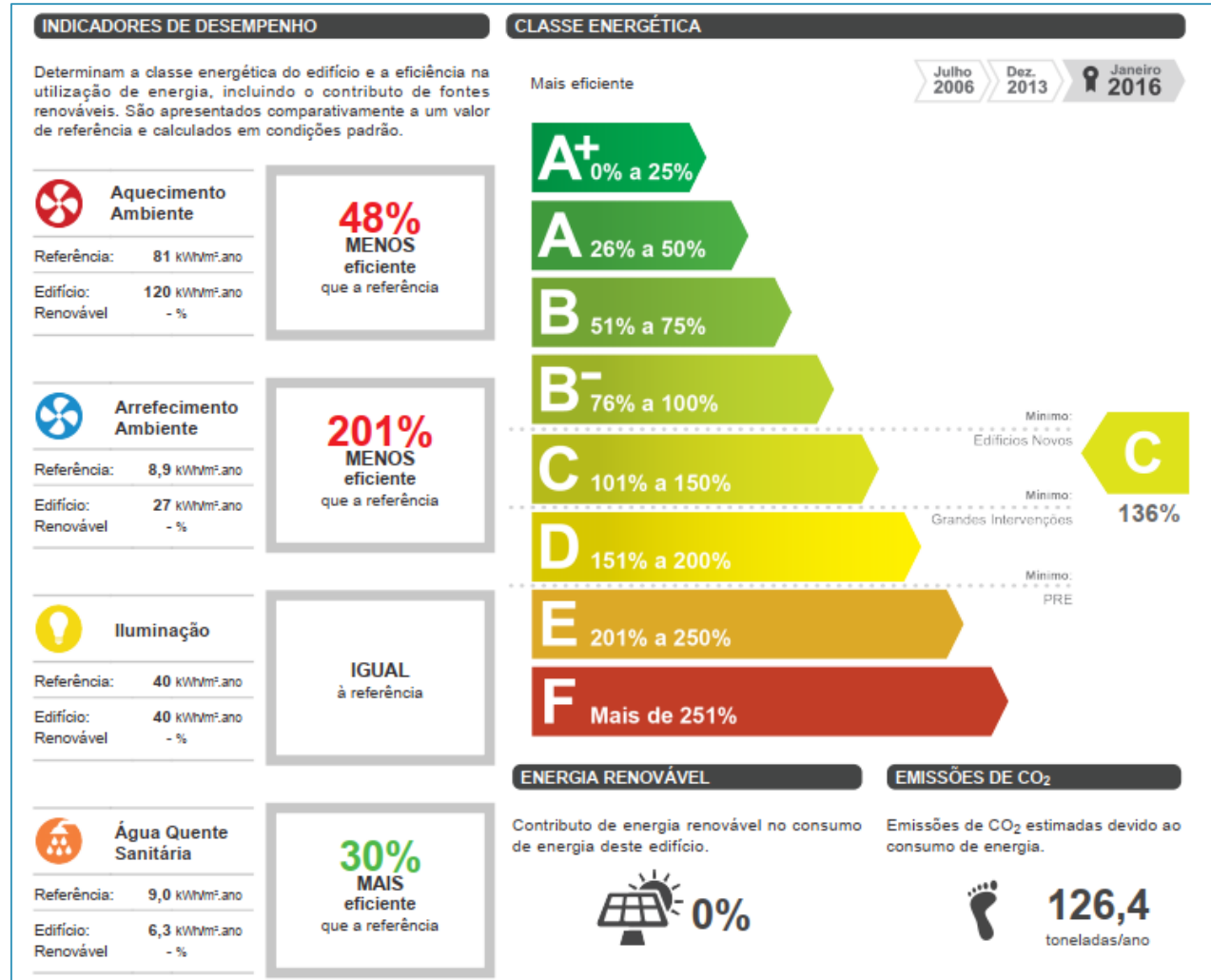


## Portugal 2020 → Aviso POSEUR-03-2018-07

- ▶ **Subvenção reembolsável ou não reembolsável:**
  - ▶ Financiamento reembolsável: amortização anual igual ou superior a 70% das poupanças energéticas líquidas anuais, até à liquidação da totalidade da subvenção (no prazo máximo a ser definido na avaliação da candidatura)
- ▶ O financiamento para “auditorias e estudos” assumirá sempre a natureza de subvenção não reembolsável
- ▶ O financiamento de uma operação apenas com investimentos em climatização ou iluminação assumirá a natureza de subvenção reembolsável
- ▶ Simulador de cálculo da subvenção reembolsável/ não reembolsável:
  - ▶ Guião III – Ferramenta auxiliar de cálculo do investimento elegível, poupanças líquidas e período de reembolso da subvenção reembolsável

## Exemplo – Ensino Superior

- ▶ Área útil: 1.905 m<sup>2</sup>
- ▶ Classe C
- ▶ 126,4 tCO<sub>2</sub>eq



## Exemplo – Ensino Superior

### ► Eletricidade:

- 228.357 kWh
- 27.403€
- 0,15€/kWh

### ► Gás Propano:

- 181.851 kWh
- 27.278€
- 0,12€/kWh

### ► Renováveis:

- 3.376 kWh

#### CONSUMOS ESTIMADOS POR FORMA DE ENERGIA

Representa uma previsão do consumo das diversas formas de energia utilizadas no edifício. Este consumo é estimado para um ano, tendo em consideração condições padrão no que respeita à utilização do edifício e dos seus sistemas técnicos. Caso não existam sistemas de climatização na previsão do consumo, considera-se a existência de um sistema por defeito.



| Formas de Energia | Custo [€/kWh] |
|-------------------|---------------|
| Gás Propano       | 0,12          |
| Eletricidade      | 0,15          |

#### CONSUMOS ESTIMADOS POR TIPOLOGIA

O gráfico apresenta uma previsão do consumo de energia para a(s) tipologia(s) do edifício com maior consumo, desagregado por diversos usos, tendo sido consideradas condições padrão no que respeita à utilização do mesmo e seus sistemas técnicos. Caso não existam sistemas de climatização na previsão do consumo, considera-se a existência de um sistema por defeito.

| Principais Tipologias | Área [m²] | Consumos [kWh/ano] | Distribuição de Consumos por Uso [%] |    |    |   |    |
|-----------------------|-----------|--------------------|--------------------------------------|----|----|---|----|
| Ensino Superior       | 1.905     | 410.208            | 56                                   | 12 | 19 | 2 | 11 |
|                       |           |                    |                                      |    |    |   |    |
|                       |           |                    |                                      |    |    |   |    |
|                       |           |                    |                                      |    |    |   |    |

#### Legenda

- Aquecimento
- Arrefecimento
- Iluminação
- Água Quente Sanitária
- Outros

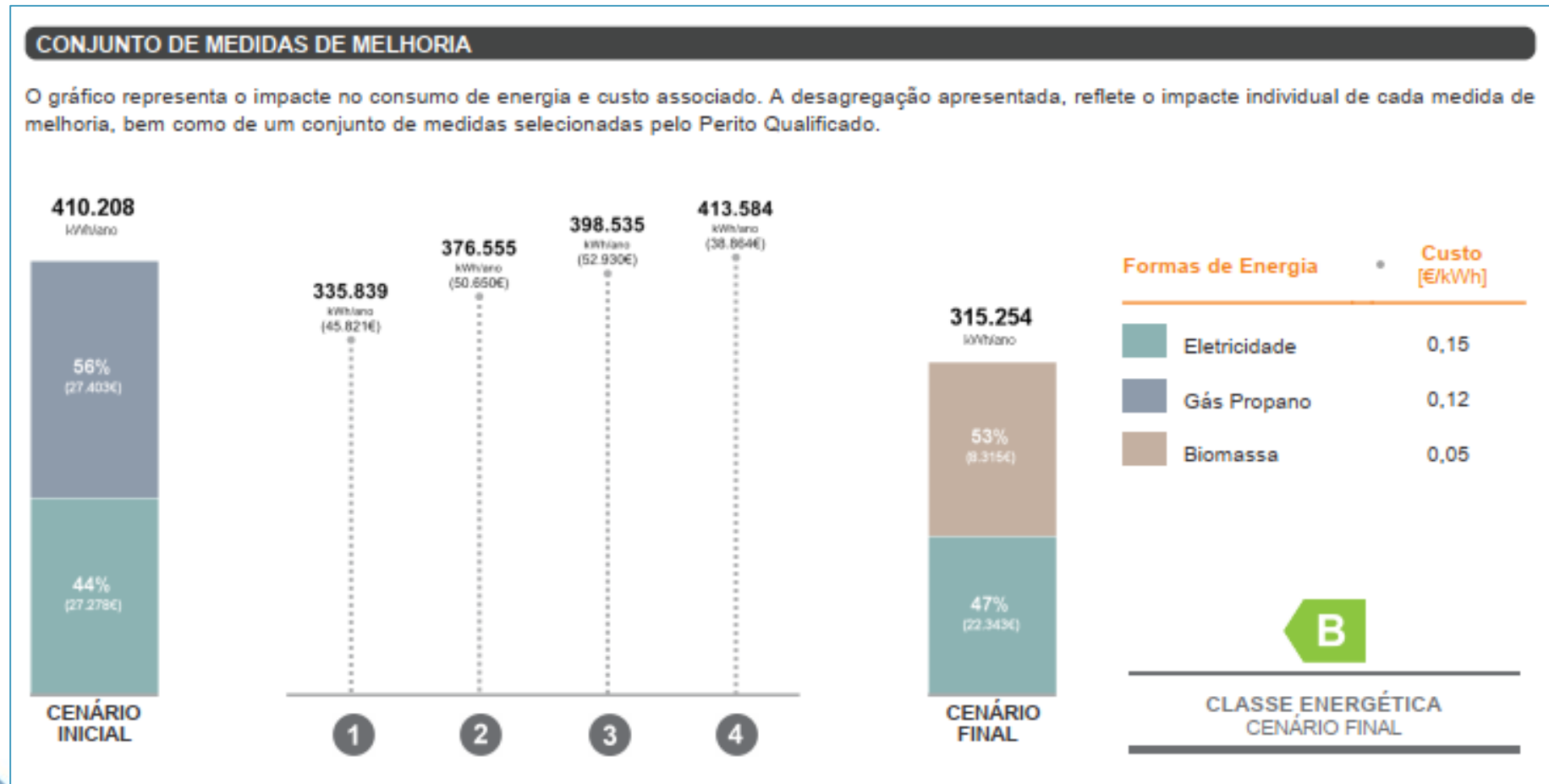
## Exemplo – Ensino Superior

### ► Medidas:

| PROPOSTAS DE MEDIDAS DE MELHORIA                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                     |                                                                                                                |                                |                                             |                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------|
| As medidas propostas foram identificadas pelo Perito Qualificado e têm como objectivo a melhoria do desempenho energético do edifício. A implementação destas medidas, para além de reduzir a fatura energética anual, poderá contribuir para uma melhoria na classificação energética. |                                                                                     |                                                                                                                |                                |                                             |                                 |
| Nº da Medida                                                                                                                                                                                                                                                                            | Aplicação                                                                           | Descrição da Medida de Melhoria Proposta                                                                       | Custo Estimado do Investimento | Redução Anual Estimada da Fatura Energética | Classe Energética (após medida) |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                       |    | Aplicação de isolamento térmico pelo exterior com revestimento aplicado sobre o isolante em paredes exteriores | 30.130€                        | até 8.860€                                  | C                               |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                       |    | Aplicação de isolamento térmico na cobertura horizontal                                                        | 109.090€                       | até 4.031€                                  | C                               |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  | Instalação de uma segunda caixilharia interior e introdução de proteção solar exterior nos vãos envidraçados   | 91.348€                        | até 1.751€                                  | C                               |
| 4                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                     | Substituição de equipamentos por outros de maior eficiência energética                                         | 20.500€                        | até 15.816€                                 | B+                              |

## Exemplo – Ensino Superior

### ► Medidas - Resultados: Classe B

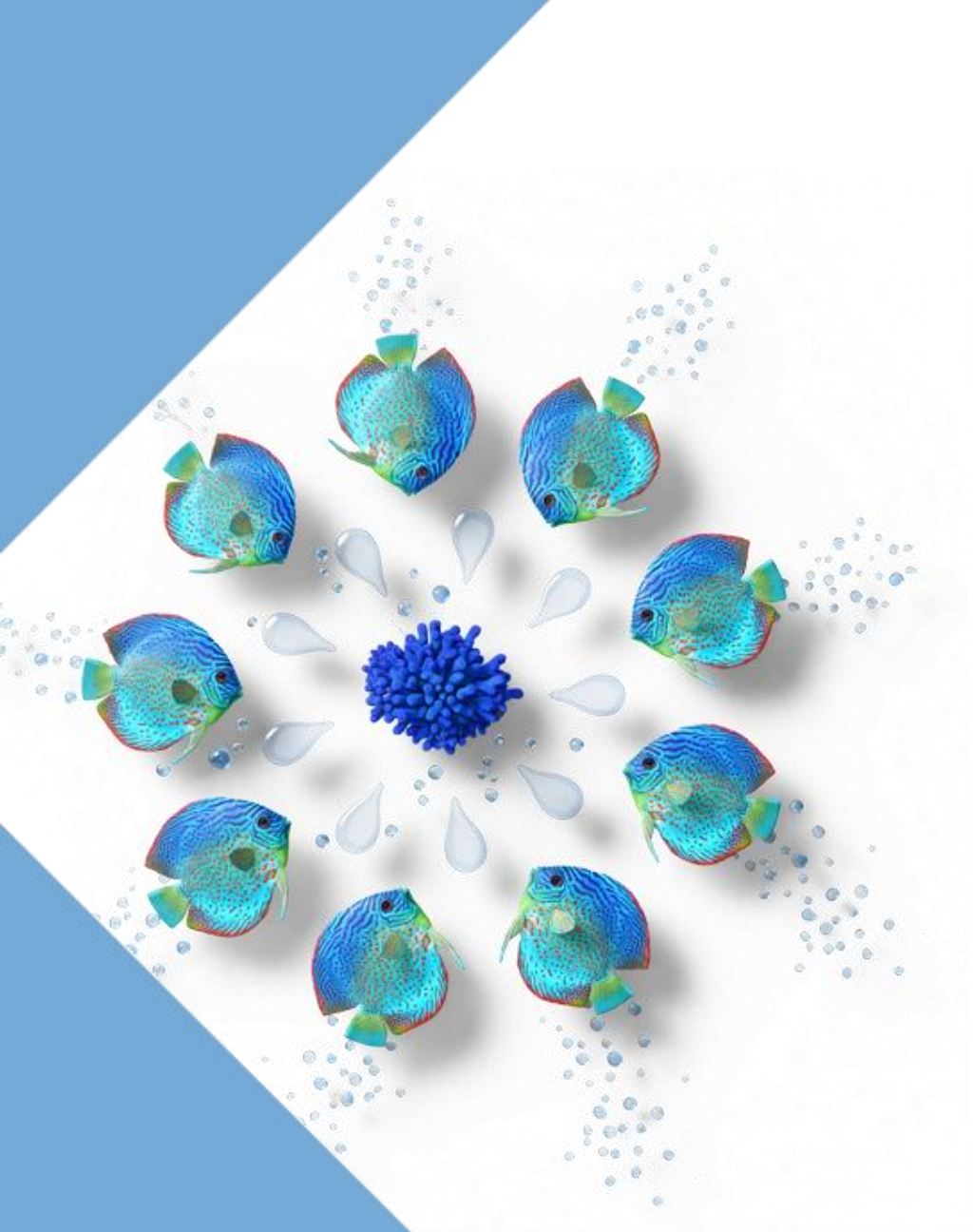


## Exemplo – Ensino Superior



Guião POSEUR  
(exemplo ECO.AP)





**A Energia tem ECO no futuro.**

[http://ecoap.pnaee.pt/  
eco.ap@adene.pt](http://ecoap.pnaee.pt/eco.ap@adene.pt)