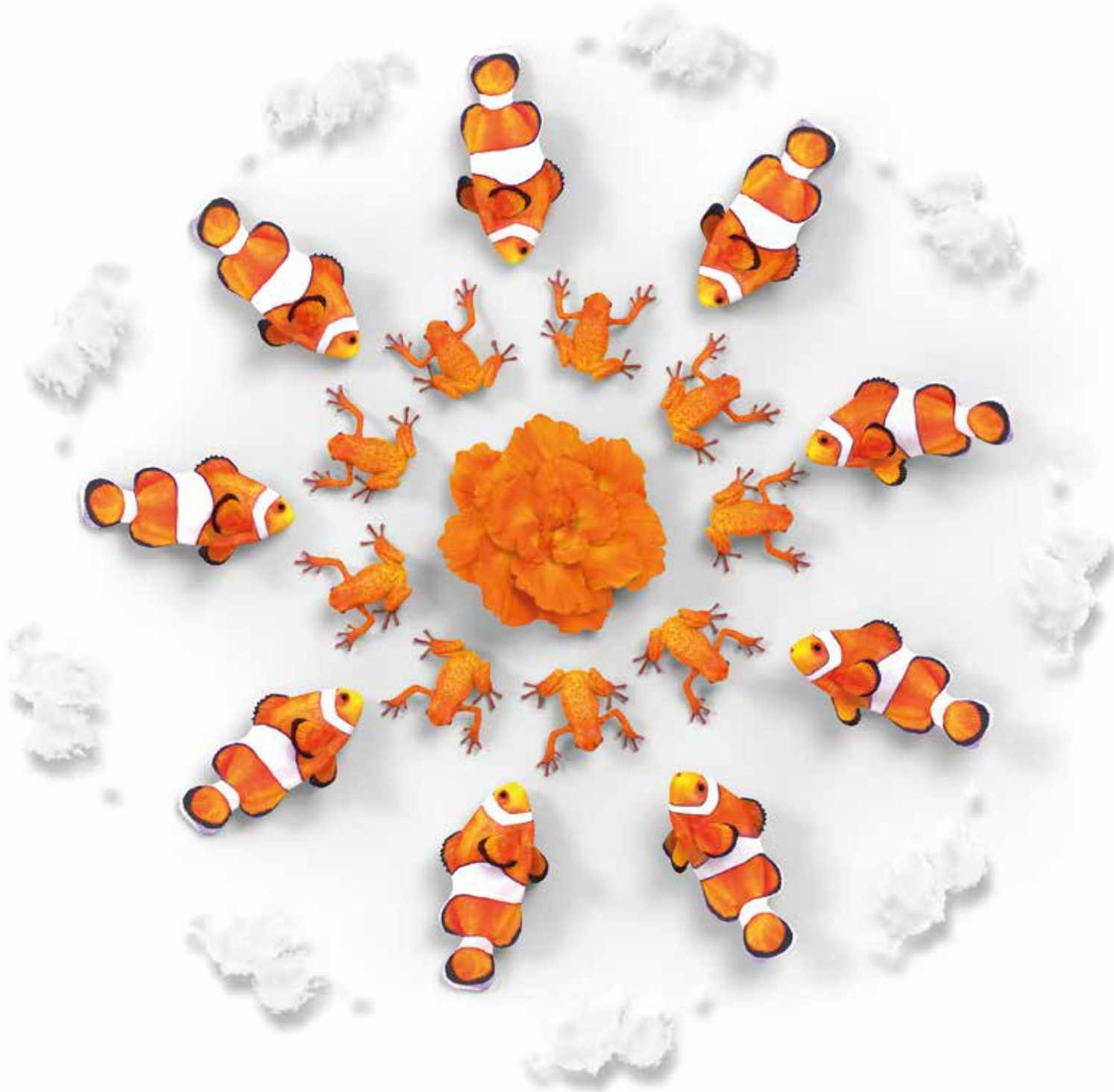
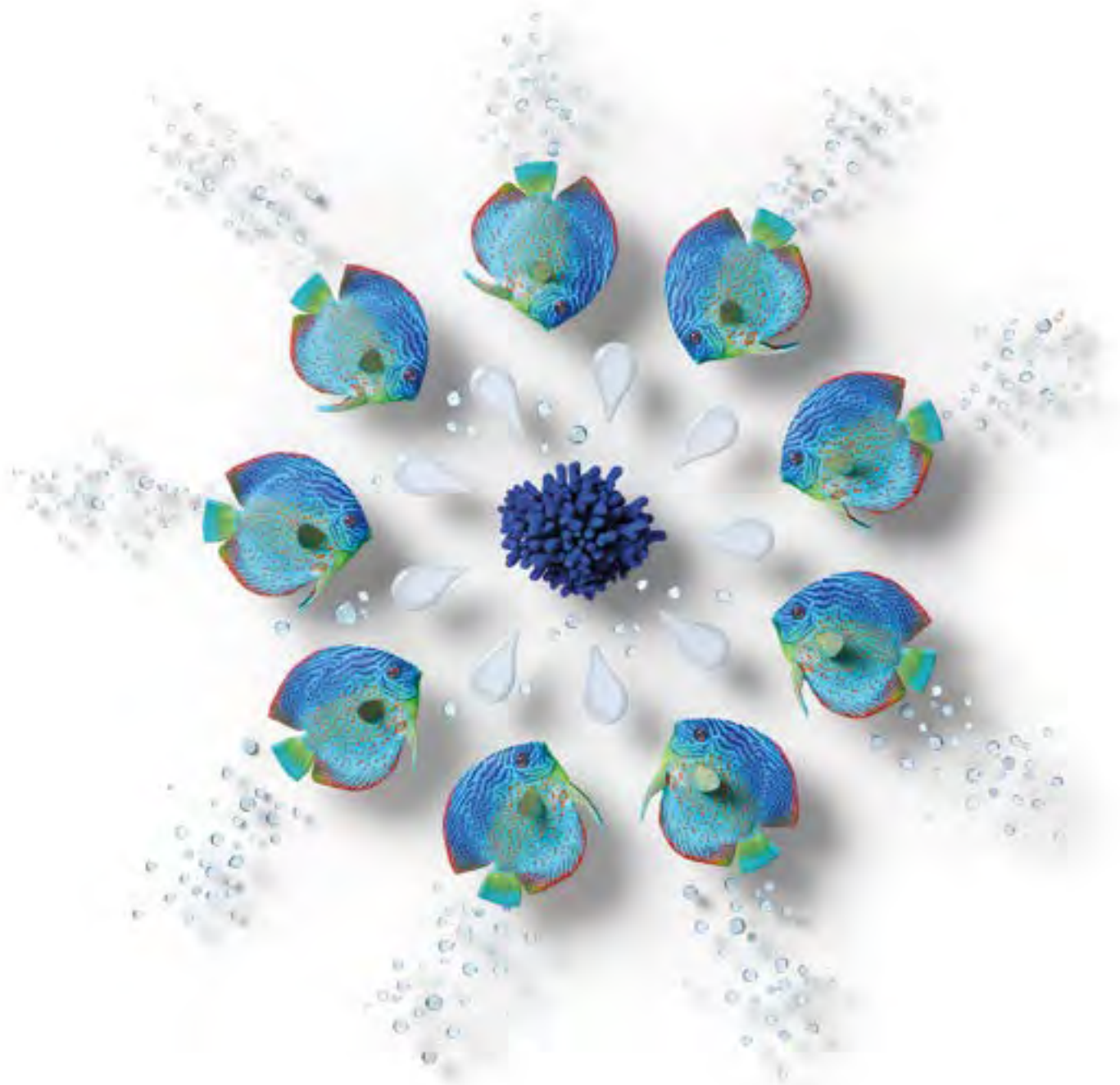


# Manual de Eficiência Energética







**1.1 O Manual**

**1.2 Política Energética**

**1.3 Contratos de Gestão de Eficiência Energética**

**1.4 Gestor Local de Energia**

**1.5 Barómetro ECO.AP**

**1.6 Certificação Energética de Edifícios**

**1.6.1 Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação**

**1.6.2 Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços**

# 1. Introdução



---

M M



## 1.1 O Manual

O Manual de Eficiência Energética para a Administração Pública, é um documento composto por sete guias temáticos, incluindo este, que tem como objetivo central abordar as questões mais relevantes de eficiência energética, elencando ações que podem ser desenvolvidas pelas entidades públicas na sua promoção e implementação.

Os temas dos guias temáticos são os seguintes:

- **Guia 1** – Introdução;
- **Guia 2** – Gestão da Energia;
- **Guia 3** – Conforto Térmico;
- **Guia 4** – Iluminação;
- **Guia 5** – Águas Quentes Sanitárias;
- **Guia 6** – Energias Renováveis;
- **Guia 7** – Financiamento e Contratação Pública.

Os Guias complementam-se entre si, uma vez que a divisão dos mesmos e dos capítulos que os compõem não é estanque, existindo temas, sistemas, equipamentos ou medidas de eficiência energética que são transversais.



## 1.2 Política Energética

Em Portugal, o sector da energia, incluindo transportes, é o principal sector responsável pelas emissões de gases com efeito de estufa, representando cerca de 70% das emissões nacionais<sup>1</sup>.

Neste sector, os transportes e a produção de energia são as fontes mais importantes representando respetivamente cerca de 27% e 24% do total das emissões nacionais.

“  
**A necessidade de implementação de opções de energia sustentável, nomeadamente através da eficiência energética e utilização de energias renováveis, é crucial para uma descarbonização da economia com o objetivo de reduzir os impactes ainda evitáveis das alterações climáticas.**  
”

A política energética nacional tem como principais objetivos:

- Reduzir significativamente as emissões de gases com efeito de estufa, de forma sustentável;
- Reforçar a diversificação das fontes de energia primária, contribuindo para aumentar estruturalmente a segurança de abastecimento do País;
- Aumentar a eficiência energética em Portugal, com o sector do Estado a dar o exemplo, contribuindo assim para a redução da despesa pública e o uso eficiente dos recursos;
- Contribuir para o aumento da competitividade da economia, através da redução dos consumos e custos associados ao funcionamento das empresas e à gestão da economia doméstica, libertando recursos para dinamizar a procura interna e novos investimentos.

<sup>1</sup> Dados do Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas (NIR 2017 – emissões 2015).



# A

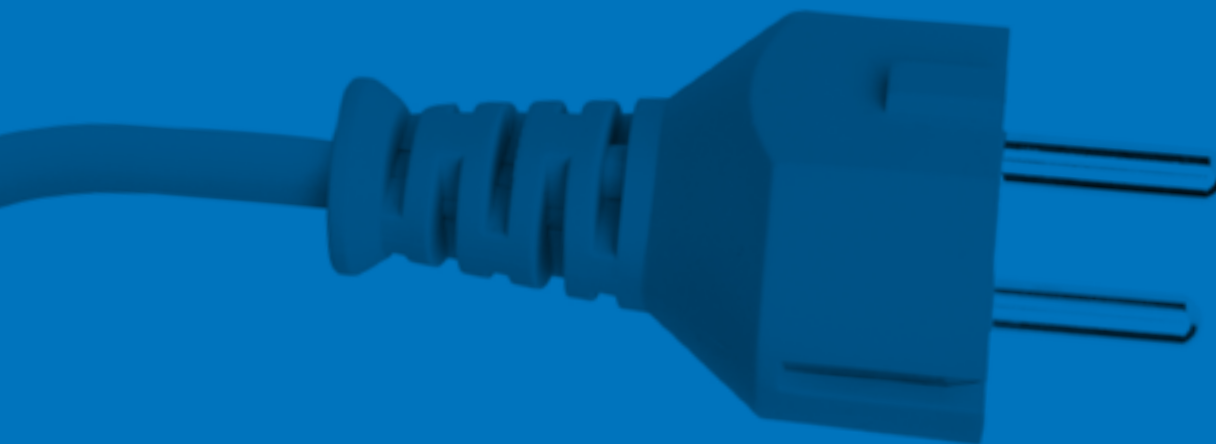
No âmbito de uma política que aposta num modelo energético racional e sustentável, que visa assegurar e promover a competitividade das empresas e a qualidade de vida dos cidadãos, foram desenvolvidos planos e programas que convergem para objetivos específicos, mediante a dinamização e implementação de medidas a vários níveis:

- **PNAEE** – Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética;
- **PNAER** – Plano Nacional de Ação para as Energias Renováveis;
- **ECO.AP** – Programa de Eficiência Energética na Administração Pública.

No que respeita à eficiência energética, o **PNAEE** integra seis áreas específicas dos sectores dos transportes, residencial e serviços, indústria, estado, comportamentos e agricultura, que agregam um total de dez programas com um leque de medidas de melhoria da eficiência energética orientadas para a procura de energia e que, de uma forma quantificável e monitorizável, visam alcançar os objetivos propostos.

No que respeita às energias renováveis, o **PNAER** prevê uma quota de 60% de eletricidade de origem renovável e uma meta global de energias renováveis de 35%, até 2020. Para tal, o PNAER estabelece trajetórias de introdução de FER (fontes de energias renováveis) em três grandes sectores: aquecimento e arrefecimento, eletricidade e transportes.

O **Programa ECO.AP**, lançado através da **Resolução do Conselho de Ministros n.º 2/2011**, de 12 de janeiro, é um programa evolutivo que se traduz num conjunto de medidas de eficiência energética para execução nos serviços, organismos e equipamentos públicos, e que visa alterar comportamentos e promover uma gestão racional dos serviços energéticos, nomeadamente através da contratação de empresas de serviços energéticos (“ESE”), estabelecendo como meta, a redução do consumo de energia em 30% até 2020 na Administração Pública.



“

O ECO.AP integra um Barômetro de Eficiência Energética que, através de um mecanismo de avaliação, compara e divulga publicamente o desempenho energético dos serviços e organismos da administração direta e indireta do Estado, através de indicadores de eficiência energética.

”



## 1.3 Contratos de Gestão de Eficiência Energética

O Programa ECO.AP veio introduzir um modelo de financiamento que vem apoiar a implementação de medidas de eficiência energética sem investimento inicial por parte dos serviços e organismo da Administração Pública.

Este modelo converte-se na execução de **Contratos de Gestão de Eficiência Energética (“CGEE”)** entre as entidades públicas e empresas especializadas, denominadas ESE, as quais apresentam soluções técnicas adequadas para reduzir a fatura de energia, melhorando a eficiência energética, em combinação com os recursos financeiros necessários ao desenvolvimento do projeto.

As ESE são remuneradas através das economias obtidas durante um determinado período de tempo, definido para cada projeto (não devendo ser

superior a 16 anos para projetos de eficiência energética). Assim, o valor das poupanças terá de gerar receita que cubra o investimento e liberte algum benefício para a entidade pública durante o período de vigência do contrato.

Este modelo apresenta como vantagens a partilha de riscos e a garantia de poupança para a entidade pública, dado que a remuneração das ESE depende do nível de melhoria de eficiência energética alcançado no decorrer do período do contrato.

O modelo de procedimento é definido pela **Portaria n.º 60/2013**, de 5 de fevereiro, que aprovou o caderno de encargos tipo dos procedimentos para a formação de contratos de gestão de eficiência energética no âmbito do Programa ECO.AP.



# 1.4 Gestor Local de Energia

A **Resolução do Conselho de Ministros n.º 2/2011**, de 12 de janeiro, que lançou o Programa ECO.AP, determina que todos os serviços e organismos da administração direta e indireta do Estado, bem como as empresas públicas, as universidades, as entidades públicas empresariais, as fundações públicas, as associações públicas ou privadas com capital maioritariamente público, devem designar um Gestor Local de Energia (“GLE”).

**/Nota**  
Os Gestores Locais de Energia são nomeados pelos responsáveis das entidades públicas, informando as entidades competentes dos dados do respetivo GLE (atualmente, informando a Direção Executiva do PNAEE). Sempre que há lugar a alterações do GLE, a entidade deve comunicar da respetiva alteração, designando o novo GLE.

Os GLE têm como principais desígnios promover e apoiar a implementação do Programa ECO.AP nas suas instalações por via, por exemplo, da disseminação e incentivo à adoção de comportamentos energeticamente eficientes sendo, de igual modo, responsáveis pela dinamização e verificação das medidas de melhoria da eficiência energética nas entidades/organismos

que representam.

O GLE deve ser, preferencialmente, um recurso interno com facilidade de acesso à informação, nomeadamente aos consumos e custos energéticos, mas também ao inventário do património, especificamente dos equipamentos consumidores de energia. É recomendável que o Gestor Local de Energia seja um técnico com experiência mínima na área da energia.

O GLE é, ainda, o responsável pela interação em primeira linha com o Barómetro de Eficiência Energética na Administração Pública (“Barómetro ECO.AP”), referido a seguir neste guia, nomeadamente através da introdução e atualização de informação sobre os consumos de energia, as características das instalações e as medidas de melhoria a implementar e/ou implementadas.

**/Nota**  
O Gestor Local de Energia é quem melhor deve conhecer os consumos de energia das instalações!

## Exemplo de tarefas do GLE:

- Caracterizar os consumos e custos globais de energia, devidamente desagregados por vetor energético e tipologia de consumo, e, nos casos aplicáveis, disponibilizá-los aos Peritos Qualificados que atuem no âmbito do processo de Certificação Energética dos Edifícios, ou avaliação de um Plano de Racionalização de Consumos de Energia;
- Introduzir e analisar a informação relativa aos consumos e custos energéticos no Barómetro ECO.AP;
- Identificar e preparar propostas, ou pré-propostas, de medidas de eficiência energética com a respetiva análise de custo-benefício;
- Identificar os recursos necessários para apoiar técnica e financeiramente a implementação das medidas de melhoria da eficiência energética;
- Apoiar a realização e instrução de candidaturas a mecanismos de financiamento, quando aplicável;
- Dinamizar a concretização de medidas de eficiência energética através de contratos de gestão de eficiência energética, quando aplicável;
- Acompanhar, verificar e monitorizar as medidas adotadas para a melhoria de eficiência energética;
- Disseminar e incentivar à adoção de comportamentos energeticamente eficientes e boas práticas ambientais.



HOME | QUANTO | INDICADORES | METODAS | SERVIÇOS | REGRAS DE ACESSO | CONTACTOS | PT

## BEM VINDO AO BARÓMETRO ECO.AP

O Barómetro da Eficiência Energética na Administração Pública



### MINISTÉRIOS

ACCESSE O BARÓMETRO

Na aplicação web para a área administrativa da  
Administração Pública

https://www.eco.ap.gov.pt



### ENTIDADES PÚBLICAS

ACCESSE O BARÓMETRO

Na aplicação web para a área administrativa da  
Administração Pública

https://www.eco.ap.gov.pt



### GESTOR LOCAL DE ENERGIA

ACCESSE O GESTOR LOCAL DE ENERGIA

Na aplicação web para a área administrativa da  
Administração Pública

https://www.eco.ap.gov.pt



### ECO.AP EM NÚMEROS

CONSUMO REGISTADO

118 317 500 kWh



CONSUMO ECO.AP NO FIM

0,25 %

em relação ao ano anterior



## 1.5 Barómetro ECO.AP

O Barómetro de Eficiência Energética na Administração Pública (“Barómetro ECO.AP”) apresenta-se sobre a forma de uma plataforma disponível no *website* do ECO.AP, o qual se reverte numa ferramenta de apoio à gestão de energia dos serviços e organismos públicos e à promoção e replicação de boas práticas em prol da eficiência energética na Administração Pública.

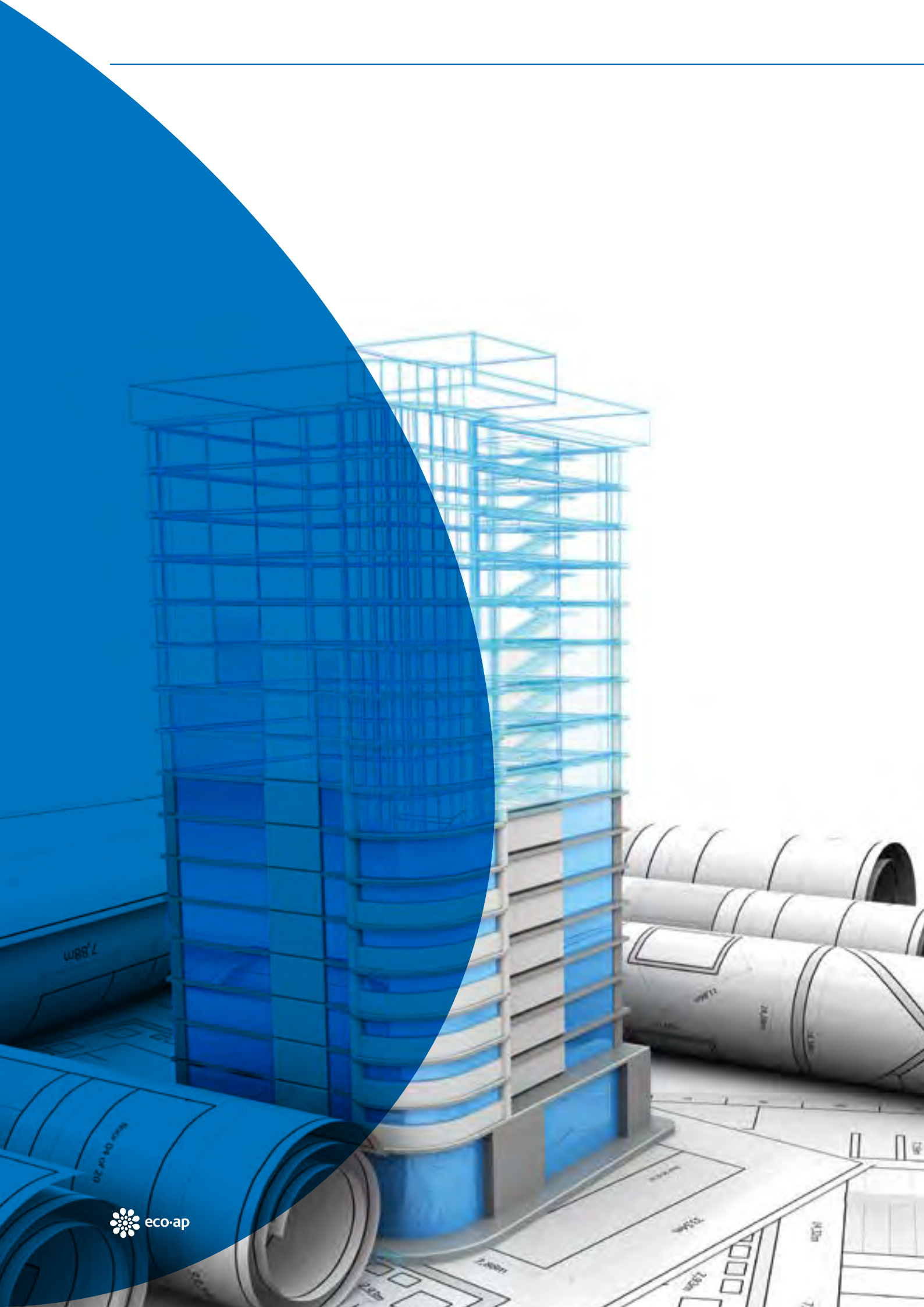
“  
**O Barómetro ECO.AP tem como objetivo caracterizar, comparar e divulgar publicamente o desempenho energético dos serviços e organismos, em concretização do disposto na Resolução da Assembleia da República n.º 114/2010, de 29 de outubro.**

”

A caracterização dos consumos de energia do sector público são a condição base e essencial para o planeamento de políticas e medidas capazes de promover de forma eficaz a eficiência energética e as energias renováveis, no sector público.

Os Gestores Locais de Energia assumem-se como elementos fundamentais neste processo como responsáveis pela introdução e atualização dos dados no Barómetro ECO.AP, nomeadamente informação sobre os edifícios (tipologia, área, ocupação), os consumos de energia (por vetor e por mês), a produção de energia renovável, as medidas de melhoria a implementar e/ou implementadas, partilhando uma rede de informação que podem replicar nas suas instalações.





## 1.6 Certificação Energética de Edifícios

O sector dos edifícios é responsável pelo consumo de aproximadamente 40% da energia final na Europa. Para fazer face a esta situação, os Estados-Membros da União Europeia têm vindo a definir um conjunto de medidas com vista a promover a melhoria do desempenho energético e das condições de conforto dos edifícios.

Foi neste contexto que surgiu a Diretiva n.º 2002/91/CE, de 16 de dezembro, relativa ao desempenho energético dos edifícios (EPBD), estabelecendo que todos os Estados-Membros implementem um sistema de certificação energética nos edifícios.

Revista em 2010, como Diretiva n.º 2010/31/CE, de 19 de maio, foi transposta para Portugal através do **Decreto-Lei n.º 118/2013**, de 20 de agosto, assegurando e promovendo a melhoria do desempenho energético

dos edifícios através do Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (SCE).

Praticamente todos os edifícios estão abrangidos pelo SCE, ou durante o processo de licenciamento ou no momento de venda ou locação. Por outro lado, os grandes edifícios de comércio e serviços, bem como os edifícios públicos de comércio e serviços, com área útil de pavimento superior a 250 m<sup>2</sup> cuja propriedade e exploração é uma entidade pública, têm obrigatoriamente de avaliar de forma periódica o seu potencial de melhoria da eficiência energética. Esta avaliação é efetuada por Peritos Qualificados, que são profissionais qualificados para o efeito e inscritos nas respetivas ordens profissionais – Engenheiros, Engenheiros Técnicos e Arquitetos.



Estão excluídos da aplicação do SCE, conforme Artigo 4.º do Decreto-lei 118/2013 (e suas respetivas alterações), os seguintes casos:

- As instalações industriais, pecuárias ou agrícolas não residenciais com necessidades reduzidas de energia ou não residenciais utilizadas por sector abrangido por acordo sectorial nacional sobre desempenho energético;
- Os edifícios utilizados como locais de culto ou para atividades religiosas;
- Os edifícios ou as frações exclusivamente destinados a estacionamento não climatizados e oficinas;
- Os armazéns em que a presença humana não seja significativa, (ocupação inferior a 2 horas/dia ou a 0,025 pessoas/m<sup>2</sup>);
- Os edifícios unifamiliares na medida em que constituam edifícios autónomos com área útil igual ou inferior a 50 m<sup>2</sup>;
- Os edifícios de comércio e serviços devolutos, até à sua venda ou locação depois da entrada em vigor do presente diploma;
- Os edifícios em ruínas;
- As infraestruturas militares e os edifícios afetos aos sistemas de informações ou a forças e serviços de segurança que se encontrem sujeitos a regras de controlo e de confidencialidade;
- Os edifícios de comércio e serviços inseridos em instalações sujeitas ao regime aprovado pelo Decreto-Lei n.º 71/2008, de 15 de abril, alterado pela Lei n.º 7/2013, de 22 de janeiro.”

A Certificação Energética tem contribuído para uma maior proximidade entre as políticas de eficiência energética, os cidadãos e os agentes de mercado, permitindo aos utilizadores dos edifícios obter informação, através do Certificado Energético, sobre o desempenho energético dos mesmos e sobre medidas de melhoria que podem contribuir para o aumento da eficiência energética e redução de custos, assegurando o conforto térmico dos utilizadores.

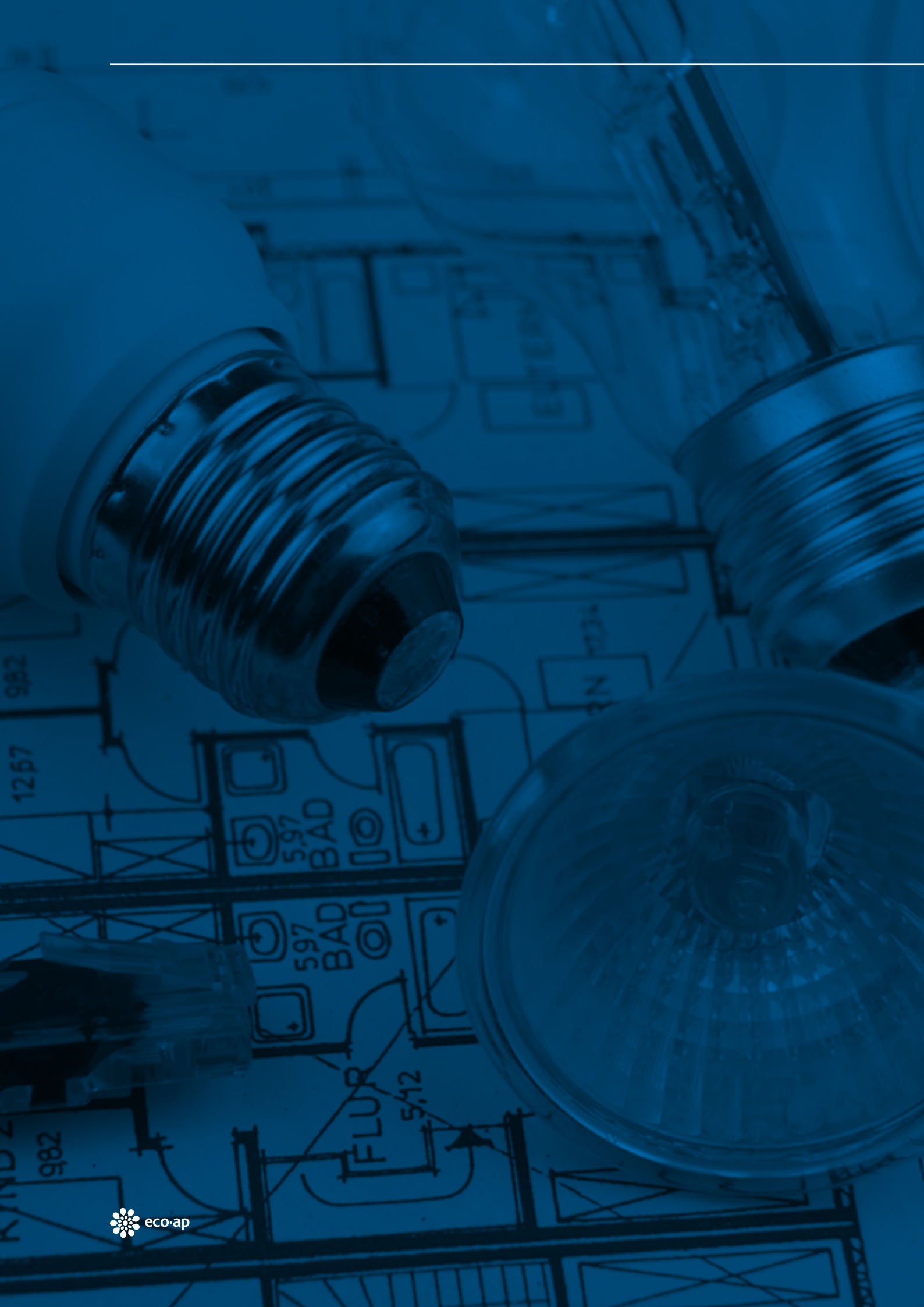
Em edifícios novos, a Certificação Energética serve de mecanismo de verificação do cumprimento de determinados requisitos mínimos (térmicos, energéticos e técnicos) a que esses edifícios estão sujeitos, para garantir as condições de conforto e a utilização de sistemas energeticamente eficientes. Em edifícios existentes, a Certificação Energética é um elemento de caracterização, bem como de identificação e análise das medidas que podem conduzir a uma melhoria no desempenho energético e conforto, valorizando assim o edifício.

Uma área por vezes descurada, e que contribui para eventuais desperdícios

de energia, é a instalação, condução e manutenção de sistemas técnicos, que está prevista no Decreto-Lei n.º 28/2016, no seu artigo 37.º, onde se refere que:

1. Os sistemas técnicos dos edifícios (...) devem ser instalados, conduzidos e mantidos de modo a garantir o seu funcionamento em condições otimizadas de eficiência energética e de promoção da qualidade do ar interior.
2. Na instalação, condução e manutenção dos equipamentos e sistemas técnicos (...) devem ser tidos em particular atenção por parte do Técnico de Instalação e Manutenção ("TIM"):
  - a. Os requisitos de instalação;
  - b. A qualidade, organização e gestão da manutenção, incluindo o respetivo planeamento, os registos de ocorrências, os detalhes das tarefas e das operações e outras ações e documentação necessárias para esse efeito;
  - c. A operacionalidade das instalações através de uma condução otimizada que garanta o seu funcionamento em regimes de elevada eficiência energética.

“  
**O SCE integra o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH) e o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços (RECS).**  
”



# R

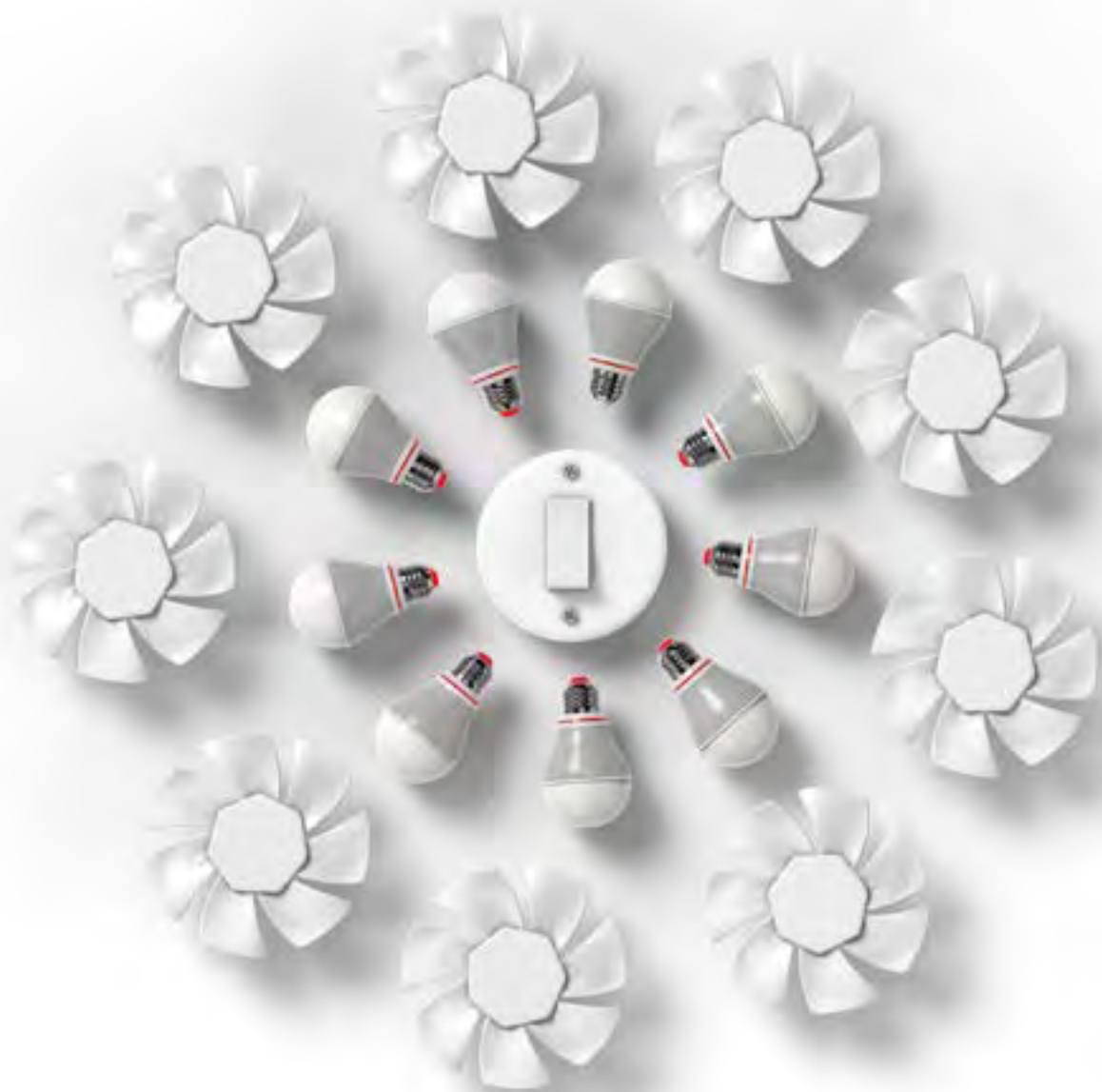
## **1.6.1 Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação**

O REH estabelece os requisitos para os edifícios de habitação, novos ou sujeitos a intervenções, bem como os parâmetros e metodologias de caracterização do desempenho térmico e energético, em condições nominais, no sentido de promover a melhoria do respetivo comportamento térmico, a eficiência dos seus sistemas técnicos e a minimização do risco de ocorrência de condensações superficiais nos elementos da envolvente.

## **1.6.2 Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços**

O RECS estabelece as regras a observar no projeto, construção, alteração, operação e manutenção de edifícios de comércio e serviços e seus sistemas técnicos, bem como os requisitos para a caracterização do seu desempenho, no sentido de promover a eficiência energética e a qualidade do ar interior.









## **2.1 Gestão de Energia**

### **2.2 Contratos de Fornecimentos de Energia**

#### **2.2.1 Contratação Centralizada**

#### **2.2.2 Energia Elétrica**

#### **2.2.3 Gás Natural**

#### **2.2.4 Gás de Petróleo Liquefeito**

#### **2.2.5 Biocombustíveis Sólidos**

#### **2.2.6 Energia Térmica**

### **2.3 Eficiência Energética**

#### **2.3.1 Auditoria Energética**

#### **2.3.2 Medidas de Eficiência Energética**

#### **2.3.3 Energia Reativa**

#### **2.3.4 Certificação ISO:50001**

# **2. Gestão de Energia**





## 2.1 Gestão de Energia

A energia apresenta-se cada vez mais como um custo importante na estrutura de uma organização, sendo não só um custo financeiro, mas também um custo ambiental, sendo assim crucial promover a consciencialização para a sustentabilidade ambiental e económica.

À medida que o custo da energia aumenta e que os problemas ambientais ganham maior importância, a viabilidade de ações que visam o aumento da eficiência energética assume-se como fundamental.

A gestão de energia deve iniciar-se na fase de projeto de um edifício e dos seus sistemas, com considerações relativas à utilização dos mesmos, tratando-se de uma estratégia de conservação de energia através da redução de necessidades futuras: esta prática permite conceber edifícios com melhor desempenho energético e escolher sistemas e equipamentos mais eficientes.

No caso de edifícios existentes, a gestão de energia permite uma redução dos consumos de energia atuais através da otimização das condições de operação dos vários equipamentos e sistemas.

A diversidade de formas de energia utilizadas num edifício, e a complexidade das diferentes transformações que podem intervir na utilização da energia, justificam a necessidade de uma rigorosa gestão da energia. Contudo, a utilização de tecnologias energeticamente mais eficientes, por si só, não é suficiente caso não seja adotada uma gestão que englobe também os aspetos comportamentais e/ou organizacionais.

O grande objetivo da gestão de energia é garantir que os custos associados à utilização de energia sejam reduzidos, mantendo, ou melhorando, a qualidade dos serviços.

A gestão de energia permite:

- Reduzir a fatura de energia através da implementação de medidas de melhoria da eficiência energética;
- Reduzir custos referentes a deslambres e transferências de consumos, em combinação com os tarifários;
- Diminuir custos relativos à substituição e/ou reparação de equipamentos através da execução de ações programadas de manutenção;
- Garantir um melhor funcionamento dos sistemas e equipamentos;
- Melhorar e controlar os indicadores de eficiência energética.

**“  
Para gerir é necessário  
conhecer o objeto  
de gestão.  
”**

**“  
A gestão de energia  
é o caminho a seguir  
para acrescentar valor,  
através da redução  
dos custos ou da inefi-  
ciência da utilização de  
energia: gerir energia  
é otimizar.  
”**

O processo de gestão de energia inicia-se habitualmente com a realização de um diagnóstico ou de uma auditoria energética, onde é possível identificar e quantificar os fluxos de energia pelos equipamentos e seus sistemas.

## 2.2 Contratos de Fornecimento de Energia

Os contratos de fornecimento de energia visam estabelecer um vínculo entre o comercializador e os seus clientes, nos termos do qual a empresa assume o compromisso de fornecer ao cliente o abastecimento de energia nas melhores condições de eficácia e fiabilidade e o cliente aceita a responsabilidade de assegurar os pagamentos referentes ao fornecimento de tal serviço em observância das exigências legais e regulamentares em vigor.

Os custos com energia, seja eletricidade ou combustíveis ou em forma de energia térmica, em algumas entidades têm um peso significativo na sua estrutura de custos, quer seja nos edifícios ou nas frotas de viaturas, pelo que o processo de contratação do fornecimento de energia junto dos comercializadores (ou fornecedores) constitui, muitas vezes, uma oportunidade a considerar para a otimização dos custos energéticos, nomeadamente por intermédio da contratação centralizada através de centrais de compras.

## 2.2.1 Contratação centralizada

O processo de contratação centralizada de serviços de fornecimento de energia para a Administração Pública pode ser feito através do “módulo energia” do SRVI (Sistema de Recolha e Validação de Informação) no qual as entidades compradoras (vinculadas ou voluntárias) carregam o seu cadastro e histórico de consumos para cada uma das categorias abrangidas pela centralização de energia:

1. Eletricidade, com informação por CPE (Código de Ponto de Entrega);
2. Gás Natural, com detalhe por CUI (Código Universal da Instalação);
3. Combustíveis Rodoviários, nas suas duas vertentes:
  - a. Combustíveis a granel, com informação por ponto de entrega;
  - b. Combustíveis para abastecimento em posto, com detalhe por matrícula.

O SRVI é gerido pela Entidade de Serviços Partilhados da Administração Pública, I.P. (eSPap), entidade também responsável pela atualização do Catálogo Nacional de Compras Públicas (CNCP) cujo objetivo é facilitar todo o processo de compras, simplificando os procedimentos de aquisição de bens e serviços, na medida em que permite que os mesmos decorram ao abrigo dos Acordos Quadro celebrados pela eSPap.

Todos os bens e serviços que constituem os Acordos Quadro constam do CNCP, para além da informação dos fornecedores de bens, prestadores de serviços e preços máximos estabelecidos nos respetivos Acordos.

### 2.2.2 Energia Elétrica

O mercado da eletricidade é regulado pela ERSE – Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos e liberalizado (desde 2006), pelo que os consumidores podem escolher livremente o comercializador que lhes ofereça as melhores condições contratuais e/ou comerciais.

“  
**No contrato de fornecimento de energia elétrica, o comercializador fornece ao cliente o abastecimento de energia elétrica na potência requisitada.**  
”

A tipologia de contratos de fornecimento de energia elétrica varia de acordo com a potência contratada:

- **Contratos em Baixa Tensão Normal (BTN):** para fornecimentos ou entregas em baixa tensão com a potência contratada, escalonada, inferior ou igual a 41,4 kVA. Subdivide-se em tarifa social, simples, bi-horária ou tri-horária (os períodos horários variam entre um e três);
- **Contratos em Baixa Tensão Especial (BTE):** para fornecimentos ou entregas em Baixa Tensão com a potência contratada superior a 41,4 kVA, integra sempre tarifas tetra-horárias;
- **Contratos em Média Tensão (MT):** para fornecimentos ou entregas em Média Tensão, sendo que Média Tensão é a tensão entre fases cujo valor eficaz é superior a 1 kV e igual ou inferior a 45 kV. A MT integra sempre tarifas tetra-horárias.





## Tarifas e Horários

No que respeita à contabilização de energia elétrica, o ano divide-se em período de verão e período de inverno.

Esta divisão coincide com a hora legal definida pelo Decreto-Lei n.º 17/96, de 8 de março: o horário de verão começa no último domingo de março; o horário de inverno começa no último domingo de outubro.

Os dias são divididos em horas de ponta, cheias e de vazio (este último, no caso das instalações em BTE, MT ou AT (Alta Tensão), subdivide-se em vazio normal e super vazio).

As horas de vazio (vazio normal e super vazio) são os períodos horários onde o custo da eletricidade é mais baixo e são fundamentalmente as horas do período noturno e fins-de-semana (em ciclo semanal).

“

**As horas de ponta são as horas onde o custo da eletricidade é mais alto.**

”

Os períodos horários previstos no Regulamento Tarifário aprovado pela ERSE são diferenciados em ciclo semanal (com 76 horas de vazio por semana) e ciclo diário (com 70 horas).

No ciclo diário não se faz distinção entre dias de semana ou fim-de-semana, existindo sempre 10 horas de vazio por dia. No ciclo semanal, de segunda a sexta-feira, existem 7 horas de vazio por dia, aos sábados este valor é de 17 horas e aos domingos corresponde a 24 horas.

O ciclo semanal favorece os consumidores que utilizam com maior intensidade eletricidade aos fins-de-semana. O ciclo diário destina-se a quem tem um consumo de eletricidade mais homogéneo ao longo da semana.

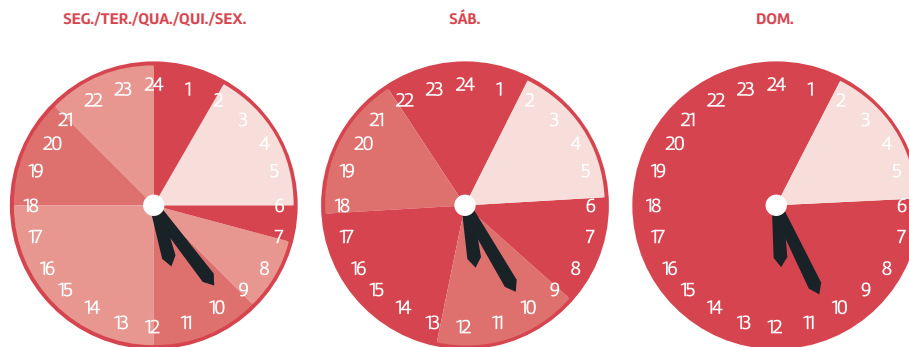
### Ciclo semanal para todos os fornecimentos em Portugal Continental

| Período de hora legal de inverno  | Período de hora legal de verão  |
|---|---|
| DE SEGUNDA-FEIRA A SEXTA-FEIRA  | DE SEGUNDA-FEIRA A SEXTA-FEIRA  |
| <b>Ponta:</b> 09h30/12h00; 18h30/21h00                                  | <b>Ponta:</b> 09h15/12h15   |
| <b>Cheias:</b> 07h00/09h30; 12h00/18h30; 21h00/24h00                    | <b>Cheias:</b> 07h00/09h15; 12h15/24h00                                 |
| <b>Vazio normal:</b> 00h00/02h00; 06h00/07h00                           | <b>Vazio normal:</b> 00h00/02h00; 06h00/07h00                           |
| <b>Super vazio:</b> 02h00/06h00   | <b>Super vazio:</b> 02h00/06h00   |
| SÁBADO  | SÁBADO  |
| <b>Cheias:</b> 09h30/13h00; 18h30/22h00                                 | <b>Cheias:</b> 09h00/14h00; 20h00/22h00                                 |
| <b>Vazio normal:</b> 00h00/02h00; 06h00/09h30; 13h00/18h30; 22h00/24h00 | <b>Vazio normal:</b> 00h00/02h00; 06h00/09h00; 14h00/20h00; 22h00/24h00 |
| <b>Super vazio:</b> 02h00/06h00   | <b>Super vazio:</b> 02h00/06h00   |
| DOMINGO   | DOMINGO   |
| <b>Vazio normal:</b> 00h00/02h00; 06h00/24h00                           | <b>Vazio normal:</b> 00h00/02h00; 06h00/24h00                           |
| <b>Super vazio:</b> 02h00/06h00   | <b>Super vazio:</b> 02h00/06h00   |

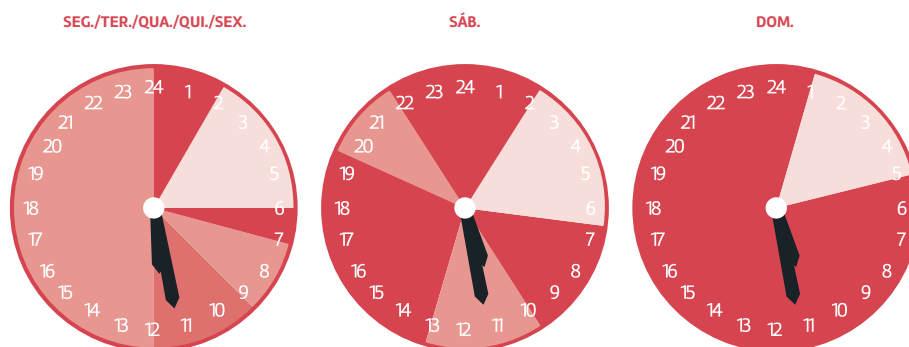
## Ciclo Semanal

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

INVERNO ❄️



VERÃO ☀️



● Vazio ● Ponta ● Cheias ● Super Vazio

## Ciclo semanal opcional para os consumidores em MAT, AT e MT em Portugal Continental

| Período de hora legal de inverno  | Período de hora legal de verão  |
|---|---|
| DE SEGUNDA-FEIRA A SEXTA-FEIRA  | DE SEGUNDA-FEIRA A SEXTA-FEIRA  |
| <b>Ponta:</b> 17h00/22h00   | <b>Ponta:</b> 14h00/17h00   |
| <b>Cheias:</b> 00h00/00h30; 07h30/17h00; 22h00/24h00                    | <b>Cheias:</b> 00h00/00h30; 07h30/14h00; 17h00/24h00                    |
| <b>Vazio normal:</b> 00h30/02h00; 06h00/07h30                           | <b>Vazio normal:</b> 00h30/02h00; 06h00/07h30                           |
| <b>Super vazio:</b> 02h00/06h00   | <b>Super vazio:</b> 02h00/06h00   |
| SÁBADO  | SÁBADO  |
| <b>Cheias:</b> 10h30/12h30; 17h30/22h30                                 | <b>Cheias:</b> 10h00/13h30; 19h30/23h00                                 |
| <b>Vazio normal:</b> 00h00/03h00; 07h00/10h30; 12h30/17h30; 22h30/24h00 | <b>Vazio normal:</b> 00h00/03h30; 07h30/10h00; 13h30/19h30; 23h00/24h00 |
| <b>Super vazio:</b> 03h00/07h00   | <b>Super vazio:</b> 03h30/07h30   |
| DOMINGO   | DOMINGO   |
| <b>Vazio normal:</b> 00h00/04h00; 08h00/24h00                           | <b>Vazio normal:</b> 00h00/04h00; 08h00/24h00                           |
| <b>Super vazio:</b> 04h00/08h00   | <b>Super vazio:</b> 04h00/08h00   |

## Ciclo Semanal

Opcional para consumidores em MT, AT e MAT

INVERNO ❄️



VERÃO ☀️



○ Vazio    ○ Ponta    ○ Cheias    ● Super Vazio

### Ciclo diário para fornecedores em BTE e BTN em Portugal Continental

| Período de hora legal de inverno                     | Período de hora legal de verão                       |
|--|--|
| <b>Ponta:</b> 09h00/10h30; 18h00/20h30               | <b>Ponta:</b> 10h30/13h00; 19h30/21h00               |
| <b>Cheias:</b> 08h00/09h00; 10h30/18h00; 20h30/22h00 | <b>Cheias:</b> 08h00/10h30; 13h00/19h00; 21h00/22h00 |
| <b>Vazio normal:</b> 06h00/08h00; 22h00/02h00        | <b>Vazio normal:</b> 06h00/08h00; 22h00/02h00        |
| <b>Super vazio:</b> 02h00/06h00                      | <b>Super vazio:</b> 02h00/06h00                      |

## Ciclo Diário

Fornecimentos em BTN e BTE

INVERNO ❄️

VERÃO ☀️

SEG./TER./QUA./QUI./SEX.

DOM.



○ Vazio    ○ Ponta    ○ Cheias    ● Super Vazio





### Fatura de Energia Elétrica

A fatura de energia elétrica integra os seguintes principais parâmetros a ter em consideração:

- Opção tarifária;
- Termo tarifário fixo (BTN);
- Potência contratada (BTN, BTE e MT);
- Potência em horas de ponta (BTE e MT);
- Energia ativa (consumos e tarifas);
- Energia reativa (BTE e MT);
- Taxas e Impostos.

#### Opção Tarifária

O tarifário constitui o conjunto de regras e de preços utilizados na faturação dos fornecimentos de energia elétrica e outros serviços aos clientes.

A opção tarifária é a modalidade de tarificação que o cliente de eletricidade pode escolher entre as disponíveis para a sua potência contratada. A título de exemplo, para BTN, existem a tarifa simples, a tarifa bi-horária e a tarifa tri-horária. Para BTE e MT é aplicada a tarifa tetra-horária. A opção tarifária, além de incluir a referência à tarifa contratada com o comercializador, inclui também o tipo de ciclo: diário (para BTN e BTE); semanal (todos); semanal opcional (MT, AT e MAT).

#### Termo Tarifário Fixo

Corresponde aos preços de contratação, leitura, faturação e cobrança pelo comercializador de energia elétrica. O termo tarifário fixo é cobrado em EUR/mês.

#### Potência Contratada

Potência que o distribuidor coloca em termos contratuais à disposição do cliente.

A potência contratada por ponto de entrega em MAT, AT ou MT (salvo

acordo em contrário), não pode ter um valor, em kW, inferior a 50% da potência instalada, em kVA, medida pela soma das potências nominais dos transformadores relativos ao ponto de entrega.

O valor da potência contratada nos pontos de entrega em MAT, AT, MT e BTE é atualizado para a máxima potência ativa média tomada, em kW, registada em qualquer intervalo ininterrupto de 15 minutos, durante os últimos 12 meses, incluindo o mês a que a fatura respeita.

Nos fornecimentos em BTN, a potência contratada é disponibilizada por escalões de potência aparente, em kVA, assumindo valores discretos, como por exemplo 3,45 kVA, 6,9 kVA e 10,35 kVA, entre outros. O cliente deverá optar pelo escalão que melhor se adequa às suas necessidades, não podendo ser superior à potência requisitada.

A potência contratada é cobrada em EUR/kW por mês.

#### Potência em Horas de Ponta

Potência ativa média em horas de ponta (PHP) durante o intervalo de tempo a que a fatura respeita, sendo o

quociente entre a energia ativa fornecida em horas de ponta e o número de horas de ponta no período a que a fatura respeita.

A potência em horas de ponta é cobrada em EUR/kW por mês.

### Energia Ativa

Corresponde ao valor médio da potência elétrica instantânea, num determinado período, resultando da sua utilização, num determinado período horário (horas de ponta, cheias, vazio normal e super vazio), o consumo de energia ativa.

A energia ativa é cobrada na forma de tarifa em EUR/kWh.

### Tarifa de Energia

A tarifa de energia é um custo associado ao consumo de energia ativa. Em MAT (Muito Alta Tensão), AT, MT e BTE, as tarifas de energia são tetra-horárias apresentando preços de energia ativa desagregados por quatro períodos horários (pontas, cheias, vazio normal e super vazio), sendo também compostas por preços de potência contratada, potência em horas de ponta e energia reativa (indutiva e capacitiva).

Em BTN as tarifas de energia podem apresentar diferenciação horária de acordo com a opção tarifária (simples, bi-horária ou tri-horária), e são também compostas por um termo tarifário fixo (dependente do escalão de potência contratada).

As tarifas simples não apresentam diferenciação horária, enquanto nas tarifas bi-horárias, existem dois perí-

odos horários (fora de vazio e vazio), e nas tarifas tri-horárias existem três períodos tarifários (pontas, cheias e vazio).

### Tarifas de Acesso às Redes

As tarifas de Acesso às Redes são aplicadas pelos operadores das redes de distribuição à entrega de todo os seus clientes do sistema elétrico nacional, sendo consequência da utilização das redes. Os preços das tarifas de Acesso às Redes são obtidos por adição das tarifas de Uso Global do Sistema, Uso da Rede de Transporte e Uso das Redes de Distribuição.

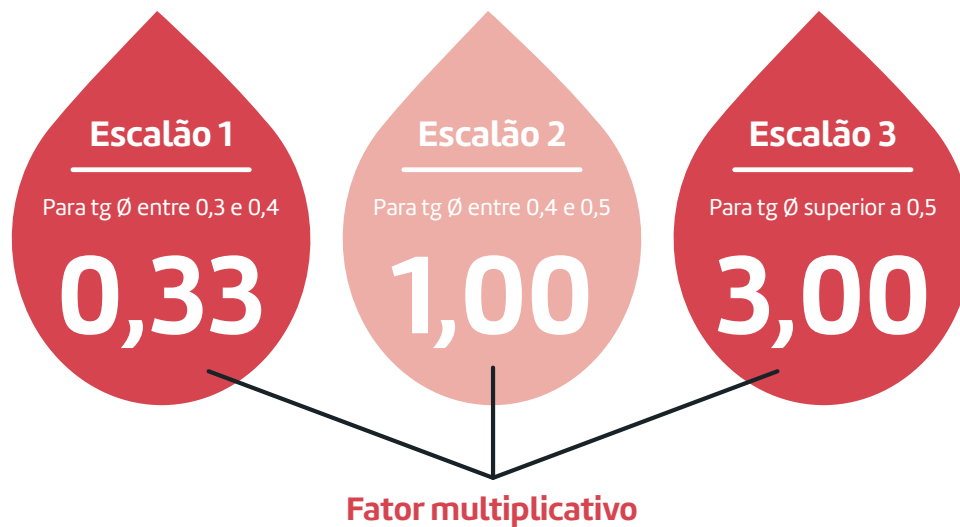
Todos os clientes, independentemente do seu fornecedor, pagam as mesmas tarifas de Acesso às Redes. As tarifas de venda a clientes finais referidas no ponto anterior incluem as tarifas de Acesso às Redes, que são definidos anualmente pela ERSE e estabelecidas no Regulamento Tarifário.

### Energia Reativa

Enquanto a energia ativa, medida em kWh, é necessária para produzir trabalho, por exemplo, a rotação do eixo do motor, a energia reativa, medida kVAr, é necessária para produzir o fluxo magnético indispensável ao funcionamento dos motores, transformadores, etc. No entanto, representa uma perturbação na rede, sendo por isso faturada.

A energia reativa pode ser do tipo indutivo ou capacitivo.

A energia reativa indutiva consumida fora das horas de vazio é faturada de acordo com três escalões, sendo-lhes aplicados distintos fatores multiplicativos:



A energia reativa capacitiva fornecida nos períodos de vazio é habitualmente faturada. A energia reativa é cobrada em EUR/kVArh e o preço de referência é publicado anualmente pela ERSE juntamente com as tarifas de acesso às redes.

### Taxas e Impostos

A fatura de energia elétrica integra diversas taxas e impostos que são cobradas aos clientes por intermédio dos comercializadores de energia elétrica.

### Taxa de exploração DGEG

Valor cobrado de acordo com o Decreto-Lei n.º 4/93, de 8 de janeiro, correspondendo à taxa de exploração das instalações elétricas da Direção-Geral de Energia e Geologia (DGEG).

A cobrança desta taxa é feita mensalmente e o valor é definido anualmente pela ERSE.

### Contribuição audiovisual (CAV)

Valor cobrado de acordo com a Lei n.º 30/2003, de 22 de agosto, correspondendo ao financiamento do serviço público da radiodifusão e de televisão.

O CAV é cobrado mensalmente e o valor é fixado anualmente pela ERSE.

### Imposto Sobre os Produtos Petrolíferos e Energéticos (ISP)

Este imposto foi introduzido no Código de Impostos Especiais ao Consumo, através da Lei do Orçamento do Estado para 2012, e incide sobre a comercialização de produtos petrolíferos e energéticos.

O valor calcula-se multiplicando o consumo de energia ativa faturado por 0,001 EUR/kWh.



## 2.2.3 Gás Natural

O mercado do gás natural é regulado pela ERSE e liberalizado (desde 2007), pelo que os consumidores podem escolher livremente o comercializador que lhes ofereça as melhores condições contratuais e/ou comerciais.

O contrato de fornecimento de gás natural estabelece um vínculo entre o comercializador e os seus clientes, nos termos do qual a empresa fornecer ao cliente o gás natural nas quantidades adequadas à satisfação das suas necessidades.

A tipologia de contratos de fornecimento de gás natural varia de acordo com o consumo:

- **Doméstico**, com 4 escalões de consumo;
- **Não-Doméstico**, com 2 escalões de consumo (conforme o consumo anual seja inferior ou superior a 10.000 m<sup>3</sup>).

O sector industrial, comercial e dos serviços bem como a Administração Pública, enquadram-se nos consumidores “não-domésticos”.

### Fatura de Gás Natural

A fatura de gás natural contém diversas informações, entre as quais:

- Quantidade de energia consumida (obtida por leitura ou estimativa) em m<sup>3</sup> e a equivalência em kWh mediante o fator de conversão;
- Termo fixo;
- Fator de conversão, em kWh/m<sup>3</sup>;
- Tarifas de Acesso às Redes;
- Taxas e impostos.

O valor final a pagar pelos clientes resulta da quantidade de kWh consumidos (lidos ou estimados) a multiplicar pelo preço do kWh. A este valor acresce o valor do termo fixo. Ao valor total soma-se o respetivo IVA, bem como outras taxas aplicáveis ao fornecimento de gás natural.

### Energia Consumida e Termo Fixo

O preço do kWh e o preço do termo fixo dependem do escalão, o qual depende do consumo do cliente, nomeadamente do consumo histórico anual de gás natural.

### Fator de Conversão

Para se obter o consumo faturado em kWh a partir de m<sup>3</sup> de Gás Natural é necessário aplicar um fator de conversão que é calculado a partir da seguinte fórmula:

$$PCS \times FCT \times FCP$$

Em que:

- **PCS**: Poder Calorífico Superior do Gás Natural. Valor correspondente à média aritmética dos valores de PCS mensal, relativos a todos os meses já concluídos e englobados no período de faturação. Os valores de PCS mensal são determinados pela média aritmética dos valores de PCS diário correspondentes disponibilizados pelo operador de rede de transporte, REN (<https://www.ign.ren.pt/>);
- **FCT**: Fator de correção por temperatura calculado pela fórmula  $[273,15 / (273,15 + T_{gás})]$ , em que  $T_{gás}$  corresponde à temperatura média, em °C, da zona de distribuição onde se situa a instalação;
- **FCP**: Fator de correção por pressão calculado pela fórmula  $[(Pr + 1013,25) / 1013,25]$ , em que Pr é a pressão relativa de fornecimento em mbar;



### **Tarifas de Acesso às Redes**

As tarifas de Acesso às Redes estão associadas à utilização das redes de transporte e distribuição de gás natural e são definidas e publicadas anualmente pela ERSE, de acordo com o estabelecido no Regulamento Tarifário.

São pagas por todos os consumidores de gás natural e são obtidas através da soma das tarifas de Uso Global do Sistema, Uso da Rede de Transporte e Uso da Rede de Distribuição, estando integradas nas tarifas de venda dos vários comercializadores.

### **Taxas e Impostos**

A fatura de gás natural integra diversas taxas e impostos que são cobradas aos clientes por intermédio dos comercializadores de gás natural.

### **Imposto Especial de Consumo de Gás Natural Combustível (IEC)**

O Imposto Especial de Consumo de Gás Natural Combustível (IEC) integrado na subcategoria de imposto sobre os produtos petrolíferos e energéticos (ISP) é pago ao Estado. Este imposto foi criado em 2012 e é aplicado pelos comercializadores de gás natural aos seus clientes sendo aplicado sobre o consumo de gás natural (kWh).

### **Taxa de Ocupação do Subsolo (TOS)**

A Taxa de Ocupação do Subsolo (TOS) corresponde à taxa de utilização e aproveitamento do domínio público e privado municipal. É definida por cada município e deve ser paga pelos consumidores de gás natural. Esta taxa é composta por um termo variável, aplicado sobre o consumo de gás natural (medido em kWh) e por um termo fixo, aplicado sobre o número de dias do período de faturação.



## 2.2.4 Gás de Petróleo Liquefeito (GPL)

O gás de petróleo liquefeito (GPL) inclui o Propano e o Butano e encontra-se submetido a um regime de preços livres desde 1990 no âmbito do qual os produtores, distribuidores e retalhistas são livres de fixar os seus preços:

- Os produtores vendem aos distribuidores em preços estabelecidos em circulares, revistos com periodicidade livre;
- Os distribuidores vendem diretamente ao público e aos retalhistas com quem tenham estabelecido contratos, sendo os preços de revenda livremente definidos por estes.

É uma das energias mais utilizadas em Portugal para produção de energia térmica em edifícios (para climatização e/ou para águas quentes sanitárias, e confeção de alimentos), especialmente em locais onde não existe disponibilidade de gás natural, dispondo de versatilidade no que diz respeito às formas de abastecimento:

- **Garrafas:** existem garrafas de diversas capacidades, consoante as necessidades:
  - › Propano: de 5, 11 ou 45 kg;
  - › Butano: de 6 ou 13 kg.
- **Granel – Reservatórios:** as soluções de abastecimento por reservatório permitem o fornecimento a clientes com necessidades de grande consumo e podem ser instalados no subsolo ou à superfície;
- **Canalizado:** o GPL canalizado assegura um fornecimento em contínuo e permite uma otimização do consumo de combustível, elevando o nível de segurança, uma vez que o seu armazenamento é feito em reservatórios externos, fora dos edifícios.

**/Nota**  
Em edifícios de grande altura, tipicamente com mais de 7 ou 8 pisos, a legislação portuguesa proíbe a utilização de garrafas de gás. Nestes casos a utilização de gás propano canalizado é a solução a adotar.

**/Nota**  
O GPL canalizado e o GPL a granel correspondem a mercados de produto autónomos do GPL em garrafa.

Num contrato de fornecimento de GPL, e na respetiva fatura, existem apenas três parâmetros a ter em consideração:

- Tipo de utilização e forma de utilização/abastecimento;
- Quantidade (consumo, em kg, m<sup>3</sup>);
- Preço (unitário, por kg, m<sup>3</sup>).

### 2.2.5 Biocombustíveis Sólidos

Existem vários tipos de biomassa sólida que podem ser utilizados nos processos de combustão para produção de energia térmica (aquecimento e/ou águas quentes sanitárias): lenha, estilha, *pellets*, caroço de azeitona, casca de frutos secos, entre outros.

Constituem uma solução cada vez mais viável para a substituição de algumas fontes de energia, especificamente quando derivam de combustíveis fósseis, destacando-se pelo baixo teor de humidade e um poder calorífico

atractivo, permitindo uma eficiência interessante e flexibilidade de utilização.

Num contrato de fornecimento de Biocombustíveis, além das questões estritamente relacionadas com o vínculo contratual entre o fornecedor e o cliente, é fundamental ter em consideração os seguintes parâmetros:

- Qualidade do biocombustível (certificação, teor de humidade, poder calorífico, teor de cinzas, etc.);
- Disponibilidade de fornecimento;
- Formato e forma de abastecimento.

**/Nota**  
O preço unitário é vulgarmente apresentado em €/kg. Do ponto de vista energético o custo unitário que deverá ser efetivamente considerado será em €/kWh.





### 2.2.6 Energia Térmica

Um Contrato de Fornecimento de Energia Térmica (CFET) constitui uma figura jurídica similar aos contratos de fornecimento de outras tipologias de energia, como eletricidade e/ou gás, existindo igualmente um fornecedor (empresa) e um consumidor (entidade) numa parceria associada a um contrato com determinadas condições, nomeadamente o custo da energia térmica fornecida (EUR/kWh<sup>1</sup>), medida por intermédio de contadores entálpicos (i.e. contadores de energia térmica (vapor, água quentes) em que a contagem e registo são feitos em kWh), a duração (ou período de fidelização) e parâmetros contratuais específicos (e.g. consumos mínimos).

Nos CFET o custo total e integral do investimento necessário à conversão e/ou adaptação da instalação (e.g. caldeiras, silos/depósitos) para fornecimento de energia térmica correspondente às necessidades da instalação da entidade, bem como a respetiva manutenção e todo o processo de gestão e controlo dos equipamentos envolvidos desde o sistema de produção (e.g. caldeira de combustão) até ao contador entálpico, é suportado pela empresa fornecedora.

Assim, no âmbito de um CFET a entidade só terá que suportar o custo da energia térmica que efetivamente consome.

Poderá afirmar-se que, de certa forma, os CFET constituem uma modalidade similar aos contratos de Gestão de

Eficiência Energética descritos no Guia 1 e complementados no Guia 7.

De grosso modo, o custo com energia a pagar pela entidade nesta modalidade (i.e., kWh térmicos consumidos), poderá considerar-se equivalente, em termos comparativos, e em termos de abordagem, à poupança que seria gerada pela implementação do serviço através de um contrato de Gestão de Eficiência Energética.

Na realidade, o custo a pagar pela entidade no âmbito de um CFET constituiria o custo final que a entidade iria suportar na fase final do contrato de Gestão de Eficiência Energética.

Contudo, ao invés da remuneração do serviço [energético] se basear num pagamento mensal inerente a uma percentagem das economias geradas pelos investimentos concretizados na instalação da entidade, como acontece num contrato de Gestão de Eficiência Energética, a remuneração no âmbito de um CFET baseia-se no pagamento da energia térmica efetivamente consumida cujo custo unitário (EUR/kWh) é determinado em função do investimento realizado pela empresa fornecedora e pela duração do contrato de fornecimento.

Em termos genéricos a duração de um CFET é habitualmente superior à duração de um contrato de Gestão de Eficiência Energética.

<sup>1</sup>kWh<sup>t</sup> - Quilowatt-hora térmico.



## 2.3 Eficiência Energética

A energia que é utilizada está sujeita a inúmeros processos, desde a captação, passando pela conversão, na sua fase de produção, à sua utilização final (e.g. luz), ao longo dos quais ocorrem desperdícios. Esta ineficiência faz com que seja necessário produzir mais energia que aquela que é consumida para satisfazer as necessidades.

A eficiência energética tem como objetivo equilibrar este balanço, traduzindo-se não só numa redução do consumo energético, mas também do custo financeiro que o mesmo acarreta.

A base fundamental do conceito de “eficiência energética” é relativamente simples: **satisfação das necessidades atuais com um consumo energético inferior.**

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

A sua aplicação é materializada 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 que são os primeiros passos para a caracterização dos consumos de energia da instalação e para identificação de medidas de eficiência energética.

### 2.3.1 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:

- Tem como objetivo a identificação e caracterização energética dos diferentes equipamentos e sistemas existentes numa instalação;
- 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.

**/Nota**  
A eficiência energética não está exclusivamente relacionada com a redução do consumo e/ou custo – é fundamental garantir que as condições necessárias para o uso da energia se mantêm! É a utilização de Indicadores de Intensidade Energética (IEE) que garante a aplicabilidade do termo “eficiência”.



## 2.3.2 Medidas de Eficiência Energética

Medidas de Eficiência Energética (MEE) são ações, com ou sem necessidade de investimento, que induzem uma mitigação do consumo de energia, mantendo ou melhorando as condições de utilização/funcionamento de uma instalação.

A realização de diagnóstico/auditoria energética permite identificar as MEE mais adequadas para a redução da fatura anual de energia dos edifícios.

As MEE, desenvolvidas em articulação com as entidades e técnicos responsáveis pela gestão dos edifícios, incorporam uma análise técnico-económica que considera a redução anual dos consumos e custos energéticos, o investimento necessário para realizar essa economia e o cálculo do período de retorno do investimento.

Os investimentos são tipicamente hierarquizados e classificados segundo três grandes grupos:

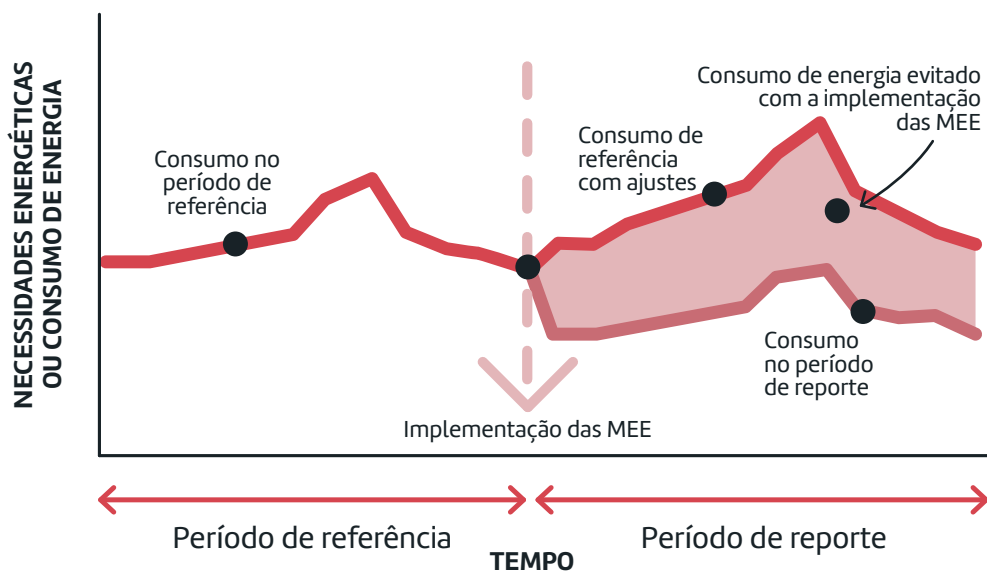
- **Medidas de boa gestão energética:** estas medidas não requerem qualquer investimento, apenas ações de boa gestão, ou seja, formação e adequada

operação de equipamentos, recolha de dados, leitura de instrumentos de medida, etc.;

- **Medidas de investimento médio:** são medidas de baixo investimento, como sejam investimentos em equipamentos de monitorização, pequenas alterações na iluminação, etc.;
- **Medidas de elevado investimento:** medidas com um investimento elevado, embora com períodos de retorno relativamente baixos, como por exemplo, substituição de equipamentos, melhoria das condições de exploração, etc.

### Medição e Verificação

As ações de Medição e Verificação (M&V) são fundamentais para as ações de eficiência energética, indo ao encontro dos objetivos do Programa ECO.AP (Programa de Eficiência Energética na Administração Pública), especificamente no que respeita aos conteúdos dos contratos de Gestão de Eficiência Energética, sendo indicado que a avaliação das MEE implementadas nos edifícios deve ser feita de acordo com o definido no Protocolo Internacional de Medição e Verificação do Desempenho Energético (IPMVP):



A adoção de planos de Medição & Verificação garante que a avaliação das medidas de eficiência energética é mais fiável e eficaz, devendo ser efetuada por técnicos qualificados para o efeito.

### Sistemas de Monitorização de Consumos Energéticos

Qualquer metodologia de gestão de energia pressupõe como ponto de partida o conhecimento detalhado dos consumidores de energia, quer do ponto de vista operacional bem como do ponto de vista energético. Assim, torna-se necessário dispor de um sistema de contabilidade energética que permita caracterizar a situação energética da instalação, processo e equipamentos em tempo real.

A energia deve ser gerida como um outro qualquer fator de produção. Se a gestão dos recursos energéticos for uma tarefa complicada e exigente, ela será descuidada, permitindo a existência de procedimentos pouco eficientes. Como tal, existem alguns meios auxiliares para esta gestão, como por exemplo a existência de contadores de energia elétrica, em cada secção, piso ou tipo de equipamento, podendo ser interligados a um sistema de recolha e armazenamento de informação, originando aquilo a que se chama um Sistema de Monitorização de Consumos (SMC).

Um SMC tem como principal função dar uma visão global e centralizada do estado de funcionamento de toda a instalação, permitindo determinar e estabelecer padrões de consumo, facilitando o conhecimento dos consumos dos vários sectores/equipamentos. Com base nesta informação, é possível estabelecer um plano de ação, atribuindo prioridades de intervenção

para os sectores com consumos considerados excessivos. Estes sistemas permitem detetar situações anómalas através de consumos (de eletricidade, gás, água ou vapor) não proporcionais à utilização, auxiliando assim os serviços de manutenção.

Adicionalmente é ainda possível monitorizar, *in time*, a redução dos consumos de energia resultantes da instalação de medidas de eficiência energética, por exemplo, ao alterar-se o tipo de iluminação, para uma mais eficiente, com um sistema destes é possível conhecer de forma imediata as economias obtidas.

O acesso aos dados está sempre disponível, podendo o operador aceder a um conjunto de informações recolhidas pelos diversos equipamentos distribuídos pela instalação e geradas a partir da base de dados, podendo exportar e tratar a informação, por exemplo, em folhas de cálculo, ou relatórios previamente configurados.

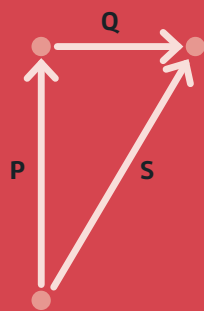
Existem também sistemas de monitorização de consumos que permitem atuar em diversas cargas/equipamentos, vulgarmente designados por Sistemas de Gestão Energética (SGE).

A automação dos equipamentos elétrico permite uma grande contribuição para a economia de energia, através de sistemas de controlo de ponta e deslastre de cargas, sistema de gestão integrada, entre outras. De uma forma geral, a utilização de equipamentos automáticos de controlo introduz vantagens ao processo de gestão de energia, sendo amortizados através das economias de energia que proporcionam. Na maior parte das aplicações, o tempo de retorno do investimento destes equipamentos é bastante baixo.

### 2.3.3 Energia Reativa

Determinados tipos de equipamentos elétricos necessitam, para poderem trabalhar, de uma forma de energia elétrica que não produz trabalho – a energia reativa.

A energia reativa serve apenas para alimentar os circuitos magnéticos dos equipamentos elétricos.



A relação entre a potência ativa e a potência reativa pode ser definida pelo triângulo retângulo apresentado na figura ao lado. A Potência Aparente (S) é dada pela soma vetorial da Potência Ativa (P) e da Potência Reativa (Q). À relação P/S dá-se o nome de Fator de Potência, ou  $\cos \emptyset$ .

A energia reativa “ocupa espaço” no sistema que poderia ser usado por mais energia ativa, e aumenta as perdas nas redes de distribuição e nas instalações de utilização, pelo que o seu consumo deverá ser controlado.

Para cálculo da energia reativa utiliza-se o fator  $\tan \emptyset$ , que se define como o quociente entre a energia reativa e a energia ativa medidas no mesmo período. Quanto maior for a  $\tan \emptyset$  menor será o Fator de Potência e maior será a energia reativa a transitar nas redes.

O Fator de Potência traduz, portanto, o grau de eficiência do uso dos sistemas elétricos. Valores altos de fator de potência (próximos a 1,0) indicam uso eficiente da energia elétrica, enquanto valores baixos indicam um mau aproveitamento.

#### Compensação do Fator de Potência

A compensação do Fator de Potência, embora não se apresente como um modo de melhorar a forma de onda da energia consumida, afigura-se como

sendo um método de utilização eficiente da mesma, ou seja, redução de perdas energéticas.

A compensação do Fator de Potência conduz a uma dupla redução com reflexos na fatura de energia elétrica: uma devido à diminuição das perdas de energia ativa, e a outra resultante da redução significativa da energia reativa.

A forma de limitar ou evitar a absorção de energia reativa da rede consiste em produzi-la dentro da própria instalação utilizando equipamentos adequados a esse fim: os condensadores.

#### Bateria de Condensadores

Conjunto de condensadores que pode ser colocado ou retirado de serviço, parcial ou totalmente, tendo por finalidade injetar potência reativa.

Os condensadores ao compensarem a energia reativa que os equipamentos necessitam para poderem trabalhar estabelecem um equilíbrio semelhante aos pratos de uma balança. Quando os equipamentos param, se os condensadores não forem desligados, a situação de desequilíbrio inverte-se, dando origem a uma “injeção” de energia reativa na rede. Para manter o equilíbrio há que retirar também os condensadores de funcionamento, isto é, desligá-los.

O tarifário penaliza também esta “injeção” de energia reativa durante os períodos de vazio por poder provocar aumentos indesejados na tensão da rede. As baterias de condensadores com controlo automático fazem a gestão da potência reativa da bateria colocando ou retirando os vários escalões constituintes de acordo com as necessidades, bastando definir-se qual o Fator de Potência que se deseja manter.

### 2.3.4 Certificação ISO:50001

A gestão de energia é um processo continuado no tempo que exige uma sistematização das ações por forma a obter uma melhoria contínua da eficiência energética. A norma internacional dedicada em exclusivo à gestão de energia é a norma ISO 50001.

A ISO 50001 tem como objetivo permitir estabelecer os sistemas e processos necessários para melhorar o desempenho energético, aumentar a eficiência energética, diminuir os impactes ambientais e aumentar a sua competitividade das organizações.

A versão portuguesa da norma é a NP EN ISO 50001:2012 e a sua implementação pretende assegurar:

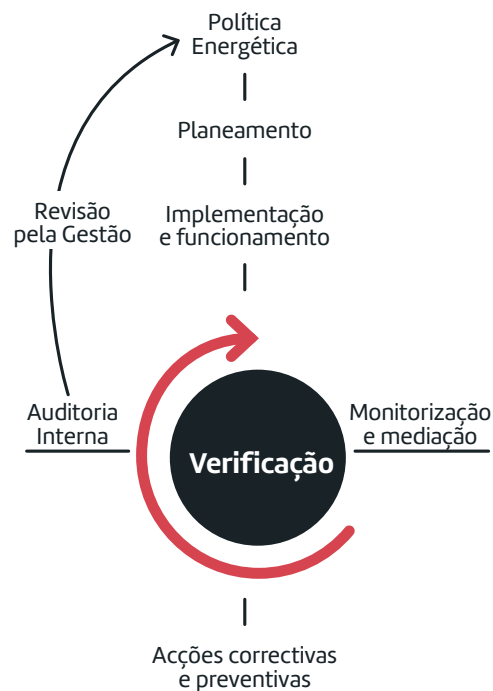
- Conhecimento detalhado dos consumos energéticos da organização;
- Contabilização e monitorização da evolução dos consumos de energia;
- Disponibilização de informação para tomada de decisões sobre as medidas a adotar para a melhoria do desempenho energético;
- Adoção de medidas que permitam otimizar a utilização de energia;
- Controlo do resultado dos investimentos realizados.

A implementação do Sistema de Gestão de Energia (SGE) requer uma abordagem sistemática relativamente à eficiência e gestão de energia. Como tal, esta norma é baseada na metodologia do **Ciclo PDCA** (“Plan – Do – Check – Act”) incorporando a gestão energética no quotidiano da organização:

- **Plan (planear):** realizar a avaliação energética e estabelecer a linha de base, os indicadores de desempenho energético (IDE), objetivos, metas e planos de ação necessários para produzir resultados que vão melhorar o desempenho energético de acordo com a política de energia da organização;
- **Do (executar):** implementar os planos

de ação de gestão de energia;

- **Check (verificar):** monitorizar e medir os processos e produtos, as características chave das operações que determinam o desempenho energético face aos objetivos, e relatar os resultados;
- **Act (atuar):** empreender ações que visem melhorar continuamente o desempenho do SGE.



A aplicação da norma pode apoiar o Gestor Local de Energia na definição e controlo de um programa de eficiência energética na sua instalação ou organização.







### **3.1 Conforto Térmico**

3.1.1 Índice de conforto térmico

3.1.2 Qualidade da envolvente

3.1.3 Eficácia dos sistemas técnicos

### **3.2 Climatização de Edifícios**

3.2.1 Aquecimento

3.2.2 Arrefecimento

3.2.3 Ventilação

### **3.3 Sistemas Técnicos**

3.3.1 Caldeiras

3.3.2 *Chiller*

3.3.3 Unidades de tratamento de Ar

### **3.4 Ações de Manutenção**

3.4.1 Aquecimento

3.4.2 Arrefecimento

3.4.3 Ventilação

### **3.5 Eficiência Energética na Climatização**

3.5.1 Envolvente

3.5.2 Sistemas técnicos

3.5.3 ECO. Dicas Climatização

## **3. Conforto Térmico**







## 3.1 Conforto Térmico

Grande parte do tempo é passado no interior dos edifícios, quer seja a trabalhar quer seja em casa, ou na escola, sendo por isso da maior importância que os edifícios garantam condições de conforto e de salubridade.

Sempre que sejam identificadas patologias nos edifícios, nomeadamente nos seus elementos estruturais, e sempre que seja programada uma intervenção para a sua correção, dever-se-á aproveitar para melhorar o desempenho energético desses elementos, o que pode designar por reabilitação energética.

As patologias de intervenção prioritária são habitualmente as que revelam uma inadequada estanquicidade do

edifício ou de elementos estruturais à água da chuva e às intempéries, podendo também ser identificada como prioritária a deficiente atenuação do efeito dos extremos de temperatura no interior dos edifícios.

O conforto térmico de um edifício depende fundamentalmente de três aspetos:

- Índice de conforto térmico (tipo de edifício, tipo de atividade e tipo de utilizadores);
- Qualidade da envolvente (soluções construtivas e tipo de materiais);
- Eficácia dos sistemas técnicos (de climatização e/ou de ventilação).

### 3.1.1 Índice de conforto térmico

As normas internacionais (ISO ou ASHRAE) que especificam condições de conforto, recorrem aos índices de conforto térmico para determinarem os parâmetros ambientais interiores como uma das formas de avaliação do desempenho energético de edifícios. A sensação de conforto térmico está associada a um estado de neutralidade térmica induzido pelo balanço térmico das trocas de calor entre o corpo humano e o meio que o rodeia.

Do ponto de vista da ergonomia, o equilíbrio da temperatura do corpo humano depende e é influenciado e condicionado por diversas variáveis:

- **Individuais:** parâmetros fisiológicos (metabolismo<sup>1</sup>, temperatura do corpo), vestuário e fatores psicológicos (expec-

tativa sobre as condições térmicas interiores do edifício e sobre a possibilidade de as influenciar: abrir e fechar os vãos envidraçados, controlar equipamentos de climatização e os mecanismos de sombreamento);

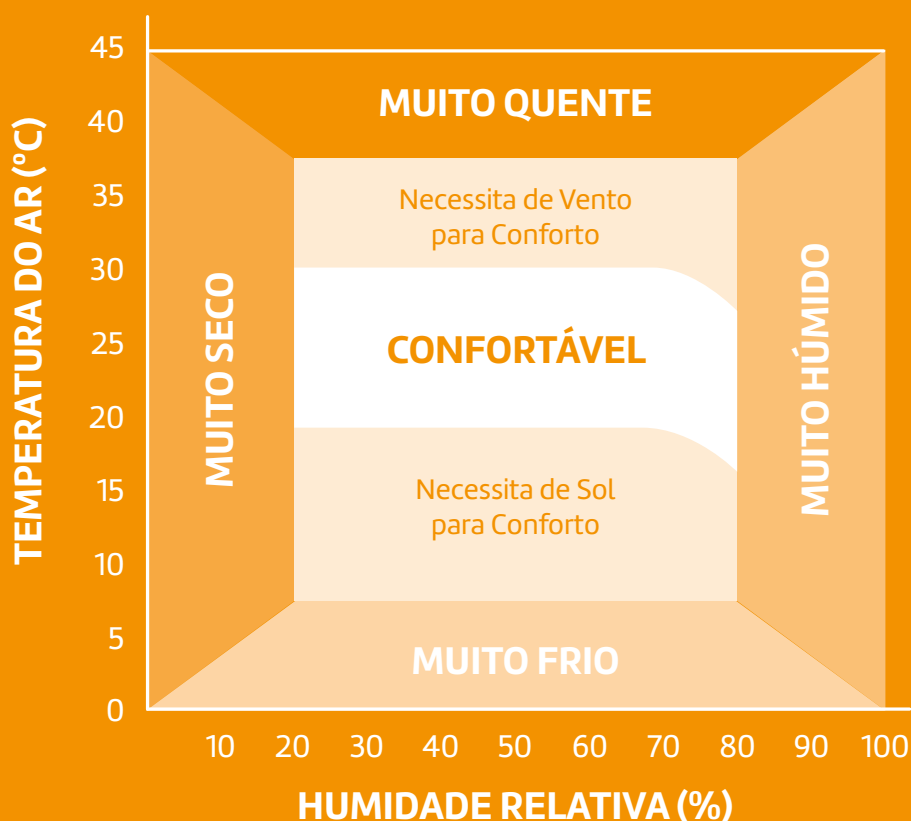
- **Ambientais:** temperatura e velocidade do ar interior, humidade relativa e temperatura média radiante (temperatura na superfície dos elementos na área circundante).

Em matéria de desempenho energético de edifícios, o conforto térmico dos utilizadores depende principalmente de dois fatores ambientais:

- Temperatura do ar;
- Humidade relativa.

**/Nota**  
O corpo humano, em locais de trabalho sedentários, emite cerca de 100 W de energia térmica.

**/Nota**  
A temperatura interior de conforto depende bastante do clima, nomeadamente da temperatura média exterior.



**/Nota**  
Imagem adaptada.

<sup>1</sup>A produção de calor metabólico gerado pelos utilizadores de um edifício é útil para determinação de uma das variáveis da equação do balanço térmico entre o corpo humano e o ambiente envolvente.

### 3.1.2 Qualidade da envolvente

Os fatores climáticos produzem um efeito de permuta do ambiente exterior com o edifício por via da “transferência de calor” que ocorre entre ambos, pelo que as características construtivas dos edifícios (envolvente) definem muitas vezes o índice de conforto térmico dos utilizadores.

Elementos como paredes, coberturas, pavimentos, portas e vãos envidraçados contribuem para o contraste térmico entre o interior do edifício e o ambiente exterior, para o consumo de energia associado à climatização, e para o conforto dos utilizadores: um bom isolamento térmico das estruturas ajuda a garantir estabilidade da temperatura interior.

O isolamento térmico é determinante para minimizar as trocas térmicas excessivas entre o interior e o exterior de um edifício através da envolvente (cobertura, paredes, pavimentos e vãos envidraçados), evitando perdas de calor na estação fria e o sobreaquecimento interior na estação quente.

**/Nota**  
Quanto mais baixo for U, melhor será a capacidade do edifício em proteger o ambiente interior das variações da temperatura exterior.

A capacidade de isolamento térmico de um edifício mede-se através do coeficiente de transmissão térmica, “U” que é expresso em  $[W/(m^2.K)]$ .

Os valores de transmissão térmica são função da condutibilidade térmica e das espessuras dos componentes, bem como dos coeficientes superficiais de trocas de calor entre o interior e o exterior<sup>2</sup>.

A Certificação Energética de Edifícios (SCE) estabelece valores de U mínimos regulamentares para os diversos elementos que constituem um edifício (coberturas, paredes, pavimentos e

vãos envidraçados) e os quais variam também em função da localização do edifício (classificação segundo zonas climáticas, para os períodos de inverno e de verão), da altitude do local, da distância à costa e também de algumas especificidades do edifício (tipo de edifício, tipo de utilização, confinamento com outros edifícios, etc.).

A Certificação Energética permite obter informação sobre o desempenho energético do edifício, incluindo um conjunto de recomendações de medidas de melhoria que permitam reduzir os consumos de energia durante a fase da sua utilização, nomeadamente nos sistemas de climatização, associado à melhoria das condições de conforto para os utilizadores.

Mais informação sobre a Certificação Energética no Guia 1.

A envolvente de um edifício deve permitir manter uma temperatura adequada a fim de promover o conforto térmico e a qualidade do ar interior, evitando humidade interna num equilíbrio entre ganhos e perdas de calor.

A ventilação adequada de um edifício, seja por métodos naturais e/ou mecânicos, tem um papel predominante na garantia do conforto térmico e economia de energia. Exerce ainda uma função imprescindível na regulação da temperatura e dos índices de humidade, promovendo o bem-estar dos ocupantes através da renovação e da melhoria da qualidade do ar interior.

**/Nota**  
Uma ventilação desadequada poderá gerar desconforto térmico e eventuais fontes de contaminações e doenças.

<sup>2</sup> Estes coeficientes variam consoante o fluxo de calor seja ascendente ou descendente, ou seja, consoante a temperatura no interior seja superior ou inferior à temperatura no exterior, respetivamente.



As condições do ar dentro de um edifício resultam da interação da sua localização, do clima, do sistema de ventilação, da construção, das fontes de poluição (mobiliário, fontes de humidade, processos de trabalho e atividades e poluentes do ar exterior), bem como do número de ocupantes do edifício.

O impacto dos ganhos térmicos internos (pessoas, equipamentos, etc.) no verão é bastante significativo, tal como a ausência de sistemas de sombreamento nos vãos envidraçados.

Em determinadas situações os sistemas de climatização são necessários para garantir as condições adequadas de funcionamento dos espaços e sistemas (e.g. arquivos, *data centers*), pelo que a eficiência energética, nestes casos, não está associada diretamente ao conforto térmico dos utilizadores dos edifícios, mas sim à manutenção de determinadas condições (de temperatura e/ou humidade).

### 3.1.3 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), sendo a sua eficácia influenciada nomeadamente pelos seguintes parâmetros:

- Qualidade construtiva do edifício e condições de conforto térmico dos utilizadores;
- Adequação e capacidade dos sistemas técnicos para fazer face às necessidades (dos espaços e/ou dos utilizadores);
- Rendimento dos equipamentos e sistemas (eficiência energética).

A utilização de equipamentos com elevado rendimento constitui uma importante medida de eficiência energética a considerar na criação de condições de conforto térmico nos edifícios.

As Diretivas da União Europeia (UE) relativas ao **Ecodesign** (Diretiva n.º 2009/125/CE, de 21 de outubro) e à **Etiquetagem Energética** (Diretiva n.º 2010/30/UE, de 19 de maio), constituem um binómio determinante para garantir que os fabricantes concebam e coloquem no mercado produtos mais eficientes energeticamente e que os consumidores sejam informados sobre o desempenho energético do produto que vão adquirir.

A etiqueta energética da UE é obrigatória para várias categorias de produtos, incluindo sistemas de iluminação, eletrodomésticos, bombas e motores, e também aparelhos de aquecimento e/ou arrefecimento, de ventilação, de aparelhos de produção e armazenamento

de águas quentes sanitárias (AQS).

A base gráfica das etiquetas energéticas é a mesma para todos os produtos, sendo o desempenho energético traduzido por uma letra numa classificação composta por sete classes, de G (menos eficiente) a A (mais eficiente), e reforçada por uma gradação de cores de vermelho (menos eficiente) para verde (mais eficiente). Algumas etiquetas têm classes superiores adicionais: **A+, A++ ou A+++**.

Em Portugal, existe ainda o sistema de etiquetagem energética CLASSE+, de natureza voluntária, aplicável a produtos não regulados a nível europeu e com influência no consumo energético nos edifícios, nomeadamente janelas e outros elementos construtivos em paredes e coberturas.

Janelas eficientes, pelas suas características, contribuem para o aumento do isolamento térmico e acústico dos edifícios, permitindo reduzir o consumo de energia associado à climatização dos espaços.

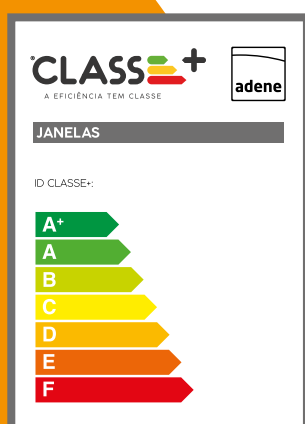
Estas janelas podem ter caixilhos em madeira, PVC ou em alumínio com corte térmico (rutura térmica), ou uma combinação dos mesmos. Para os envidraçados considera-se instalar, no mínimo, vidro duplo, sendo ainda possível optar, para o gás que separa as duas lâminas de vidro, ar ou um gás nobre como o árgon.

**A etiqueta energética também pode ser implementada a sistemas**, a qual classifica soluções constituídas por mais do que um produto.

**/Nota**  
A substituição de uma janela vulgar, de vidro simples e sem corte térmico, por uma janela com classificação "A+" na etiqueta CLASSE+ significa menos cerca de 50% de perdas de energia.

A regulamentação da etiquetagem energética entrou em vigor em paralelo para os sistemas e para os produtos que os compõem:

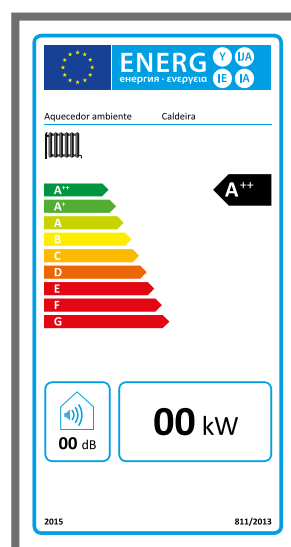
- A etiqueta de produto é emitida exclusivamente pelo fornecedor;



- A etiqueta de sistema passa a ser emitida por quem oferece a proposta comercial ao cliente final (o fornecedor, o distribuidor ou o instalador) e aplica-se a sistemas integralmente novos.

“  
As etiquetas de produtos e de sistemas classificam a eficiência energética de G, para menos eficiente, a A+++, para mais eficiente.  
”

“  
A classificação de A+++ só poderá ser alcançada por sistemas mistos, i.e., sistemas que integrem tecnologias de aproveitamento de energias renováveis.  
”



#### Eficiência Sazonal

A eficiência sazonal permite medir a eficiência energética dos equipamentos de climatização ao longo de todo o ano, medindo o consumo de energia anual e a eficiência na utilização diária normal tendo em conta diversos parâmetros, por exemplo, os períodos de *standby* dos equipamentos, o consumo de energia dos termostatos ou as

flutuações de temperatura, concedendo uma indicação mais fiável da eficiência energética típica ao longo de uma estação completa de aquecimento ou de arrefecimento:

- **SEER**: valor da relação de eficiência energética sazonal em arrefecimento;
- **SCOP**: valor do coeficiente de performance sazonal em aquecimento.





## 3.2 Climatização de Edifícios

Quando se pretendem obter determinadas condições de conforto térmico e de controlo das condições ambientais interiores em permanência ou, pelo menos, durante determinados períodos, torna-se inevitável o recurso a sistemas de climatização.

Se esse controlo for pretendido apenas na estação fria, bastará um sistema de aquecimento. Caso se pretenda controlar estas condições durante todo o ano, será também necessário adotar sistemas de arrefecimento.

Muito embora existam atualmente soluções construtivas passivas que permitem obter edifícios de elevada eficiência energética (“*Passive House*”), pode não ser possível garantir permanentemente as condições de conforto nos edifícios sem recurso a aquecimento auxiliar.

“  
**Assim, de um modo geral, pode afirmar-se que os sistemas de aquecimento são necessários em qualquer espaço onde exista permanência ou passagem de pessoas.**  
 ”

Já os sistemas de arrefecimento ambiente podem ser evitados em edifícios bem concebidos (edifícios com inércia térmica adequada, reduzidos ganhos solares e com possibilidades de promoção de ventilação natural), quando

as cargas internas não são demasiado elevadas e desde que haja tolerância de alguma flutuação dos valores da temperatura interior, incluindo alguns períodos com possível sobreaquecimento interior (desde que este não seja excessivo).

Os edifícios de serviços têm necessidades significativas de arrefecimento ambiente em espaços com ocupação (escritórios, salas de reuniões, auditórios, etc.), podendo ser evitados em alguns locais nas condições de tolerância já referidas.

A necessidade de recurso a sistemas de climatização passa, portanto, por um grau de exigência que deve ser definido à partida, cabendo à equipa projetista conceber o edifício de forma a reduzir ou evitar a sua necessidade (se a natureza dos espaços o permitir, nomeadamente em termos de ganhos internos), ou, no caso de a decisão ser a instalação de sistemas de climatização, optar pelos mais adequados para os espaços a climatizar.

Neste caso, devem ser tidas em conta, como requisitos de qualidade mínima (quer do ar interior, quer do próprio sistema de climatização), as disposições regulamentares em vigor, designadamente as preconizadas no SCE, devendo optar-se, sempre que possível, por soluções mais eficientes à luz dos princípios de otimização económica, na perspectiva de que qualquer investimento adicional inicial poderá ser recuperado com as economias energéticas (e de manutenção) que resultarão do seu funcionamento mais eficiente.

## 3.2.1 Aquecimento

O aquecimento ambiente pode ser providenciado por via de sistemas centralizados, independentemente da fonte energética que utilizam ou do tipo de distribuição da energia térmica (calor), sendo normalmente o tipo de solução de aquecimento mais eficiente do ponto de vista energético.

O aquecimento por efeito de Joule, como por exemplo, através do radiador a óleo, é habitualmente o tipo de aquecimento menos eficiente, e cuja sua utilização é mais dispendiosa.

### **Caso seja possível instalar um sistema centralizado, recomenda-se:**

- A utilização de caldeiras (preferencialmente alimentadas a biomassa, podendo também ser a gás, natural ou propano, ou outro combustível);
- Considerar o espaço disponível para colocação dos equipamentos (caldeira, depósitos, sistemas de bombagem), as suas condições técnicas (acesso a água, disponibilidade e/ou armazenamento de combustível, condições de evacuação de gases), e também as condições de instalação dos sistemas de distribuição.

### **Caso também se pretenda fazer o arrefecimento dos espaços, recomenda-se:**

- A utilização de sistemas de climatização centralizada com recurso a bombas de calor, um equipamento térmico alimentado a eletricidade que, sendo essencialmente um equipamento de aquecimento, que se destina a transferir calor de uma fonte fria para uma fonte quente, invertendo o seu ciclo de funcionamento poderá ser utilizado também para arrefecimento. Estes equipamentos apresentam um coeficiente de desempenho (COP<sup>3</sup>)

normalmente superior a 3, o que significa que por cada kWh de energia elétrica fornecida ao sistema, obtém-se 3 kWh de energia térmica.

### **Caso já exista sistema centralizado, recomenda-se:**

- Optar por sistemas de acumulação térmica, com recurso a reservatórios de água quente, mantendo a temperatura de acumulação superior a 60°C;
- Manter os sistemas de acumulação e toda a tubagem de fluidos térmicos bem isolados;
- Equacionar a substituição por equipamentos mais eficientes (equipamentos com COP superior, como caldeiras de condensação com melhores rendimentos), ou a conversão por equipamentos que utilizem fontes de energias renováveis (biomassa e/ou solar térmico).

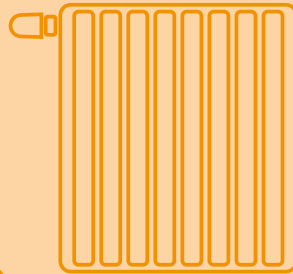
### **Caso não seja tecnicamente viável a instalação de um sistema centralizado, recomenda-se:**

- Optar por radiadores (elétricos), com acumulação de calor que utilizam um material refratário que armazena energia térmica, libertando-a posteriormente.

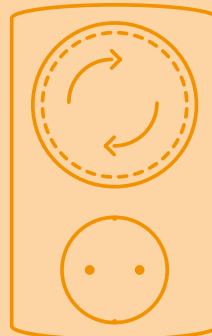
Estes equipamentos são especialmente concebidos para se tirar partido das tarifas multi-horárias (bi-horária, trihorária ou tetra-horária), tendo capacidade de efetuar o armazenamento de calor durante a noite (quando o custo da energia é mais reduzido), restituindo durante o dia, de uma forma gradual, o calor armazenado:

- Optar pela utilização de controladores (horários ou termostáticos) para maximizar as vantagens económicas associadas aos ciclos tarifários.

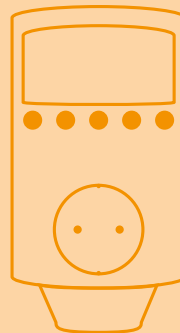
<sup>3</sup> COP – “Coeficiente de desempenho” é o valor da potência de aquecimento da unidade dividida pela potência elétrica que a unidade necessita para a produzir. Importante ter também em consideração o valor de SCOP – “Coeficiente de desempenho sazonal”.



**Aquecimento**



**Temporizador Analógico**



**Sistema de Controlo Individual**

## 3.2.2 Arrefecimento

No verão, na maioria das situações, é perfeitamente admissível um ajuste da temperatura interior entre os 23 e os 25°C, tendo associado um vestuário adequado para essa estação. Além da economia significativa de energia, diminui o efeito do choque térmico entre o interior e o exterior.

### Caso seja possível instalar um sistema centralizado, recomenda-se:

- A utilização de sistemas de climatização centralizada com recurso a bombas de calor, um equipamento térmico que poderá ser também utilizado para aquecimento. O seu rendimento, quando utilizado para a função de arrefecimento, é medido através do coeficiente de eficiência energética (EER<sup>4</sup>), sendo normalmente superior a 3, o que significa que por cada kWh de energia elétrica fornecida ao sistema, obtém-se 3 kWh de energia térmica.

### Caso já exista sistema centralizado, recomenda-se:

- Avaliar a viabilidade de se efetuar a recuperação do calor do ar de extração, por exemplo, para o pré-aquecimento de águas;
- Promover a acumulação térmica para apoio aos processos de arrefecimento<sup>5</sup>, mediante:
  - › **Acumulação com água gelada**, em depósitos ou tanques, que tira partido do facto de a água possuir o maior calor específico dos materiais comuns;
  - › **Bancos de gelo**, os quais baseiam-se no alto valor do calor latente de fusão da água permitindo uma redução de volume de acumulação até aos 25% do que seria necessário em acumulação com água gelada, para a mesma quantidade de energia acumulada. A produção de gelo

pode ser feita durante o período em que as tarifas de energia elétrica são mais baixas (no período noturno, em “vazio”) para utilizar a energia armazenada nos períodos de tarifas mais elevadas;

- › **Materiais de mudança de fase**, que permitem o armazenamento de energia durante a mudança de fase, utilizando o calor latente de fusão (sais eutéticos, fundem completamente num determinado ponto de fusão), ultrapassando algumas limitações da água gelada no armazenamento de energia térmica e permitindo uma redução do volume de acumulação, tipicamente, para 33% do volume necessário com acumulação com água gelada, para a mesma energia acumulada.

### Caso não seja tecnicamente possível a instalação de um sistema centralizado, recomenda-se:

- Ligar os equipamentos apenas durante períodos estritamente necessários, medida que, associada a uma adequada regulação da temperatura nos espaços a climatizar, ou ao nível dos caudais dos fluidos térmicos em função das cargas reais que existam, permite que a potência de arrefecimento utilizada seja apenas a necessária;
- Evitar, quando possível, o aquecimento e o arrefecimento simultâneo, devendo o zonamento do edifício ser tal que em cada zona se reduza ao mínimo a necessidade de aquecimento e arrefecimento simultâneos.

<sup>4</sup>EER – “Rácio de Eficiência Energética” é o valor da potência de arrefecimento da unidade dividida pela potência elétrica que a unidade necessita para a gerar (P). Importante ter também em consideração o valor de SEER – “Rácio de Eficiência Energética Sazonal”.

<sup>5</sup>Permite diminuir a potência elétrica solicitada à rede, quer pela redução da simultaneidade dos grupos de frio em relação aos restantes consumidores de eletricidade, quer pela redução efetiva da potência térmica dos grupos de frio, e possibilita funcionamentos mais eficientes dos equipamentos, deslocação dos consumos das horas cheias e de ponta para as horas de vazio, com ganhos significativos nos custos de operação.

### 3.2.3 Ventilação

De forma a manter os caudais de ar novo previstos nas regulamentações térmicas de edifícios e por forma a garantir a renovação do ar interior dos edifícios, pode ser utilizada ventilação natural e/ou forçada, necessitando, neste último caso, de equipamentos consumidores de energia.

Os caudais de ventilação devem ser regulados para as necessidades do edifício:

- Caudais de ventilação superiores aos recomendados podem causar perdas de energia;

- Caudais de ventilação inferiores aos recomendados podem afetar a qualidade do ar interior.

Ao manter os caudais adequados aos espaços ocupados, os consumos de energia são mitigados, quer do ponto de vista do equipamento de ventilação, quer do ponto de vista do aquecimento ou arrefecimento desses espaços.





## 3.3 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, podendo estas serem apenas e especificamente utilizadas para climatização (aquecimento e/ou arrefecimento) ou também utilizadas para outros fins térmicos do edifício (e.g., AQS, ventilação).

A solução técnica ideal de climatização para um edifício depende de inúmeros fatores, nomeadamente:

- 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 dos elementos construtivos, tipo de ocupação, sazonalidade...);
- Características da instalação (tipo de rede/tubagens, distâncias, dimensões);
- Fontes energéticas disponíveis e/ou espaço para armazenamento de combustível (e.g. gás, gasóleo, biomassa);
- Articulação com outras necessidades térmicas (e.g. AQS).

Os principais sistemas técnicos utilizados na climatização e ventilação dos edifícios públicos são os seguintes:

- **Aquecimento:** caldeiras de combustão;
- **Arrefecimento:** *chiller*, *splits*, *multisplits* e VRV (volume de refrigerante variável);

- **Ventilação:** Unidades de Tratamento de Ar (UTA) ou Unidade de Tratamento de Ar Novo (UTAN).

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.

As redes de distribuição de calor e frio (*district energy*) são aquelas que disponibilizam energia térmica a um conjunto de edifícios e/ou infraestruturas a partir de uma unidade central. Quando o sistema distribui energia na forma de calor designa-se por "*district heating*" e é normalmente utilizado para aquecimento ambiente e/ou produção de águas quentes sanitárias. Quando é fornecido na forma de frio designa-se por "*district cooling*" e é normalmente utilizado para arrefecimento ambiente.

As redes de distribuição de calor e/ou frio permitem o aumento da eficiência energética e possibilitam a incorporação de sistemas individuais ou associados de energias renováveis (solar, biomassa, geotermia), permitindo a diminuição da fatura da energia. A quantidade de energia térmica fornecida é medida por intermédio de contadores entálpicos e faturada como um fornecimento de energia térmica.



### 3.3.1 Caldeiras

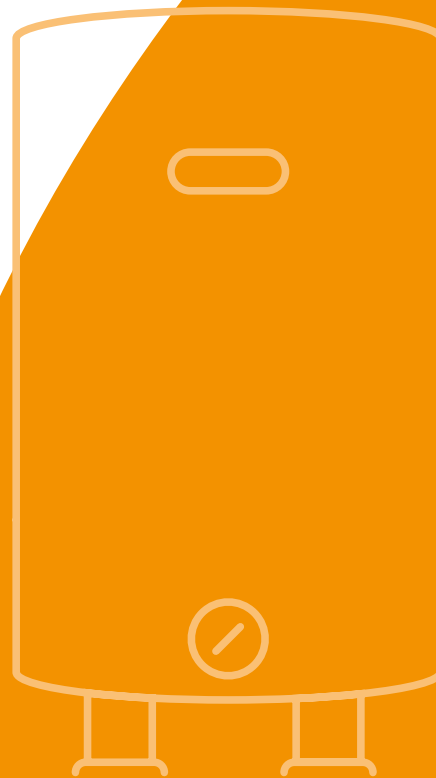
As caldeiras de combustão são equipamentos vulgarmente usados em Portugal, quer ao nível industrial quer ao nível do sector terciário, sendo uma das principais tecnologias na conversão da energia química dos combustíveis (sólidos, líquidos e/ou gasosos) em energia térmica (calor), nomeadamente para produção de calor para aquecimento ambiente e/ou para satisfação de outras necessidades (e.g. AQS, piscinas).

A caldeira é constituída por um queimador cuja função é aquecer o ar presente na câmara de combustão e que é alimentado por um combustível (gás natural, propano, butano, gasóleo, biomassa, etc.). Este ar, ao ser aquecido, é direccionado para um permutador de calor, situado no topo da câmara de combustão.

O permutador é o elemento responsável pela transferência do calor presente no ar aquecido para a água fria proveniente do sistema de distribuição de água. Após a passagem pelo permutador, a água aquece e fica em condições para ir para os sistemas de aquecimento ambiente e/ou AQS, de forma direta, ou para depósitos de acumulação ou de inércia.

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:** apresentam um rendimento superior ao das caldeiras convencionais pelo facto de aproveitarem o calor residual dos gases de exaustão para pré-aquecer a água que retorna do circuito de aquecimento, antes de esta entrar no permutador principal, funcionando como um economizador dentro da própria caldeira.



**/Nota**  
Uma caldeira de condensação precisa de menos quantidade de energia (combustível) para atingir a temperatura préseleccionada, o que permite uma economia de energia que pode atingir os 30%, comparativamente a uma caldeira convencional.

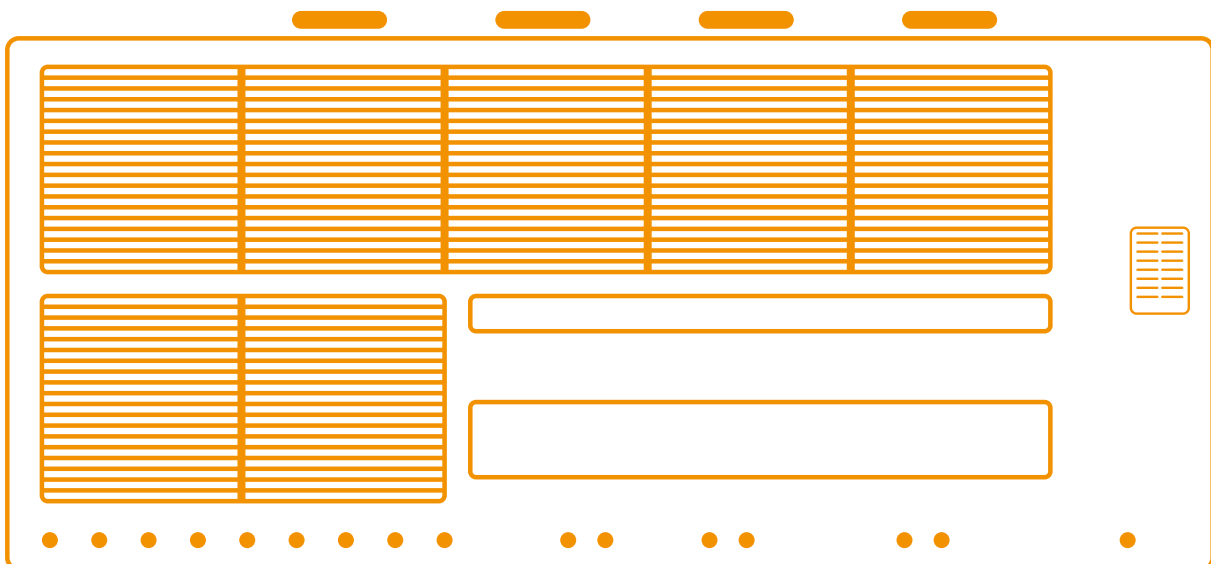
### 3.3.2 Chiller

O arrefecimento por via de sistemas centralizados (seja através de *Chiller*, de sistemas VRV (volume de refrigerante variável), ou do tipo *multi-split*) é normalmente o tipo de arrefecimento mais eficiente do ponto de vista energético.

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 para o aquecimento. Estas máquinas são conhecidas como *Chiller* bomba de calor.



### 3.3.3 Unidades de tratamento de Ar

Uma UTA é uma Unidade de Tratamento de Ar, que pode simplesmente ter a função de melhorar a qualidade do ar através de uma unidade de filtragem, ou condicionar o mesmo através de baterias de aquecimento ou 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).

Ao instalar-se um sistema de ventilação e tendo em consideração as dimensões do edifício e das suas cargas térmicas, deverá ponderar-se a instalação de um sistema de distribuição de ar quente do tipo “volume variável”, sistema que proporciona diferentes fluxos de ar de distribuição de acordo com as necessidades dos espaços.

Deve ser sempre equacionada a possibilidade de inclusão de sistemas com recuperação de calor (aproveitam a energia térmica do ar a retirar do edifício) para aumentar a eficiência do sistema.

## 3.4 Ações de Manutenção

Uma questão crucial nestes sistemas e equipamentos é a otimização da sua operação e manutenção de modo a proporcionar o máximo de conforto com o menor gasto possível.

Esta situação está dependente essencialmente das operações de manutenção preventiva dos equipamentos e sistemas sendo por isso fundamental a existência de um Plano de Manutenção Preventiva (PMP), elaborado e acompanhado sob a responsabilidade de um técnico qualificado,

que estabeleça claramente as tarefas previstas, tendo em consideração as instruções dos fabricantes e instaladores, a boa prática e a regulamentação existente para cada tipo de equipamento constituinte da instalação.

Seguidamente são apresentadas as ações de manutenção essenciais em sistemas de aquecimento, de arrefecimento e de ventilação, recomendando-se que sejam seguidas as especificações dos fabricantes.

### 3.4.1 Aquecimento

Num PMP adequado a um sistema centralizado que utilize uma caldeira de combustão (sendo este o elemento mais importante a considerar), os aspetos fundamentais a ter em consideração são os seguintes:

- Condições de combustão;
- Gases de combustão;
- Água de alimentação;
- Permutadores.

#### Condições de combustão

O controlo da eficiência da combustão, através da monitorização constante de O<sub>2</sub> (oxigénio), ou do CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono), ou CO (monóxido de carbono), contidos nos gases de exaustão, permite controlar o valor do excesso de ar da combustão proporcionando elevadas economias de energia:

**/Nota**  
Para caldeiras que queimam combustíveis gasosos recomendam-se valores de excesso de ar entre os 5 e 15%, o que corresponde a uma percentagem de O<sub>2</sub> nos gases de combustão entre 1,5 e 2,5%. Análises periódicas aos gases de combustão da caldeira, de forma a verificar o seu teor de O<sub>2</sub>, permitem assegurar um rendimento elevado.

- O excesso de ar de combustão deve ser mantido no ponto ótimo recomendado pelo fabricante, de forma a permitir uma combustão completa evitando o desperdício de combustível no aquecimento de um volume de ar;
- Não se deve operar com excessos de ar muito baixos, uma vez que uma combustão incompleta origina elementos não queimados nos gases de combustão que, não tendo libertado toda a sua energia, originam uma diminuição de rendimento.

#### Gases de combustão

A capacidade de extração pelas chaminés deverá ser suficiente para criar a depressão necessária à saída dos gases de combustão e evacuar os fumos à velocidade pretendida, vencendo as perdas de carga dinâmicas provocadas pela circulação dos mesmos:

- A extração excessiva, resultante de um sobredimensionamento da chaminé, provoca um aumento da velocidade de

extração dos gases que se traduz num aumento de temperatura dos mesmos, provocando simultaneamente uma maior admissão de ar para a combustão, aumentando assim o excesso de ar, e consequentemente, uma redução do rendimento da combustão;

- Se a extração é insuficiente, existe a possibilidade de originar uma pressurização da câmara de combustão provocando um escape de gases para o exterior. Nestas condições, a combustão será realizada com insuficiência de ar, impossibilitando o bom ajuste do queimador, dando, portanto, origem a combustões incompletas que diminuem o rendimento da caldeira e contribuem para o aumento da emissão de poluentes.

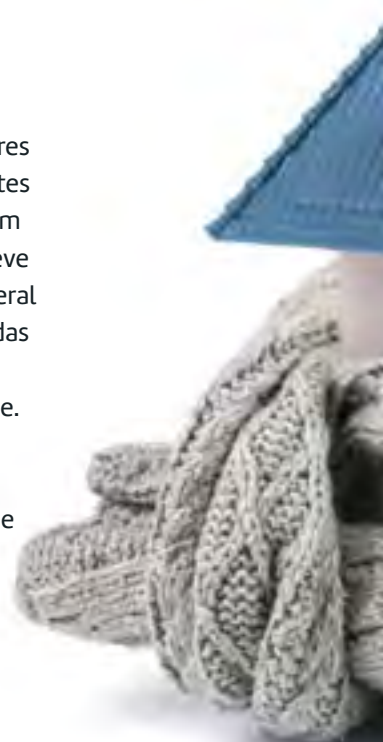
#### Água de alimentação

A qualidade da água de alimentação deverá ser analisada periodicamente, pois a natureza química dos sais nas águas de alimentação às caldeiras poderá corroer as tubagens, válvulas, bombas e outros componentes do sistema, como radiadores e convetores, para além de incrustações salinas nas paredes, diminuindo a eficiência da transferência de calor.

#### Permutadores

A limpeza periódica dos permutadores permite trocas de calor mais eficientes e garante que a caldeira trabalhe com elevada eficiência. Esta operação deve ser acompanhada de uma vistoria geral do equipamento garantindo que todas as sondas e sistemas de controlo se encontram a funcionar corretamente.

Um PMP de uma caldeira de combustão integra três níveis distintos de operação:



### Rotina Diária

- Verificar os instrumentos de medição e controlo quanto aos valores de temperatura, pressão e níveis de água atingidos;
- Inspeccionar eventuais fugas de água, tanto no equipamento de queima como no sistema de distribuição.

### Rotina Mensal

- Controlar a eficiência da combustão, através da monitorização constante de  $O_2$ , do  $CO_2$  ou  $CO$ , contidos nos gases de exaustão, que permite ajustar o excesso de ar para um valor mínimo indispensável para que a combustão se realize sempre a um rendimento elevado, proporcionando elevadas economias de energia:
  - › Excessos de ar muito baixos têm normalmente repercussões em termos de combustão incompleta, aparecendo nos gases de combustão elementos não queimados que originam uma diminuição de rendimento;
  - › Para caldeiras que queimam combustíveis gasosos recomendam-se valores de excesso de ar entre os 5 e os 15%, o que corresponde a uma percentagem de  $O_2$  nos gases de combustão entre 1,5 e 2,5%.

- Verificar a qualidade da água de alimentação: os cuidados no tratamento da água de alimentação desempenham um papel fundamental para uma boa manutenção dos sistemas de aquecimento;
- Verificar a capacidade de extração das chaminés, de modo a ser suficiente para criar a depressão necessária à saída dos gases de combustão e evacuar os fumos à velocidade pretendida, vencendo as perdas de carga dinâmicas provocadas pela circulação dos mesmos.

### Rotina Semestral

- Limpar o sistema de queima, removendo impurezas, de modo a permitir a transferência máxima do calor de combustão para a massa da água no interior das serpentinas da caldeira;
- Manter convenientemente isoladas as condutas de distribuição que transportam a água ou o ar quente para os pontos de consumo de modo a manter a instalação com o mínimo de perdas possível.



### 3.4.2 Arrefecimento

As ações de manutenção preventiva dos sistemas de produção de frio deverão ter especial incidência nos compressores, dependendo estes trabalhos do tipo de compressor utilizado.

De forma genérica recomenda-se que semanalmente sejam:

- **Verificados e avaliados os níveis (óleo de lubrificação e/ou refrigerante), tanto dos compressores, como das bombas de circulação e dos motores elétricos;**
- **Realizadas purgas;**
- **Verificado o normal funcionamento dos diversos sistemas.**

Devem ainda realizar-se operações de limpeza das superfícies de permuta de calor.

### 3.4.3 Ventilação

O plano de manutenção dos sistemas de ventilação deverá incidir principalmente nos motores elétricos, filtros, ventiladores, condutas, “dampers” e aparelhagem de comando e controlo, particularmente nos termostatos e aparelhagem de comando das válvulas.

Os sistemas de filtragem devem estar equipados com pressostatos diferenciais para alertar a necessidade de substituição. Recomenda-se que os mesmos sejam vistoriados semestralmente pois a sua durabilidade depende de múltiplos fatores como da poluição exterior, das horas de operação, etc.

No caso dos motores elétricos dos ventiladores, o intervalo de manutenção depende principalmente dos seguintes fatores:

- Horas de operação;
- Frequência dos arranques;
- Regime de carga permanente a atuar sobre o equipamento;
- Ambiente físico onde o motor funciona (temperatura, humidade, poeiras).

Os motores de trabalho contínuo em condições normais de funcionamento devem, em média, ser sujeitos a uma revisão geral anual. Os que operam em condições de carga acima do seu valor nominal, embora temporário, deverão ser revistos mais frequentemente. Os trabalhos de lubrificação deverão ser efetuados de acordo com as instruções do fabricante dos equipamentos.

“**As condutas deverão ser inspecionadas regularmente e, em caso de sujidade ou condensações deverão ser limpas e desinfetadas por empresas especializadas, por forma a garantir uma boa qualidade do ar interior.**”

Os trabalhos de manutenção dos ventiladores e acessórios de comando e controlo resumem-se a limpezas, lubrificações e verificação de eventuais ruídos atípicos no motor e/ou chumaceiras de apoio e acoplamentos.

## 3.5 Eficiência Energética na Climatização

A regulação das condições interiores de temperatura constitui um aspeto fundamental para o uso eficiente de um sistema de climatização.

### 3.5.1 Envolvente

- Melhoria da qualidade térmica da envolvente (isolamentos térmicos, sombreamentos e permeabilidade das caixilharias);
- Redução das cargas internas, especialmente com a iluminação;
- Adequação das condições interiores de temperatura e humidade relativa;
- Adequação dos níveis de renovação de ar às necessidades de cada espaço.



## 3.5.2 Sistemas técnicos

### Adequação do tipo de sistema:

- Centralizar os sistemas, exceto para muito pequenas potências instaladas ou casos particulares de especificidade de um espaço;
- Selecionar as fontes energéticas mais adequadas para produção de calor (ou de frio);
- Definir a localização correta face à utilização prevista e à natureza das cargas térmicas de cada espaço (orientação, área de envidraçados, ganhos internos, atividades desenvolvidas, equipamentos instalados, etc.);
- Considerar as possibilidades de armazenamento (de calor e de frio, este último de forma sensível ou latente) economicamente viáveis;
- Considerar a instalação de mecanismos para arrefecimento gratuito (*free-cooling*) e recuperação de energia, nomeadamente no ar de renovação, sempre que economicamente viáveis, e as suas implicações nos padrões de extração e de insuflação de ar no edifício;
- Adotar por sistemas de distribuição adequados ao nível de inércia térmica do edifício e ao padrão de utilização (contínuo ou intermitente);
- Assegurar uma distribuição eficiente de ar nos espaços, evitando assim “bypass” de ar do difusor de insuflação para a grelha de retorno sem passar primeiro pelo espaço ocupado.

### Dimensionamento correto do sistema:

- Recorrer a um método de cálculo adequado (dinâmico, pelo menos para as necessidades de arrefecimento);
- Utilizar os valores das propriedades térmicas das soluções construtivas da envolvente, correspondentes às soluções reais utilizadas (coincidentes com o projeto de arquitetura);
- Dimensionar corretamente as redes de distribuição de fluidos, de forma a reduzir a potência das bombas e venti-

ladores, potencialmente responsáveis por consumos elétricos significativos.

### Seleção de equipamentos e redes de distribuição eficientes:

- Adequar a dimensão de cada um dos equipamentos às potências de dimensionamento calculados (isto é, evitar sobredimensionamentos);
- Optar por equipamentos eficientes (por exemplo, caldeiras de condensação ou bombas de calor de COP mais elevado), fundamentando-as com base na análise económica das economias durante o funcionamento da instalação;
- Repartir as potências instaladas (e.g. por andares) para maximização da eficiência instantânea de funcionamento dos equipamentos quando funcionam a carga parcial;
- Isolar adequadamente as redes de distribuição de fluidos (tubos e condutas) usando critérios técnicos e económicos para selecionar as espessuras dos isolamentos.

### Definição do esquema de controlo adequado:

- Prever sistemas locais de controlo em cada espaço;
- Prever sistemas centralizados de gestão de energia com o grau de complexidade adequado para sistemas com dimensão que o justifiquem;
- Prever mecanismos fáceis de manutenção;
- Prever mecanismos de fácil diagnóstico das condições de funcionamento, nomeadamente de todos os equipamentos principais da instalação;
- Prever sistemas de tratamento permanente de fluidos para minimizar deposições e corrosão.

**/Nota**  
No website do Programa ECO. AP (<http://ecoap.pnaee.pt/>) está disponível uma calculadora que permite efetuar um estudo de viabilidade relativo à melhoria da eficiência energética dos sistemas climatização de um edifício.



# ECO. Dicas

### 3.5.3 ECO. Dicas Climatização

#### Ventilação

- A melhoria da ventilação natural através da abertura das janelas (por exemplo, durante o verão, à noite ou nas primeiras horas do dia) é uma medida simples e gratuita que, além de aumentar a qualidade do ar interior, poderá também aumentar as condições de conforto térmico dos ocupantes, arrefecendo o espaço;
- Quando existe ventilação forçada no edifício, os circuitos de distribuição de ar deverão ser equipados com filtros de boa qualidade e os quais deverão ser limpos regularmente de modo a reduzir a resistência à passagem de ar e garantir uma boa qualidade do ar interior. A utilização de manómetros para medição da pressão diferencial a montante e a jusante dos filtros permite detetar quando é que estes devem ser limpos ou substituídos.

**/Nota**  
“free-cooling” – arrefecimento gratuito dos espaços por via da ventilação natural, sempre que a temperatura do ar exterior for inferior à temperatura no interior e se pretenda arrefecer o espaço.

**/Nota**  
A ausência de filtros, seja para simplificar o trabalho de limpeza, para redução de custos com novos elementos ou para redução de perdas de pressão nas condutas, é desaconselhável por razões de saúde, higiene e bem-estar dos ocupantes.

#### Motores

- De modo a reduzir o consumo de energia dos motores dos ventiladores deverá ser reduzida a resistência à passagem do ar, diminuindo o número de reguladores de fluxo de ar (“dam-pers”), assim como o número de “coto-velos” nas ligações das condutas;
- Deverão ser instalados variadores eletrónicos de velocidade (VEV) nos motores de acionamento dos ventiladores de forma a adequar o caudal de ar às necessidades reais do espaço, já que, quando a velocidade do ventilador é reduzida, a potência elétrica tomada é também diminuída;
- No caso de os motores serem antigos,

e consequentemente de classe de rendimento inferior, deverão ser substituídos por motores de alto rendimento (classe de rendimento igual ou superior a IE3<sup>6</sup>);

- Sempre que a carga pedida seja inferior a 40% da sua capacidade máxima, estes motores deverão ser redimensionados, devendo utilizar-se motores com potências ajustadas às necessidades.

#### Comportamentos

- Sendo possível regular a temperatura dos espaços, deve-se evitar temperaturas superiores a 20°C no inverno e inferiores a 25°C no verão. Por cada grau de diferença, o consumo de energia aumenta em cerca de 7%;
- Por forma a reduzir os encargos com a energia, recomenda-se deligar os equipamentos de climatização pelo menos uma hora antes do espaço ficar desocupado. Em alternativa, a instalação de temporizadores permite definir o período de funcionamento e evitar desperdícios;
- Os sistemas de sombreamento dos envidraçados devem ser fechados quando se pretende manter o espaço arrefecido e abertos quando se pretende o espaço aquecido;
- Recomenda-se manter as portas e janelas (interiores e exteriores) fechadas por forma a manter o espaço aquecido ou arrefecido pelos sistemas de climatização e, assim, reduzir a necessidade de energia ao aumentar ou reduzir a temperatura dos sistemas.

<sup>6</sup>De acordo com a norma IEC 60034-30-2008. Os motores de 0,75 a 3,75 kW colocados no mercado a partir de 2017 têm de apresentar uma classe mínima IE3, ou IE2 equipados com variadores eletrónicos de velocidade.







## **4.1 Iluminação**

4.1.1 Iluminação Natural

4.1.2 Iluminação Artificial

## **4.2 Sistemas Técnicos**

4.2.1 Fontes de Luz

4.2.2 Reguladores de Fluxo Luminoso

4.2.3 Sistemas de Controlo e Gestão

## **4.3 Eficiência Energética na Iluminação**

### **4.4 Conceitos Luminotécnicos**

4.4.1 Visão, luminotecnica e eletrotecnica

4.4.2 Eficiência lumínica

4.4.3 Poluição luminosa

# 4. Iluminação





## 4.1 Iluminação

O consumo de energia elétrica pelos sistemas de iluminação nos edifícios de comércio e serviços representa, tipicamente, entre 20 e 25% do consumo total, tornando a iluminação numa das utilizações finais prioritárias em termos de melhoria da eficiência energética.

A instalação de equipamentos mais eficientes que satisfaçam os níveis de iluminação necessários ao desenvolvimento das diferentes atividades, permitem não só uma redução do consumo de energia elétrica como também uma redução dos custos de manutenção e operação dos sistemas, garantindo os níveis de conforto visual adequados.

De uma forma geral, uma boa iluminação melhora a velocidade de percepção e aumenta a sensibilidade e conforto visual, pelo que os níveis de iluminação recomendados obedecem a normas que têm em conta as necessidades

visuais médias necessárias para a realização de tarefas específicas. A privação destas condições pode conduzir a um decréscimo de produtividade dos ocupantes bem como a possibilidade da existência de problemas de saúde.

Um projeto de iluminação adequa os níveis de iluminação nos espaços tendo em conta o tipo de atividade a desenvolver (cada luminária, cada fonte de luz ou cada janela, criam o seu próprio espaço de luz).

A utilização de fontes de luz apropriadas permite criar uma ambiência luminosa correta, respeitando a saúde e o conforto visual:

- Luz indireta para o teto e paredes, tanto para iluminação geral do espaço, como para criar efeitos especiais de iluminação;
- Luz difusa/dispersa para iluminação geral;
- Luz direta e confortável para um local de trabalho ou para um realce decorativo;
- Luz sinalizadora (degraus e caminhos).



## 4.1.1 Iluminação Natural

A fonte de luz mais confortável e sem custos é a natural, a qual é muitas vezes descurada na conceção dos projetos arquitetónicos de edifícios. A redução nos custos energéticos passa necessariamente pela valorização desta componente.

A luz do dia, e especialmente a luz do Sol (iluminação natural), têm grande influência no bem-estar dos ocupantes, tornando os espaços mais atrativos e confortáveis.

A iluminação natural resulta da combinação da luz direta do Sol com a luz difusa do céu.

O seu aproveitamento depende da orientação das fachadas onde se encontram as aberturas para o exterior (janelas, portas, clarabóias), do período do ano e de outros fatores:

- A utilização de cores claras, nomeadamente nos tetos, nas paredes e/ou

junto às janelas, permite maximizar o aproveitamento da iluminação natural, refletindo-a com maior intensidade para o interior dos espaços;

- As clarabóias fornecem muita iluminação natural e evitam zonas mal iluminadas;
- A transição suave entre a janela e os espaços menos iluminados favorece o bem-estar.

A proteção solar, seja por via de dispositivos interiores (estores ou cortinados), ou exteriores (persianas ou toldos) é importante na maximização da utilização da iluminação natural. Quanto mais iluminação natural entrar, menor será a necessidade de recursos a sistemas de iluminação artificial.

## 4.1.2 Iluminação Artificial

Os sistemas de iluminação de um espaço, de um edifício, ou de exterior, devem ser cuidadosamente planeados e analisados num conjunto alargado de fatores, havendo três aspetos cruciais a ter simultaneamente em consideração:

1. Escolha da fonte de luz;
2. Definição da luminária;
3. Posicionamento da luminária.

### Escolha da fonte de luz

A seleção dos sistemas de iluminação, incluindo o tipo da fonte de luz, a potência, o índice de restituição cromática e a temperatura de cor, influencia significativamente o resultado final de um projeto de iluminação.


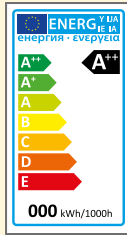




A quantidade de luz necessária depende do que se pretende iluminar sendo essencial considerar o rendimento luminoso da fonte de luz (normalmente através de lâmpadas):

- A eficácia luminosa de uma lâmpada consiste na quantidade de luz emitida por unidade de potência elétrica (W) consumida. Mede-se em “lúmens por

Watt” e permite comparar a eficiência de diferentes fontes de luz.

A decomposição do espectro da fonte de luz tem uma grande influência na iluminação, sendo importante considerar também o índice de restituição cromática (IRC<sup>1</sup>):

- 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.

| Tipo de lâmpada   | Potência (W) | Índice de restituição de Cor (Ra) <sup>1)</sup> | Classe energética | Economia | Vida Útil (horas) | Regulação do fluxo | Etiqueta Energética   |
|---|--------------|---|-------------------|----------|-------------------|--------------------|---|
|  Incandescente         | 15-150       | 99  | E-G               | *        | 1000              | Sim                |  |
|  Halógeno 230 V        | 25-500       | 99  | C-E               | *        | 1500-3000         | Sim*               |   |
|  Economizadora         | 3-27         | 80-89   | A-B               | ****     | 6000-15000        | Não                |   |
|  Fluorescente compacta | 5-55         | 80-93   | A-B               | ****     | 8000-20000        | Possível           |   |
|  Fluorescente tubular  | 4-80         | 50-97   | A-B               | *****    | 6000-20000        | Possível           |   |

\*Com limitações.

<sup>1</sup>A restituição de cor está relacionada com a forma como os objetos surgem sob o efeito de uma luz branca. Quanto maior o IRC, melhor será a restituição de cor: com um IRC baixo os objetos irão refletir uma tonalidade de cor que não corresponde à sua cor real, enquanto um IRC elevado (próximo de 100) irá refletir uma tonalidade de cor cada vez mais próxima da luz natural, isto é, da cor real.

## Definição e posicionamento da luminária

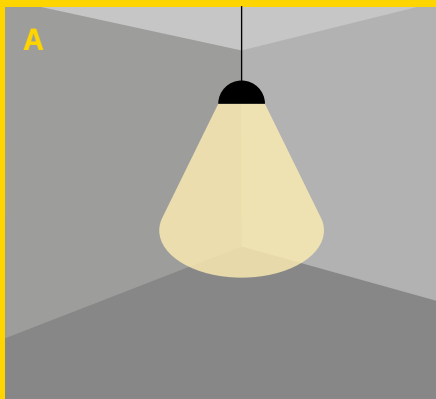
A luminária e o tipo de fonte de luz são normalmente compatíveis, mas é importante analisar antecipadamente as suas opções antes de proceder à escolha de luminárias.

A luminária deve dirigir o fluxo luminoso para onde é preciso. Importa ainda uma escolha adequada do tipo de luminária que suporta a lâmpada,

assim como a colocação à altura apropriada.

O encandeamento é um problema comum na iluminação dos espaços causando desconforto e podendo afetar a visão. O encandeamento direto pode ser evitado através da existência de um bom difusor que deve cobrir toda a lâmpada.

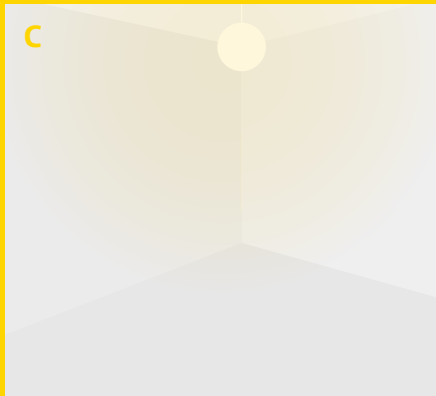
**A** Luminária de luz direta ou projetor cujo fluxo luminoso é dirigido para baixo e ilumina uma determinada área de forma intensa. Tem como resultado a visualização clara dos contornos.



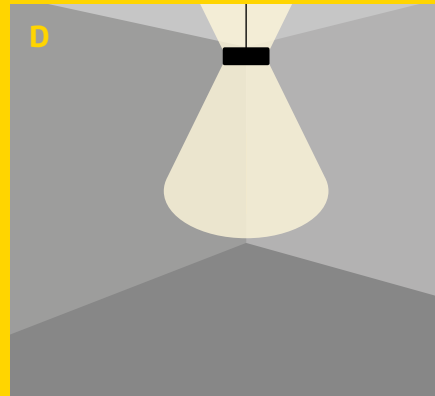
**B** Luminária de luz essencialmente direta cujo fluxo luminoso é essencialmente dirigido para baixo mas que, no entanto, espalha alguma luz para o resto do espaço. A luz é distribuída de forma mais uniforme e os contornos são mais suaves do que no caso de A.



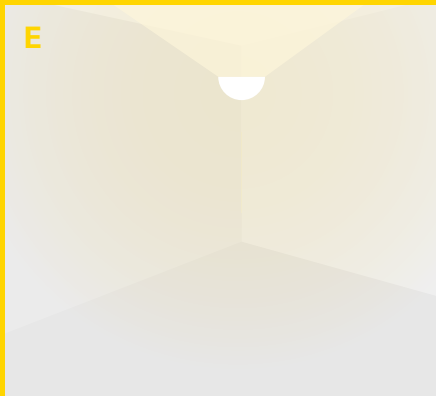
**C** Luminária de luz difusa que distribui a luz de forma uniforme. As sombras tornam-se mais suaves.



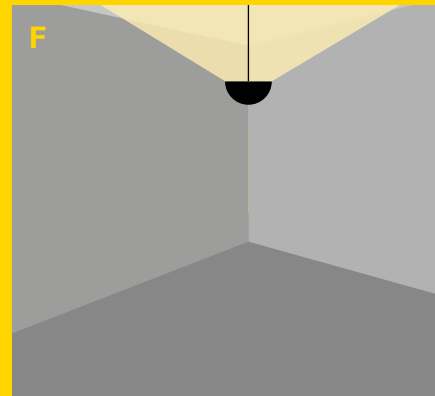
**D** Luminária de fluxo luminoso misto que espalha a mesma quantidade de luz para cima e para baixo. As sombras são ligeiramente mais suaves do que no caso de A.



**E** Luminária de luz essencialmente indireta cujo fluxo luminoso é essencialmente dirigido para a parte superior, espalhando mais luz para cima do que para baixo. As sombras são suaves e menos marcadas do que no caso de C.



**F** Luminária de luz indireta cujo fluxo luminoso é dirigido para cima, iluminando essencialmente a parte superior e, por reflexão, todo o espaço. As sombras no chão serão inexistentes.



## 4.2 Sistemas Técnicos

### 4.2.1 Fontes de Luz

#### Lâmpadas Incandescentes e de Halogéneo

Nas lâmpadas incandescentes e de halogéneo a luz produz-se pela passagem da corrente elétrica através de um filamento metálico, com grande resistência.

Têm um excelente índice de restituição cromática (IRC próximo de 100) mas um rendimento baixo, da ordem dos 15 a 25 lm/W: quase toda a energia que a lâmpada consome (cerca de 95%) transforma-se em calor, que para efeitos de iluminação considera-se que é uma perda de energia.

**/Nota**  
Decorre desde 2005 na União Europeia um período de “phase-out” (i.e., proibição de colocação no mercado) de fontes de luz menos eficientes, como as incandescentes, no âmbito da medida de eliminação progressiva de lâmpadas de baixa eficiência energética.

As lâmpadas de halogéneo são lâmpadas incandescentes com melhorias introduzidas. Têm uma duração superior (entre 2.000 e 4.000 horas, contra as cerca de 1.000 horas das incandescentes tradicionais) e podem ser de dois tipos: as *standard*, de 230 V, e as de tensão reduzida, de 12 V (que requerem o acoplamento de um transformador).

#### Lâmpadas Fluorescentes

As lâmpadas fluorescentes (economizadoras ou compactas, tubulares) baseiam-se na emissão luminosa que alguns gases, como o flúor, emitem quando submetidos a uma corrente elétrica.

**/Nota**  
Algumas lâmpadas fluorescentes têm rendimento superior a 100 lm/W (e.g. tubulares do tipo “T5”) constituindo-se ainda como uma solução de iluminação de elevada eficiência energética.

As lâmpadas que não têm balastro integrado devem ser utilizadas apenas em luminárias equipadas com balastro, de preferência eletrónico (menos 25% de consumo de energia face aos balastros ferromagnéticos).

Apresentam um bom IRC (até 90%), um

tempo de vida útil entre 8.000 e 15.000 horas e um rendimento médio de 70 a 90 lm/W.

Devido à sua constituição, quando este tipo de lâmpadas avariarem devem ser entregues na loja onde foram compradas ou num ecocentro, e nunca devem ser colocadas no lixo indiferenciado nem no vidro.

No caso de se partirem deve abrir-se uma janela durante 15 minutos, devendo os resíduos ser recolhidos com luvas de borracha e toalhas de papel e colocados num saco, lavando as mãos no fim do processo.

#### Lâmpadas de Descarga

A luz numa lâmpada de descarga é produzida pela ionização de um gás, um vapor de metal ou uma mistura de diversos gases em vapor dentro de um tubo de descarga.

Para se produzir uma descarga elétrica num gás é necessária uma tensão mínima (tensão de ignição), após a qual a corrente elétrica vai aumentando devido a um crescimento gradual do movimento de eletrões em presença do campo elétrico até ser atingida a ionização.

A energia libertada pode ser aproveitada para iluminação de duas formas:

- Diretamente, através da parte de energia que é radiada no espectro visível;
- Indiretamente, se as radiações não visíveis forem aproveitadas para excitar substâncias fluorescentes que, por sua vez, radiam no espectro visível.

**/Nota**  
A vida útil deste tipo de lâmpadas poderá reduzir de forma significativa em situações de comutações frequentes.

As mais usadas nos sistemas de iluminação são as lâmpadas de vapor de mercúrio, de vapor de sódio ou de iodetos metálicos.

#### Vapor de Mercúrio

A lâmpada de vapor de mercúrio (tecnologia em desuso) é uma lâmpada de descarga cuja temperatura de cor varia entre os 4.000 e os 6.000 K (luz fria, num tom branco-azulado).

Contém mercúrio na sua constituição pelo que a sua venda se encontra proibida na União Europeia há já alguns anos, em consequência de um processo de “*phase-out*”.

Ainda assim podemos encontrar lâmpadas de mercúrio na iluminação de algumas vias de circulação ou de alguns parques de estacionamento.

#### Vapor de Sódio

As lâmpadas de vapor de sódio são usualmente utilizadas na iluminação exterior, podendo ser de baixa ou de alta pressão. As primeiras são muito menos usadas.

As lâmpadas de vapor de sódio de alta pressão (VSAP) são lâmpadas de descarga de alta intensidade (*HDI – High Discharge Intensity*), controladas por um balastro, e apresentam uma temperatura de cor entre os 2.600 e os 3.200 K (luz quente, amarelada).

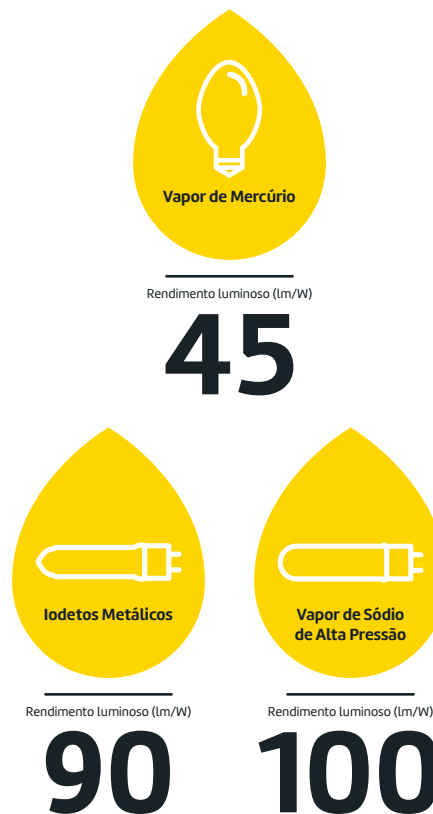
Apresentam um IRC relativamente baixo (20 a 40) e um tempo de vida útil bastante razoável (entre as 16.000 e as 28.000 horas).

#### Iodetos Metálicos

Este tipo de lâmpada é um aperfeiçoamento da lâmpada de vapor de mercúrio que, devido à presença de iodetos metálicos, possui um IRC e uma eficácia luminosa muito superiores. Possui, no entanto, um tempo de vida um pouco inferior (entre as 12.000 e as 24.000 horas).

A gama de temperaturas de cor varia entre os 3.300 K (luz quente) e os 5.500 K (luz fria), emitindo habitualmente luz branca num tom neutro.

No esquema seguinte são apresentadas as lâmpadas de descarga mais utilizadas, referindo-se o seu rendimento luminoso médio.



**LED**

Um *LED* (*Lighting Emmiting Diode*, ou Díodo Emissor de Luz) é constituído por várias camadas de material semicondutor (sólido) que, quando é energizado, pela aplicação de uma fonte elétrica de energia (eletroluminescência), emite luz visível.

Devido ao seu alto rendimento em termos de conversão de energia elétrica em luz, à sua grande durabilidade e à sua atual disponibilidade em diversos tamanhos e suportes (casquilhos), os *LED* têm-se tornado cada vez mais uma solução adequada para a substituição das lâmpadas comuns tendo em vista a melhoria da eficiência energética das instalações de iluminação.

A tecnologia *LED* permite dispor de 100% de luz imediata quando é acionada a iluminação bem como suportar um elevado número de ciclos de ligar/desligar.

A gama de temperaturas de cor disponíveis é ampla (10.000 K, sendo que este é para aplicações específicas) e algumas soluções permitem

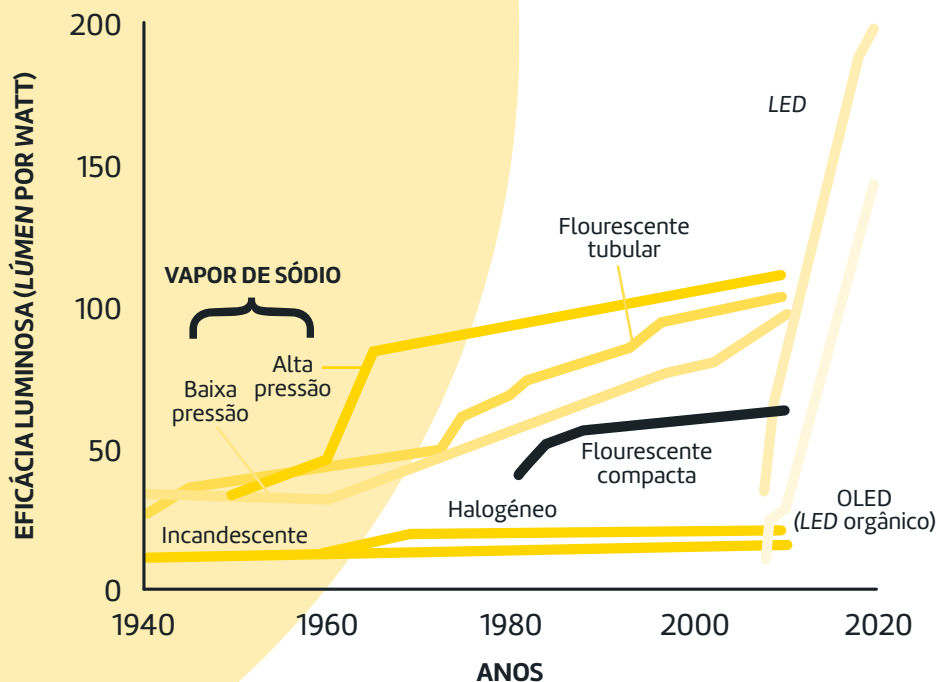
regulação (“*dimming*”).

Diversas características dependem significativamente da qualidade dos *LED*, nomeadamente o IRC (que pode variar entre 70 e 80) e a durabilidade (entre 25.000 e 100.000 horas, com base na tecnologia atual).

“  
**Comparativamente às restantes tecnologias de iluminação, uma luz *LED* utiliza muito menos potência energética (*watt*) para produzir o mesmo fluxo luminoso (*lúmen*).**  
”

O rendimento luminoso da luz *LED* tem vindo a evoluir rapidamente. Em 2007, quando o *LED* surgiu como opção viável para sistemas de iluminação, o rendimento era da ordem de 50 lm/W. Atualmente é aceitável considerarem-se rendimentos de 120 lm/W.

**/Nota**  
Os *lúmens* e a potência de um *LED* são conceitos cuja compreensão é importante para considerar o consumo energético de uma fonte de luz. Mas são as garantias de qualidade que influenciam a durabilidade que permite ao *LED* constituir-se como uma solução adequada de iluminação eficiente.



## 4.2.2 Reguladores de fluxo luminoso

Dispositivos que controlam, através de um circuito eletrónico, a potência fornecida à fonte de luz, permitindo desta forma ajustar o fluxo luminoso às necessidades.

São recomendados para lâmpadas de halógeno (iluminação interior) e também para lâmpadas de descarga (iluminação exterior).

A regulação de fluxo (“*dimming*”) pode ser efetuada através de reguladores de fluxo instalados à cabeceira do circuito de iluminação (gerindo toda a linha), ou por balastos instalados na própria luminária. Ambos podem, ou não, estar associados a sistemas de telegestão.

O princípio de funcionamento dos reguladores de fluxo luminoso (RFL) consiste no controlo da tensão/frequência de alimentação da luminária de modo a obter um nível de iluminação programado, com redução significativa da energia consumida e sem prejuízo da qualidade e segurança do local a iluminar.

Os circuitos de iluminação passam a ser controlados por equipamentos automáticos, permitindo modificar as condições de iluminação, adaptando-as às necessidades de utilização do local.

## 4.2.3 Sistemas de controlo e gestão

Os sistemas de controlo são dispositivos que regulam a operação do sistema de iluminação em resposta a um sinal externo.

Estes sistemas, automáticos, permitem otimizar a utilização das instalações de iluminação, resultando normalmente

em economias de energia significativas, sem prejuízo dos níveis de conforto e de segurança visual necessários em cada local e/ou atividade:

- **Relógio astronómico:** solução de comando (“*on-off*”) cujo horário de funcionamento se encontra enquadrado em função do pôr e do nascer do Sol, respetivamente, e usados essencialmente para iluminação de espaços exteriores.

São equipamentos parametrizados com a localização (latitude) gerindo o ligar e desligar mediante o horário astronómico respeitante à altura do ano e o local, otimizando deste modo o funcionamento das instalações de iluminação e evitando desperdícios de energia.

- **Detetores de movimento, células fotoelétricas e temporizadores:** ligam e desligam a iluminação em função do movimento, da luminosidade ou das necessidades.

São adequados tanto para iluminação de espaços interiores como de espaços exteriores, podendo ser instalados em escadas, corredores ou átrios, salas de serviço, caves ou instalações sanitárias.

A instalação de sensores de presença funciona de forma eficiente se for bem dimensionada, nomeadamente se os sensores forem bem posicionados de modo a atuarem sempre que necessário.

Os temporizadores horários podem ser acoplados e programados para ligar e desligar a luz em locais estratégicos.

Estes dispositivos permitem alavancar a gestão de energia, melhorando o balanço entre a segurança e o conforto. Os sistemas de controlo e gestão podem ter acesso remoto, possibilitando operações de “telegestão”.

**/Nota**  
Existem lâmpadas fluorescentes e LED que permitem a regulação do fluxo luminoso; a regulação das lâmpadas fluorescentes faz-se através de balastos eletrónicos reguláveis de modo similar à regulação das lâmpadas de descarga.

**/Nota**  
As lâmpadas economizadoras que não tenham balastro eletrónico não são adequadas para atuarem com os detetores de movimento.



## 4.3 Eficiência Energética na Iluminação

A melhoria da eficiência dos sistemas de iluminação é, habitualmente, umas das primeiras medidas a tomar em consideração quando se pretende melhorar a eficiência energética de um edifício.

A iluminação exterior, por exemplo de vias de circulação, parques de estacionamento, fachadas ou reclames, podem ter também um peso relevante nos consumos energéticos das instalações, sendo muitas vezes descurada.

É importante ter conhecimento das diversas tecnologias disponíveis, mas, na determinação da sua aplicabilidade, é fundamental ter em linha de conta o tipo de utilização do espaço: um escritório terá necessidades distintas de um corredor, assim como a iluminação do interior de um edifício terá especificidades distintas da iluminação da área exterior.

No projeto de novas instalações, ou na remodelação de sistemas de iluminação, é fundamental ter em consideração critérios técnicos como o nível de iluminação (quantidade de luz) ou a qualidade da mesma (uniformidade, temperatura e restituição de cor) tendo por base o fim a que se destina a luz. Assim, a melhoria da eficiência é conseguida através de várias abordagens, como por exemplo:

- Otimização do sistema de iluminação para as necessidades efetivas, minimizando por exemplo a potência elétrica das fontes de luz;
- Utilização de uma fonte de luz energeticamente mais eficiente, como a tecnologia LED;
- Instalação de sistemas acessórios de aumento de desempenho, como os reguladores de fluxo luminoso;
- Acoplação de sistemas de controlo e gestão, como sensores de movimento ou de presença, relógios e temporizadores, ou ainda recorrendo à telegestão.

**/Nota**  
No website do Programa ECO. AP (<http://ecoap.pnaee.pt/>) está disponível uma calculadora que permite efetuar um estudo de viabilidade relativo à melhoria da eficiência energética dos sistemas de iluminação de um edifício (interior e exterior).





## 4.4 Conceitos Luminotécnicos

### 4.4.1 Visão, luminotecnia e eletrotecnia

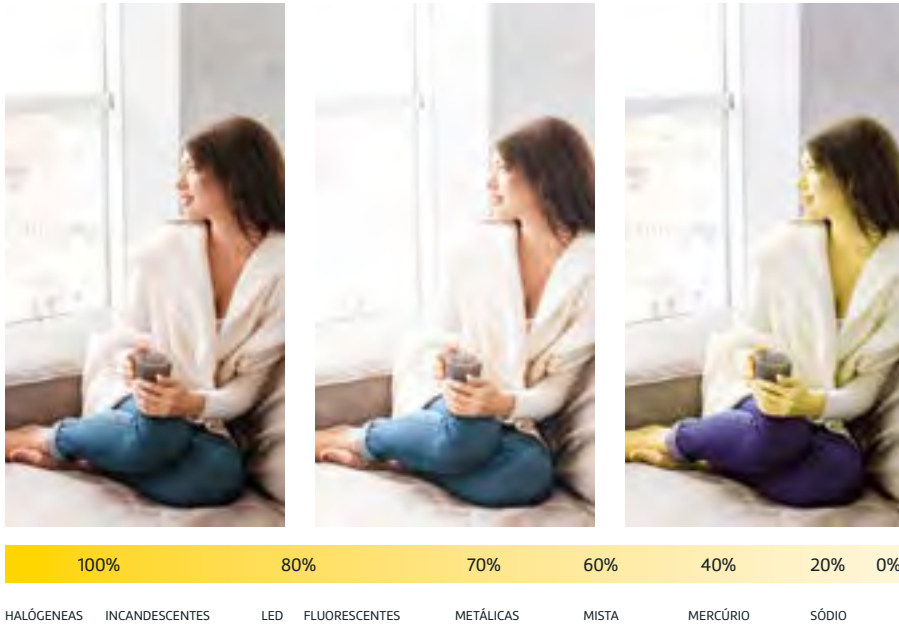
#### Acuidade Visual

Capacidade que o olho tem em reconhecer separadamente, com nitidez e precisão, objetos muito pequenos e próximos entre si, sendo influenciada por:

- **Adaptação:** capacidade que o olho humano possui para se ajustar a diferentes níveis de intensidade luminosa, mediante os quais a pupila irá dilatar ou contrair;
- **Acomodação:** ajustamento das lentes do cristalino do olho de modo a que

a imagem esteja permanentemente focada na retina;

- **Contraste:** diferença de luminância entre um objeto que se observa e o seu espaço envolvente;
- **Idade:** a capacidade visual de uma pessoa diminui com a idade, uma vez que, com o passar dos anos, o cristalino endurece, perdendo a sua elasticidade, tornando mais difícil a tarefa de focalização das imagens dos objetos.



### Curva de Sensibilidade do Olho

Define a sensibilidade do olho ao longo do dia relativamente à luminância<sup>2</sup>: desde as condições de boa iluminação que ocorrem durante o período diurno (> 3 cd/m<sup>2</sup>), onde a visão é mais nítida, detalhada e as cores se distinguem perfeitamente (denominada de visão fotópica), até às condições quando os níveis de luminância são diminutos (< 0,25 cd/m<sup>2</sup>), em que a sensação de cor não existe e a visão é mais sensível aos tons azuis (denominada de visão escotópica).

### Índice de Reprodução de Cor (IRC)

O Índice de Reprodução de Cor (ou Índice de Restituição Cromática), indica a capacidade de reprodução cromática do objeto iluminado por uma fonte de luz, sendo por isso um valor indicativo da capacidade da fonte de luz para reproduzir cores, em comparação com a reprodução obtida por uma fonte de luz padrão, tomada como referência (luz solar).

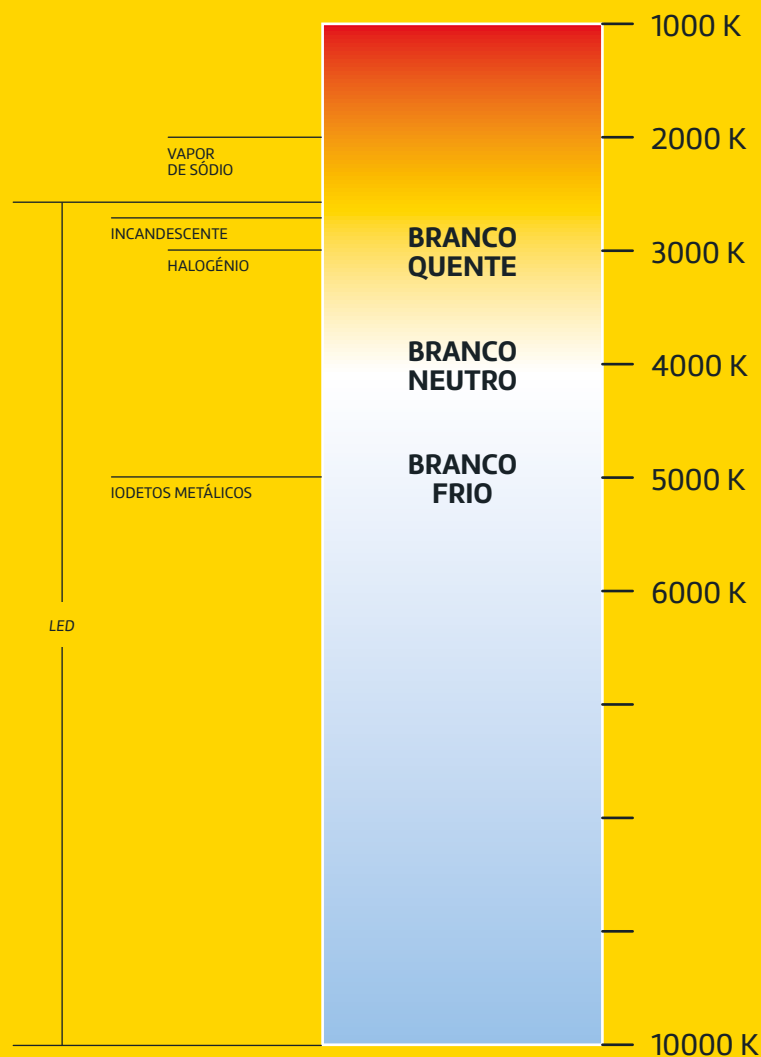
<sup>2</sup> A luminância mede a luz tal como é percebida pelo olho humano sendo medida em candela por metro quadrado (cd/m<sup>2</sup>).

### Temperatura de Cor (K)

A definição da temperatura de cor de determinada fonte de luz implica relacionar a cor da fonte de referência (corpo negro - *Planck*) aquecida a determinada temperatura e medida em kelvins (K). O diagrama cromático (CIE<sup>3</sup>) evidencia a evolução deste

diagrama de *Planck* (também conhecido como diagrama de corpo negro) através das diferentes cores.

Quanto mais alta a temperatura de cor, mais clara é a tonalidade de cor da luz:



**/Nota**  
No caso do decisor optar pela luz branca, recomenda-se utilizar fontes cuja temperatura de cor não ultrapasse os 5.000 K.

<sup>3</sup> O diagrama cromático CIE, estabelecido em 1931 pela CIE (Comission Internationale de l'Éclairage), define, por intermédio da conjugação de 3 parâmetros (X, Y e Z), sendo um deles a luminância, todas as cores perceptíveis pelo olho humano. Difere do modelo cromático RGB, um sistema de cores aditivas em que o Vermelho (Red), o Verde (Green) e o Azul (Blue) são combinados de várias formas de modo a reproduzir um largo espectro cromático.

#### Aparelho de Iluminação

Equipamento utilizado como suporte de ligação à rede elétrica das fontes de luz que o equipam, segundo determinadas características óticas, mecânicas e elétricas.

#### Fonte de Luz

Elemento físico que, quando alimentado por energia elétrica, emite radiações visíveis ao olho humano.

#### Ponto de Luz

Elemento que permite a iluminação de uma área, sendo constituído por um aparelho de iluminação, fonte de luz e apoio.

#### Resistência aos Impactos (IK)

Capacidade do material resistir à força de um impacto repentino, sendo a classificação de 00 a 10.

#### Índice de Proteção (IP)

Parâmetro que define as características quanto à agressividade do ambiente e condições de intempérie, nomeadamente em termos de proteção do equipamento contra a entrada de poeiras e contra a entrada de água, sendo constituído por 2 dígitos e sendo a classificação do 1.º dígito de 0 a 6 e a do 2.º dígito de 0 a 8.

Um material com um IK = 07 corresponde a um material “resistente contra um impacto de um objeto de 500 gramas a partir de uma distância de 40 cm”.

Um equipamento com um “IP = 54” significa que:

- **5 = proteção relativa contra poeira e contacto com as partes internas ao invólucro:** a entrada de poeira não é totalmente impedida, mas não devem entrar em quantidade suficiente para interferir com o funcionamento satisfatório do equipamento; completa proteção contra o contacto.
- **4 = projeções contra água aspergida:** projeção leve de água contra de qualquer direção não terá qualquer efeito nocivo.

#### 4.4.2 Eficiência Lumínica

A eficiência lumínica (e energética) de uma instalação de iluminação está fortemente associada a um fator de utilização:

- Rácio do fluxo luminoso recebido pela superfície que se pretende iluminar (fluxo útil), com a soma dos fluxos individuais de cada fonte de luz da instalação.

O fator de utilização dependerá fortemente de fatores iniciais como a eficiência energética da fonte e acessórios e as características fotométricas da luminária.

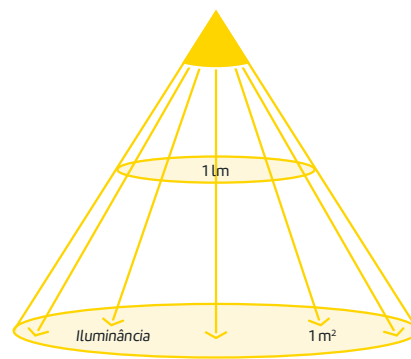
#### Fluxo Luminoso

Quantidade total de energia luminosa, emitida por segundo por uma fonte de luz. É designado pelo símbolo “F” e é expressa em lúmens.

#### Iluminância

Quantidade de fluxo luminoso recebido pela unidade de área iluminada e medida em lux (lx). Um lux é igual a um lúmen por metro quadrado ( $\text{lm}/\text{m}^2$ ).

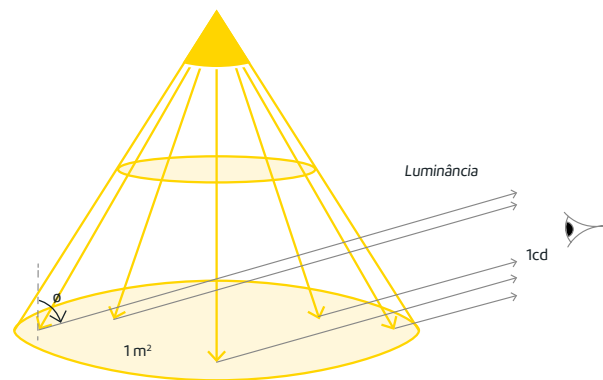
A iluminância é independente da direção de onde o fluxo luminoso atinge a superfície.



#### Luminância

Quociente entre a intensidade luminosa e a área que a reflete, segundo uma determinada direção, sendo medida em candela por metro quadrado ( $\text{cd}/\text{m}^2$ ).

A luminância mede a luz tal como é percebida pelo olho humano.



“  
**Num projeto de iluminação é importante conhecer a iluminância média, mas também a iluminância mínima, não descuidando o fator de manutenção. As superfícies, com diferentes propriedades de reflexão, terão a mesma iluminância, mas luminância diferente.**  
 ”

### Fator de Manutenção

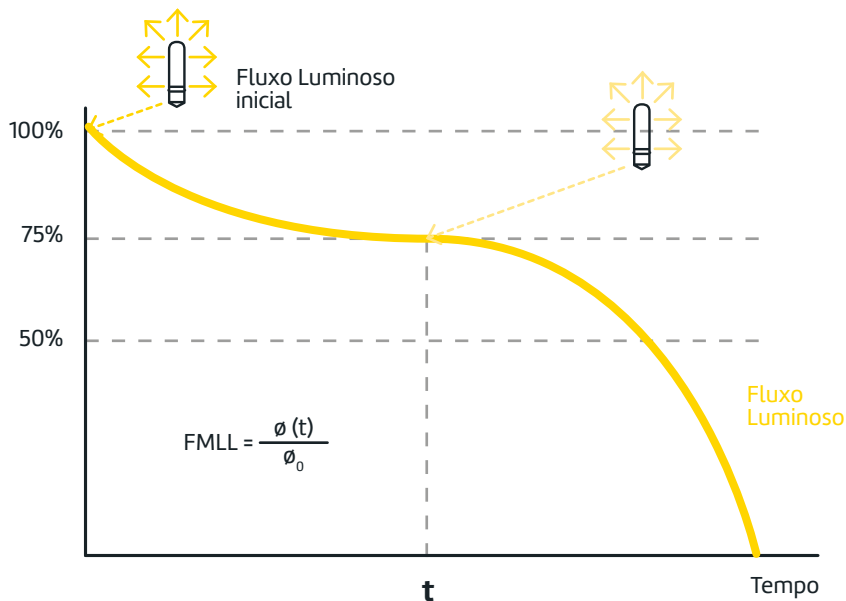
O Fator de Manutenção "FM" de uma instalação corresponde ao rácio da iluminância num determinado momento

com a iluminância inicial, resultando do somatório de diversos fatores:

### Fator de Manutenção da Luminosidade da Fonte de Luz (FMLL)

O fluxo luminoso decresce ao longo do tempo. A taxa de decréscimo irá

depender da tecnologia da fonte de luz e do balastro/driver.

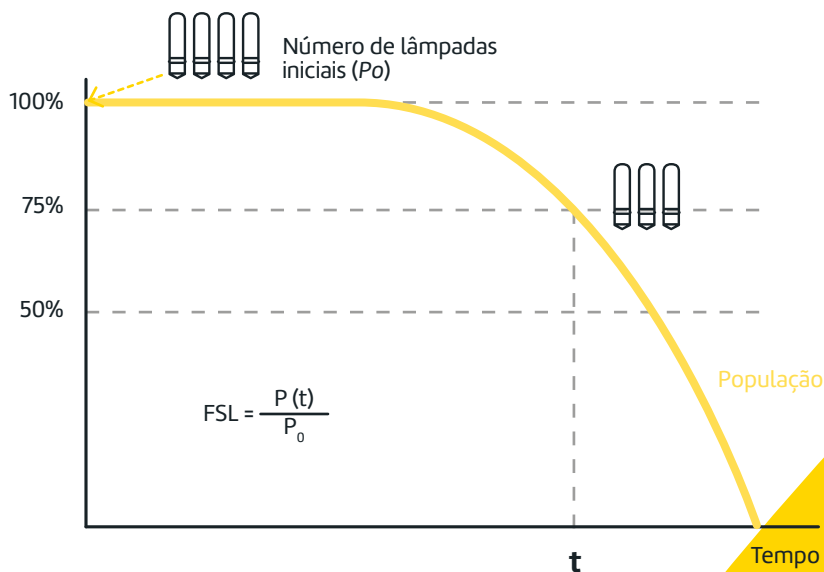


**/Nota**  
Um LED apresenta atualmente uma taxa média de 0,70 para um tempo de operação de 50.000 horas.

### Fator de Sobrevivência da Fonte de Luz (FSL)

Probabilidade das fontes de luz continuarem operacionais durante um determinado período de tempo. A taxa de sobrevivência depende do tipo de

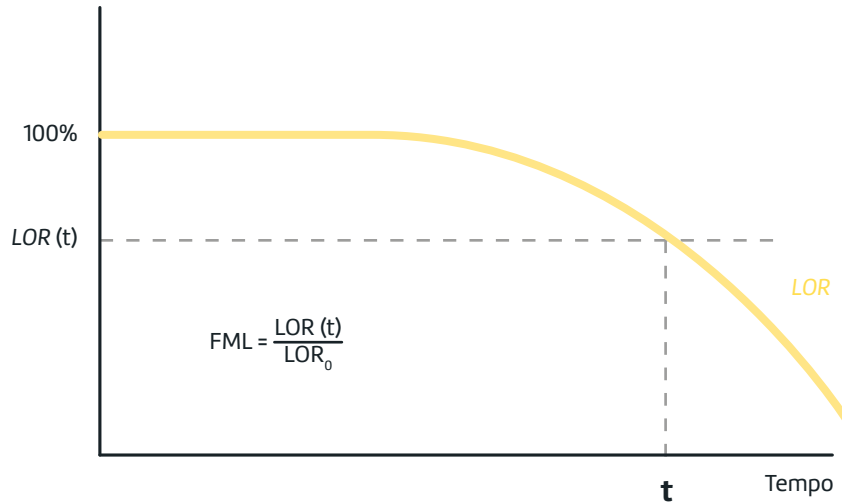
fonte de luz, da sua potência, da frequência de comutação e também dos seus acessórios (e.g. balastro/driver).



**Fator de Manutenção da Luminária (FML)**

O tempo de operação da luminária varia em função do seu índice de proteção, do tipo de difusor

(de plástico ou de vidro) ou até do nível de poluição a que está exposta.



\*LOR - Rácio de Saída do Fluxo Luminoso.

“

O valor do fator de manutenção poderá afetar significativamente a potência da fonte de luz a instalar, bem como o número de luminárias necessárias para alcançar os valores de iluminância e/ou luminância especificados.

”





**Intensidade Luminosa**

Fluxo emitido por uma fonte de luz numa direção por unidade de ângulo sólido nessa direção sendo medida em candela (cd).

A intensidade não é uma função da distância. E, os desempenhos fotométricos de uma luminária são derivados da distribuição e intensidade da luminosidade medida.

**Uniformidade**

Relação entre o valor de luminância mínima e o valor de luminância média de uma instalação de iluminação.

**Rendimento Luminoso**

Relação entre o fluxo luminoso emitido pela fonte de luz e a unidade de potência elétrica consumida para obter, sendo medido em lúmen por Watt (lm/W).

“

**Uma fonte de luz que transforme, sem perdas, toda a potência elétrica consumida em luz visível (num comprimento de onda de 555 nm), terá o seu maior rendimento em 683 lm/W.**

”

**/Nota**  
Deverá ser também calculado o rácio de W/m<sup>2</sup>.

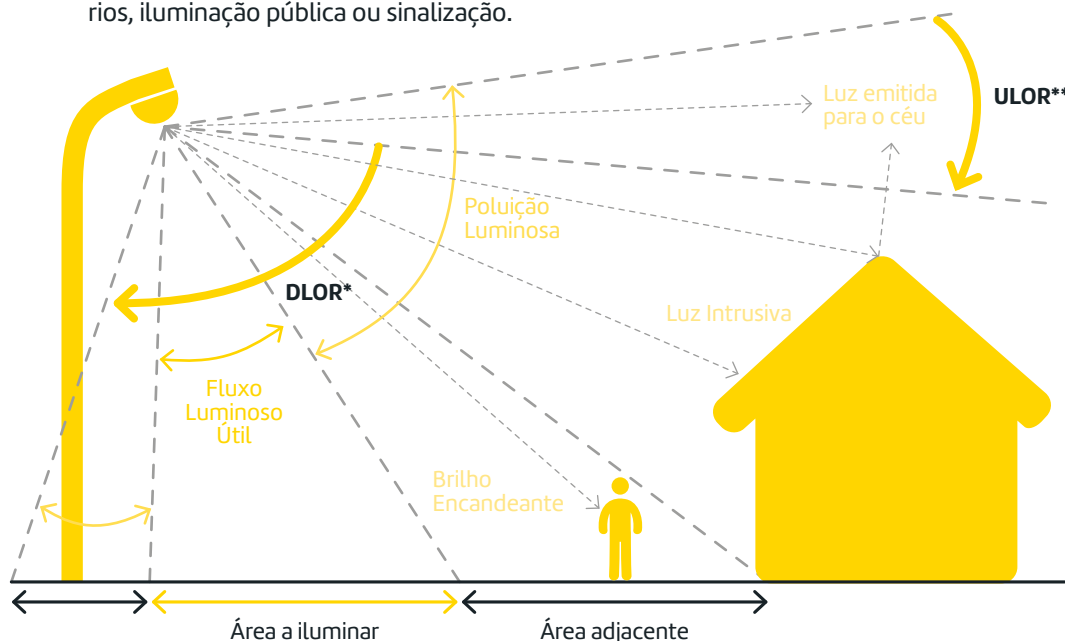
**4.4.3 Poluição Luminosa**

A utilização intensiva e de forma ineficiente da luz artificial, provoca poluição luminosa, um tipo de poluição ocasionada pela luz excessiva ou obstrutiva.

As fontes da poluição luminosa existente são, maioritariamente, as luminárias de edifícios, anúncios publicitários, iluminação pública ou sinalização.

De uma forma genérica os três tipos de poluição luminosa a evitar são:

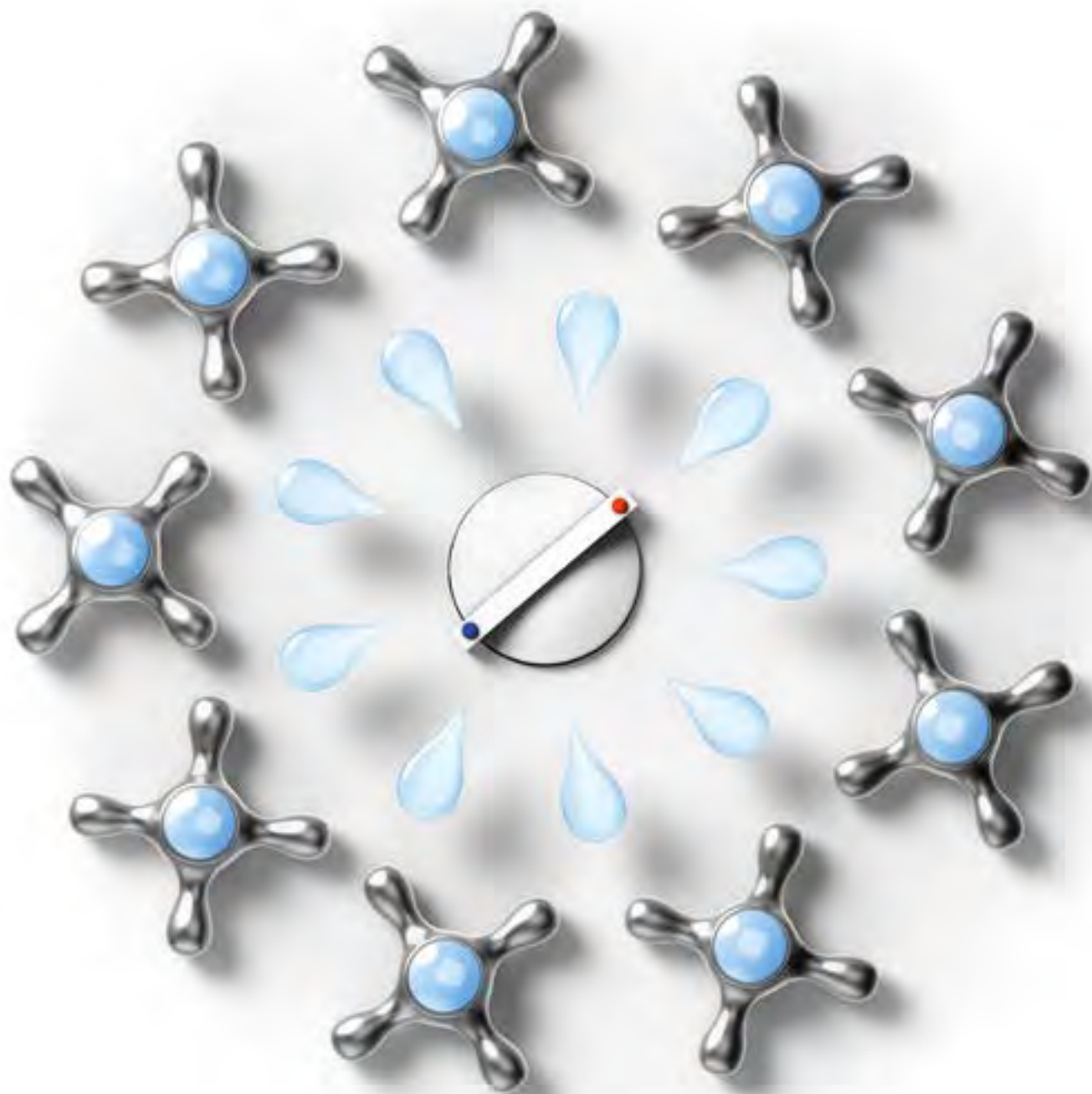
- Luz emitida para o céu (emissão de luz para o espaço);
- Brilho encandeante (luz não dirigida à área a iluminar e encandeante);
- Luz intrusiva (ilumina locais indevidamente).



\*DLOR – Rácio de Saída do Fluxo Luminoso Descendente.

\*\*ULOR – Rácio de Saída do Fluxo Luminoso Ascendente.







## **5.1 Águas Quentes Sanitárias**

### **5.2 Sistemas Técnicos**

#### **5.2.1 Sistemas Solares Térmicos**

#### **5.2.2 Esquentadores**

#### **5.2.3 Termoacumuladores**

#### **5.2.4 Bombas de Calor**

### **5.3 Ações de Manutenção**

#### **5.3.1 Sistema Solar Térmico**

#### **5.3.2 Esquentadores**

#### **5.3.3 Termoacumuladores**

#### **5.3.4 Redes de distribuição**

### **5.4 Eficiência Energética nas AQS**

#### **5.4.1 Eficiência Hídrica**

#### **5.4.2 Sistemas de Certificação Hídrica**

#### **5.4.3 ECO. Dicas AQS**



# 5. Águas Quentes Sanitárias



# 5.1 Águas Quentes Sanitárias

Designam-se como “Águas Quentes Sanitárias” (AQS) as águas quentes utilizadas nos banhos, nas cozinhas e nas instalações sanitárias.

Uma temperatura entre os 30°C e os 40°C é suficiente para obter uma sensação de conforto na utilização de água quente na higiene pessoal. Todavia, a temperatura deverá ser ajustada de modo obter em qualquer ponto da rede de aquecimento e distribuição, uma temperatura mínima de 50°C, como método de prevenção de desenvolvimento de bactérias como a *Legionella*.

De um modo geral pode considerar-se que a temperatura requerida para a maioria das utilizações das AQS se situa entre os 50 e os 60°C.

Na maior parte dos edifícios do Estado com necessidades de AQS, o consumo de energia para a sua produção poderá ter um peso entre os 5% e os 10% na fatura mensal. No caso de estabelecimentos de serviços de saúde e de educação, o consumo de AQS poderá corresponder a um peso mais significativo na fatura energética, além da fatura da água.

“

**O(s) equipamento(s) de produção e/ou armazenamento de água quente têm um peso significativo na melhoria de eficiência energética, mas é igualmente importante ter em consideração aspetos relacionados com os restantes elementos.**

”

Uma instalação de AQS é, habitualmente, constituída pelos seguintes principais elementos:

- 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 armazenamento de água quente são, em muitos casos, comuns aos sistemas de climatização. Um exemplo típico são as caldeiras que produzem água quente sanitária que também podem ser utilizadas na climatização.

A temperatura [máxima] da água (utilização = saída de água quente) é definida à saída do aparelho de produção e/ou no depósito de acumulação das AQS, de forma independente do caudal pretendido e independentemente da utilização final.

Na utilização final das AQS, ou seja, nos pontos de consumo, como as torneiras e chuveiros, determina-se a eficiência na utilização da água quente previamente produzida e, conseqüentemente, a eficiência de todo o sistema de AQS.



A close-up photograph of a person wearing white gloves using a glass pipette to transfer liquid into a clear petri dish. The background is a soft, out-of-focus white. A large blue semi-circle is overlaid at the bottom of the image, containing text.

“

**A *Legionella* é uma bactéria naturalmente presente na água. Reproduz-se em ambientes aquáticos não marinhos naturais, como aparelhos de ar condicionado, torres de refrigeração e redes prediais de água quente e água fria. Recomenda-se que se mantenha a temperatura da água, no circuito de água quente, acima dos 50°C (no ponto mais afastado do circuito ou na tubagem de retorno ao acumulador).**

**Os depósitos e termoacumuladores devem manter a temperatura da água próxima dos 60°C. No caso de instalações sensíveis recomenda-se a realização de inspeções regulares para deteção da bactéria.**

”

## 5.2 Sistemas Técnicos

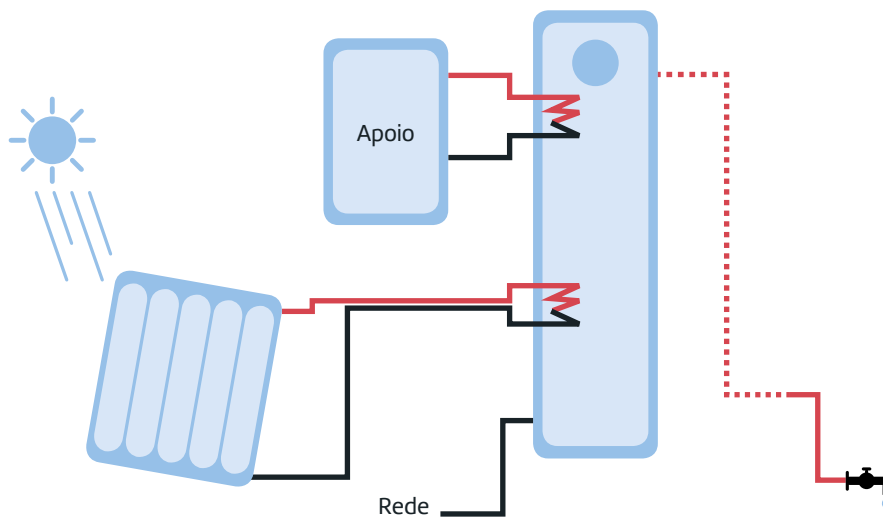
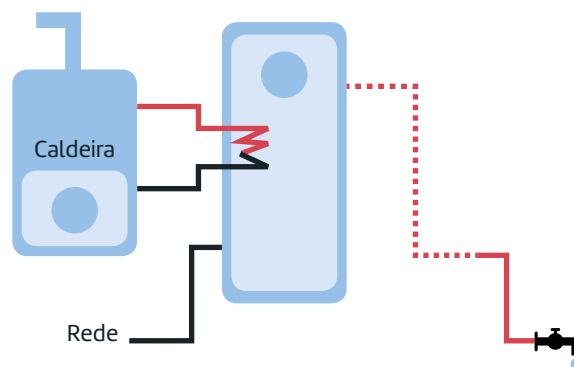
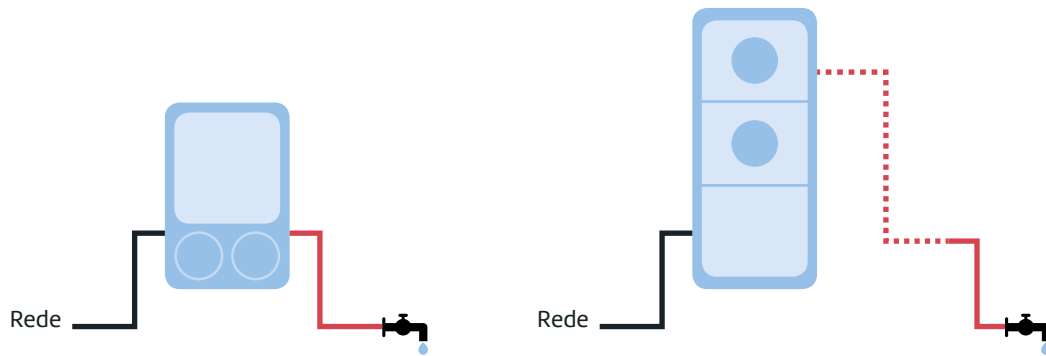
A produção de AQS para um edifício pode ser feita com recurso a apenas um sistema ou a um conjunto combinado de sistemas e/ou tecnologias, podendo esta(s) ser(em) apenas e especificamente utilizada(s) para produção de AQS ou também utilizada(s) para outros fins, por exemplo, climatização ou piscinas.

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 (e.g. gás, gasóleo, biomassa e/ou condições favoráveis para a instalação de sistemas solares térmicos);
- Articulação com outras necessidades térmicas (e.g. climatização, piscinas).

Os equipamentos mais relevantes de produção de AQS poderão ser distinguidos, 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.



**/Nota**  
Os sistemas de produção de AQS devem, sempre que possível, ser 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".

Os principais fatores que afetam o desempenho energético de uma instalação de produção de AQS são a potência, a capacidade e o rendimento:

- **Potência:** quantificação de energia por unidade de tempo, que é utilizada pelo equipamento para o aquecimento da água;
- **Capacidade:** está associada à potência útil e representa a quantidade de água (litros) que o equipamento é capaz de aquecer, por minuto, em regime de potência máxima;
- **Rendimento (eficiência):** corresponde à relação entre a energia disponibilizada, ou útil (i.e. água quente, calor) e a energia consumida pelo equipamento.

A adequação do valor da potência nominal dos sistemas técnicos às reais necessidades da instalação, evita sobredimensionamentos,

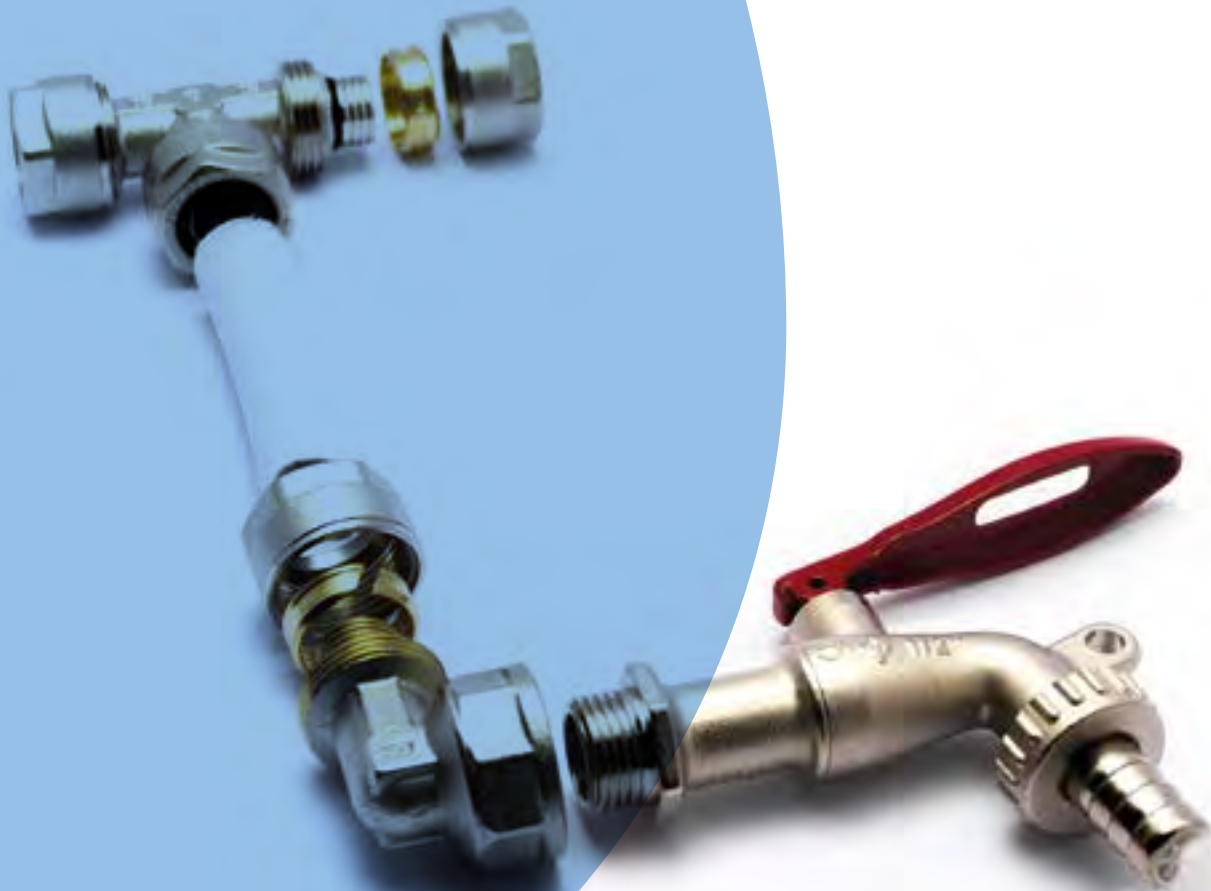
e, em conjunto com a eficiência destes, seja em termos de rendimento à potência nominal, ou do rendimento à carga parcial (i.e. 30% da carga total), promove uma utilização racional de energia com minimização dos gastos energéticos.

A correta utilização dos sistemas e acessórios e a sua manutenção preventiva são fatores essenciais para que as instalações de produção de AQS sejam eficientes do ponto de vista energético, nomeadamente pela realização das seguintes tarefas:

- Inspeção periódica do funcionamento da instalação, por forma a comprovar que se cumprem todas as funções estabelecidas;
- Revisão geral do sistema, por técnicos qualificados, pelo menos uma vez por ano (tipicamente após o Verão).

### /Nota

No website do Programa ECO. AP (<http://ecoap.pnaee.pt/>) está disponível uma calculadora que permite efetuar um estudo de viabilidade relativo à melhoria da eficiência energética dos sistemas de produção de águas quentes sanitárias de um edifício.



## 5.2.1 Sistemas Solares Térmicos

Os sistemas solares térmicos devem ser utilizados como sistema primário de produção de AQS.

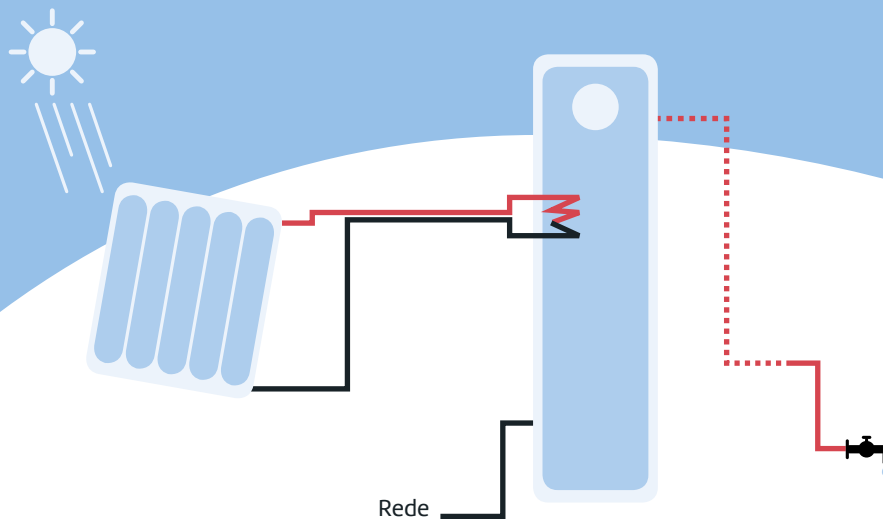
Praticamente todos os sistemas de produção de água quente podem ser combinados com sistemas solares térmicos, passando a funcionar como “sistemas de apoio”:

- **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.

Num sistema solar térmico, a radiação solar é convertida em calor útil por captação pelos coletores solares colocados no exterior dos edifícios (geralmente na cobertura), e consequente transferência para os depósitos de acumulação por meio de uma rede de tubagem na qual circula um fluido de transferência térmica, sendo este calor armazenado, permitindo utilização nos períodos em que as necessidades não coincidem com a disponibilidade do recurso (solar).

Mais informação sobre os sistemas solares térmicos no Guia 6.

**/Nota**  
O coletor deverá ser orientado, preferencialmente, a Sul e o seu ângulo de inclinação é normalmente otimizado conforme a latitude do local. 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. Necessitam, na grande maioria dos casos, estar acoplados a um “sistema de apoio”.



### 5.2.2 Esquentadores

Um esquentador é um equipamento dedicado apenas à preparação de AQS, sendo bastante utilizado no sector doméstico, mas também em utilizações com menores necessidades, em contexto de edifícios de serviços, como em instalações sanitárias, cozinhas, copas ou laboratórios.

São normalmente de dimensões reduzidas, podendo ser facilmente instalados junto dos pontos de utilização (lava-loiças, lavatórios ou duches).

São equipamentos de produção instantânea de AQS, uma vez que produzem água quente no momento da sua utilização, entrando em funcionamento somente nessa ocasião.

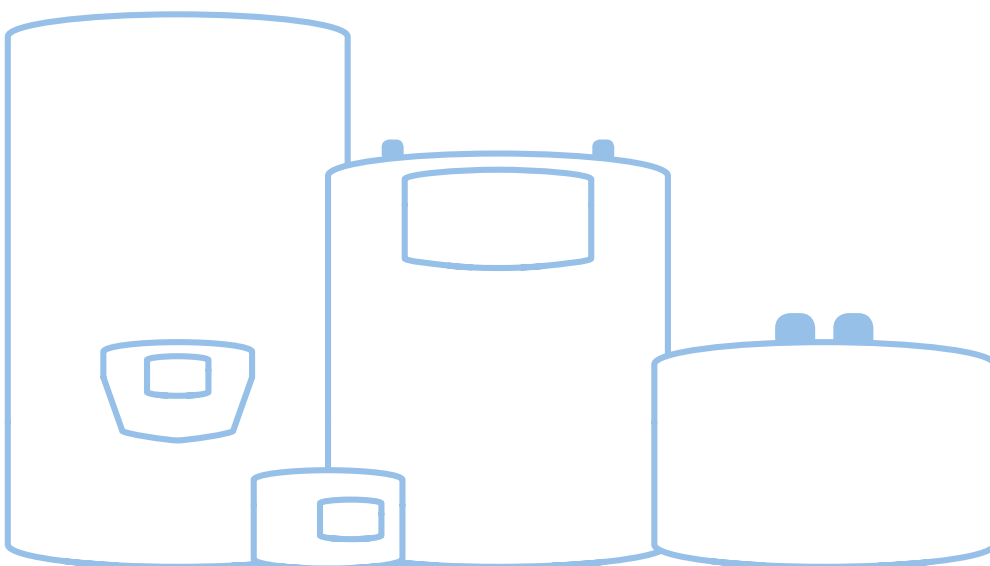
Funcionam habitualmente a gás (natural, propano ou butano), podendo também ser elétricos.

Os esquentadores podem ser de exaustão natural, ventilados (quando possuem um ventilador incorporado que força a saída dos gases de combustão) ou de condensação.

Os esquentadores de condensação aproveitam o calor contido nos gases de combustão para efetuar o pré-aquecimento da água, permitindo-lhes atingir rendimentos na ordem dos 100% (o rendimento de um esquentador convencional é da ordem dos 85%).

Podem incorporar diversos sistemas e tecnologias que permitem aumentar a sua eficiência energética, nomeadamente nos modelos designados como “inteligentes”:

- Hidrogerador – aciona a ignição com a passagem de água (e.g. aquando da abertura de uma torneira);
- Botão “Verão/Inverno” – permite otimizar a temperatura da água em função das necessidades;
- Ignição eletrónica, com modelação automática da chama;
- Ventilação modular;
- Sistemas de comunicação e de controlo remoto (e.g. *Bluetooth*).



### 5.2.3 Termoacumuladores

Um termoacumulador é, basicamente, um depósito de acumulação de AQS.

O seu princípio de funcionamento é extremamente simples, permitindo produzir água quente por acumulação de calor para posterior utilização, sendo a temperatura controlada por termóstato.

A água quente utilizada é imediatamente substituída por água fria, a qual entra pela parte inferior do depósito e impulsiona a água quente para a saída pelo parte superior do mesmo.

Os termoacumuladores são constituídos por uma proteção exterior e internamente possuem um depósito/reservatório em aço vitrificado ou em cobre, com a resistência química necessária para que as águas não danifiquem, por corrosão, o reservatório.

O espaço entre o depósito/reservatório e a proteção exterior é ocupado por um material com características de isolamento térmico de elevada qualidade e eficiência.

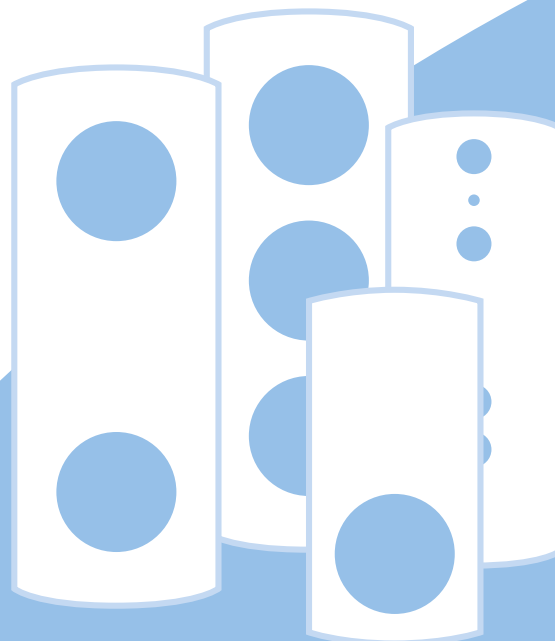
Existem equipamentos para instalação na vertical ou na horizontal, consoante

o espaço disponível. No entanto, na vertical, a repartição entre água quente e fria é melhor (estratificação mais eficiente).

Os termoacumuladores podem funcionar apenas como depósitos de acumulação, sendo as AQS produzidas numa fonte externa (e.g. caldeira ou sistema solar térmico), ou incorporar, simultaneamente, a função de produção de AQS, podendo neste caso utilizar eletricidade ou gás.

O aquecimento da água num termoacumulador elétrico pode ser efetuado por meio de uma resistência elétrica. A produção de água quente por este processo não produz gases nem necessita de chaminés e/ou de condutas de exaustão.

Os termoacumuladores a gás permitem fornecer um grande volume de água quente num curto espaço de tempo, com pressão e temperatura constantes, sendo a sua instalação habitual em cozinhas industriais, restaurantes, balneários, ginásios, lavandarias, laboratórios, etc.



Um termoacumulador a gás tem capacidade de aquecer o seu volume de água em cerca de 60 minutos.

Um termoacumulador elétrico necessita de mais tempo para aquecer a água:

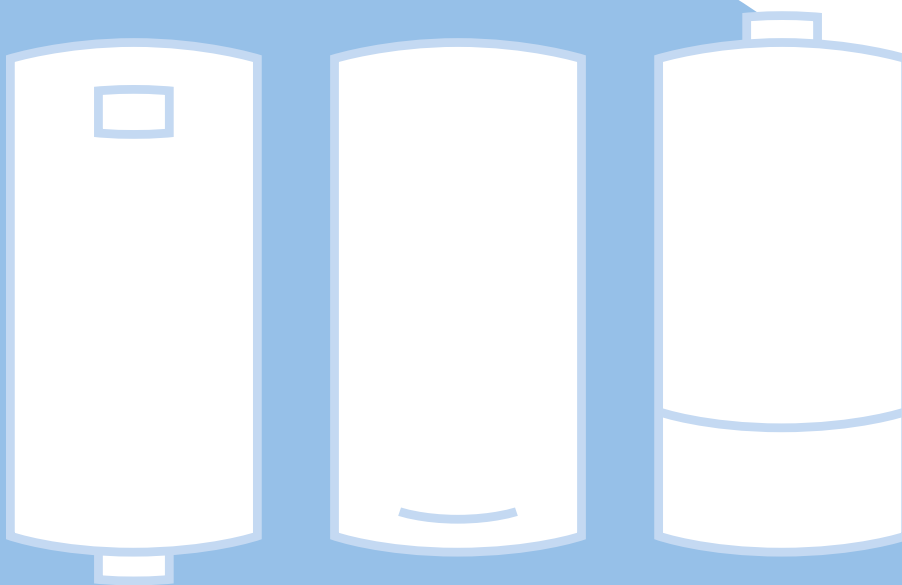
|                          | Capacidade (l) | Potência (kW) | Tempo (min) |
|--------------------------|----------------|---------------|-------------|
| Termoacumulador a gás    | 100            | 6             | 60          |
| Termoacumulador elétrico |                | 2             | 180         |
| Termoacumulador a gás    | 300            | 18            | 60          |
| Termoacumulador elétrico |                | 3             | 300         |

**/Nota**  
Sempre que possível, e aplicável, poderá ser utilizado 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), ou, no caso dos termoacumuladores elétricos, tirar partido da utilização de tarifas horárias mais vantajosas, por exemplo, durante o período noturno. Contudo, no caso de termoacumuladores elétricos deverá verificar-se se não compromete a proteção catódica.

Existem termoacumuladores com e sem serpentina (i.e., permutador de calor).

Os termoacumuladores podem ter um ou vários permutadores (serpentinhas)

integrados, permitindo a ligação de um ou vários dispositivos de produção de calor (energia solar, caldeira, bomba de calor, etc.) podendo, portanto, combinar várias fontes de energia para aquecer e/ou acumular água.



**/Nota**  
É comum, em praticamente todos os termoacumuladores, a existência de uma resistência elétrica para auxiliar quando os outros sistemas não conseguem fornecer a energia necessária.



Na escolha do termoacumulador dever-se-á ter em consideração o volume de água quente a utilizar diariamente e em que períodos específicos.

De modo a determinar, no equipamento, a temperatura adequada de acumulação a programar, deverá ser tida em consideração a temperatura de saída requerida em associação com as perdas térmicas que possam ocorrer devido à distância entre o termoacumulador e os pontos de consumo.

“  
**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*.**  
”

### 5.2.4 Bombas de Calor

As bombas de calor são uma solução para a produção de águas quentes sanitárias, tanto para uso doméstico como no sector dos serviços, constituindo uma alternativa a considerar para a substituição de outros equipamentos: esquentadores, termoacumuladores ou caldeiras.

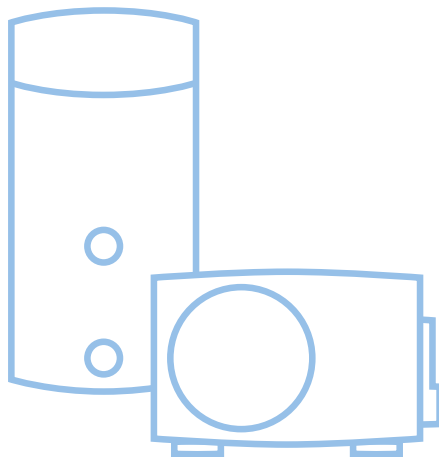
As bombas de calor são equipamentos que têm como finalidade fornecer calor (para climatização ou para um depósito de acumulação de AQS) a partir de uma fonte fria (ambiente exterior), funcionando, do ponto de vista termodinâmico, de modo inverso, mas similar, às máquinas frigoríficas (que retiram calor do ambiente frio, i.e., dos alimentos no seu interior, emitindo esse calor, para o exterior).

Em termos de funcionamento, um sistema de tubos faz a ligação aos quatro elementos essenciais da bomba de calor (evaporador, compressor, condensador e válvula de expansão), no qual circula um fluido refrigerante que vaporiza ao receber calor e condensa ao perdê-lo.

O fluido, quando presente no evaporador, encontra-se no estado líquido a baixa pressão. Ao absorver calor da fonte fria vaporiza-se e torna-se gás a baixa pressão, sendo encaminhado para o compressor que, ao atuar sobre este vapor, aumenta a sua pressão e a sua temperatura. O vapor, ao passar para o condensador, transmite o calor para o ambiente a aquecer causando que o fluido passe para o estado líquido, ainda a alta pressão. A válvula de expansão permite que a pressão e a temperatura diminuam.

Existem diversos tipos de bombas de calor e com diferentes relações entre a fonte de calor e o fluido de permuta: água – água, água – ar, ar – água, ar – ar, solo – água ou solo – ar.

A eficiência de uma bomba de calor é dada pelo coeficiente de Desempenho (COP, que significa “*Coefficient of Performance*”), valor que ronda atualmente de 3 a 4: significa que por cada unidade de energia elétrica consumida o equipamento fornece 3 a 4 unidades de energia térmica.



|          |                               |
|----------|-------------------------------|
| <b>A</b> | $3.60 < \text{COP}$           |
| <b>B</b> | $3.60 \geq \text{COP} > 3.40$ |
| <b>C</b> | $3.40 \geq \text{COP} > 3.20$ |
| <b>D</b> | $3.20 \geq \text{COP} > 2.80$ |
| <b>E</b> | $2.80 \geq \text{COP} > 2.60$ |
| <b>F</b> | $2.60 \geq \text{COP} > 2.40$ |
| <b>G</b> | $2.40 \geq \text{COP}$        |

Exemplo de etiqueta para sistemas de permuta exterior de ar-ar.



## 5.3 Ações de Manutenção

A manutenção de uma instalação de produção e distribuição de AQS corresponde a um conjunto de procedimentos que permitem garantir o seu funcionamento nas condições previstas durante o tempo de utilização estimado, assegurando uma melhor eficiência dos sistemas.

Sem uma manutenção adequada não é possível garantir o rendimento da instalação nem a total segurança da mesma.

### 5.3.1 Sistema Solar Térmico

Os coletores, as ligações hidráulicas e o isolamento, são os equipamentos mais sujeitos a operações de manutenção, devido ao facto de o rendimento de todo sistema depender do seu estado.

A tarefa de manutenção periódica deve ser assim considerada uma obrigação que se inicia com a execução de um plano de manutenção preventiva (PMP). As ações dos PMP visam essencialmente verificar (e atuar sempre que necessário):

- A existência de sujidade na superfície dos coletores. A camada de sujidade na superfície dos coletores cria uma barreira que reduz o rendimento;
- As ligações dos circuitos hidráulicos, especialmente dos pontos quentes, por forma a eliminar eventuais perdas de fluidos;
- O isolamento térmico das tubagens para reduzir perdas;
- A programação das temperaturas no controlador diferencial;
- A existência de oxidação de elementos ou acessórios. A oxidação pode implicar a limpeza ou substituição dos elementos ou acessórios.

### 5.3.2 Esquentadores

A manutenção dos esquentadores é similar à das caldeiras, devendo-se efetuar uma limpeza periódica dos permutadores e garantir que a capacidade de extração das chaminés é suficiente para criar a depressão necessária à saída dos gases de combustão e evacuar os fumos à velocidade pretendida.

### 5.3.3 Termoacumuladores

Caso o termoacumulador permita a sua abertura (através da chamada abertura para limpeza) deverá ser realizada uma ação de limpeza a cada dois anos, incluindo a eventual remoção de sedimentos de calcário. Esta ação deve ser realizada com o termoacumulador desligado e arrefecido.

Paralelamente, o ânodo de magnésio, que é um “ânodo de sacrifício” que se consome pela operação do termoacumulador, deve ser verificado por forma a garantir que o mesmo não se encontra gasto.

Deve, ainda, efetuar a verificação periódica do estado dos isolamentos bem como dos sistemas de controlo e segurança.

### 5.3.4 Rede de distribuição

As tubagens e as válvulas das redes de água quente devem estar isoladas termicamente e protegidas das intempéries. A falta de isolamento térmico ou a existência de isolamento degradado conduzem a desperdícios desnecessários de energia. Assim, recomenda-se:

- Implementar rotinas de inspeção periódica do isolamento térmico, providenciando-se a troca imediata quando necessária;
- Dar atenção especial aos novos equipamentos ou a tubagens em que se tenha realizado reparação ou manutenção recente.

**/Nota**  
A aplicação de isolamento em tubos de grande diâmetro paga-se em poucas semanas. O isolamento de tubos de diâmetro pequeno é pago em poucos meses. Em instalações mais antigas, muitas vezes, as válvulas e flanges não possuem isolamento. Atualmente, é compensador fazê-lo.

## 5.4 Eficiência Energética nas AQS

Em determinadas tipologias de edifícios de serviços do Estado o consumo de energia para a produção de AQS representa entre 5 a 10% da fatura de energia destas instalações. No caso das escolas e hospitais, por exemplo, o consumo nas AQS pode ter um peso mais significativo quer na fatura de energia quer da água.

Há medidas de eficiência energética para os diversos elementos que constituem habitualmente uma instalação de AQS que podem ser adotadas:

**1. Produção de AQS:** o consumo de energia para produção de AQS está intrinsecamente ligado ao volume e ao caudal de consumo de água quente, ao diferencial de temperatura entre a temperatura da rede (entrada de água fria) e a temperatura de utilização (saída de água quente), assim como ao rendimento dos sistemas técnicos.

**2. Distribuição e/ou armazenamento de AQS:** a dissipação da temperatura da água quente (perdas térmicas) ocorre quer quando a água está

em repouso nas tubagens ou nos depósitos, quer quando está em circulação: quanto maior for a distância do equipamento de produção aos pontos de consumo, maiores serão as perdas energéticas, maior será o desperdício da água fria e também de energia gasta para a aquecer, pelo que o adequado isolamento dos elementos de distribuição (tubagens) e armazenamento (depósitos) constitui uma importante medida de eficiência energética a considerar.

**3. Consumo de AQS:** a forma como a água quente é utilizada também influencia a eficiência energética de todo o sistema de AQS; além dos aspetos comportamentais, a utilização de dispositivos hidricamente eficientes nos circuitos de água quente, nomeadamente nos pontos de consumo (torneiras e chuveiros), permitem reduzir o consumo de água e da energia necessária para a aquecer, bem como para a sua distribuição.





### 5.4.1 Eficiência Hídrica

A 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 <—> reduzir o consumo de energia.

O Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água (PNUEA) tem o objetivo de impulsionar o uso eficiente da água, especialmente nos sectores urbano, agrícola e industrial, permitindo, ao mesmo tempo, diminuir os volumes residuais afluentes aos meios hídricos e o consumo de energia associado.

Para 2020, no meio urbano, o PNUEA tem como meta reduzir as ineficiên-

cias em 20%, tanto na rede pública de abastecimento, como também nas redes prediais (edifícios), seja por via da redução do consumo de água, seja pela redução das perdas de água, integrando diversas medidas com o intuito de aumentar a eficiência da utilização da água (i.e., relação entre o consumo total e a procura efetiva total), sensibilizando e capacitando todos os utilizadores para o uso eficiente da água (alterações comportamentais).

A realçar o incentivo à implementação de soluções, técnicas e/ou tecnológicas, de maior eficiência hídrica nos edifícios, como a obrigatoriedade de colocação de isolamento térmico de tubagens de água quente ou o incentivo à utilização de equipamentos mais eficientes.

[https://www.apambiente.pt/\\_zdata/CONSULTA\\_PUBLICA/2012/PNUEA/Implementacao-PNUEA\\_2012-2020\\_JUNHO.pdf](https://www.apambiente.pt/_zdata/CONSULTA_PUBLICA/2012/PNUEA/Implementacao-PNUEA_2012-2020_JUNHO.pdf)



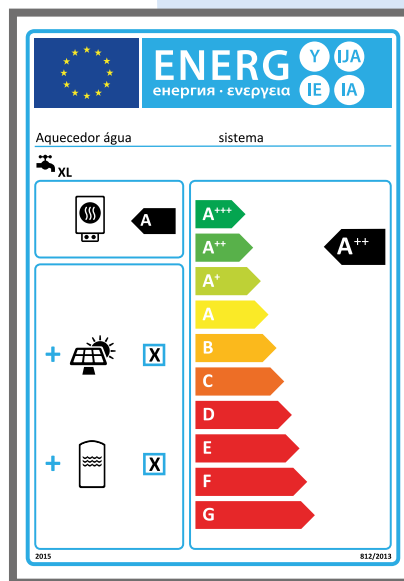
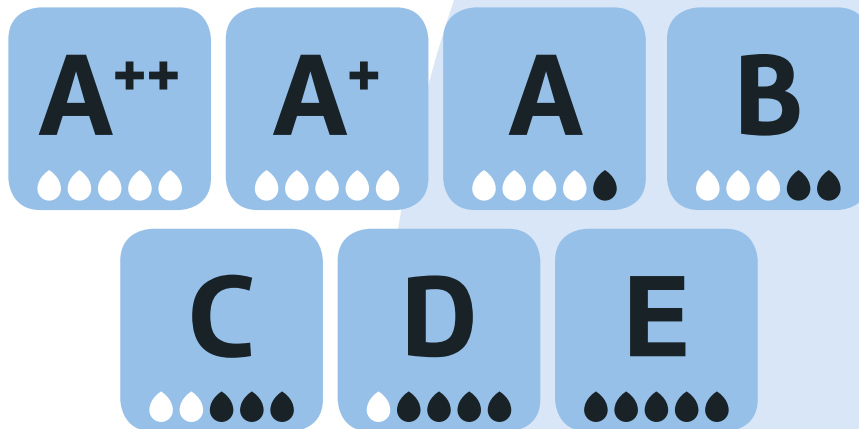
## 5.4.2 Sistemas de Certificação Hídrica

A nível nacional, a ANQIP (Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais) gere um sistema de certificação e rotulagem de eficiência hídrica de produtos, um processo voluntário que abrange diversos dispositivos de utilização prediais (autoclismos, chuveiros, economizadores, torneiras e fluxómetros) e visa disponibilizar aos consumidores informação sobre sua eficiência hídrica.

A rotulagem varia entre o A++ (o mais eficiente) ao E, permitindo ao consumidor distinguir estes equipamentos de acordo com o seu consumo de água.

A nível da União Europeia existe, por exemplo, o WELL (*Water Efficiency Labelling*), um rótulo aplicável a torneiras de lavatório, torneiras de cozinha, misturadoras de chuveiro, bichas e chuveiros de mão (sistemas de duche), sistemas de descarga bacias de retrete, sistemas de descarga para urinóis e acessórios (hídricos), contemplando três tipos de etiquetas:

- “Home” (sector residencial);
- “Public” (sector público);
- “Upgrade” (aplicável a remodelações).



[www.anqip.com](http://www.anqip.com)



## ECO. Dicas

Uma adequada gestão de um sistema de AQS permite reduzir, simultaneamente, o consumo de energia e de água (nexus água-energia).

#### Medidas de Gestão de Energia

##### Equipamentos

- Adequar as temperaturas;
- Adequar os períodos de funcionamento (e.g. ligar e desligar equipamentos, prioridade ao solar térmico);
- Implementar rotinas de manutenção preventiva.

##### Rede de distribuição e/ou depósitos de acumulação

- Verificar o estado do isolamento térmico das tubagens;
- Verificar (e corrigir) fugas;
- Verificar e ajustar temperaturas e pressões;
- Instalar relógios (por exemplo termoacumuladores elétricos).

##### Pontos de consumo

- Substituir por equipamentos mais eficientes (e.g. torneiras e chuveiros);
- Instalar acessórios que permitam melhorar a eficiência hídrica, melhorando simultaneamente a eficiência energética (e.g. arejadores, redutores de caudal).

#### Medidas de Gestão de Água

##### Autoclismos

- Instalar dispositivos de dupla descarga, ou com possibilidade de interrupção de descarga;
- Ajustar o volume de descarga (i.e., nível da boia de enchimento) para a quantidade adequada;
- Promover a utilização de equipamentos por vácuo.

##### Torneiras

- Instalar torneiras temporizadas e/ou de comando eletrónico (com sensor de proximidade), ou torneiras misturadoras;
- Ajustar a pressão das torneiras (lavatórios, urinóis, etc.) para o caudal e/ou tempo adequados à maioria das utilizações;
- Utilizar acessórios de melhoria da eficiência hídrica (arejadores, redutores de caudal, redutores de pressão ou válvulas de regulação).

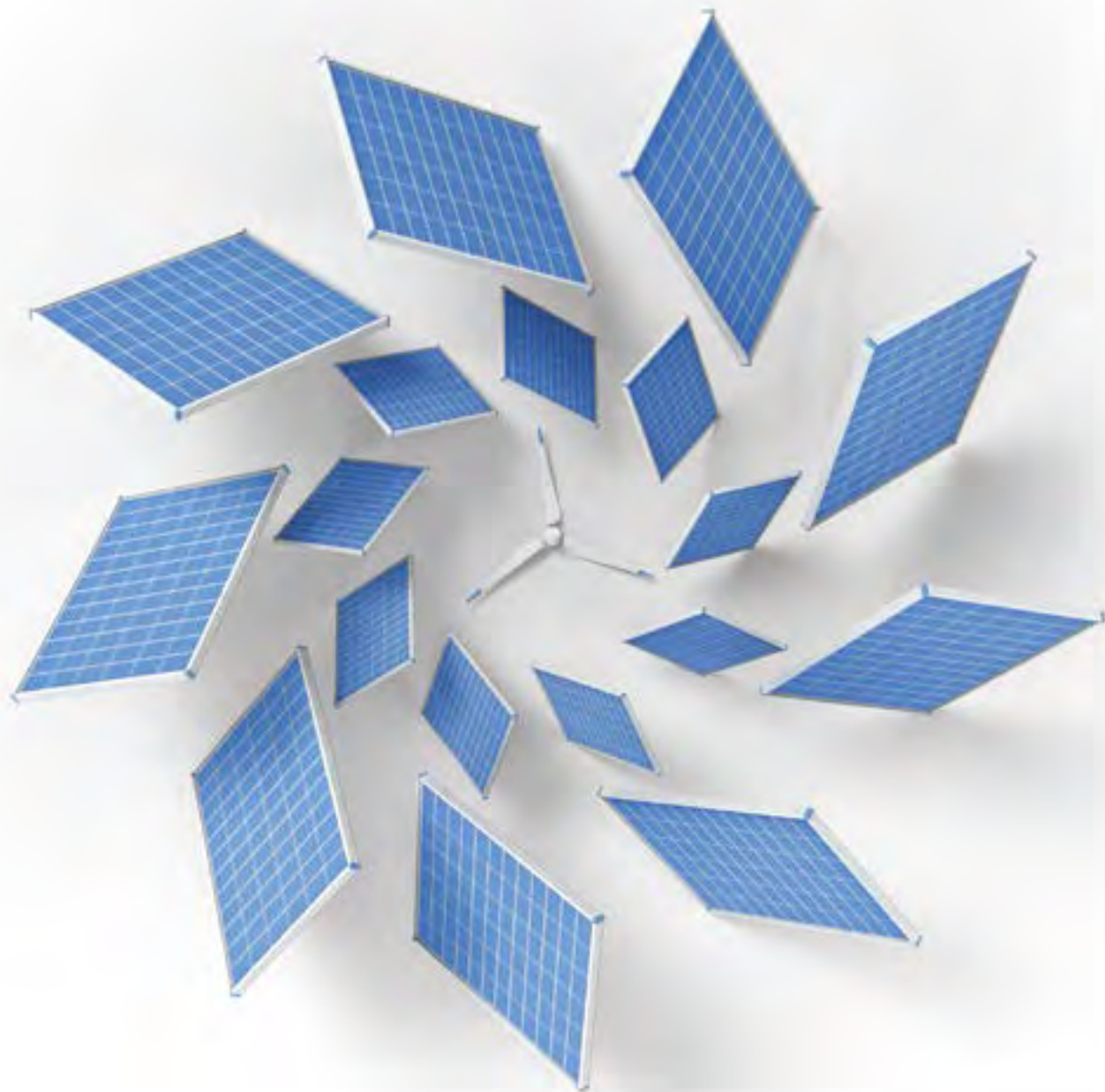
##### Piscinas

- Utilizar uma cobertura isotérmica permitirá reduzir as perdas de água por evaporação, evitando também a entrada de pó, folhas e outros elementos.

##### Máquinas de lavar

- Utilizar programas adequados e otimizar a frequência de utilização com cargas completas. Em alternativa, aproveitar, quando aplicável, utilizar a função “eco” (i.e., meia carga).







## **6.1 Energias Renováveis**

6.1.1 Biomassa

6.1.2 Solar Térmico

6.1.3 Solar Fotovoltaico

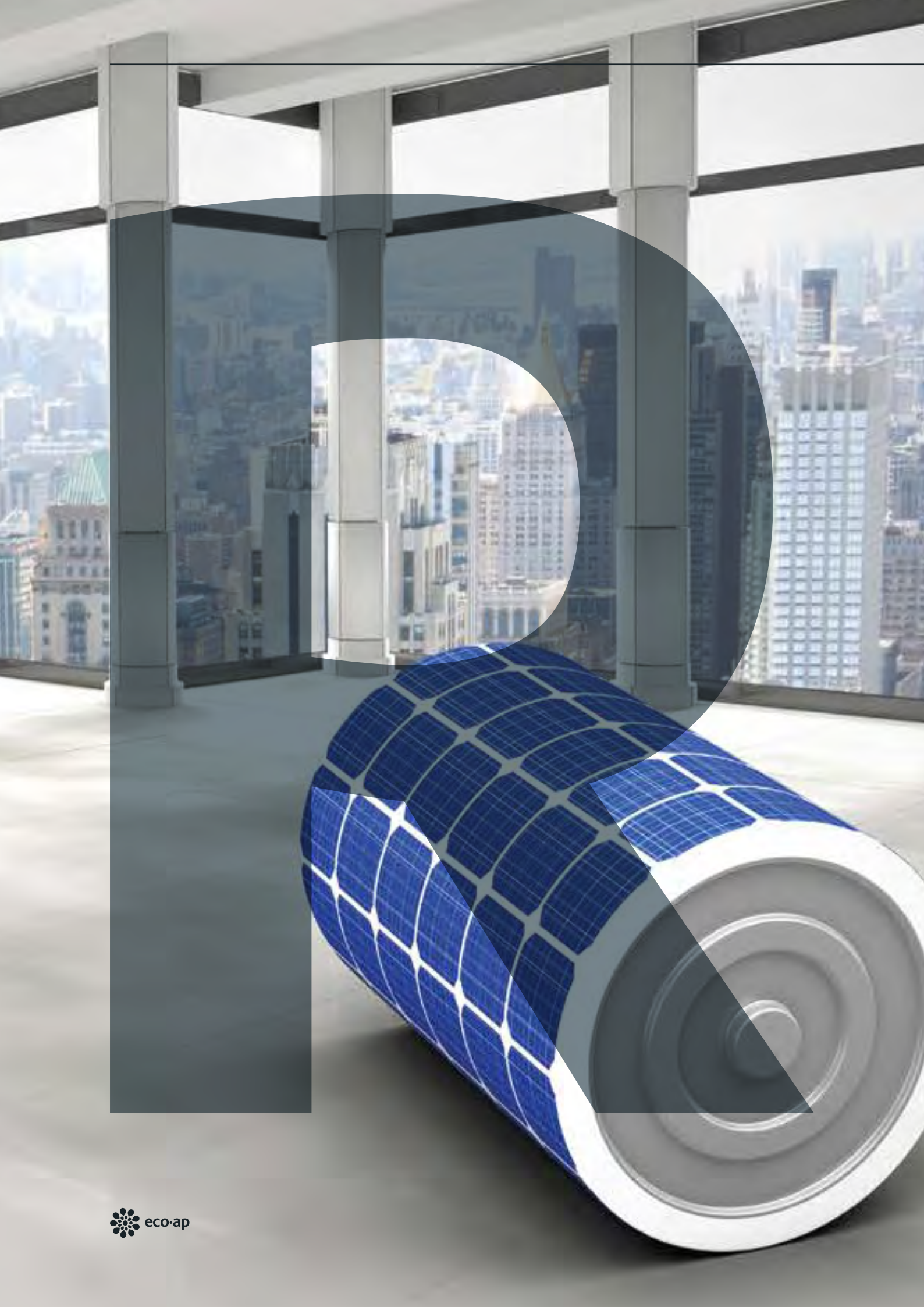
## **6.2 Produção Descentralizada de Energia Elétrica**

6.2.1 Unidades de Produção para Autoconsumo (UPAC)

6.2.2 Unidades de Pequena Produção (UPP)



# 6. Energias Renováveis



## 6.1 Energias Renováveis

Por definição, uma Fonte de Energia Renovável (FER) é aquela cujo recurso (energia) é considerado inesgotável, numa escala temporal sustentável, como a solar, a eólica, a hídrica, a biomassa, a geotérmica e a energia dos oceanos (marés, correntes, etc.).

A utilização destes recursos e em particular em detrimento das fontes de energia convencionais (combustíveis fósseis) é essencial, não só devido à crescente escassez de recursos de origem fóssil, mas também para ajudar a reduzir as fontes de poluição

e o consequente impacto na segurança humana e ambiental.

Seguidamente são descritas algumas das principais fontes de aproveitamento dos recursos endógenos renováveis com elevada disponibilidade em Portugal e com viabilidade de aplicação nos edifícios e infraestruturas da Administração Pública, especificamente:

- Biomassa;
- Solar térmico;
- Solar fotovoltaico.





### 6.1.1 Biomassa

Considera-se biomassa todo o material orgânico proveniente de atividades agrícolas ou pecuárias, da exploração florestal ou indústrias afins, bem como a fração biodegradável dos resíduos (industriais ou urbanos).

Quando é utilizada para produção de energia (térmica ou elétrica), a biomassa passa a ser designada como bioenergia, ou como material biocombustível.

Os biocombustíveis, que podem ser sólidos, líquidos ou gasosos, tornam a bioenergia como um veículo potenciador da implementação de energias renováveis nos diversos setores da economia:

- **Biocombustíveis sólidos:** vulgarmente designados como “**biomassa**” são fundamentalmente utilizados em processos de combustão para produção de energia térmica em edifícios ou equipamentos (e.g. para sistemas de aquecimento e/ou de produção de águas quentes sanitárias e/ou aquecimento de águas de piscinas);
- **Biocombustíveis líquidos:** englobam basicamente o **Bioetanol** e o **Biodiesel**, e são fundamentalmente utilizados para incorporar/substituir nos/dos combustíveis rodoviários tradicionais (gasolina ou gasóleo, respetivamente), podendo o Biodiesel ser ainda utiliza-

do, por exemplo, para substituição do gasóleo de aquecimento em edifícios;

- **Biocombustíveis gasosos,** vulgarmente designado como “**Biogás**”, podem ser utilizados para substituição de combustíveis gasosos tradicionais (como o Gás Propano Liquefeito ou o Gás Natural), seja em sistemas de aquecimento de edifícios ou no sector dos transportes. O Biogás também pode ser usado para produção de energia elétrica.

No âmbito do presente Guia será abordada a componente sólida dos biocombustíveis na perspetiva de conversão em processos de combustão para produção de energia térmica (aquecimento, águas quentes sanitárias ou piscinas), ou de processos de cogeração para produção combinada de energia térmica e elétrica:

- **Lenha:** toda a biomassa florestal, seca ao ar e cortada em toros de dimensões variáveis;
- **Briquetes:** blocos densos e compactos de materiais energéticos, geralmente feitos a partir de resíduos de madeira;
- **Estilha:** fragmentos provenientes do estilhaçamento florestal de reduzida dimensão (entre 50 e 100 mm);
- **Pellets:** cilindros uniformes e homogéneos, densos e compactos, feitos a partir de serrim de madeira ou resíduos florestais, com dimensões normalizadas.

*/Nota*  
A biomassa é uma excelente opção para combinar com a energia solar térmica na produção de água quente e aquecimento ambiente.

“

**Destinando-se ao autoconsumo de uma instalação para satisfação das suas necessidades energéticas, os biocombustíveis sólidos constituem uma solução cada vez mais viável para a substituição de outras fontes de energia, especificamente dos combustíveis tradicionais.**

”

No mercado existem diversos modelos de caldeiras a biomassa que podem ajustar-se às necessidades de cada situação, sendo exequível efetuar a interligação com os equipamentos e sistemas já existentes num determinado edifício, aproveitando grande parte das infraestruturas, nomeadamente tubagens, depósitos de acumulação, bombas e outros elementos indispensáveis ao adequado funcionamento da instalação térmica.

Existem também no mercado outro tipo de equipamentos que utilizam biomassa (lenha, briquetes ou *pellets*) como fonte de energia, por exemplo, salamandras ou recuperadores de calor, os quais podem ser utilizados em alguns espaços de edifícios onde não exista um sistema centralizado de aquecimento (e.g. salas de aula).

A biomassa pode ainda ser utilizada como combustível em centrais que alimentem redes de distribuição de calor (“*district heating*”), e que forneçam água quente ou vapor de água a um conjunto de edifícios ou infraestruturas.

A origem da matéria-prima (espécie florestal, fração da árvore: tronco, ramos, casca, etc.) determina as características finais do combustível, nomeadamente o teor de humidade, o poder calorífico e o teor de cinzas, determinando o tipo de equipamento e de utilização mais adequados.

|                          | Lenha | Briquetes | Estilha | Pellets |
|--------------------------|-------|-----------|---------|---------|
| Humidade (%)             | 20    | <10       | 30      | <10     |
| <b>Poder Calorífico:</b> |       |           |         |         |
| kcal/kg                  | 3500  | 4000      | 3000    | 4000    |
| kWh/kg                   | 4,0   | 4,6       | 3,4     | 4,6     |

**/Fonte**  
“Manual de Combustibles de Madera”, AVEBIOM





# S

Os sistemas a biomassa requerem alguma manutenção adicional, nomeadamente operações de limpeza e de remoção de cinzas, cuja periodicidade varia em função do consumo e do tipo de combustível.

O preço unitário dos biocombustíveis sólidos é vulgarmente apresentado em EUR/kg. Do ponto de vista energético o custo unitário que deverá ser efetivamente considerado deverá ser em EUR/MWh.

*/Nota*  
No website do Programa ECO AP (<http://ecoap.pnaec.pt/>) está disponível uma calculadora que permite efetuar um estudo de viabilidade relativo à melhoria da eficiência energética dos sistemas de climatização e/ou de AQS de um edifício.

Os *pellets* têm, nas suas principais propriedades, benefícios claros relativamente a outros tipos de combustíveis derivados de biomassa, tais como humidade reduzida, maior densidade energética (elevado teor calorífico)

e menor produção de cinza, permitindo maior eficiência e flexibilidade de utilização.

Na utilização dos biocombustíveis sólidos como fonte de energia, nomeadamente na fase de aquisição e de contratação do fornecimento<sup>1</sup>, é fundamental ter em consideração os seguintes parâmetros:

- Qualidade do biocombustível (certificação<sup>2</sup>, teor de humidade, poder calorífico, teor de cinzas, etc.);
- Condições de armazenamento (quantidade, para “*stock*”, hermeticidade do local<sup>3</sup>);
- Formato e forma de abastecimento (granel, *big bag* ou saco, em palete ou de forma pressurizada<sup>4</sup>).

<sup>1</sup> Os biocombustíveis, para efeitos dos processos de compras públicas, não são ainda considerados uma utilidade, devendo respeitar os procedimentos normalizados de aquisição de produtos ou serviços.

<sup>2</sup> Certificação pela Norma EN 14961 (mais em <http://www.enplus-pellets.eu/>).

<sup>3</sup> Os biocombustíveis sólidos devem ser armazenados em locais protegidos da humidade.

<sup>4</sup> Embora ainda não esteja muito difundida em Portugal, constitui a forma de abastecimento mais adequada.

## 6.1.2 Solar Térmico

As utilizações típicas dos sistemas solares térmicos são a produção de águas quentes sanitárias (AQS) e/ou o aquecimento de águas de piscinas, podendo também ser utilizados para apoio a sistemas de climatização (aquecimento ambiente).

Num sistema solar térmico, a radiação solar é convertida em calor útil através da captação por intermédio dos coletores solares colocados no exterior dos edifícios (geralmente na cobertura), e conseqüente transferência para os depósitos de acumulação, por meio de uma rede de tubagem na qual circula um fluido de transferência térmica, sendo este calor armazenado, permitindo uma utilização nos períodos em que as necessidades não coincidem com a disponibilidade do recurso (solar).

**/Nota**  
O coletor deverá ser orientado, preferencialmente, a Sul e o seu ângulo de inclinação é normalmente otimizado conforme a latitude do local.

**/Nota**  
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. Necessitam, na grande maioria dos casos, estar acoplados a um "sistema de apoio" à produção da água quente.

Destacam-se duas 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.

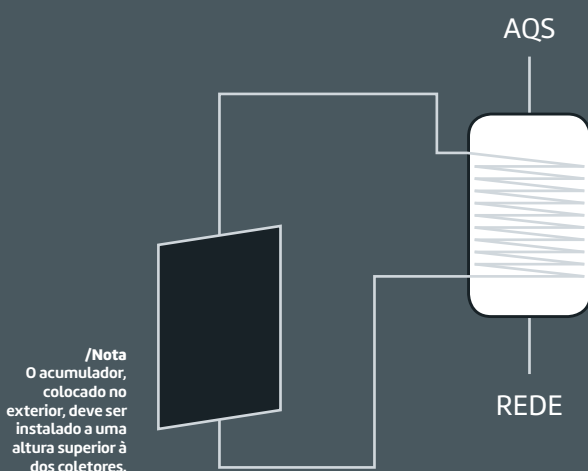
Existem duas soluções para a circulação do líquido no coletor solar:

- **Termossifão**: O sistema 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;

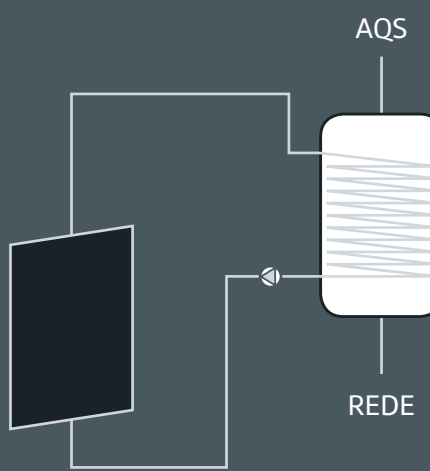
- **Circulação forçada**: O sistema solar de circulação forçada necessita do apoio de uma bomba de circulação incorporando meios eletrónicos de controlo de temperaturas, permitindo satisfazer caudais de água quente superiores aos proporcionados pelo termossifão.

### Termossifão

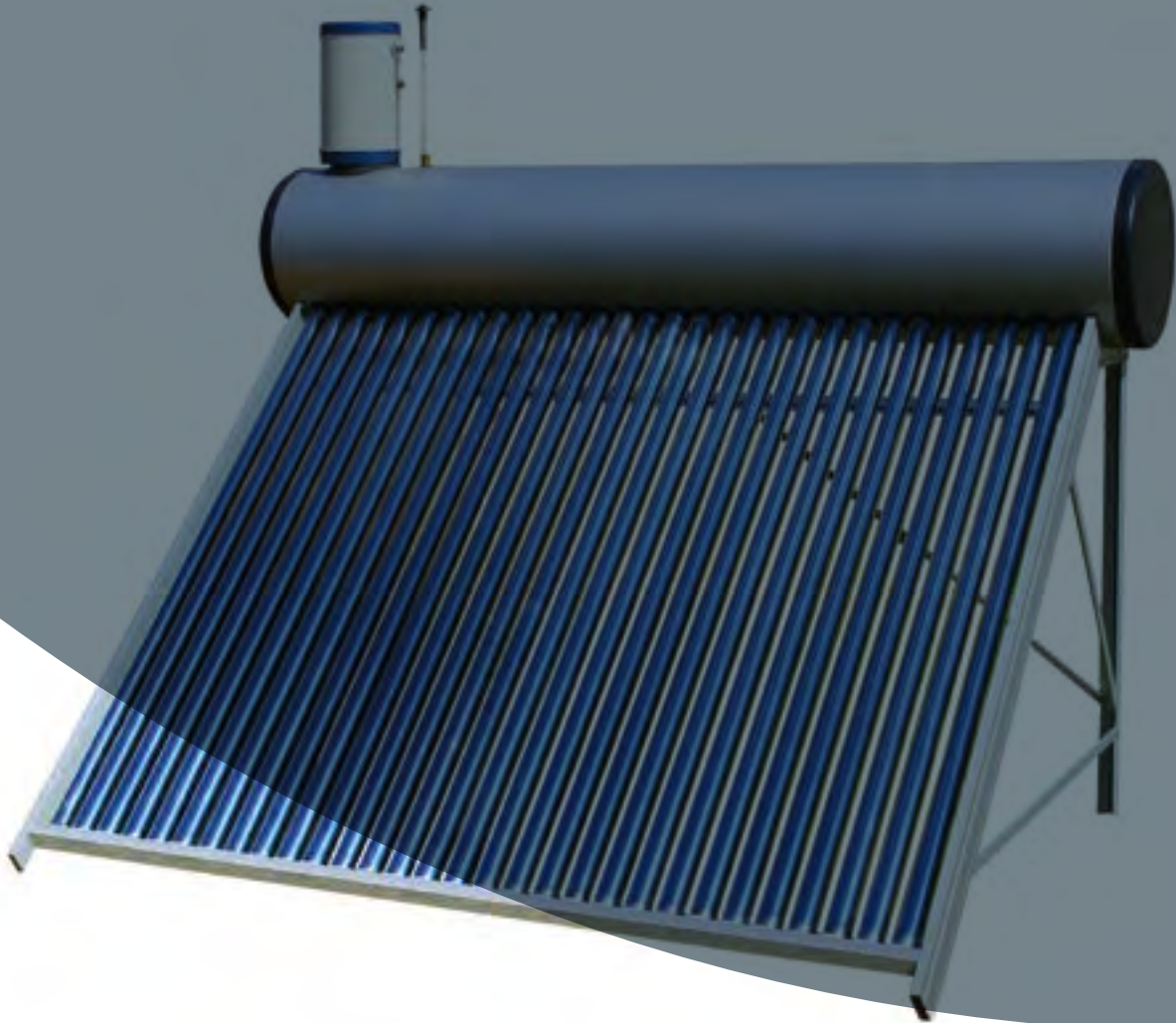


**/Nota**  
O acumulador, colocado no exterior, deve ser instalado a uma altura superior à dos coletores.

### Circulação forçada



**/Nota**  
O acumulador de água quente pode ser colocado no interior dos edifícios, e preferencialmente na vertical.



- As instalações para aproveitamento de energia solar para efeitos térmicos devem cumprir os requisitos presentes no **Decreto-lei n.º 118/2013**, de 20 de agosto (Sistema de Certificação Energética de Edifícios).
- Os sistemas e os coletores devem ser certificados de acordo com as Normas EN 12976 ou 12975, respetivamente.
- Instalações com área de captação superior a 20m<sup>2</sup> devem dispor de projeto de execução elaborado de acordo com o especificado na **Portaria n.º 701-H/2008**, de 29 de julho.

**/Nota**  
Muitas instalações do sector público encerram no verão (quando há maior radiação solar) pelo que se recomenda que no dimensionamento das instalações este facto seja considerado para que as mesmas possuam sistemas de segurança contra sobreaquecimentos.

A energia produzida por um sistema solar térmico, enquadrado no Sistema de Certificação Energética dos Edifícios, deve ser determinada com recurso a ferramentas (*software* técnico específico, e.g. *SolTerm*

ou *SCE.ER*<sup>5</sup>) cuja metodologia utilizada esteja devidamente validada por entidade competente designada para o efeito pelo ministério responsável pela área da energia.

**/Nota**  
No website do Programa ECO. AP (<http://ecoap.pnaee.pt/>) está disponível uma calculadora que permite efetuar um pré-dimensionamento de um sistema solar térmico.

<sup>5</sup> SCE.ER – Dados e cálculos padronizados para sistemas de aproveitamento de Energias Renováveis, disponível na página web da DGEG: <http://www.dgeg.gov.pt/?cr=15161>.



### 6.1.3 Solar Fotovoltaico

O solar fotovoltaico constitui uma tecnologia interessante no aproveitamento dos recursos endógenos para produção de energia elétrica de forma descentralizada e para autoconsumo.

“  
**Devido ao elevado número de horas de Sol em Portugal, existe um elevado potencial e a sua utilização tem vindo a evoluir favoravelmente ao longo dos últimos anos.**  
”

A produção de energia solar fotovoltaica surge da conversão da energia incidente em materiais semicondutores, proveniente da radiação solar, em eletricidade, através do efeito fotoelétrico.

A tecnologia mais abundante no mercado é atualmente a que recorre ao silício cristalino, que por sua vez se subdivide em poli e monocristalino. O silício monocristalino permite atualmente eficiências de conversão entre 16 a 18% (nos painéis), sendo superior em termos de eficiência e de durabilidade/resistência face ao policristalino, sendo também mais caro.

As centrais solares fotovoltaicas, quando utilizadas para satisfação das necessidades energéticas dos edifícios, são habitualmente colocadas na sua cobertura.

Todavia, seja por indisponibilidade de área disponível na cobertura, ou por outro tipo de condicionantes, seja por opção, as centrais podem também ser instaladas noutros locais, como nas fachadas, em parques de estacionamento ou no solo, podendo neste último caso ser-lhes acoplado um sistema de seguimento solar (“tracking”) que permite maximizar a produção.

*/Nota*  
A central solar deverá ser orientada, preferencialmente, a Sul e o ângulo de inclinação dos painéis é normalmente otimizado conforme a latitude do local.

*/Nota*  
A utilização de um seguidor solar poderá aumentar a produtividade da central solar fotovoltaica em 20 a 30%.

**/Nota**  
A curva de carga limita o sistema fotovoltaico em termos de capacidade a instalar no caso de sistemas para autoconsumo; os custos de energia elétrica anuais evitados com a produção fotovoltaica determinam a poupança passível de atingir com a instalação do sistema solar.

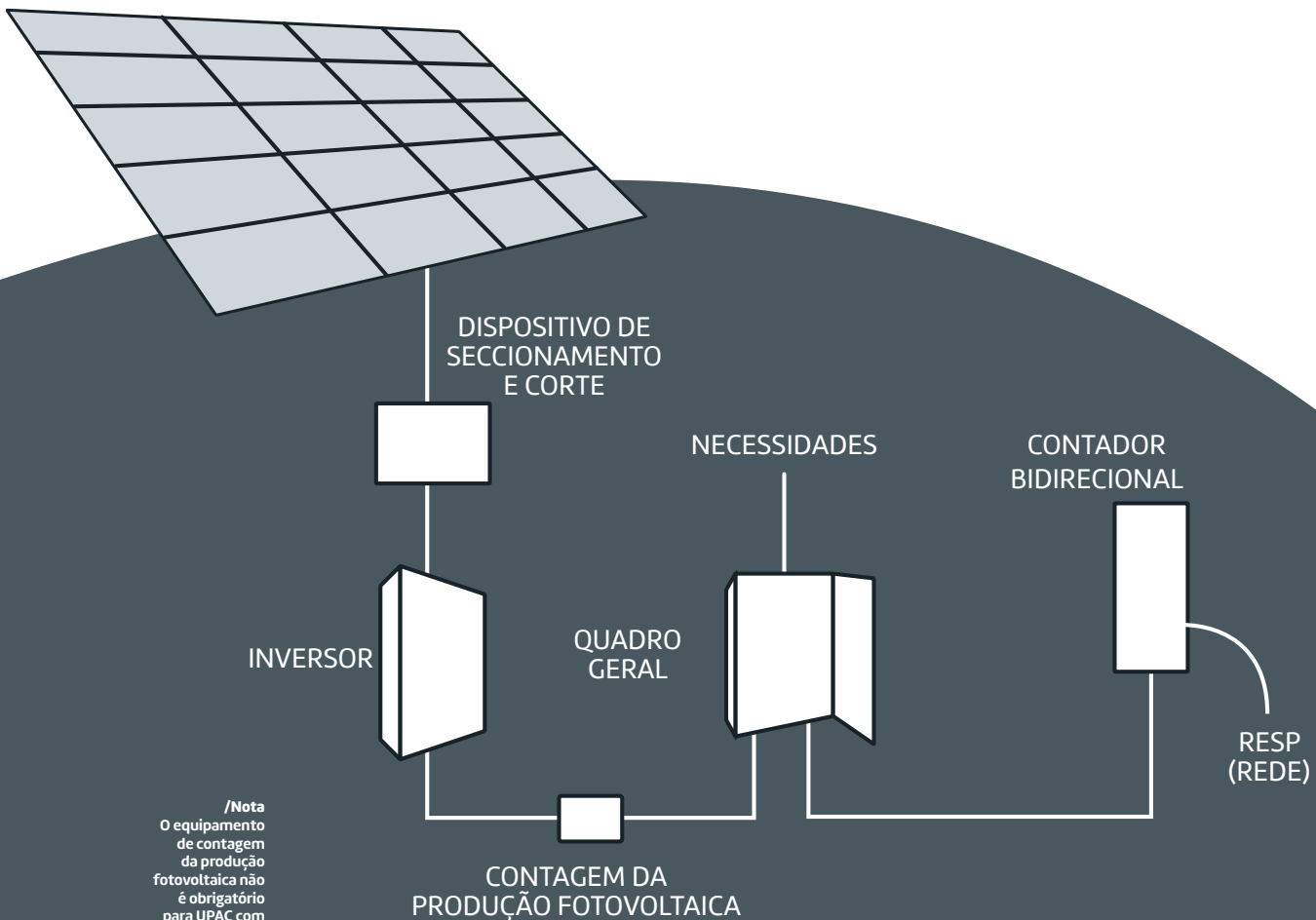
Para elaboração de estudo/dimensionamento de uma unidade de produção de energia elétrica através de uma instalação solar fotovoltaica é essencial dispor previamente dos seguintes dados:

- Planta de arquitetura do edifício (cobertura ou zona onde se pretenda colocar a central fotovoltaica);
- Dados gerais da instalação elétrica

(potência contratada, tipo de ligação à rede, ciclo tarifário, tarifas de energia elétrica, entre outros);

- Curva (ou diagrama) de carga anual<sup>6</sup>; ou
- Consumos anuais (desagregados por período horário e/ou por mês).

“  
O esquema seguinte ilustra o funcionamento de uma instalação solar fotovoltaica:  
”



**/Nota**  
O equipamento de contagem da produção fotovoltaica não é obrigatório para UPAC com potência instalada até 1,5 kW, que não pretendam vender a energia elétrica não consumida

<sup>6</sup> Aplicável a instalações BTE ou MT; pode obter-se junto do comercializador de energia elétrica ou no Portal do concessionário da rede de distribuição: <https://online.edpdistribuicao.pt/pt/Pages/Home.aspx>

As células fotovoltaicas dos módulos solares aproveitam a energia da luz solar para criar diretamente uma diferença de potencial elétrico nos seus terminais, produzindo uma corrente elétrica contínua (CC). A rede elétrica, e a grande maioria dos equipamentos, utilizam corrente elétrica alternada (CA).

O inversor converte (“inverte”) a energia elétrica gerada pelos módulos solares de corrente contínua para corrente alternada (CC > CA), garantindo adicionalmente a segurança do sistema e permitindo medir a quantidade de energia produzida pela central.

Assim, além da eficiência dos módulos solares, que varia atualmente entre os 16 e os 18%, é igualmente importante considerar a eficiência dos inversores, a qual ronda tipicamente valores na ordem dos 95 a 98%.

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, ou seja, a quantidade de energia produzida anualmente (kWh.ano) por cada unidade de potência instalada (kWp). De modo a maximizar a produção

energética anual recomenda-se que sejam tomadas algumas medidas de controlo, como seja a gestão periódica (mensal) da produção e a respetiva comparação com a produção prevista em períodos homólogos. Nesta avaliação deverão, no entanto, ser tidas em conta as condições climáticas do período em análise.

Assim como a sua localização. Sistemas iguais têm produções diferentes de acordo com a zona do país.

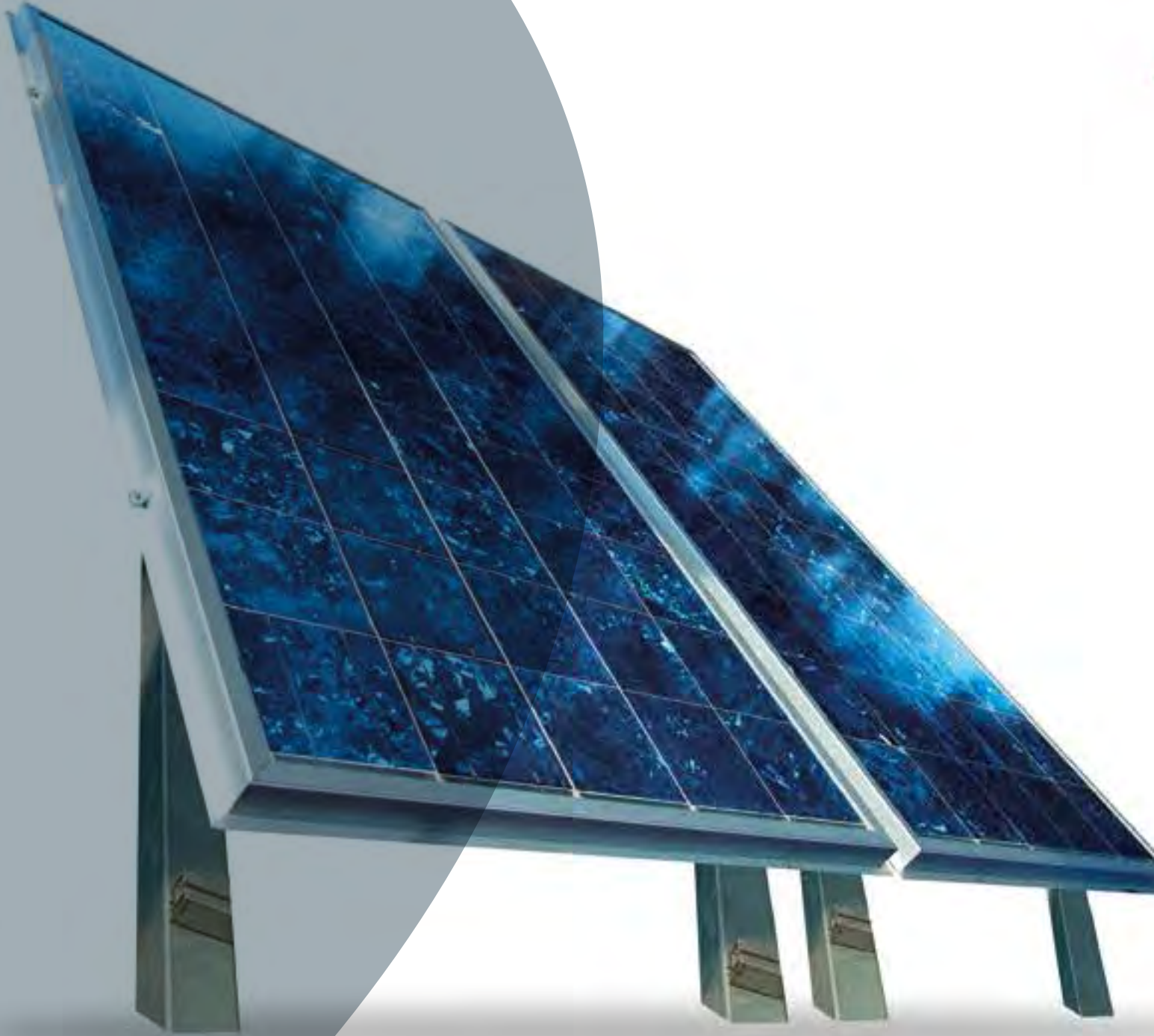
Recomenda-se ainda a verificação periódica da necessidade de limpeza dos módulos solares. A acumulação de sujidade, poeiras, poluição ou outro tipo de contaminantes (e.g. excrementos de pássaros) poderá reduzir significativamente o rendimento da central solar fotovoltaica, sendo impreterível que esta seja feita pelo menos anualmente.

A energia produzida por um sistema solar fotovoltaico, enquadrada no Sistema de Certificação Energética dos Edifícios, deve ser determinada com recurso ferramentas (*software* técnico específico, e.g. SolTerm ou SCE. ER<sup>7</sup>) cuja metodologia utilizada esteja devidamente validada por entidade competente designada para o efeito pelo ministério responsável pela área da energia.

**/Nota**  
A limpeza regular garante uma maior durabilidade dos módulos solares, maximiza a produção e aumenta a rentabilidade do sistema.

**/Nota**  
No website do Programa ECO.AP (<http://ecoap.pnaee.pt/>) está disponível uma calculadora que permite efetuar um pré-dimensionamento de uma instalação solar fotovoltaica.

<sup>7</sup> SCE.ER – Dados e cálculos padronizados para sistemas de aproveitamento de Energias Renováveis, disponível na página web da DGEG: <http://www.dgeg.gov.pt/?cr=15161>.





## 6.2 Produção Descentralizada de Energia Elétrica

A atividade de produção descentralizada de energia elétrica é atualmente regulamentada pelo **Decreto-Lei n.º 153/2014, de 20 de outubro**, que criou os regimes jurídicos aplicáveis à produção de eletricidade destinada ao autoconsumo e ao da venda à rede elétrica de serviço público (RESP) a partir de recursos renováveis, por intermédio de unidades de pequena produção, subdividindo-se a atividade em dois regimes:

- **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;
- **Pequena produção (UPP):** permite ao produtor injetar a totalidade da energia elétrica produzida na RESP, sendo remunerado por uma tarifa atribuída com base num modelo de licitação.

## 6.2.1 Unidades de Produção para Autoconsumo (UPAC)

A produção de energia elétrica em regime de Autoconsumo destina-se predominantemente ao consumo na instalação associada, podendo, ou não, estar ligada à RESP.

Caso o produtor opte por ligar a sua UPAC à RESP, poderá ser remunerado através da:

- **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)<sup>8</sup>.

“  
Um sobredimensionamento do sistema conduz a que parte do investimento tenha um retorno económico inferior ao desejável.  
”

Uma UPAC deve assim seguir critérios de dimensionamento que tenham como base o comportamento energético da instalação à qual será associada, de forma a otimizar a relação entre energia produzida/energia consumida,

e maximizar a poupança, especificamente:

- Diagrama de carga diário;
- Desagregação dos consumos por período horário;
- Consumos por dia ao longo da semana (por dia) e ao longo do ano (por mês).

No que diz respeito à caracterização e às limitações de uma UPAC, destaca-se o seguinte:

- **Fonte:** energia renovável ou não renovável, com ou sem ligação à RESP;
- **Limite de potência:** 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);
- **Remuneração:** a produção de energia elétrica consumida pela instalação utilizadora é remunerada através de redução de fatura, através dos seguintes termos faturados:
  - › Energia consumida em cada período horário (consumo de energia ativa mais redes);
  - › Potência em Horas de Ponta (Redes);
  - › IEC – Imposto Especial sobre Consumo de Eletricidade (energia ativa).

*/Nota*  
A venda de excedente apenas é permitida para UPAC com uma potência nominal inferior a 1 MW e de origem renovável.

*/Nota*  
No caso de instalações BTE ou MT, uma das componentes importantes na formação do custo da energia elétrica é a componente da designada “Potência em Horas de Ponta” (PHP). A PHP vai ser influenciada pela instalação de produção de energia, normalmente por sistemas fotovoltaicos, na medida em que o sistema terá uma menor necessidade de utilização da potência da rede neste horário.

<sup>8</sup> O produtor que pretenda ver remunerada a energia excedente produzida e injetada na rede terá de instalar um contador específico sendo efetuado um contrato entre o produtor e o comercializador de último recurso que irá vigorar 10 anos e renovável, se ambas as partes estiverem interessadas, por períodos de 5 anos. Este preço representa apenas cerca de 1/3 do preço que o consumidor paga pela sua eletricidade.

Quanto ao processo de licenciamento, segue-se um exemplo ilustrativo de registo para uma UPAC com potência instalada superior a 1,5 kW:



O registo é efetuado via plataforma eletrónica, no Sistema Eletrónico de Registo de Unidades de Produção (SERUP), gerido pela Direção-Geral de Energia e Geologia.

O processo de licenciamento varia, no entanto, consoante a potência instalada, da seguinte forma:

- $P_{inst} < 200$  W: isenção de controlo prévio;
- $200$  W  $< P_{inst} \leq 1,5$  kW, ou instalação de utilização não esteja ligada à RESP: mera comunicação prévia dirigida à DGEG, através do SERUP, sem necessidade de efetuar registo;
- $P_{inst} \leq 1,5$  kW com intenção de venda de excedente à RESP: sujeito a registo prévio e a obtenção de certificado de

exploração;

- $1,5$  kW  $< P_{inst} < 1$  MW: sujeito a registo prévio e a obtenção de certificado de exploração;
- $P_{inst} > 1$  MW: sujeito a licença de produção e de exploração.

São ainda necessários, no caso de uma instalação UPAC, equipamentos de contagem para potências instaladas superiores a 1,5 kW, cuja instalação utilizadora se encontre ligada à RESP.

A contagem pode ser realizada através de contador bidirecional. Note-se que para potências de ligação superiores a 250 kW estes contadores necessitam de equipamentos de proteção de custo altamente elevado.



## 6.2.3 Unidades de Pequena Produção (UPP)

O regime de pequena produção (UPP) permite ao produtor vender a totalidade da energia elétrica à RESP, com tarifa atribuída com base num modelo de licitação (leilão), no âmbito do qual os concorrentes oferecem descontos à tarifa de referência (estabelecida anualmente).

Este desconto é específico para cada uma de um total de três categorias, estando o mesmo dependente da fonte de energia produzida pela UPP.

As categorias, assim como a respetiva tarifa de referência e os descontos a aplicar, são definidos anualmente pela DGEG. Na tabela seguinte estão representadas as tarifas aplicáveis em 2018, de acordo com a Portaria n.º 32/2018, de 23 de janeiro:

| Fonte    | Coeficiente | Tarifa de Referência €/MWh |       |       |
|----------|-------------|----------------------------|-------|-------|
|          |             | Categoria                  |       |       |
|          |             | I                          | II    | III   |
| Solar    | 100%        | 95,0                       | 105,5 | 100,0 |
| Biomassa | 90%         | 85,5                       | 95,5  | 90,5  |
| Biogás   | 90%         | 85,5                       | 95,5  | 90,5  |
| Eólica   | 70%         | 66,5                       | 76,5  | 71,5  |
| Hídrica  | 60%         | 57,0                       | 67,0  | 62,0  |

Uma vez atribuída em leilão, 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.

No que diz à caracterização e às limitações de uma UPP, destaca-se o seguinte:

- **Categoria I** – na qual se insere o produtor que pretende proceder apenas à instalação de uma UPP;
- **Categoria II** – na qual se insere o produtor que, para além da instalação de uma UPP, pretende instalar no local de consumo associado àquela, tomada elétrica para o carregamento de veículos elétricos, ou seja proprietário ou locatário de um veículo elétrico;
- **Categoria III** – na qual se insere o produtor que, para além da instalação de uma UPP, pretende instalar no local de consumo associado àquela, coletores solares térmicos com um mínimo de 2m<sup>2</sup> de área útil de coletor ou de caldeira a biomassa com produção anual de energia térmica equivalente.

- **Fonte:** energia renovável;
- **Limite de potência:** potência de ligação (nominal) ≤ potência contratada na instalação de utilização;
- Potência de ligação máxima ≤ 250 kW;
- **Produção:** energia consumida na instalação de utilização ≥ 50% da energia produzida & venda na totalidade ao Comercializador de Último Recurso (CUR);
- **Remuneração:** conforme indicado anteriormente;
- **Compensação:** não aplicável.

A contagem é obrigatória para todas as potências como elemento chave na faturação. Existe ainda, contrariamente ao regime das UPAC, uma quota máxima anual de potência atribuída.

Quanto ao processo de licenciamento, segue-se um exemplo ilustrativo de registo para uma UPP:



De modo a permitir uma comparação direta entre ambos os regimes mencionados, com foco nas características essenciais, apresenta-se o seguinte quadro resumo:

|                               | Autoconsumo   | Pequena Produção   |
|-------------------------------|---|--|
| <b>Fonte</b>                  | - Renovável e Não Renovável   | - Renovável  |
| <b>Límite Potência</b>        | - Potência de ligação < 100% da potência contratada na instalação de consumo<br>- Potência instalada ≤ 2x potência de ligação (nominal)   | - Potência de ligação < 100% da potência contratada na instalação de consumo<br>- Potência de ligação até 250 kW   |
| <b>Requisitos Produção</b>    | - Produção anual deve ser inferior às necessidades de consumo<br>- Venda do excedente instantâneo ao CUR  | - Produção anual < 2x consumo da instalação<br>- Venda da totalidade da energia ao CUR   |
| <b>Remuneração</b>            | - Valor do mercado para excedente instantâneo de produção, deduzido de custos<br>- Numa base anual, o excedente produzido face às necessidades de consumo não é remunerado                                | - Tarifa obtida em leilão para a totalidade da produção<br>- Numa base anual, o excedente produzido face ao requisito de 2x consumo da instalação não é remunerado |
| <b>Compensação</b>            | - 0%, 30% ou 50% do respectivo valor dos CIEG quando a potência acumulada de unidades de autoconsumo contida nos intervalos [0; 1%], [1%; 3%], [3%;...] da potência instalada no SEN                      | - n. a.  |
| <b>Contagem</b>               | - Contagem obrigatória para potências ligadas à RESP superiores a 1,5kW   | - Obrigatória para todas as potências, como elemento chave na faturação  |
| <b>Processo Licenciamento</b> | - Processo gerido via plataforma electrónica<br>- Mera comunicação prévia: Entre 200 W - 1,5 kW<br>- Registo + certificado de exploração: Entre 1,5 kW e 1 MW<br>- Licença de produção + exploração: 1 MW | - Processo gerido via plataforma electrónica<br>- Registo + certificado de exploração<br>- Inspeções obrigatórias  |
| <b>Outros aspectos</b>        | - Não existe quota de atribuição  | - Quota máxima anual de potência atribuída (p.e. 20 MW atribuídos por ano)   |







## **7.1 Enquadramento**

## **7.2 Mecanismos/Modelos de Financiamento**

7.2.1 Contratos de Gestão de Eficiência Energética

7.2.2 Investimento com Capitais Próprios

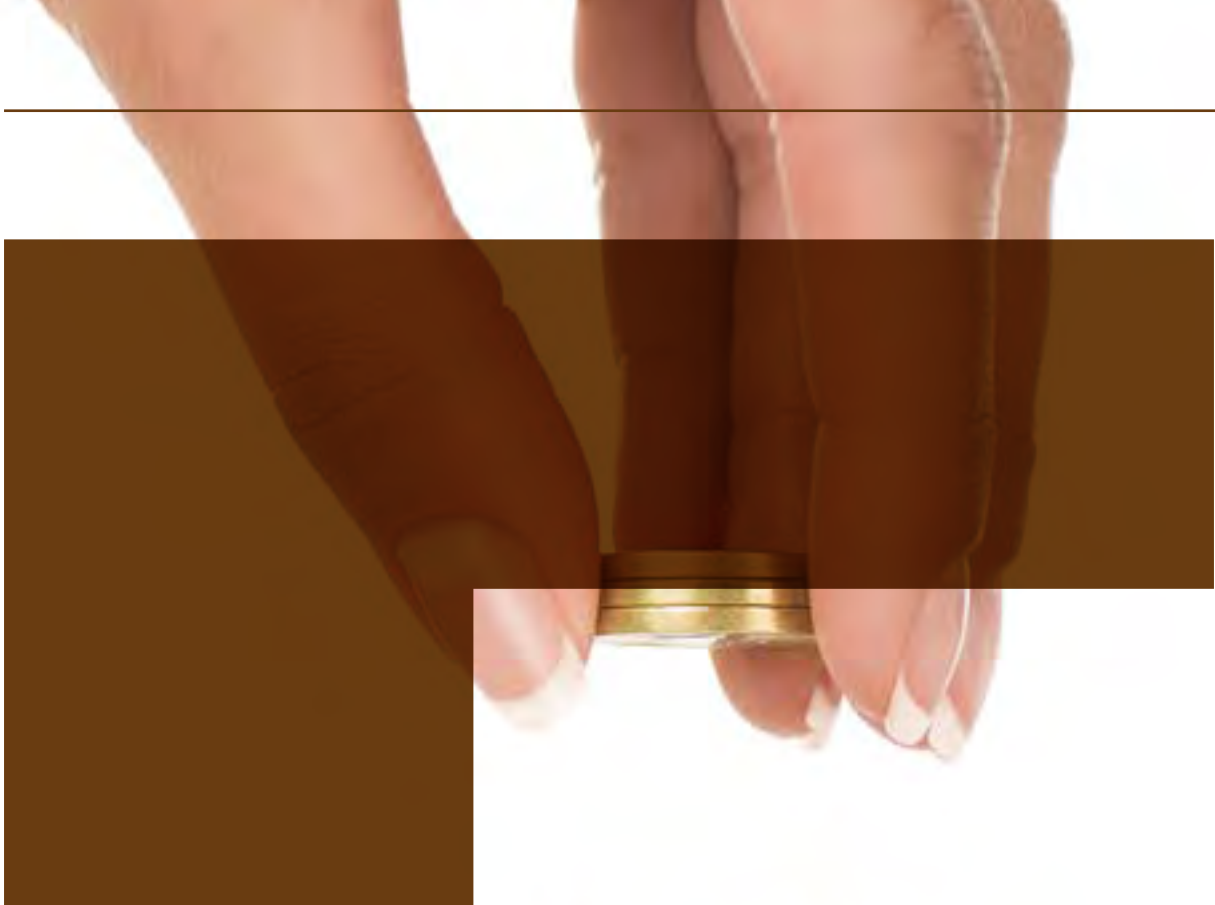
7.2.3 Programas de Financiamento

## **7.3 Contratação Pública**

**Anexo: Programas de Financiamento disponíveis até 2020**



# 7. Financiamento e Contratação Pública



## 7.1 Enquadramento

As medidas de eficiência energética apresentadas nos relatórios de auditoria ou no certificado energético que careçam de investimento inicial podem, muitas vezes, condicionar a sua implementação.

Para tal, podem ser utilizados modelos de financiamento alternativos, como os contratos de desempenho energético (ou Contratos de Gestão de Eficiência Energética), ou podem ser utilizadas linhas de apoio específico.

Este Guia tem como objetivo informar sobre alguns mecanismos e modelos financeiros para apoiar a implementação das medidas que visem melhorar a eficiência energética e gestão de energia dos edifícios da Administração Pública.

Em seguida são apresentadas oportunidades de financiamento e outros modelos alternativos disponíveis no mercado, assim como elencar algumas considerações para procedimentos ao abrigo da contratação pública.





## 7.2 Mecanismos/ Modelos de Financiamento

### 7.2.1 Contratos de Gestão de Eficiência Energética

Os Contratos de Gestão de Eficiência Energética (CGEE) são um dos mecanismos disponíveis para a implementação de medidas de eficiência energética nas instalações da Administração Pública, recorrendo a empresas especializadas, denominadas Empresas de Serviços Energéticos (ESE) desde que qualificadas para o efeito, ao abrigo do **Despacho normativo n.º 15/2012**, de 3 de julho.

Uma ESE é uma empresa que fornece serviços de valor acrescentado<sup>1</sup> através da formalização de um Contrato de Gestão de Eficiência Energética que apresenta aos clientes as soluções técnicas mais adequadas para reduzir a fatura energética, associado à implementação de medidas de melhoria de eficiência energética, em combinação com os recursos financeiros necessários ao desenvolvimento do projeto.

Segundo o **Decreto-Lei n.º 29/2011**, de 28 de fevereiro, uma Empresa de Serviços Energéticos define-se como *“uma pessoa singular ou coletiva que fornece serviços energéticos e/ou outras medidas de melhoria da eficiência energética nas instalações de um utilizador e que, ao fazê-lo, **aceita um certo grau de risco financeiro, devendo o pagamento dos serviços prestados basear-se, quer total quer parcialmente, no grau de concretização da melhoria da eficiência energética e na satisfação dos outros critérios de desempenho acordados**”*.

Assim, esta tipologia de contrato distingue-se de um modelo típico de financiamento devido à transferência para a ESE de um conjunto de responsabilidades, nomeadamente na identificação e implementação das medidas de racionalização energética, operação, manutenção e garantia das economias, que, noutro modelo de financiamento, seriam da total responsabilidade da entidade pública.

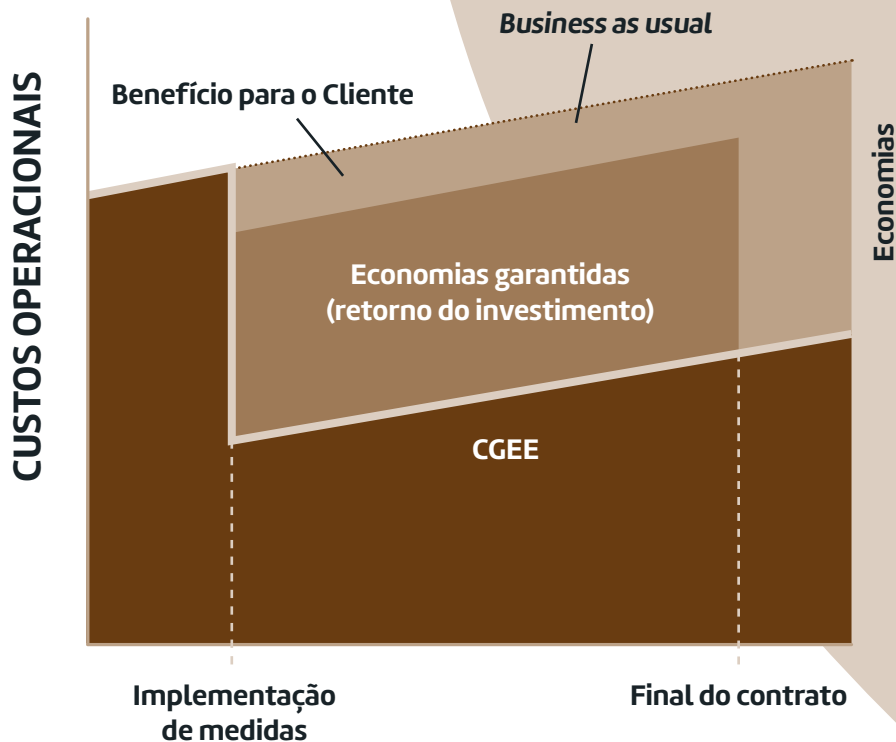
<sup>1</sup> Segundo a Diretiva de Eficiência Energética (Diretiva 2012/27/UE) constituem serviços energéticos os benefícios tangíveis, a utilidade ou as vantagens resultantes de uma combinação de energia com tecnologias e/ou ações energeticamente eficientes – incluindo as operações, a manutenção e o controlo necessários para a prestação do serviço – que seja realizado com base num contrato e que, em condições normais, tenha dado provas de conduzir a uma melhoria verificável e mensurável ou estimável da eficiência energética ou da economia de energia primária.

# R

A remuneração das ESE deverá ser assegurada pelas economias de energia obtidas durante o período do contrato. Para esta remuneração existir, as economias que resultam das medidas de eficiência energética terão de gerar receita que permita à ESE recuperar o investimento realizado, bem como libertar benefícios para a entidade pública durante o período do contrato (tipicamente uma percentagem da poupança que deve ser superior a 10% das poupanças totais).

Este modelo apresenta como principal vantagem a partilha de riscos e garantia de poupança, dado que a remuneração das ESE apenas ocorre se for alcançado o nível de melhoria da eficiência energética definido contratualmente.

Na figura seguinte é apresentado, de forma resumida, o ciclo de vida de um CGEE:



O modelo de procedimento que está subjacente à celebração dos CGEE encontra-se definido pela **Portaria n.º 60/2013**, de 5 de fevereiro, que aprovou o caderno de encargos que deve ser adotado pelas respetivas entidades públicas adjudicantes em todos os procedimentos para a formação de

CGEE lançados ao abrigo do Programa de Eficiência Energética na Administração Pública (doravante “Programa ECO.AP”).

Seguidamente é apresentado um resumo das diferentes fases do procedimento para a celebração de um CGEE:



- **Fase 1 – Convite às ESE:** a entidade pública adjudicante deve convidar todas as ESE qualificadas no âmbito do Sistema de Qualificação das Empresas de Serviços Energéticos (SQESE), para o nível de qualificação aplicável, conforme previsto no Despacho Normativo n.º 15/2012, de 3 de julho, sendo o convite acompanhado do programa do procedimento e do caderno de encargos. Saliente-se que o caderno de encargos deverá incluir, de forma detalhada, o Consumo de Energia no Período de Referência (ou *baseline*), os requisitos de serviço a garantir pela ESE, bem como a economia mínima exigida às ESE e o prazo máximo de contrato;
- **Fase 2 – Auditoria Simples:** as ESE realizam uma avaliação energética simplificada às instalações e equipamentos afetos à prestação de serviços públicos objeto de intervenção para elaboração de uma proposta inicial;
- **Fase 3 – Seleção de duas ESE:** após a apresentação das propostas iniciais por parte das ESE, a entidade pública adjudicante seleciona as duas melhores propostas, com base numa fórmula que avalia a duração do contrato e o Valor Atualizado Líquido (VAL) das propostas, e convida-as a realizarem uma auditoria energética detalhada para apresentação das propostas finais;
- **Fase 4 – Auditoria Detalhada:** a auditoria energética destina-se a caracterizar detalhadamente os consumos de energia da instalação, de forma a estabelecer o consumo base de referência, bem como identificar e quantificar as oportunidades de racionalização dos consumos de energia com boa relação custo/benefício, de forma à elaboração da proposta final;
- **Fase 5 – Negociação:** as negociações incidem sobre os aspetos da execução do contrato a celebrar, salvo em relação àqueles que a entidade adjudicante tenha indicado que não existirá negociação;
- **Fase 6 – Adjudicação a uma ESE:** o critério de adjudicação é o da proposta economicamente mais vantajosa aferido em função da maior economia de energia para a entidade adjudicante, o qual, no mínimo, deve ser densificado pelos fatores relativos às economias de energia e ao prazo contratual.

Este procedimento pode ser reduzido a menos fases quando o Convite lançado às ESE já considera os resultados de uma auditoria detalhada e a identificação das medidas de eficiência energética a considerar. Neste caso, há apenas uma avaliação das propostas

apresentadas pelas ESE.

Após a conclusão do procedimento e implementação das medidas, a remuneração da ESE terá como base as economias efetivamente alcançadas.

“

**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). As propostas das ESE devem conter sempre um Plano de Medição e Verificação em conformidade com o IPMVP.**

”

Em setembro de 2017 o Eurostat esclareceu através de uma nota de orientação que, mediante certas condições, os contratos de desempenho energético podem ser registados fora dos balanços das administrações públicas, i.e., as circunstâncias a ter em consideração para que estes contratos deixam de ter um impacto direto no défice e na dívida.

Com esta clarificação, as despesas com contratos de desempenho energético passam assim a poder ser registadas fora do balanço das entidades da administração pública, desde que o adjudicatário do Contrato de Gestão de Eficiência Energética (a ESE) seja considerado como proprietário económico dos ativos instalados, o que significa que, entre outros, a ESE terá de assumir a maioria dos riscos e também obter a maior parte dos benefícios no âmbito do contrato de Gestão de Eficiência Energética.

### 7.2.2 Investimento com Capitais Próprios

O financiamento de medidas através de fundos próprios é quando a entidade realiza a implementação de medidas sem recurso a entidades terceiras como forma de financiar o investimento necessário. Este é o modelo mais simples pelo que, quando há disponibilidade, é também o modelo mais rápido.

Este modelo pode ser o 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.

“  
**Por cada mês que se adia a implementação de medidas de economia de energia e fatura, são mais 30 dias a pagar por aquilo que podia evitar. Quanto mais cedo forem implementadas as medidas de melhoria, mais rapidamente se obtém redução da fatura de energia.**  
”

No caso de não existirem capitais próprios para alocar ao projeto, pode-se recorrer a cofinanciamento comunitário ou nacional.

### 7.2.3 Programas de Financiamento

O modelo financeiro de **cofinanciamento** engloba fundos disponíveis a nível comunitário e nacional, que poderão ser utilizados para cofinanciar a implementação de diversas medidas, os quais podem apresentarem-se sob a forma de financiamento reembolsável ou não reembolsável.

Descrevem-se, em anexo, alguns dos programas de financiamento disponíveis até 2020.



## 7.3 Contratação Pública

O Código dos Contratos Públicos (CCP), regulado pelo **Decreto-Lei n.º 111-B/2017**, de 31 de agosto, estabelece a disciplina aplicável à contratação pública e o regime substantivo dos contratos públicos que revistam a natureza de contrato administrativo, efetuando a transposição de Diretivas Europeias e que codifica as regras de diversa legislação aplicável à contratação pública: concessões, empreitadas de obras públicas, aquisições de bens e serviços, empreitadas e aquisições no âmbito dos sectores especiais<sup>2</sup>, entre outras.

**/Nota**  
A fase da formação do contrato decorre desde que é tomada a decisão de contratar, pela entidade pública (adjudicante), até ao momento em que o contrato é celebrado (com o adjudicatário).

No presente Guia apresenta-se uma súmula do CCP, incluindo as principais fases dos procedimentos que melhor se podem adequar à implementação de medidas de eficiência energética,

mas sem evidenciar as especificidades que podem ocorrer em cada um deles, pelo que não se dispensa a consulta do Código dos Contratos Públicos.

### Âmbito de aplicação

As regras da contratação pública previstas no CCP aplicam-se a todo o sector público administrativo, independentemente do seu valor: o Estado, as Regiões Autónomas, as Autarquias Locais, os Institutos Públicos, as Fundações Públicas, as Associações Públicas bem como ao sector empresarial do Estado<sup>3</sup> e a outras Associações que sejam consideradas “entidades adjudicantes”<sup>4</sup>, assim como quando as operações a implementar têm financiamento de carácter público.

**/Nota**  
O CCP prevê a figura do “Gestor do Contrato”, designado pela entidade pública com a função de acompanhar permanentemente a execução deste.

<sup>2</sup>Entidades detentoras de direitos especiais ou exclusivos, nomeadamente nos sectores da água, da energia, dos transportes e dos serviços postais.

<sup>3</sup>Quando as empresas atuem fora da lógica do mercado e da livre concorrência (por força da especial relação que mantêm, justamente, com o Estado, as Regiões Autónomas ou as Autarquias Locais), estando sujeitas às regras da contratação pública aquando da formação de contratos de empreitada de obras públicas, contratos de concessão (de obras e de serviços), contratos de locação e aquisição de bens e contratos de aquisição de serviços.

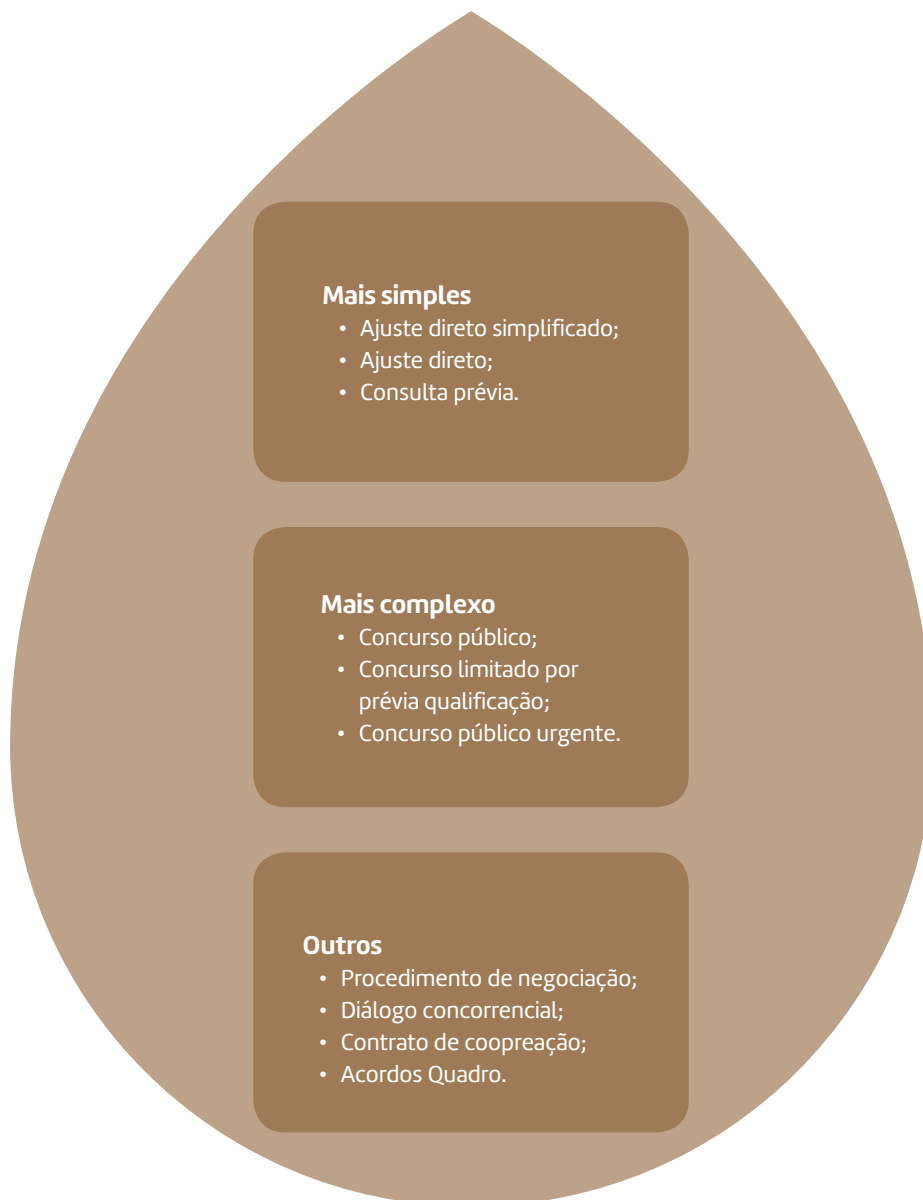
<sup>4</sup>Associações de que façam parte uma ou várias pessoas coletivas referidas anteriormente, desde que sejam maioritariamente financiadas por estas, estejam sujeitas ao seu controle de gestão ou tenham um órgão de administração, de direção ou de fiscalização cuja maioria dos titulares seja direta ou indiretamente, designada pelas mesmas.



## Tipos de Procedimentos

O CCP consagra os seguintes principais tipos de procedimentos para a formação de contratos:

- Ajuste direto;
- Consulta prévia;
- Concurso público;
- Concurso limitado por prévia qualificação;
- Procedimento de negociação;
- Diálogo concorrencial.



**/Nota**  
O CCP integra outras tipologias de procedimentos específicos que, de uma forma mais simplificada, permitam celebrar, por exemplo, contratos de parcerias para a inovação.

### *Ajuste Direto Simplificado*

Trata-se de um procedimento, por ajuste direto, de aquisição ou locação de bens móveis, aquisição de serviços ou empreitadas de obras públicas que dispensa quaisquer formalidades, desde que o preço contratual não seja superior a 5.000 €, ou no caso de em-

preitadas de obras públicas a 10.000 €. A adjudicação pode ser feita pelo órgão competente para a decisão de contratar, diretamente, sobre uma fatura ou um documento equivalente apresentado pela entidade convidada, com dispensa de tramitação eletrónica.

### Ajuste Direto e Consulta Prévia

O procedimento pré-contratual, que pode adotar a tipologia de “ajuste direto” ou de “consulta prévia”, 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 públicas | < 150.000 €                      | < 30.000 €                    |
| Bens e Serviços               | < 75.000 €                       | < 20.000 €                    |

**/Nota**  
O ajuste direto pode ser aplicado para contratos de qualquer valor quando se verificarem determinadas razões (casos de urgência imperiosa, quando só existe um único fornecedor ou prestador ou quando um anterior concurso tenha ficado deserto).

Para este tipo de procedimento o prazo de vigência não pode ter duração superior a três anos a contar da decisão de adjudicação e a tramitação é eletrónica.

As razões que fundamentam a escolha da consulta prévia podem ser, entre outras:

- O prévio conhecimento das entidades a convidar em função de contratos

anteriores celebrados com a mesma entidade adjudicante;

- A experiência transmitida por outras entidades adjudicantes sobre o bom desempenho contratual de determinada entidade;
- A proximidade geográfica face ao local de execução (quanto tal seja um elemento essencial à boa execução do contrato).

**/Nota**  
O valor acumulado de adjudicações nos últimos 3 anos económicos, onde se inclui o ano económico em curso, é limitado a 75.000 € e a 150.000 €, conforme o tipo de aquisição, à mesma entidade, independentemente do objeto do contrato a celebrar.

### Concurso público

Procedimento pré-contratual usado para qualquer valor ou para a formação dos contratos que ultrapassem os valores aplicáveis ao ajuste direto<sup>5</sup> e poderá revestir diversas modalidades:

- **Concurso Público urgente:** configuração ultra célere em caso de urgência na celebração de um contrato de locação ou de aquisição de bens móveis (< 135.000 €), de aquisição de serviços de uso corrente<sup>6</sup> (< 209.000 €) ou de empreitadas de obras públicas (até 300.000 €). O prazo mínimo para a apresentação das propostas é de 24 horas (72 horas para empreitadas de obras públicas). A adjudicação é feita, obrigatoriamente, com base no preço mais baixo;
- **Leilão eletrónico:** permite aos concorrentes melhorar progressivamente as propostas;
- **Diálogo concorrencial:** apenas pode ser usado nos casos em que a entidade adjudicante necessita de estabelecer um diálogo com os potenciais interessados para conseguir elaborar o próprio caderno de encargos para a formação de contratos particularmente complexos relativamente aos quais seja objetivamente impossível:
  - > Definir a solução técnica adequada;
  - > Definir os meios técnicos aptos a concretizar a solução;
  - > Definir a estrutura jurídica ou financeira inerente ao contrato a celebrar.

### Concurso limitado por prévia qualificação

O Concurso Limitado por Prévia Qualificação rege-se pelas disposições que regulam o concurso público, contudo poderá ter ou não leilão eletrónico (no caso de contratos de locação ou de aquisição de bens móveis ou de contratos de aquisição de serviços), mas não permite negociação das propostas.

Integra duas fases distintas:

1. Apresentação das candidaturas e qualificação dos candidatos;
2. Apresentação e análise das propostas e adjudicação.

### Acordos Quadro

Contrato celebrado entre uma ou várias entidades adjudicantes e uma ou mais entidades, com vista a disciplinar relações contratuais futuras a estabelecer ao longo de um determinado período de tempo, mediante a fixação antecipada dos respetivos termos.

O prazo de vigência dos Acordos Quadro apenas poderá ser superior a 4 (quatro) anos quando tal se revele necessário ou conveniente em função da natureza das prestações objeto desse acordo quadro ou das condições da sua execução.

**/Nota**  
Regime de exceção para entidades vinculadas ao SNCP (Sistema Nacional de Compras Públicas) caso demonstrem que a aquisição fora do acordo quadro conduza a uma redução do preço, por unidade de medida, de pelo menos 10%.

### Fases de um Contrato Público

A celebração de um contrato público, por via do lançamento de um concurso

público por exemplo, engloba basicamente 4 (quatro) fases principais:



<sup>5</sup> No caso de concurso público ou concurso limitado por prévia qualificação, se o anúncio for apenas publicado em Portugal, só podem ser celebrados contratos de valor inferior ao dos limiares comunitários (5.000.000 € nas empreitadas de obras públicas; 130.000 € nas aquisições de bens e serviços, se for o Estado; 200.000 € nas aquisições de bens e serviços, se for alguma das outras entidades adjudicantes). Se o anúncio do concurso também for publicado no Jornal Oficial da União Europeia, os contratos podem ser de qualquer valor.

<sup>6</sup> Desde que o preço contratual não exceda os limiares comunitários (130.000 €, se a entidade adjudicante for o Estado e 200.000 €, se for alguma das outras entidades adjudicantes).

1. **Consulta Preliminar:** as entidades podem consultar informalmente o mercado antes de ser lançado o procedimento para contratação, nomeadamente para apoio **à definição do Preço Base**<sup>7</sup>;
2. **Convite:** integra as designadas “peças do procedimento”:
  - **Programa do procedimento:** regulamento que define os termos a que obedece a fase de formação do contrato até à sua celebração (versão minimalista);
  - **Caderno de encargos:** contém as cláusulas a incluir no contrato a celebrar, as quais dizem respeito aos aspetos da execução do contrato (projeto de contrato).
3. **Apresentação de propostas:** a proposta, e os documentos que constituem a proposta, são apresentados através de upload na plataforma eletrónica utilizada pela entidade adjudicante;
4. **Análise das propostas:** as propostas são analisadas em todos os seus atributos, termos ou condições, representados pelos fatores e subfatores que densificam o critério de adjudicação, sendo elaborados, pelo Júri do Procedimento, os relatórios de análise das candidaturas e das propostas que definem a entidade vencedora do procedimento.

Como critério de adjudicação poderá ser adotado o critério da **melhor relação qualidade/preço**<sup>8</sup>. Todavia, a aplicação do CCP pretende privilegiar que a adjudicação seja efetuada à **proposta economicamente mais vantajosa** mediante um modelo de avaliação que integre, por exemplo, os seguintes parâmetros:

- Fatores e subfatores que densificam o critério de adjudicação;
- Coeficientes de ponderação;

- Escala de pontuação;
- Modo de atribuição das pontuações a cada fator.

Exemplo de fatores e subfatores do critério de adjudicação:

- **Qualidade:** valor técnico, características funcionais, sociais, ambientais e inovadoras;
- **Qualificação e experiência do pessoal:** caso a qualidade do pessoal empregue tenha um impacto significativo ao nível da execução do contrato, designadamente em contratos de serviços de natureza intelectual, tais como consultoria ou os serviços de projeto de obras;
- **Serviço de assistência técnica:** pós-venda e condições de entrega (data, prazo, etc.);
- **Sustentabilidade ambiental ou social do modo de execução do contrato:** tempo de transporte, disponibilização do produto, determinação de origem ou indicação geográfica em caso de produtos certificados.

A utilização desta modalidade (adjudicação da proposta economicamente mais vantajosa) 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.

<sup>7</sup> Preço Base: montante máximo que a entidade adjudicante se dispõe a pagar pela execução de todas as prestações que constituem o objeto do procedimento concursal, incluindo eventuais renovações, devendo ser fundamentado.

<sup>8</sup> Modalidade de avaliação do preço ou custo enquanto único aspeto da execução do contrato a celebrar sendo necessário definir os restantes elementos nas peças do procedimento, submetendo apenas à concorrência o preço a pagar pela entidade adjudicante pela execução de todas as prestações que constituem o objeto daquele.

Para mais detalhe sobre este tema, aconselha-se a consultar o tema “Compras Verdes”.

Com a publicação do primeiro relatório (Relatório Preliminar) segue-se a fase de audiência prévia. Somente depois

de clarificadas eventuais questões é publicado o Relatório Final, no qual se identifica a proposta vencedora. Posteriormente procede-se à celebração do contrato, o qual que implica uma fase de habilitação.



O contrato constitui um vínculo jurídico entre o contraente público e o co-contratante, destinado a estabelecer a regulamentação de interesses entre as partes que o formalizam, incluindo todas as obrigações e deveres assumidos no cumprimento do procedimento que dele resulta.

- O contrato pode ser modificado, desde que devidamente fundamentado, e dentro de determinados limites;
- O contrato pode ser extinto em caso de incumprimentos, seja por razões imputáveis à entidade pública, por razões imputáveis ao co-contratante ou devido a atrasos nos pagamentos.

### Compras Ecológicas

O preço é um critério muito importante na contratação pública e no processo de compras públicas, sendo inquestionável a sua influência na designação do adjudicatário.

Todavia, existem mecanismos que permitem introduzir na contratação pública considerações de natureza

social e ambiental, sob a forma de condições especiais de execução do contrato, ou como formas de avaliar as propostas (critérios de adjudicação), que facilitam a integração de preocupações ambientais e sociais nos critérios de aquisição de bens ou serviços pelas entidades públicas:

## Compras Ecológicas

Compras

Compras Ecológicas  
(ou verdes)

Compras  
Sustentáveis

- As compras ecológicas (ou verdes) incluem, além da variável económica (qualidade/preço), a variável ambiental, beneficiando produtos que não agridam o meio ambiente;
- As compras sustentáveis consideram os impactes ambientais ao longo de todo

o processo, seja ao nível do design, da utilização de recursos não renováveis, dos métodos de produção, da logística, da utilização, manutenção e reutilização do produto, das opções de reciclagem no fim de vida.



A Estratégia Nacional de Compras Públicas Ecológicas 2020 (ENCPE 2020) potencia a incorporação da sustentabilidade ambiental nas compras públicas, estimulando as ativida-

des económicas verdes e contribuindo para a sustentabilidade, num compromisso com as gerações futuras e com a utilização racional e inteligente de recursos.

“

**As aquisições ambientalmente orientadas permitem às autoridades públicas alcançar, também, resultados económicos, na medida que produzem efeitos ao nível da poupança de materiais e energia e da redução da produção de resíduos e de diferentes tipos de emissões.**

”

**No sector público, a implementação de práticas de compras ecológicas, ou sustentáveis, depende fundamentalmente dos responsáveis pela elaboração das especificações técnicas dos cadernos de encargos:**

- Definir um título “ecológico” ou incluir critérios de sustentabilidade na descrição da compra/aquisição;
- Incluir requisitos técnicos que incorporem considerações ambientais e sociais, valorizando os produtos/serviços cujo desempenho supere o nível mínimo fixado.





# Anexo: Programas disponíveis até 2020

## Portugal 2020

O **Portugal 2020** é o programa de fundos comunitários para o desenvolvimento económico, social e territorial de Portugal no período 2014–2020.

Integra-se num Acordo de Parceria celebrado entre Portugal e a Comissão Europeia e está enquadrado na Estratégia Europa 2020.

Reúne Fundos Europeus Estruturais e de Investimento (FEEI), Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional (FEDER), Fundo de Coesão, Fundo Social Europeu (FSE), Fundo Europeu Agrícola de Desenvolvimento Rural (FEADER) e Fundo Europeu dos Assuntos Marítimos e das Pescas (FEAMP).

O pacote financeiro é de mais de 25 mil milhões de euros e estes fundos estão divididos em 16 Programas Operacionais, destacando-se, para a área da sustentabilidade, o PO SEUR.

Mais informações em: [www.portugal2020.pt](http://www.portugal2020.pt)

### PO SEUR

O **Programa Operacional Sustentabilidade e Eficiência no Uso de Recursos (PO SEUR)** pretende contribuir para a afirmação da Estratégia Europa 2020, especialmente na prioridade de crescimento sustentável, assente numa utilização mais eficiente de recursos.

Os três vetores que serão basilares para a mobilização dos fundos comunitários são: **a transição para uma economia de baixo carbono**, focada na promoção da eficiência energética, em especial, na redução

de consumos energéticos na administração pública – modelo ECO.AP, com o objetivo específico de redução de 30% –, e na promoção de eficiência energética no setor dos transportes, empresas e edifícios residenciais; na prevenção de riscos e adaptação às alterações climáticas; e na proteção do ambiente e promoção da eficiência de recursos, assentes na operacionalização das estratégias para o setor dos resíduos (PERSU 2020), para o setor das águas (PENSAAR 2020), para a biodiversidade e para os passivos ambientais.

Na estratégia preconizada para o PO SEUR existem oportunidades de financiamento que, mediante condições específicas, apoiam os investimentos em eficiência energética.

Mais informações em: [www.poseur.portugal2020.pt](http://www.poseur.portugal2020.pt)

## IFRRU 2020

### O Instrumento Financeiro para a Reabilitação Urbana – IFRRU 2020

é um instrumento financeiro destinado a apoiar investimentos em reabilitação urbana, que cobre todo o território nacional.

Para potenciar o investimento, o IFRRU 2020 reúne diversas fontes de financiamento, quer fundos europeus do PORTUGAL 2020, quer fundos provenientes de outras entidades como o Banco Europeu de Investimento e o Banco de Desenvolvimento do Conselho da Europa, conjugando-os com fundos da banca comercial. Num único pedido de financiamento,

o IFRRU 2020 apoia, em condições mais favoráveis, o investimento na reabilitação urbana e na eficiência energética do imóvel a reabilitar, sem restrições na natureza da entidade que solicita o financiamento ou no uso a dar ao imóvel a reabilitar.

Saliente-se que os edifícios a reabilitar têm de estar localizados numa área delimitada pelo Município, nomeadamente na Área de Reabilitação Urbana (ARU)/Plano de Ação de Regeneração Urbana (PARU) ou no caso de a operação estiver inserida num edifício de habitação social tem de estar localizada na área delimitada pelo Município no Plano de Ação Integrado para as Comunidades Desfavorecidas (PAICD).

Os projetos de investimento poderão ser apresentados num dos bancos comerciais selecionados.

Mais informações em: <https://www.portaldahabitacao.pt/pt/portal/reabilitacao/ifrru/>

## FEE

O **Fundo de Eficiência Energética (FEE)** é um instrumento financeiro que tem como objetivo financiar os programas e medidas previstas no Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética (PNAEE), incentivando a eficiência energética, por parte dos cidadãos, das empresas ou dos organismos públicos, apoiando projetos de eficiência energética e promovendo a alteração de comportamentos, neste domínio.

O FEE apoia projetos em diversas áreas, nomeadamente nos serviços públicos, que contribuam para a redução do consumo final de energia.

Mais informações em: <http://fee.adene.pt>

## PPEC

O **Plano de Promoção da Eficiência no Consumo de Energia Elétrica (PPEC)**, financiado pela ERSE (Entidade Reguladora dos serviços Energéticos), tem como objetivo prioritário, apoiar financeiramente iniciativas que promovam a eficiência e redução do consumo de eletricidade nos diferentes segmentos de consumidores.

Estas iniciativas são implementadas através de ações empreendidas pelos comercializadores de energia elétrica, operadores das redes de transporte e de distribuição de energia, associações e entidades de promoção e defesa dos interesses dos consumidores, associações empresariais, associações municipais, agências de energia e instituições de ensino superior e centros de investigação, sendo destinadas aos consumidores dos diferentes segmentos de mercado.

Existem ações especificamente desenhadas para a Administração Pública Central que apoiam o aumento da eficiência energética das instalações. No PPEC, os promotores das medidas não podem ser beneficiários das mesmas.

Mais informações em: [www.erse.pt](http://www.erse.pt)

## Fundo Ambiental

O **Fundo Ambiental** foi criado através do Decreto-Lei n.º 42-A/2016, de 12 de agosto e tem por finalidade apoiar políticas ambientais para a prossecução dos objetivos do desenvolvimento sustentável, contribuindo para o cumprimento dos objetivos e compromissos nacionais e internacionais, designadamente os relativos às alterações climáticas, aos recursos hídricos, aos resíduos e à conservação da natureza e biodiversidade.

Mais informações em: [www.fundoambiental.pt](http://www.fundoambiental.pt)

### Horizonte 2020

O **Horizonte 2020 – Programa-Quadro Comunitário de Investigação & Inovação (H2020)**, com um orçamento global superior a 77 mil milhões de euros para o período 2014–2020, é o maior instrumento da Comunidade Europeia especificamente orientado para o apoio à investigação, através do cofinanciamento de projetos de investigação, inovação e demonstração.

O apoio financeiro é concedido na base de concursos em competição e mediante um processo independente de avaliação das propostas apresentadas.

O H2020 é dividido em desafios sociais e possui linhas de linhas de investigação e inovação específicas para a redução do consumo de energia e da pegada de carbono mediante uma utilização inteligente e sustentável.

Mais informações em: [www.ec.europa.eu/programmes/horizon2020](http://www.ec.europa.eu/programmes/horizon2020)

### ELENA

A iniciativa comunitária **ELENA – European Local Energy Assistance** foi criada para apoiar, através da sua assistência técnica, organizações na criação e implementação de projetos de uma maneira mais eficiente, para que atraiam novos investimentos.

O programa ELENA apresenta-se como recurso para mobilização de fundos para investimentos em energia sustentável ao nível local, sendo uma iniciativa da Comissão Europeia e o Banco Europeu de Investimento, com o objetivo de dotar as entidades públicas de assistência técnica e apoio específico necessários à implementação de programas e projetos de investimento tais como modernização dos edifícios públicos, construção sustentável, eficiência energética, transportes ecoló-

gicos, entre outros, cofinanciando o custo de suporte técnico necessário para preparar, implementar e financiar o programa de investimentos delineado em sede de candidatura.

Mais informações: [www.eib.org/elena](http://www.eib.org/elena)

### Marguerite

O **Marguerite Fund II** é um fundo de investimento pan-europeu que investe em capital e atuará como catalisador do investimento em energias renováveis, energia, transportes e infraestrutura digital. O fundo é lançado pelo Banco Europeu de Investimento e cinco bancos europeus.

O Fundo terá capacidade para investir mais de 700 milhões de euros em projetos intensivos em infraestruturas em toda a União Europeia e países em fase de pré-adesão.

Mais informações: [www.marguerite.com](http://www.marguerite.com)

