



# GUIA de Boas Práticas

---

**Eficiência Energética em Quartéis de Bombeiros**



**eco** Bombeiros



<b>1. Enquadramento</b>	<b>4</b>
1.1. Medida EcoBombeiros	4
1.2. Promotor	4
1.3. Parceiros	6
1.4. Beneficiários	7
<b>2. Consumos energéticos em quartéis de bombeiros</b>	<b>7</b>
2.1. Metodologia de auditoria	8
2.2. Caracterização geral dos sistemas existentes	9
<b>3. Medidas de melhoria identificadas</b>	<b>10</b>
3.1. Renegociação do contrato de energia elétrica	10
3.2. Alterações nos sistemas consumidores de energia	11
3.2.1. Sistemas de iluminação	11
3.2.2. Sistemas de climatização e ventilação	15
3.2.3. Sistemas de produção de águas quentes sanitárias	18
3.2.4. Sistemas de refrigeração e congelação	20
3.2.5. Outros equipamentos consumidores	22
3.2.6. Sistemas de compensação da energia reativa	23
3.3. Energias Renováveis	25
3.3.1. Sistemas solares térmicos	25
3.3.2. Sistemas solares fotovoltaicos	27
3.4. Alterações na envolvente	28
3.4.1. Envolvente opaca	29
3.4.2. Envolvente translúcida	33
3.4.3 Interior	34
<b>4. Considerações finais</b>	<b>35</b>
<b>5. Referências bibliográficas</b>	<b>36</b>
<b>6. Anexos</b>	<b>37</b>



# 1. ENQUADRAMENTO

## 1.1 Medida EcoBombeiros

As Corporações de Bombeiros voluntários são associações humanitárias cujo principal objetivo é a proteção de pessoas e bens e de defesa do território, com uma larga tradição e implantação nacional. As corporações de bombeiros subsistem de donativos e serviços prestados e não sendo o seu fim o lucro, vivem muitas vezes com dificuldades financeiras e nem sempre estão alertadas para se municiarem de medidas de gestão mais eficientes, nomeadamente no que à energia diz respeito. Sendo que as suas instalações funcionam 24 horas por dia, recorrendo a um variado leque de equipamentos consumidores de energia.

Foi neste âmbito que surgiu a Medida EcoBombeiros - Sensibilização para a eficiência energética em quartéis de bombeiros, um projeto promovido pela S.energia – Agência Regional de Energia para os concelhos do Barreiro, Moita e Montijo que recebeu a aprovação no âmbito da edição 2013/2014 do programa de financiamento PPEC - Plano de Promoção de Eficiência no Consumo de Energia Elétrica, da responsabilidade da ERSE – Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos.

Este projeto envolveu cerca de 60 Corporações de Bombeiros com o objetivo de promover a gestão da energia nas Corporações aderentes, sendo os seus resultados passíveis de potenciar replicação noutras Corporações do país ([www.ecobombeiros.pt](http://www.ecobombeiros.pt)). O envolvimento das Corporações neste projeto foi conseguido através de uma competição pela maior eficiência energética das instalações das Corporações, que resultou num prémio a atribuir em equipamentos de elevada eficiência energética identificados como medidas de melhoria nas auditorias energéticas simplificadas realizadas pelas Agências de Energia participantes nesta medida.

Este guia surge na sequência dos trabalhos de Auditorias Energéticas Simplificadas realizados pelas Agências de Energia parceiras deste projeto junto das Corporações de Bombeiros, e tem como objetivo não só informar mas também constituir uma ferramenta de trabalho mais perene, que possa auxiliar as Corporações na redução dos seus custos de funcionamento, demonstrando com casos práticos as vantagens económicas da adequação dos tarifários, da adoção de comportamentos e equipamentos energeticamente mais eficientes. Como complemento foi introduzido um capítulo sobre as características construtivas dos edifícios, de modo a que possa servir de suporte para futuras intervenções de reabilitação, que muitas vezes resultam sobretudo em ganhos no conforto dos utilizadores dos edifícios.

## 1.2 Promotor

**S.energia** – Agência Regional de Energia para os concelhos do Barreiro, Moita e Montijo

Morada: Rua Gay Lussac nº4 2830-144 Barreiro - Portugal

Telefone: + 351 210 995 139

Email Medida: [ecobombeiros@senergia.pt](mailto:ecobombeiros@senergia.pt)

Email: [geral@senergia.pt](mailto:geral@senergia.pt)

[www.senergia.pt](http://www.senergia.pt)



**AMESeixal** – Agência Municipal de Energia do Seixal  
Rua Paiva Coelho, 23 – Loja 42A, 2840-520 SEIXAL - Portugal  
Tel.: 212 275 656 Email: ameseixal@cm-seixal.pt  
www.cm-seixal.pt/ameseixal

**AREANATEjo** – Agência Regional de Energia e Ambiente do Norte Alentejano e Tejo  
Rua D. Nuno Álvares Pereira, n.º 61, 1.º Esq. 7300-200 Portalegre - Portugal  
T: +351 245 309 084 F: +351 245 309 086 Email: info@areanatejo.pt  
www.arenatejo.pt

**ENA** – Agência de Energia e Ambiente da Arrábida  
Avenida Belo Horizonte - Edifício Escarpas Santos Nicolau, 2910-422 Setúbal - Portugal  
Tel.: (+351) 265 546 194 Fax.: (+351) 265 546 196  
Email: geral@ena.com.pt  
www.ena.com.pt

**ENEAREA** – Agência Regional de Energia e Ambiente do Interior  
Rua Nova do Jardim, N.º16, 6250-065 Belmonte  
T: (+351) 275 323 116 E: contacto@enerarea.pt  
www.enerarea.pt

**OesteSustentável** – Agência Regional de Energia e Ambiente do Oeste  
Avenida General Pedro Cardoso, nº 9  
Apartado 811 2500-922 Caldas da Rainha - Portugal  
Tel: 262 839 030 Fax: 262 839 031 Email: oestesustentavel@oestedigital.pt  
www.oestesustentavel.pt

## 1.4 Beneficiários

### **S.energia**

Bombeiros Voluntários Corpo de Salvação Pública do Barreiro  
Bombeiros Voluntários de Canha  
Bombeiros Voluntários Corpo de Salvação Pública da Moita  
Bombeiros Voluntários do Montijo

### **AMESeixal**

Bombeiros Mistos do Seixal

### **AREANATEjo**

Bombeiros Voluntários de Alter do Chão  
Bombeiros Voluntários de Arronches  
Bombeiros Voluntários de Avis  
Bombeiros Voluntários de Campo Maior  
Bombeiros Voluntários de Castelo de Vide  
Bombeiros Voluntários de Crato  
Bombeiros Voluntário de Elvas  
Bombeiros Voluntários de Monforte  
Bombeiros Voluntários de Ponte de Sor  
Bombeiros Voluntários de Sousel

### **ENERAREA**

Bombeiros Voluntários de Almeida  
Bombeiros Voluntários de Belmonte  
Bombeiros Voluntários de Celorico da Beira  
Bombeiros Voluntários da Covilhã  
Bombeiros Voluntários de Figueira Castelo Rodrigo  
Bombeiros Voluntários de Fornos de Algodres  
Bombeiros Voluntários do Fundão  
Bombeiros Voluntários de Gouveia  
Bombeiros Voluntários de Guarda  
Bombeiros Voluntários de Manteigas  
Bombeiros Voluntários de Meda  
Bombeiros Voluntários de Penamacor  
Bombeiros Voluntários de Pinhel

Bombeiros Voluntários de Sabugal  
Bombeiros Voluntários de Seia  
Bombeiros Voluntários de Trancoso

### **ENA**

Bombeiros Mistos de Águas de Moura  
Bombeiros Voluntários de Palmela  
Bombeiros Voluntários do Pinhal Novo  
Bombeiros Voluntários de Setúbal

### **OesteSustentável**

Bombeiros Voluntários de Alcobça  
Bombeiros Voluntários de Alenquer  
Bombeiros Voluntários de Algueirão Mem Martins  
Bombeiros Voluntários de Alhandra  
Bombeiros Voluntários de Almoçageme  
Bombeiros Voluntários de Arruda dos Vinhos  
Bombeiros Voluntários da Benedita  
Bombeiros Voluntários do Bombarral  
Bombeiros Voluntários do Cadaval  
Bombeiros Voluntários das Caldas da Rainha  
Bombeiros Voluntários de Colares  
Bombeiros Voluntários da Lourinhã  
Bombeiros Voluntários da Merceana  
Bombeiros Voluntários da Nazaré  
Bombeiros Voluntários de Óbidos  
Bombeiros Voluntários de Odivelas  
Bombeiros Voluntários de Pataias  
Bombeiros Voluntários de Peniche  
Bombeiros Voluntários de Queluz  
Bombeiros Voluntários de São Martinho do Porto  
Bombeiros Voluntários de Sintra  
Bombeiros Voluntários de Sobral de Monte Agraço  
Bombeiros Voluntários de Torres Vedras  
Bombeiros Voluntários de Vila Franca de Xira

## 2. Consumos energéticos em quartéis de bombeiros

Neste Guia de Boas Práticas é apresentada a metodologia das auditorias energéticas simplificadas utilizada na Medida EcoBombeiros, assim como os principais resultados deste projeto, focando-se essencialmente nos cerca de 60 relatórios de auditoria realizados. São apresentados de forma global os pontos cruciais da caracterização do desempenho energético dos edifícios analisados, potenciais de melhoria da eficiência energética e possível aplicação de energias renováveis.

Pretende-se com este guia fornecer informações úteis e identificar medidas simples e com fácil implementação para reduzir os consumos, sem nunca afetar o conforto e a qualidade do serviço prestado. A publicação deste guia insere-se numa estratégia de colaboração com as Corporações de Bombeiros, que se pretende de longo prazo, e que se inicia com o projeto EcoBombeiros.

A realidade encontrada nos diversos quartéis de bombeiros foi muito dispar, quer ao nível dos edifícios quer ao nível das suas taxas de ocupação. Foram visitadas Corporações de Bombeiros que contam com a colaboração de 50 a 170 bombeiros voluntários, 20 a 45 funcionários, meios operacionais entre 15 a 30 veículos e com áreas totais cobertas entre 1,000 a 6,000 m<sup>2</sup>. Ao nível dos consumos elétricos anuais, encontrámos edifícios com consumos entre os 24.000 a 262.000 kWh, que se traduzem em custos anuais que variam entre os 4.800€ a 52.400€, representando faturas mensais entre os 400€ e os 4.400€.

No contexto nacional, é conhecido que os custos com energia elétrica subiram bastante na última década, não só pela subida das tarifas (como pode ser verificado na Figura 1), como também pela carga fiscal aplicada ao seu consumo.

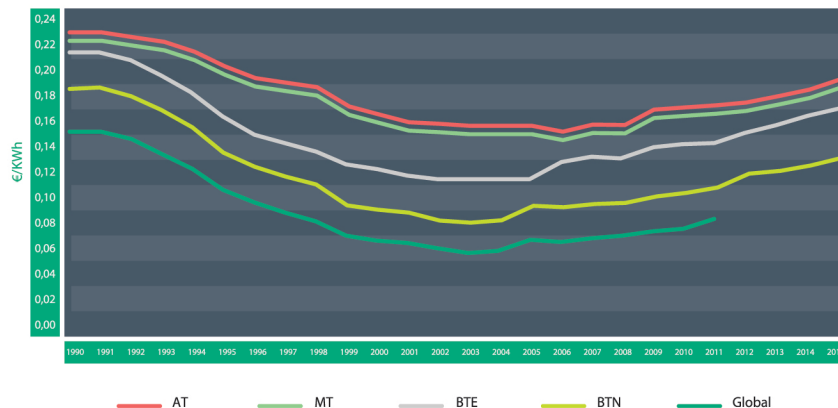


Figura 1 – Evolução das tarifas de venda a clientes finais em Portugal Continental (€/kWh) a preços constantes de 2014 (Fonte: ERSE)

## 2.1 Metodologia de auditoria

A elaboração de uma auditoria energética é uma etapa obrigatória sempre que se pretende reduzir os consumos de energia. É preciso conhecer para agir. Só medindo os consumos dos equipamentos em funcionamento e analisando as faturas de energia se tornará possível identificar medidas de redução dos consumos e quantificando o impacto das mesmas.

A auditoria energética tem como principais objetivos:

- Analisar as condições de utilização da energia nas instalações;
- Avaliar o estado de funcionamento de equipamentos e sua manutenção;
- Elencar as potenciais medidas de economia de energia.

Por definição, auditoria energética entende-se como o exame detalhado das condições de utilização de energia de um dado edifício, por forma a:

- Identificar e quantificar os fluxos de energia utilizados no edifício (eletricidade, tipos de combustíveis, entre outros);
- Caracterizar os sistemas energéticos existentes, o seu estado de conservação, rendimentos de conversão e os respetivos planos de manutenção;
- Verificar se estão satisfeitas as condições de conforto pretendidas;
- Avaliar os consumos energéticos específicos de cada utilização final e/ou de cada sector do edifício (iluminação, aquecimento, ventilação, cozinha, entre outros);
- Calcular o Indicador de Eficiência Energética do edifício;
- Identificar medidas a implementar por forma a melhorar o desempenho energético das instalações.

As auditorias energéticas simplificadas realizadas no âmbito desta medida, foram elaboradas em duas fases distintas, uma primeira que representa a recolha de toda a informação, incluindo visita ao local e respetiva avaliação energética das instalações e uma segunda fase de agrupamento de todo o trabalho de análise e sistematização a informação, sendo ainda necessário realizar simulações da aplicação das medidas de melhoria. Assim, o diagnóstico energético a aplicar esteve de acordo com os seguintes pontos:

- **Recolha de informação prévia** – Coleta de toda a documentação necessária à posterior visita ao imóvel, como sejam as faturas de energia elétrica, plantas (formado digital e/ou em papel), projetos de especialidades (se existirem);
- **Diagnóstico prévio** – Conhecimento do espaço a intervir, procedendo à análise das instalações, equipamentos e processos (por exemplo de climatização, iluminação, etc.). Com a recolha da informação no ponto anterior será possível conhecer o edifício antes da primeira visita identificando, desde logo, algumas patologias ao nível do consumo energético (por análise de faturas elétricas);
- **Visita ao imóvel** – Reconhecimento do espaço e observação das instalações, equipamentos e processos. Será centrado no levantamento de todos os sistemas consumidores de energia (climatização, iluminação e equipamentos) bem como nos sistemas construtivos do edifício e na realização de entrevistas aos responsáveis e utilizadores do edifício, com o propósito de determinar o perfil de funcionamento e hábitos de gestão eficiente da energia.
- **Relatório de Auditoria Energética Simplificada** – Elaboração do relatório de desempenho energético, com a identificação de várias medidas de eficiência energética e estudo de aplicação de energias renováveis, se adequado.

## 2.2. Caracterização geral dos sistemas existentes

A fatura energética representa, quase sempre, um encargo financeiro para qualquer instituição, e as Corporações de Bombeiros não são exceção. Com instalações a funcionar 24 horas por dia, as necessidades energéticas associadas aos serviços prestados são significativas, sendo bastante diversificados os sistemas consumidores de energia presentes. Dos resultados das auditorias realizadas constata-se que a maior fatia de consumo está associada a consumos diversos, que podem incluir equipamentos de escritório, ginásio, cozinha, comunicações, entre outros. Nota-se também, que o peso do consumo energético associado às águas quentes sanitárias (AQS) é também bastante significativo, assim como a contribuição da iluminação, refrigeração e congelação.

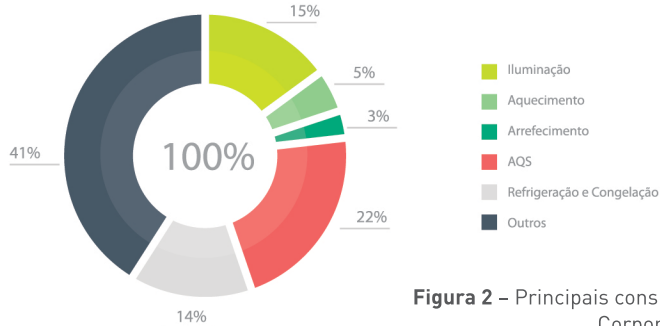


Figura 2 – Principais consumos energéticos (associado ao consumo de eletricidade) Corporações de Bombeiros envolvidas na Medida EcoBombeiros

### Descrição dos sistemas de iluminação

Os sistemas de iluminação analisados são compostos principalmente por lâmpadas fluorescentes tubulares do tipo T8. Em muito menor quantidade, surgem as lâmpadas de iodetos metálicos, utilizadas principalmente em naves com um pé alto mais elevado, e lâmpadas fluorescentes compactas. Ainda se encontram também lâmpadas incandescentes e lâmpadas de halogénio.

### Descrição dos sistemas de climatização e ventilação

Os sistemas de climatização são compostos essencialmente por equipamentos de expansão de direta, sendo a sua esmagadora maioria unidades individuais do tipo split. Em caso de ausência, ou de forma alternativa, encontram-se também outros equipamentos de climatização como aquecedores a óleo, termo-ventiladores ou mesmo simples ventoinhas.

### Descrição dos sistemas de águas quentes sanitárias (AQS)

Os sistemas de águas quentes sanitárias recorrem na sua maioria a caldeiras a gás, existindo também alguns sistemas solares, caldeiras elétricas e esquentadores.

### Descrição dos sistemas de refrigeração e congelação

Nos edifícios estudados é comum encontrar-se um conjunto de equipamentos associados à refrigeração e congelação de produtos alimentares, tais como frigoríficos, arcas frigoríficas, máquinas de vending ou máquinas refrigeradoras de água.

### Descrição de outros equipamentos consumidores

A maior percentagem dos consumos energéticos encontra-se na categoria “outros equipamentos consumidores”, um grupo de carácter geral que engloba consumos de equipamentos associados a diversas funções, como os existentes nos escritórios, oficinas, comunicações, ginásios, cozinhas ou lavandarias.

### 3. MEDIDAS DE MELHORIA IDENTIFICADAS

A redução da fatura energética depende de vários fatores como a escolha dos equipamentos mais adequados às necessidades, o investimento em novas tecnologias, mais eficientes do ponto de vista energético, e da adoção de comportamentos que visem reduzir os desperdícios.

São ainda indicadas, complementarmente, as medidas de melhoria que, embora não impliquem necessariamente redução do consumo de energia elétrica, se traduzem numa redução da fatura energética.

#### 3.1. Renegociação do contrato de energia elétrica

Uma medida associada ao contrato de energia elétrica poderá passar pela alteração do mesmo, procurando-se um fornecedor alternativo que apresente uma melhor tarifa, ou sem alteração de fornecedor, procurar um tarifário mais adaptado ao padrão de consumo, analisando, caso a caso, as vantagens em optar, pela tarifa simples, bi-horária ou tri-horária.

#### CASO REAL ANALISADO

De acordo com o regime de utilização de energia elétrica constante no atual contrato de fornecimento de energia elétrica em análise num dos quartéis de bombeiros, verificou-se que a alteração para o Comercializador 1 é a proposta economicamente mais compensatória, tendo em conta as propostas analisadas, permitindo reduzir os custos anuais de faturação em cerca de 10,1%, o equivalente a 717,27 € (**Quadro 1**).

**Quadro 1** - Custos dos diversos comercializadores de energia elétrica

Mês	Comercializador Atual €	Comercializador 1 (Proposta) €	Comercializador 2 (Proposta) €	Comercializador 3 (Proposta) €	Comercializador 4 (Proposta) €	Economia)relativamente à proposta de menor valor) €
Dez.13-jan.14	1.187,73	1078,96	1.322,97	1.129,49	1.166,32	108,77
Fev.-Mar.14	1.834,52	1.692,99	2.041,97	1.761,50	1.832,89	141,53
Abr.-Mai.14	862,85	766,04	944,03	805,32	823,74	96,81
Jun.-Jul.14	1.283,59	1.141,09	1.391,29	1.192,86	1.232,46	142,50
Ago.-Set.14	781,74	683,56	848,08	720,76	734,05	98,17
Out.-Nov.14	1.134,78	1.005,32	1.229,94	1.052,70	1.084,61	129,46
<b>TOTAL</b>	<b>7.085,21</b>	<b>6.367,94</b>	<b>7.778,28</b>	<b>6.662,64</b>	<b>6.874,08</b>	<b>717,27</b> <b>10,1%</b>



Recomenda-se assim a opção por esta medida, sendo que a mesma se encontra sujeita à solicitação por parte do proprietário de uma proposta ao novo comercializador. Aquando as solicitações de propostas poderão ser incluídos outros comercializadores de energia elétrica. Esta medida não apresenta investimento inicial.

A iluminação representa geralmente cerca de 15-20% do consumo total de eletricidade dos edifícios.

Na escolha das lâmpadas deve ter-se em atenção os seguintes parâmetros:

- Temperatura de cor;
- Índice de reprodução de cor (CRI);
- Classe energética.

#### Lâmpadas eficientes

A eficácia luminosa de uma lâmpada traduz-se na quantidade de luz emitida por unidade de potência elétrica (W) consumida. Mede-se em “lumens por watt” (lm/W) e permite comparar a eficiência de diferentes fontes de luz. O quadro seguinte mostra que, para obter a mesma iluminação, medida em lumens, as lâmpadas existentes no mercado apresentam consumos energéticos muito diferentes, sendo que a tecnologia LED \*light emitting diode\* é a mais eficiente.



Figura 3 – Tipos de lâmpadas: a) incandescente b) halogénio c) Fluorescente compacta d) LED

Quadro 2 – Eficiência energética das lâmpadas

	Lâmpada Incandescente (a)	Lâmpada Halogéneo (b)	Lâmpada Fluorescente Compacta (c)	Lâmpada LED (d)
450 lumens	40 Wh	29 Wh	11 Wh	9 Wh
800 lumens	60 Wh	43 Wh	13 Wh	12 Wh
1.100 lumens	75 Wh	53 Wh	20 Wh	17 Wh
1.600 lumens	100 Wh	72 Wh	23 Wh	20 Wh
Durabilidade	1 ano	1 – 3 anos	6 – 10 anos	15 – 20 anos

Fonte: ADENE



As lâmpadas incandescentes convencionais só aproveitam cerca de 5% da energia elétrica que consomem para produzir luz. Os restantes 95% são transformados em calor, sem aproveitamento luminoso.

As lâmpadas LED permitem reduzir os consumos de energia elétrica em cerca de 80% quando substituem lâmpadas incandescentes. Comparando as lâmpadas fluorescentes compactas com as lâmpadas LED, a diferença na poupança obtida não é tão significativa (redução de 15%), apesar de as LED durarem duas a três vezes mais.

**Quadro 3** – Comparação de custos entre dois tipos de lâmpadas

	<b>Lâmpada Incandescente</b>	<b>Lâmpada LED</b>
<b>Potência</b>	75 W	17 W
<b>Fluxo luminoso</b>	1.100 lumens	1.100 lumens
<b>Tempo de vida útil</b>	1.000 horas	60.000 horas
<b>Tempo médio de utilização diária</b>	3 horas	3 horas
<b>Preço unitário</b>	1 €	10 €
<b>Quantidade de lâmpadas em 10 anos</b>	10	1
<b>Custo total das lâmpadas</b>	10 €	10 €
<b>Custo total de eletricidade (10 anos)*</b>	150 €	34 €

\* considerando um preço do kWh de 0,20 €

## DICAS DE BOAS PRATICAS

Desligar a iluminação quando não se encontram nos diferentes espaços do edifício, durante o horário de funcionamento e final do dia;

Desligar a iluminação artificial em benefício da luz natural;

Instalar tubos de iluminação natural em zonas sem janelas ou outras aberturas para o exterior;

Preferir cores claras nas paredes e tetos pois refletem melhor a luz, permitindo a instalação de lâmpadas com menor potência;

Substituir, quanto antes, as lâmpadas incandescentes e de halogéneo por lâmpadas LED ou fluorescentes (tubulares ou compactas);

Reduzir ao mínimo a iluminação ornamental em zonas exteriores (jardins, etc.);

Manter limpos os vidros das luminárias para evitar ineficiências;

Utilizar iluminação direta em zonas pontuais (por exemplo, zona de leitura), reduzindo os níveis de iluminação geral. Para além de poupar, esta solução permite criar ambientes mais confortáveis;

Nos halls de entrada, corredores, garagens, zonas comuns e locais com pouca passagem, colocar detetores de presença para que as luzes se acendam e apaguem automaticamente;

Em salas de grandes dimensões, separar circuitos de iluminação, juntando, por exemplo, as lâmpadas perto das janelas no mesmo interruptor, por forma a não ter que acender as mesmas quando existe luz natural suficiente;

Instalar balastros eletrónicos, mais eficientes que os balastros ferromagnéticos, nas luminárias com lâmpadas fluorescentes tubulares;

Instalar equipamentos de regulação de fluxo luminoso em zonas com vários níveis de iluminação.



A análise aos sistemas de iluminação interior permitiu identificar 3 principais oportunidades de racionalização energética, resultantes quer da adequabilidade da iluminação nos diferentes espaços quer do tipo de utilização que neles se pratica, tendo em conta três situações distintas, nomeadamente:

- Substituição direta dos sistemas de iluminação;
- Substituição dos sistemas de iluminação em fim de vida útil;
- Seleção dos sistemas de iluminação com maior utilização.

De forma a verificar as melhores opções foram analisadas as seguintes propostas apresentadas no quadro 4.

**Quadro 4** – Identificação das medidas de melhoria propostas

Iluminação Alvo	N.º	Propostas (P)
<b>FT8 58W</b> (lâmpadas existentes na Secretaria, Sala da Central e Parque de Viaturas)	77	P1. Substituição direta: LED de 23W
		P2. Substituição em fim de vida útil: LED de 23W
<b>FT8 18W</b> (lâmpadas existentes na Sala do Bombeiro)	28	P3. Substituição direta: LED de 9W
		P4. Substituição em fim de vida útil: LED de 9W
<b>INC 40W</b> (total de lâmpadas existentes na instalação)	17	P5. Substituição direta: FC de 12W
		P6. Substituição em fim de vida útil: FC de 12W

No quadro seguinte apresentam-se as economias energéticas anuais associadas às medidas de melhoria supramencionadas, sendo que para cada um dos sistemas de iluminação alvo selecionaram-se aquelas que apresentam os resultados mais atrativos.

Verifica-se que a aplicação conjunta das medidas selecionadas permite uma redução global do consumo na ordem dos 3.505 kWh por ano, o equivalente a 598 €, sendo o período de retorno simples ou “pay-back” do investimento de 4,3 anos. Refere-se que estes valores são indicativos, carecendo de verificação das condições de substituição e propostas comerciais para a referida alteração.

**Quadro 5** - Economias anuais associadas à melhoria dos sistemas de iluminação existentes

Medida de Melhoria	Consumo Energético Atual		Consumo Energético Futuro		Economia		Investimento	Período de Retorno Simples
	kWh	€	kWh	€	kWh	€	€	Anos
<b>P2</b>	5.052	861	2.003	341	3.049	520	2.180	4,2
<b>P4</b>	786	134	393	67	393	67	347	5,2
<b>P6</b>	79	13	16	3	63	11	25	2,3
<b>TOTAL</b>	<b>5.917</b>	<b>1.008</b>	<b>2.412</b>	<b>411</b>	<b>3.505</b>	<b>598</b>	<b>2.552</b>	<b>4,3</b>

## 3.2. Alterações nos sistemas consumidores de energia

### 3.2.2. Sistemas de climatização e ventilação

A qualidade de construção, os materiais utilizados, a orientação e desenho do edifício influenciam em grande medida as necessidades de climatização. Consta-se a existência de três diferentes tipos de equipamentos de ar condicionado:

- Split - os modelos mais comuns, são compostos por duas unidades: uma para colocar no interior e outra no exterior do edifício. Existem modelos que apenas permitem arrefecer o ar ou adicionalmente, aquecê-lo, quando equipados com bomba de calor.
- Multi-split - compostos por uma unidade para colocação no exterior e várias no interior do edifício, o que permite dispor de ar condicionado em várias divisões do edifício.
- Unidades portáteis convencionais - são modelos de pequenas dimensões e pouco eficazes do ponto de vista energético.

A etiqueta energética dos equipamentos de ar condicionado contém as seguintes informações:

- Consumo anual de energia;
- A capacidade de arrefecimento;
- Os coeficientes de eficiência energética em frio (EER) ou calor (COP), e respetivas medidas de eficiência;
- Os aparelhos com EER ou COP mais elevados são os mais eficientes no desempenho, refletindo-se na poupança de energia.

Os aparelhos do tipo “inverter” consomem entre 20 a 30% menos de eletricidade que os aparelhos ditos convencionais, constituindo uma solução mais eficiente.

Nos casos em que os sistemas de aquecimento, ventilação e ar condicionado (AVAC) são demasiado rudimentares e/ou simplificados, poderá ser mais adequado sugerir a sua modernização e implementação de sistemas de gestão centralizada com vantagens na redução dos consumos energéticos como se apresenta no caso real analisado.



Regulação dos termóstatos para uma temperatura interior de 21-23°C (no Verão) e de 20-18°C (no Inverno);

Evitar a climatização de espaços não utilizados ou vazios;

Proceder com regularidade à limpeza dos filtros de ar e outras tarefas de manutenção periódica dos equipamentos;

Garantir um bom isolamento térmico, uma vez que este influencia significativamente a eficiência dos sistemas de climatização;

Quando o sistema de aquecimento se encontrar ligado deve: manter as portas e janelas fechadas; reduzir as entradas de ar frio e evitar desperdícios de energia; manter os sistemas de sombreamento fechados à noite, sempre que possível; nos dias de sol, aproveitar ao máximo a entrada de radiação solar na instalação para aquecê-la “gratuitamente”; e ventilar regularmente a instalação, abrindo as janelas apenas alguns minutos de cada vez;

Quando o sistema de arrefecimento se encontrar ligado deve: evitar a entrada de ar quente durante o dia e evitar desperdícios de energia; ativar os sistemas de proteção solar, para reduzir a entrada de radiação solar na instalação e evitar o aquecimento desnecessário; ventilar a instalação à noite abrindo janelas sempre que possível;

Na hora da compra aconselhe-se com profissionais, mas evite sobredimensionar a instalação;

Instalar toldos, fechar os estores e correr as cortinas são formas eficazes de reduzir a subida de temperatura nos edifícios;

Uma ventoinha, especialmente de teto, pode ser suficiente para manter um nível adequado de conforto;

É importante colocar os aparelhos de ar condicionado em locais que não sejam expostos diretamente ao sol e com boa circulação de ar. De igual modo, as unidades condensadoras (elemento exterior do split ou do multi-split) devem ser colocadas nas partes mais sombreadas do telhado.

A análise aos sistemas de climatização e ventilação permitiu identificar uma principal oportunidade de racionalização energética resultante da eliminação de equipamentos considerados de pequena dimensão, como é o caso de radiadores e ventiladores. Os equipamentos de pequena dimensão são na maior parte dos casos grandes consumidores de energia, apresentado uma baixa eficiência energética na climatização de espaços amplos, destinando-se ao aquecimento localizado e para curtas utilizações.

**Quadro 6** - Economias anuais associadas à melhoria dos sistemas de climatização e ventilação

Medida de Melhoria	Consumo Energético Atual		Consumo Energético Futuro		Economia		Investimento	Período de Retorno Simples
	kWh	€	kWh	€	kWh	€	€	Anos
<b>Eliminação dos equipamentos de pequena dimensão</b>	1.050	174	0	–	1.050	174	–	n.a.
<b>TOTAL</b>	<b>1.050</b>	<b>174</b>	<b>0</b>	<b>–</b>	<b>1.050</b>	<b>174</b>	<b>–</b>	<b>n.a.</b>

Os sistemas AVAC existentes apresentam um sistema de gestão demasiado rudimentar e/ou simplificado. Tal situação leva a uma utilização pouco económica destes equipamentos, obrigando os a trabalhar muitas horas, com um grande impacto ao nível do consumo energético e ao nível da fadiga do material, com o conseqüente aumento dos custos de manutenção e sem que isso se repercuta positivamente no conforto e na qualidade do ar existente no interior dos edifícios.

Assim, sugere-se a implementação de um sistema de gestão centralizada destacando-se as seguintes vantagens

- Reposição do correto funcionamento dos equipamentos existentes;
- Dotação de todos os sistemas de AVAC com uma gestão inteligente, capaz de tirar o máximo partido dos equipamentos com o menor desgaste e consumo possíveis;
- Controlar independentemente as unidades interiores e exteriores efetuando um controlo por espaços, quando exequível;
- Ligar e desligar, em conjunto ou individualmente cada uma das unidades interiores;
- Escolher individualmente as temperaturas de Verão e Inverno para cada uma das zonas definidas;
- Visualizar o estado de funcionamento (ligado/desligado) dos diversos grupos de unidades interiores;
- Sinalização e memorização de avarias, por código alfa numérico, para cada unidade interior;
- Inibir ou desinibir funções de comando dos painéis de controlo locais das unidades interiores, como por exemplo a alteração das temperaturas memorizadas.

## 3.2. Alterações nos sistemas consumidores de energia

### 3.2.3. Sistemas de produção de águas quentes sanitárias

Existem diversas tecnologias para o aquecimento de água quente sanitária (AQS), as quais podemos dividir em duas tipologias distintas:

**Sistemas instantâneos** - aquecem a água no mesmo instante em que são acionados. É o caso dos esquentadores a gás ou caldeiras murais. O inconveniente destes sistemas centra-se no desperdício de uma quantidade considerável de água e energia, até que se atinja a temperatura desejada. Este desperdício será tanto maior quanto a distância entre o sistema de aquecimento e o ponto de consumo. Outra desvantagem está no facto de o sistema funcionar em regime de “para-arranca”, o que incrementa consideravelmente o consumo e deteriora o equipamento. Por outro lado, apresentam prestações muito limitadas no abastecimento de dois pontos de consumo em simultâneo.

**Sistemas de acumulação** - aquecem a água para armazenamento num depósito e posterior utilização. É o caso dos sistemas solares térmicos, termoacumuladores elétricos e termoacumuladores associados a caldeiras ou bombas de calor. Os sistemas associados a caldeiras são os mais utilizados entre os sistemas de produção centralizada de água quente. A água, uma vez aquecida, é armazenada, para uso posterior, num tanque acumulador devidamente isolado. Estes sistemas evitam os permanentes “para-arranca”, passando a trabalhar de forma contínua e, portanto, mais eficiente. A água quente acumulada permite utilizações simultâneas mantendo os níveis de conforto dos utilizadores. Os termoacumuladores de resistência elétrica são sistemas que necessitam bastante controlo. Quando a temperatura da água baixa a um determinado nível, entra em funcionamento uma resistência. É importante que o termoacumulador, para além de estar bem isolado, seja equipado com um relógio programador para aproveitar os diferentes períodos tarifários de energia elétrica, como as horas de vazio e super vazio, ou que o sistema seja alimentado por uma fonte renovável de energia.

## DICAS DE BOAS PRATICAS



Optar por sistemas com acumulação de água quente que, geralmente, são mais eficientes do que os sistemas de produção instantânea e sem acumulação;

Isolar, de forma correta, os acumuladores e as tubagens de distribuição de água quente para reduzir as perdas de energia;

Preferir os duches aos banhos de imersão, que consomem quatro vezes mais água;

Evitar fugas de água na canalização. O simples gotejar de uma torneira pode significar uma perda de 100 litros de água por mês;

Colocar nas torneiras redutores de caudal que permitem reduzir o consumo de água para metade;

Instalar reguladores de temperatura com termostato, principalmente no duche, para poupar entre 4% a 6% de energia;

Não ultrapassar uma temperatura da água de 35°C, suficiente para uma sensação de conforto na higiene pessoal;



A análise do atual sistema de produção de AQS permitiu verificar que 7,6% do total de energia elétrica da instalação diz respeito ao consumo do termoacumulador elétrico existente na cozinha.

Desta forma, foi identificada 1 oportunidade de racionalização energética, nomeadamente a colocação de um temporizador (relógio) no termoacumulador elétrico existente, por forma à redução do número de horas de utilização;

A colocação de um temporizador (relógio) no equipamento instalado permite o controlo do horário de funcionamento do mesmo, apresentando-se como uma solução bastante atrativa, na medida em que possibilita atingir reduções na ordem dos 5.256 kWh por ano, valor correspondente a 814 €, conforme apresentado no quadro seguinte.

**Quadro 7** - Economias anuais associadas à colocação de um relógio no atual termoacumulador

Medida de Melhoria	Consumo Energético Atual		Consumo Energético Futuro		Economia		Investimento	Período de Retorno Simples
	kWh	€	kWh	€	kWh	€	€	Anos
Colocação de um temporizador no termoacumulador elétrico	10.512	1.627	5.256	814	5.256	814	10	0,01

Nota: considerou-se que o equipamento estaria desligado durante cerca de 12 horas diárias



## 3.2. Alterações nos sistemas consumidores de energia

### 3.2.4. Sistemas de refrigeração e congelação

Muitas Corporações de Bombeiros gerem, diretamente ou em contrato de concessão, um bar, ou mesmo um espaço para refeições. Alguns dos equipamentos existentes nesses locais estão associados a consumos de energia elétrica significativos. Apresentamos, em seguida, alguns dos casos mais representativos:

#### **Frigoríficos e arcas congeladoras**

Estes são dos eletrodomésticos que mais consomem energia, em grande parte por terem um uso contínuo ao longo do dia. A sua potência não é muito elevada (200 Wh em média) mas o número de horas de funcionamento do seu compressor poderá ser muito elevado. Um dos grandes problemas associados a este tipo de equipamentos prende-se com a formação de gelo, que se forma no interior dos equipamentos, tendo características de um isolante, dificultando o arrefecimento. Existem alguns modelos, conhecidos por “no frost”, ou sem gelo, que oferecem uma circulação contínua de ar no interior que evita a formação de gelo, resultando numa melhoria da eficiência energética.

Por outro lado, pode ser instalado um e-Cube no sistema de refrigeração e congelação, reduzindo o consumo de energia elétrica destes equipamentos. O e-Cube é um equipamento utilizado não só como simulador de alimentos mas também como dispositivo de observação e controlo de temperatura automatizados. Os regulamentos de segurança alimentar (controlo de temperatura) recomendam o uso de simuladores do alimento para monitorizar as temperaturas, sendo que o e-Cube segue estas linhas de orientação, fornecendo temperaturas exatas dos alimentos.

Os sensores usados para monitorizar e/ou controlar a refrigeração medem a temperatura do ar circulante. No entanto, a temperatura do ar varia drasticamente com a utilização, dando uma indicação deficiente da temperatura real do alimento. O e-Cube permite simular a inércia térmica do alimento refrigerado e/ou congelado.

Colocados na sonda do termóstato os e-Cubes reduzem significativamente a frequência de ciclos de refrigeração (na ordem dos 60%), lendo corretamente a temperatura a que os alimentos se encontram e reduzindo a necessidade de arranque dos sistemas de frio, o que origina significativas reduções dos consumos de energia elétrica dos mesmos.

Apontam-se como vantagens do e-Cube:

- Estabilização das variações de temperatura;
- Poupança de energia em pelo menos 10% (valor médio anual);
- Menor uso e desgaste do equipamento;
- Diminuição das avarias;
- Facilitação da manutenção do equipamento;
- Diminuição do ruído;
- Aumento do tempo de vida do equipamento;
- Proteção dos sensores de temperatura.

## DICAS DE BOAS PRATICAS



No ato da aquisição, é de recomendar a compra de frigoríficos e arcas congeladoras de classe A+ (consumo inferior em 42% do consumo médio de um frigorífico de classe A) ou classe A++ (consumo inferior em 30% do consumo médio de um frigorífico de classe A+);

Instalar estes equipamentos em locais frescos e ventilados, afastados de possíveis fontes de calor, como a radiação solar, ou fornos;

Limpar regularmente a grelha na parte traseira do aparelho;

Verificar as borrachas das portas para evitar perdas de frio;

Reduzir o número de vezes em que se abre a porta, tendo em conta que por cada vez que abrir a porta do frigorífico, durante 10 segundos, está a aumentar o consumo energético diário entre 0,2 e 0,8%.

### CASO REAL ANALISADO

A análise aos sistemas de refrigeração e congelação permitiu identificar uma oportunidade de racionalização energética resultante da instalação da instalação de e-Cubes em alguns dos sistemas de refrigeração e congelação existentes, especificamente nos quatro Balcões Refrigeradores, os quais se encontram no Bar.

**Quadro 8** - Economia anual associada à melhoria da categoria “Sistemas de refrigeração e congelação”

Medida de Melhoria	Consumo Energético Atual		Consumo Energético Futuro		Economia		Investimento	Período de Retorno Simples
	kWh	€	kWh	€	kWh	€	€	Anos
Instalação de quatro e-Cube	6.342	1.002	5.391	852	951	150	688	4,6



## 3.2. Alterações nos sistemas consumidores de energia

### 3.2.5. Outros equipamentos consumidores

#### Máquina de café

As máquinas de café do tipo profissional apresentam um consumo de eletricidade significativo. De acordo com medições efetuadas, o consumo, em modo de espera ou standby, é de cerca de 280 Wh e, em funcionamento, de cerca de 2,8 kWh. Deste modo, o consumo total destas máquinas dependerá, essencialmente, do número de cafés servidos. É de recomendar a instalação de relógios programadores, que desliguem a máquina quando o bar encerra, e voltem a ligá-la meia hora antes da sua abertura. Esta simples medida poderá permitir economias energéticas e financeiras significativas. O consumo desnecessário em modo standby poderá representar um custo anual de 200 €, considerando 10 horas de funcionamento desnecessário por dia e um custo da energia de 0,20€/kWh.

#### Máquinas de lavar a roupa

Muitas Corporações encontram-se equipadas com máquinas de lavar a roupa para lavagem das fardas e outros acessórios. Estes equipamentos consomem energia e água de forma significativa, pelo que será necessário adotar bons comportamentos na sua utilização. Grande parte do consumo de um ciclo de lavagem, num valor entre 40 e 90% do total, diz respeito, apenas, ao aquecimento da água. A diferença entre lavar a frio, com uma temperatura de 30°C, e lavar a 60°C, implica um aumento do consumo de energia entre 200% e 400%. A grande evolução de detergentes existentes no mercado nos dias de hoje permite a lavagem de roupa com excelentes resultados a frio, evitando a necessidade de recorrer a pré-lavagens ou temperaturas de lavagem elevadas conduzindo a poupanças substanciais de energia.

## DICAS DE BOAS PRATICAS



Desligar os equipamentos do modo standby ao final do dia (e.g.: TV, router, box, sistema áudio);

Na aquisição de máquinas de lavar roupa, optar por máquinas denominadas bitérmicas. Estas, com duas entradas de água independentes, permitem, também, ser alimentadas por água quente proveniente do sistema da habitação, aquecida por uma caldeira, um termoacumulador, ou mesmo painéis solares. Este tipo de máquina permite significativas poupanças de energia e de tempo na lavagem da roupa;

Utilizar os equipamentos apenas quando atingida a sua capacidade máxima (e.g. máquina de lavar roupa, máquina de secar roupa e máquina de loiça);

A aquisição de novos equipamentos deve ter sempre em conta os critérios de eficiência energética;

Colocação de tomadas com interruptor de forma a fechar o circuito elétrico antes do equipamento.

A análise da categoria “Outros equipamentos consumidores” permitiu identificar uma oportunidade de racionalização energética, nomeadamente a anulação dos consumos em modo stand-by dos equipamentos existentes na instalação, com particular incidência nos computadores, impressoras, monitores entre outros. No Quadro 9 apresenta-se as economias energéticas anuais associadas à medida de melhoria supramencionadas:

**Quadro 9** - Economia anual associada à melhoria da categoria “Outros equipamentos consumidores”

Medida de Melhoria	Consumo Energético Atual		Consumo Energético Futuro		Economia		Investimento	Período de Retorno Simples
	kWh	€	kWh	€	kWh	€	€	Anos
Anulação dos consumos em modo stand-by	11.641	1.839	10.477	1.655	1.164	184	–	n.a.

### 3.2.6. Sistemas de compensação da energia reativa

O consumo de energia reativa está associado a alguns equipamentos que necessitam de criar campos magnéticos para funcionar (motores, transformadores, outros equipamentos). Enquanto a energia ativa é necessária para produzir trabalho, a reativa é essencial para produzir o fluxo magnético indispensável ao funcionamento dos motores, ou mesmo dos transformadores. Fisicamente esta energia não produz trabalho mas “ocupa espaço” que poderia ser ocupado por energia ativa, aumentando as perdas nas redes de distribuição e nas instalações.

A escolha de equipamentos eficientes, com um fator de potência elevado, é uma medida preventiva para evitar gastos de energia reativa. Em instalações existentes, a compensação do fator de potência através da instalação de baterias de condensadores é uma medida de fácil execução e permite evitar o pagamento da energia reativa.

Os consumidores em BTN (baixa tensão normal) não pagam energia reativa. Apenas há lugar à faturação de energia reativa para fornecimentos em BTE (baixa tensão especial), MT (média tensão) , AT (alta tensão),/ MAT (muito alta tensão).

Atualmente, o consumo de energia reativa é fortemente penalizado através da faturação. O objetivo será incentivar a instalação de baterias de condensadores para a compensação deste tipo de energia, contribuindo para uma utilização mais eficiente da rede elétrica.

A energia reativa consumida é a indutiva. A mesma é apenas faturada durante as horas de ponta e horas de cheias, sendo que este período se denomina horas Foras de Vazio (FV). A energia reativa fornecida à rede é a capacitiva. É apenas faturada durante as horas de vazio e super vazio. A este período denomina-se horas de Vazio (V).

A energia reativa indutiva consumida nas horas fora de vazio, que exceda 30% da energia ativa consumida, será faturada ao cliente. Este valor é traduzido pela  $\text{tg } \varphi$  do fator de potência.

A partir de 2012, o período de cálculo passou a ser diário em vez do mensal, sendo aplicados 3 escalões de preço em função da  $\text{tg } \varphi$  (0,3; 0,4 e 0,5).

## CASO REAL ANALISADO

Para efetuar a compensação da energia reativa desta instalação será necessário proceder à instalação de uma bateria de condensadores, regulável, de potência igual ou superior a 25 kVAr a 400 V.

O investimento numa bateria de condensadores de 22,5 kVAr/400V, THDi $\leq$ 20%, com 15 escalões, é de 997,89 euros, sendo que o período de retorno simples ou "pay-back" é de aproximadamente 1,6 anos.

**Quadro 10** - Economias anuais associadas às propostas seleccionadas

Medida de Melhoria	Consumo Energético Atual		Consumo Energético Futuro		Economia		Investimento	Período de Retorno Simples
	kWh	€	kWh	€	kWh	€	€	Anos
Instalação de uma bateria de condensadores	26.007	643,18	0	0	26.007	643,18	997,89	1,6

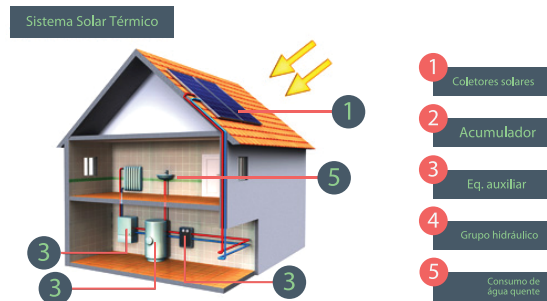
O valor de investimento inclui o preço de uma bateria de condensadores HP 20 Micromatic e proteção recomendada que se apresenta como um interruptor magnetotérmico térmico de 3 polos 63A, 25kA.

Um sistema solar térmico permite aquecer água através da radiação solar, que é posteriormente armazenada num reservatório para utilização, usando assim uma fonte de energia limpa e renovável. A sua principal aplicação é a produção de água quente sanitária. Pode igualmente ser um interessante complemento de apoio ao aquecimento, como por exemplo para sistemas de piso radiante.

Os novos edifícios, com condições de exposição solar adequada, são obrigados a instalar coletores solares para a produção de água quente, sempre que seja tecnicamente viável.

Em todos os casos, os sistemas de energia solar térmica necessitam de um apoio de sistemas convencionais para que assegure as necessidades energéticas não cobertas pelo sistema solar (por exemplo, dias de chuva). Os equipamentos solares não se dimensionam para as condições extremas (inverno e baixa radiação solar), mas sim para as necessidades energéticas médias anuais. Regra geral, os sistemas solares são dimensionados para fornecer cerca de 70% das necessidades energéticas para o aquecimento das águas sanitárias. Dimensionar um sistema para fornecer 100% das necessidades não só encarece, significativamente, o investimento, aumentando o seu tempo de retorno, como também cria o problema de excesso de energia produzida nos meses de verão.

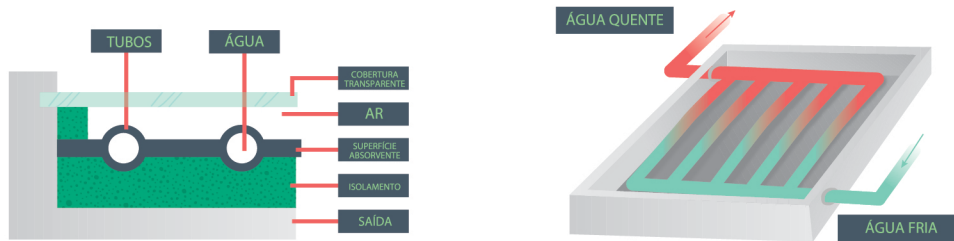
Um sistema solar térmico, como qualquer outra instalação num edifício, deverá ter uma manutenção adequada, realizada por técnicos devidamente credenciados.



**Figura 4** – Sistema solar térmico de circulação forçada (Fonte: ADENE)

Um coletor solar plano é, basicamente, uma chapa preta de metal com tubos dentro da própria placa, sendo constituído por:

- Uma superfície absorvente (placa);
- Uma cobertura transparente;
- Isolamento térmico;
- A caixa.



**Figura 5** – Funcionamento de um coletor solar térmico (Fonte: ADENE)

Os depósitos acumuladores dispõem-se preferencialmente em posição vertical para favorecer a estratificação da temperatura da água. A verticalidade dos depósitos de armazenamento apresenta as seguintes vantagens:

- Estratificação da temperatura da água;
- Menor espaço ocupado;
- Maior eficácia do isolamento térmico (mais reduzidas as superfícies de apoio no solo).

Os coletores devem colocar-se de tal forma que, ao longo do período anual de utilização, aproveitem a máxima radiação solar incidente. Orientam-se ao Sul geográfico, sendo que desvios até 20° relativos à orientação Sul não afetam gravemente o rendimento e a energia térmica fornecida pelo equipamento solar.

Desvios de orientação superiores aos assinalados devem compensar-se com uma maior superfície de coletores.

É ainda conveniente conhecer as sombras de uma fila de coletores sobre a fila seguinte de modo a garantir a operacionalidade do equipamento solar. O mesmo será praticamente inoperante se 20% da superfície estiver sombreada.

Como regra geral, e para instalações em piso horizontal, é necessário que a distância, para coletores com um comprimento de 2 metros, nunca seja inferior a 4,5 metros.

Atualmente, para fazer face às necessidades energéticas para aquecimento de águas a instalação consome, em média, 2.938 kWh por ano, equivalente a cerca de 516,4 €.

De forma a verificar a influência e poupança energética da colocação de um sistema solar térmico para produção de águas quentes sanitárias (AQS), efetuou-se uma simulação no software Solterm 5.1. (vide Ponto 1 do Anexo), a qual considerou a instalação de 6 unidades (painéis) que ocupam 11m<sup>2</sup> em plano horizontal. Devido, às características da área disponível, os painéis serão colocados com uma inclinação de 40° e um azimute Sul. A simulação foi realizada admitindo a utilização de um depósito de acumulação de água para o sistema de aquecimento solar com uma capacidade total de 1.000 litros.

A simulação permitiu verificar uma redução dos encargos energéticos para aquecimento de águas na ordem dos 69,9%, repercutidos numa redução de cerca de 9.546 kWh, o equivalente a 1.677 € por ano.

A medida apresenta um investimento inicial de 10.623 € e um período de retorno simples ou “pay-back” de 6,3 anos.

**Quadro 11** - Economias anuais associadas à instalação de um sistema solar térmico

Medida de Melhoria	Consumo Energético Atual		Consumo Energético Futuro		Economia		Investimento	Período de Retorno Simples
	kWh	€	kWh	€	kWh	€	€	Anos
<b>Instalação de um sistema solar térmico</b>	13.666	2.402	4.120	724	9.546	1.678	10.623	6,3

### 3.3.2. Sistemas solares fotovoltaicos

As células fotovoltaicas convertem diretamente a luz solar em energia elétrica. Estes sistemas, denominados solares fotovoltaicos, podem ser utilizados em locais isolados, sem rede elétrica, como em lugares ligados à rede. Em 2014, o preço de venda da eletricidade produzida a partir de painéis fotovoltaicos, no regime da minigeração, sofreu uma redução de 29,80%, em relação ao ano de 2013. O mesmo aconteceu com a tarifa bonificada no regime de microprodução (até 4,6 kVA) que sofreu, em 2014, uma queda de cerca de 66%. Nestas condições, o investimento em instalações fotovoltaicas para venda da energia elétrica produzida à rede deixou de ser atrativo do ponto de vista económico.

A partir de 2015, com a introdução de um novo quadro legal (Decreto-Lei nº 153/2014 de 20/10/2014 e Portarias nº 14/2015 e 15/2015 de janeiro de 2015), o regime mais interessante passou a ser o do autoconsumo, em que a energia elétrica produzida é consumida, predominantemente, pelo produtor, embora com a possibilidade de injetar o excedente na rede elétrica, vendida a preços de mercado, mediante contrato assinado com a EDP Serviço Universal.

Este modelo é particularmente interessante para reduzir o consumo de energia elétrica em hora de ponta, período tarifário mais desfavorável para o consumidor em BTE e MT.



De forma a verificar a influência da colocação de um sistema solar fotovoltaico efetuou-se uma simulação, que considerou a colocação de 36 módulos fotovoltaicos com potência de 250 Wp e um inversor de potência nominal de 9 kW.

A simulação permitiu obter uma produção energética anual de 14,004 kWh, traduzida numa redução de consumos solicitados à rede de distribuição em baixa tensão de cerca de 2.212 € por ano, considerando o valor médio da tarifa de energia elétrica atualmente contratada na instalação (i.e. 0,16 €/kWh). O investimento da medida rondará os 18.070 €, sendo o período de retorno simples de aproximadamente 8,2 anos.

**Quadro 12** - Economias anuais associadas à instalação de um sistema solar fotovoltaico

Medida de Melhoria	Consumo Energético Atual		Consumo Energético Futuro – Proveniente da Rede		Economia		Investimento	Período de Retorno Simples
	kWh	€	kWh	€	kWh	€	€	Anos
Instalação de um sistema solar fotovoltaico - autoconsumo	56.017	8.850	42.013	6.638	14.004	2.212	18.070	8,2

Ressalva-se que esta medida teve como pressuposto a implementação do sistema fotovoltaico ao abrigo legislação de autoconsumo aprovada pelo Decreto-Lei n.º 153/2014, de 20 de Outubro.

### 3.4. Alterações na envolvente

As fachadas, coberturas, pavimentos, vãos e superfícies envidraçadas são usualmente designadas no âmbito da análise do comportamento térmico de uma edificação como envolvente. Estes elementos constituem na sua totalidade uma membrana de transição entre o exterior e o interior na qual se efetuam trocas de calor sob a forma de ganhos ou perdas de energia, pelo que representam um papel determinante no desempenho energético de uma edificação. Na elaboração deste capítulo foram consultados os seguintes documentos “Reabilitação energética da envolvente de edifícios residenciais” da DGGE (AAVV, 2004) e “Edifícios Existentes. Medidas de melhoria de desempenho energético e da qualidade do ar interior” da ADENE (AAVV, 2011).

De maneira a garantir um nível de conforto adequado para habitar ou realizar outro tipo de atividades no interior sem recurso excessivo a sistemas de climatização mecânicos ou artificiais, deverá prestar-se especial atenção à robustez da massa térmica dos elementos construtivos em contacto direto com o exterior.

A análise e o conhecimento do sistema construtivo do edifício existente é condição determinante para definir a estratégia de melhoramento do seu desempenho energético por via da escolha concertada das soluções de reforço do isolamento térmico, as quais tem como objetivos minimizar a ocorrência de patologias, melhorar o conforto ambiental, e reduzir as necessidades energéticas da edificação.

A envolvente opaca é constituída pelas fachadas, coberturas e pavimentos. Cerca de 20% das perdas de energia sob a forma de calor de uma edificação dão-se pela cobertura, 35% pelas paredes exteriores e 15% nos pavimentos em contacto direto com o solo.

Importa restringir ao máximo as perdas de calor por via do reforço do isolamento térmico destes elementos e pela colmatação de pontes térmicas planas, descontinuidades térmicas ou materiais que servem de canal de fuga direta da energia presentes por norma nas estruturas portantes dos edifícios. O reforço do isolamento térmico da envolvente opaca de uma edificação deverá garantir três condições elementares:

- Cálculo da espessura correta do isolamento térmico;
- Eliminação de pontes térmicas planas pela garantia da continuidade do isolamento;
- Compatibilidade com o sistema construtivo e respeito pela pré-existência arquitetónica

O material dos elementos de isolamento térmico poderá ser em cortiça, poliestireno extrudido (XPS) ou lâ de rocha.

A espessura do material isolante deverá ser determinada em função da constituição dos elementos construtivos e da zona climática em que se encontra o edifício de acordo com os princípios gerais do SCE – Sistema de Certificação Energética dos Edifícios regulado pelo Decreto-Lei n.º 118/2013 de 20 de agosto e Portarias conexas.

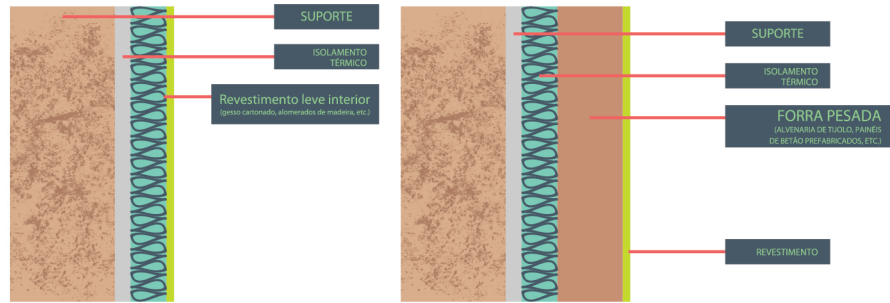
### **Paredes Exteriores**

O reforço do isolamento térmico das paredes exteriores tem como principais vantagens a diminuição do consumo de energia e o aumento do conforto térmico, e pode ser concretizado através de duas opções determinadas pela posição relativa do elemento a isolar, e, pelas condicionantes de execução da empreitada.

#### **a) Isolamento térmico pelo interior**

O isolamento térmico pelo interior consiste na introdução de um material isolante na superfície do paramento existente que confronta com o espaço interno de um edifício. Esta solução poderá revelar-se útil em situações nas quais se pretenda apenas isolar uma fração de uma edificação ou quando a intervenção na fachada do imóvel se encontre condicionada por motivos técnicos, de implantação urbana ou pelo valor histórico e cultural de imóveis classificados.

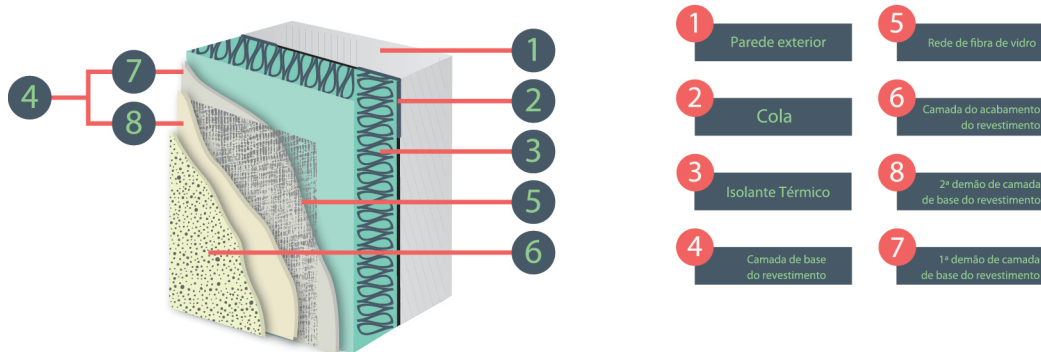
Esta solução poderá ser implementada em duas modalidades mediante o espaço disponível para o aumento da espessura do paramento interior, através da aplicação de um painel isolante pré-fabricado com isolamento térmico e revestimento leve em gesso cartonado ou madeira, ou pela construção de uma contra fachada com isolamento térmico associado a uma forra pesada em alvenaria de tijolo.



**Figura 6** - Soluções de isolamento térmico pelo interior em painel isolante e contra-fachada

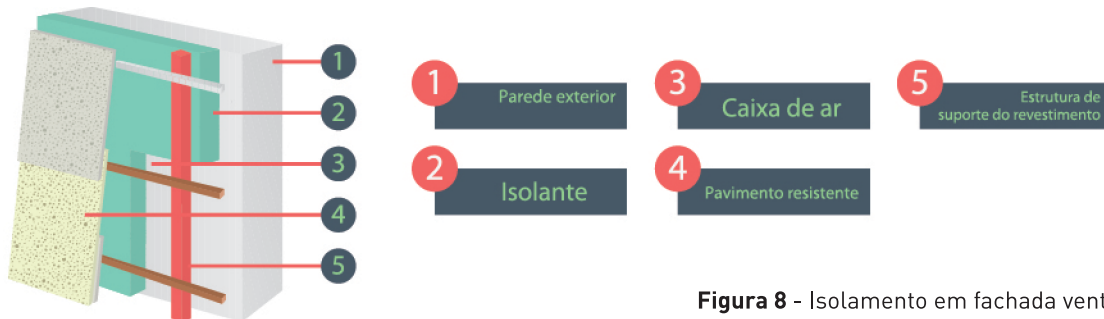
### b) Isolamento térmico pelo exterior

Sempre que possível, deverá optar-se pelo isolamento térmico pelo exterior através da aplicação contínua de um material de isolamento em toda a superfície, por forma a minimizar as descontinuidades térmicas do sistema construtivo e eliminar as pontes térmicas lineares. Estas poderão ser isoladas através da aplicação de soluções de isolamento térmico com revestimento aderente sobre as paredes exteriores (ETICS), ou pela introdução de fachadas ventiladas.



**Figura 7** - Solução de isolamento térmico pelo exterior (ETICS)

A aplicação direta de isolamento sobre suporte rígido existente requer a incorporação de um sistema de proteção contra as ações de punçamento, materializado pela colocação de reboco com malha de fibra de vidro entre a argamassa do reboco e o isolamento térmico.



**Figura 8 - Isolamento em fachada ventilada**

Nas soluções em fachada ventilada, aplica-se o isolamento térmico sobre a parede existente e introduz-se um revestimento independente apoiado numa estrutura fixa à fachada que permite a introdução de uma caixa-de-ar ventilada preenchida com isolamento térmico entre o pano existente e o novo revestimento da parede.

As soluções de isolamento térmico pelo exterior implicam o aumento da espessura da fachada sobre a via pública ou logradouro pelo que se deve atender a este constrangimento na tomada de decisão.

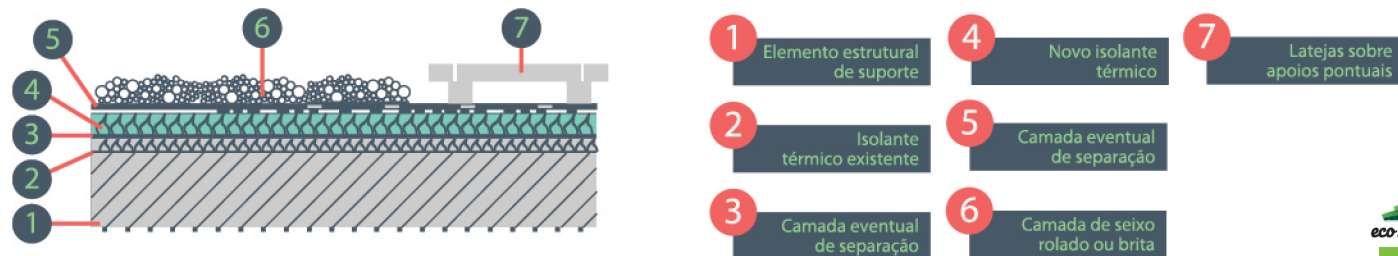
### Coberturas

As coberturas podem-se dividir consoante planas ou inclinadas consoante o grau do pendente de escoamento das águas pluviais. As coberturas planas englobam os terraços e as açoteias, sendo que os telhados correspondem às coberturas inclinadas. O isolamento térmico de uma cobertura é considerado uma intervenção de eficiência energética prioritária, face aos benefícios imediatos, variando as soluções de isolamento térmico consoante a sua tipologia.

### Coberturas Planas

#### a) Invertidas

Nas coberturas planas a introdução de isolamento térmico sobre impermeabilização constitui uma solução de cobertura invertida, e nesta o material isolante encontra-se protegido superiormente pela aplicação duma proteção pesada (lajetas de betão, gravilha, painel sandwich) que impede o seu deslocamento pela ação do vento e o protege da radiação ultravioleta que provoca a sua degradação.



**Figura 9 – Isolamento em cobertura invertida sobre impermeabilização**

## b) Tradicionais

A aplicação de uma tela de impermeabilização sobre isolamento térmico constitui uma solução de cobertura tradicional.

Ao invés da cobertura invertida, na solução de cobertura plana tradicional a tela de impermeabilização é colada por cima do isolamento térmico e sobre esta introduz-se o revestimento de cobertura em gravilha ou lajetas de betão sobre apoios pontuais.

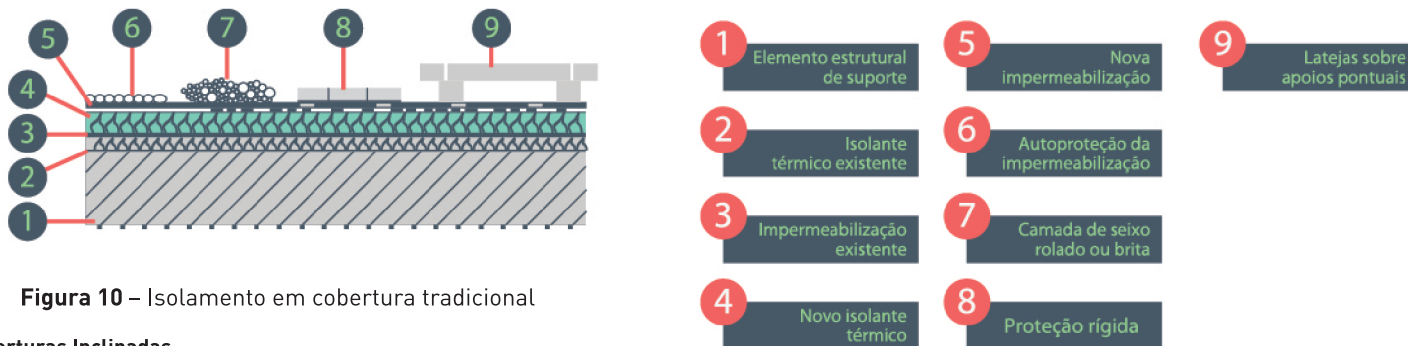


Figura 10 – Isolamento em cobertura tradicional

## Coberturas Inclínadas

As coberturas inclinadas correspondem aos telhados e a inclinação do seu pendente varia consoante a região climática. Estas poderão ser isoladas através da incorporação de isolamento térmico na laje de esteira horizontal ou nos corpos das vertentes.

### A) Isolamento de laje de esteira horizontal

Sempre que possível, isto é, quando o espaço debaixo da cobertura não é utilizado é preferível aplicar a camada de isolamento térmico sobre a esteira horizontal, que deve ser protegida superiormente se o desvão for acessível, o assegurando uma franca ventilação do desvão.

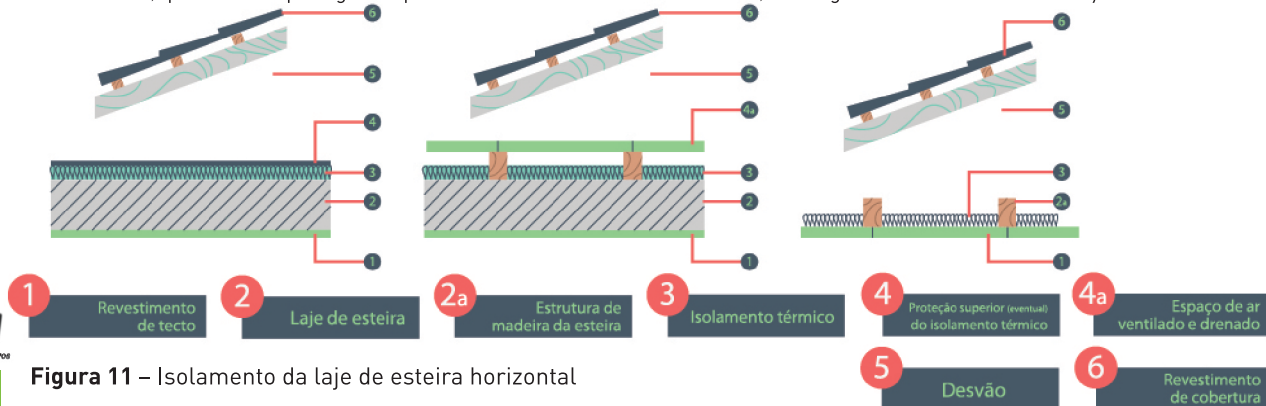


Figura 11 – Isolamento da laje de esteira horizontal

## B) Isolamento das vertentes

As soluções de isolamento térmico aplicado segundo as vertentes das coberturas devem ser apenas reservadas para as situações em que o desvão seja utilizável. Esta solução permite introduzir isolamento térmico entre o suporte rígido e o revestimento do teto.

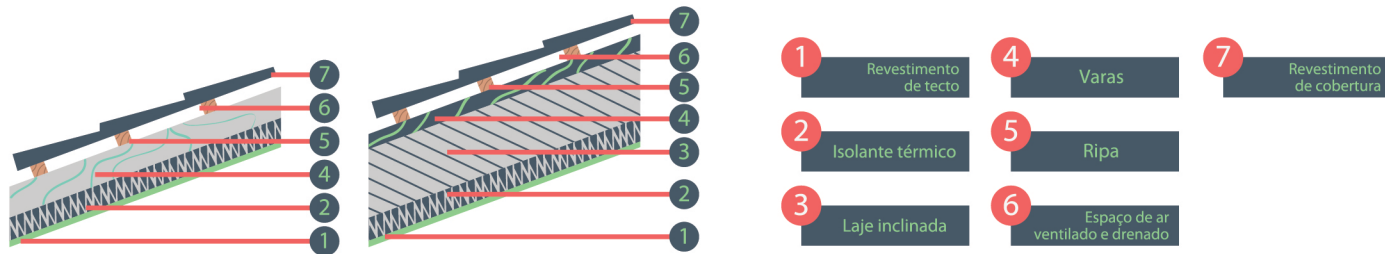


Figura 12– Isolamento das vertentes da cobertura

## 3.4.2. Envoltente Translúcida

A envoltente translúcida compreende os vãos e as superfícies envidraçadas em contacto direto com o exterior. Os vãos envidraçados constituem elementos fundamentais da construção e da arquitetura na mediação entre o espaço interior e exterior. Permitem regular a luz natural, gerir ganhos solares e em média são responsáveis por perdas de energia na ordem dos 25%.

Estas superfícies poderão ser melhoradas pela substituição da caixilharia simples, por caixilharia com vidro duplo e corte térmico. Deverão ser igualmente contemplados sistemas de sombreamento que permitam regular a intensidade da luz e os quais deverão ser instalados no exterior da edificação, como estores, persianas ou portadas.

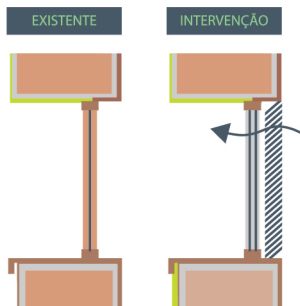
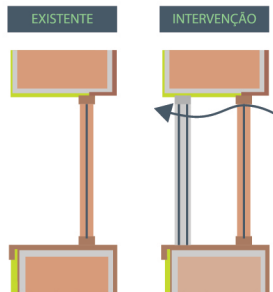


Figura 13 - Solução de melhoria de vãos envidraçados por substituição de caixilharia existente em vidro simples por caixilharia em vidro duplo com corte térmico, e proteção de sombreamento exterior

Em alguns casos e quando o imóvel apresenta valores históricos ou patrimoniais e culturais que importem preservar, poderá contemplar-se a introdução de uma segunda janela pelo interior.



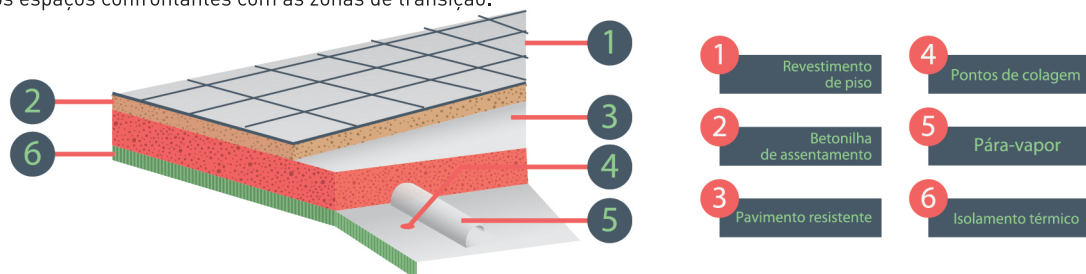
**Figura 14** – Introdução de segunda caixilharia pelo interior

### 3.4.3 Interior

Por envolvente interior compreende-se a fronteira de separação entre fração autónoma de ambientes normalmente não aquecidos, como garagens ou armazéns e demais frações adjacentes a edifícios.

Este espaço de transição revela-se particularmente crítico em Quartéis de Bombeiros e constitui uma área de intervenção que não deve ser negligenciada. Os paramentos e os pavimentos que confrontam com as zonas de garagem deverão considerados elementos em contacto permanente com o exterior, pelo que terão que ser isolados como tal por forma a garantir os níveis de conforto térmico dos espaços de ocupação permanente sem recurso a sistemas de climatização.

As estratégias de isolamento destes espaços dependem da configuração arquitetónica de cada edifício, e poderão desenrolar-se através da introdução de isolamento térmico na superfície inferior das lajes de pavimento que fazem a separação das garagens para os pisos superiores dos Quartéis de Bombeiros e da introdução de isolamento térmico pelo exterior ou pelo interior dos panos de parede, consoante o contexto, uso, permanência de ocupação e extensão dos espaços confrontantes com as zonas de transição.



**Figura 15** – Isolamento inferior de pavimentos sobre envolvente interior



Durante a implementação da Medida EcoBombeiros foram visitadas largas dezenas de Corporações de Bombeiros e deparámo-nos com realidades muito díspares, quer ao nível dos edifícios quer ao nível das suas taxas de ocupação. Foram visitadas Corporações que contam com a colaboração de 50 a 170 bombeiros voluntários, 20 a 45 funcionários, meios operacionais entre 15 a 30 veículos e com áreas totais cobertas entre 1.000 a 6.000 m<sup>2</sup>. Ao nível dos consumos elétricos anuais, encontrámos edifícios com consumos entre os 24.000 kWh a 262.000 kWh, que se traduzem em custos anuais entre os 4.800€ a 52.400€, representando faturas mensais entre os 400€ e os 4.400€.

Com instalações a funcionar 24 horas por dia, as necessidades energéticas associadas aos serviços prestados são significativas, sendo bastante diversificados os sistemas consumidores de energia existentes. Constata-se, através dos resultados das auditorias realizadas, que a maior percentagem de consumo de energia elétrica encontra-se na categoria “outros equipamentos consumidores”, estando associada a um grupo de carácter mais geral, que inclui consumos de equipamentos associados a diversas funções, como os existentes nos escritórios, comunicações, oficinas, ginásios, cozinhas ou lavandarias, entre outros. Verifica-se também que o peso do consumo energético associado às águas quentes sanitárias (AQS) é também bastante significativo, assim como a contribuição dos sistemas de iluminação, refrigeração e congelação.

Deste modo, a redução da fatura energética passa pela escolha dos equipamentos mais adequados às necessidades, pelo investimento em novas tecnologias, mais eficientes do ponto de vista energético, e pela adoção de comportamentos que visem reduzir os desperdícios. No entanto, também são indicadas como complemento medidas de melhoria que embora não impliquem necessariamente redução do consumo de energia elétrica, se traduzem em redução da fatura energética. As medidas de melhoria da eficiência energética, frequentemente apresentadas para os quartéis de bombeiros, são as seguintes:

- Renegociação do contrato de energia elétrica;
- Substituição dos sistemas de iluminação existentes por sistemas mais eficientes;
- Substituição dos sistemas de climatização existentes por sistemas mais eficientes e/ou com possibilidade de gestão centralizada;
- Alterações dos sistemas de produção de águas quentes sanitárias (AQS) existentes;
- Substituição dos sistemas de refrigeração e congelação por sistemas mais eficientes ou colocação de e-Cube na sonda do termóstato reduzindo significativamente a frequência de ciclos de refrigeração;
- Adequação da utilização dos “outros equipamentos consumidores” e redução ou anulação dos consumos em modo standby (consumos parasitas);
- Introdução de sistemas de compensação da energia reativa.

Sempre que considerado adequado, foi estudada a possibilidade de aplicação de energias renováveis nos edifícios, pelo que foi em alguns casos recomendada:

- A introdução de sistema solar térmico para produção de águas quentes sanitárias (AQS);
- A introdução de sistema solar fotovoltaico para produção de energia elétrica no regime de autoconsumo.

Foram ainda introduzidas neste guia algumas recomendações ao nível da envolvente dos edifícios, incluindo fachadas, coberturas, pavimentos, vãos e superfícies envidraçadas. Considera-se que esta informação poderá servir de suporte a futuras intervenções de reabilitação energética da envolvente dos edifícios, resultando sobretudo no aumento do nível de conforto dos seus utilizadores.



Sistematizando, considera-se que sendo a missão das Corporações de Bombeiros a mesma em todo o país, e tendo funcionalmente cada um dos quartéis os mesmos objetivos, na prática os edifícios em que estão instalados são muito diferentes, dificultando a tipificação de soluções. Um segundo fator relevante, não só para os objetivos imediatos do EcoBombeiros, mas sobretudo para um trabalho que se pretende que continue daqui em diante, é a disponibilização de dados de consumo energético, pois verificou-se em alguns casos dificuldade no acesso a essa informação. Acresce também que as informações, tanto técnicas como de viabilidade económica, associadas à eficiência energética, muitas vezes não estão facilmente acessíveis, e que as soluções de serviços e de tecnologia associadas à energia evoluem a velocidade elevada. Mas acima de tudo, é difícil criar hábitos de uso racional de energia.

As Agências de Energia têm como missão promover utilização sustentável dos recursos energéticos no seu território, através do envolvimento com as entidades que nele atuam. Nesse sentido, a Medida EcoBombeiros - Sensibilização para a eficiência energética em quartéis de bombeiros, mais do que um conjunto de ações limitado no tempo, teve como objetivo latente o aproximar as Agências de Energia às Corporações de Bombeiros, as quais, devido à sua missão, nem sempre estão disponíveis e alertadas para as questões eficiência energética e uso racional da energia. Pretende-se que esta proximidade gerada seja potenciadora de futuras colaborações, para lá do âmbito desta medida. Assim, direta e indiretamente poderemos considerar que esta medida é promotora da redução consistente de consumos elétricos.

## 5. Referências bibliográficas

AAVV; Edifícios Existentes. Medidas de melhoria de desempenho energético e da qualidade do ar interior, ADENE, Lisboa, 2011.

AAVV; Reabilitação energética da envolvente de edifícios residenciais; DGGE, Lisboa, 2004.

AAVV; Guia da Eficiência Energética, ADENE – Agência para a Energia, Lisboa, 2010;

AAVV; Guia Prático da Eficiência Energética, EDP - Energias de Portugal, SA, ADENE – Agência para a Energia (Revisão), Lisboa, 2006;

AAVV; Guia técnico do Projeto Gestores Municipais de Energia, ADENE, Lisboa, s./d..

VALADARES, Roberto; CARDOSO, Susana; GRANDÃO, Mário; Edifícios Operacionais dos Corpos de Bombeiros: da Construção à Manutenção, Cadernos Técnicos PROCIV, N.º 18, Autoridade Nacional de Protecção Civil, Lisboa, Outubro de 2011.

## 6.1. Conceitos para análise do contrato de energia elétrica

Quadro 13 - Tarifas de energia elétrica

Designação tarifa	Tensão alimentação (Volts)	Potência utilizada
Baixa Tensão Normal – BTN	230 / 400	≤ 41,4 kVA
Baixa Tensão Especial – BTE	230 / 400	≥ 41,4 kVA
Média Tensão - MT	10.000 / 30.000	Em função da utilização

**Baixa Tensão Normal – BTN**

A potência a faturar na tarifa de BTN é apenas composta pela potência contratada, estando esta definida em escalões. A potência contratada é definida pela colocação de um Disjuntor Limitador (DLP) à entrada da instalação do cliente que impede o consumo de uma potência superior.

Os escalões existentes são os seguintes:

Quadro 14 – Escalões em Baixa Tensão Normal

Potência (kVA)	Corrente (A)	Tensão alimentação	Período horário
1,15	1,15	monofásico	Simples
2,3	2,3	monofásico	
3,45	15	monofásico	Simples Ou Bi-horário Fora Vazio Vazio
4,6	20	monofásico	
5,75	25	monofásico	
6,9	30	monofásico	
10,35	15	trifásico	
13,8	20	trifásico	
17,25	25	trifásico	
20,7	30	trifásica	
27,6	40	trifásico	Tri-horário Ponta / Cheias / Vazio
34,5	50	trifásico	
41,4	60	trifásico	

Fonte: ERSE

## Baixa Tensão Especial – BTE e Média Tensão - MT

A potência a faturar em BTE e MT é decomposta em dois parâmetros:

1. Potência Contratada (PC) – A potência contratada em BTE poderá ser de qualquer valor, desde que o distribuidor disponibilize essa potência. A potência contratada é automaticamente atualizada sempre que o cliente consumir um valor de potência que exceda a potência contratada. Este valor mantém-se durante 12 meses, caso não exista uma Potência Tomada superior. O valor da Potência Tomada é a potência média num período de 15 min.
2. Potência Horas de Ponta (PHP) – este valor é apresentado em kW e é calculado através da seguinte fórmula:

$$\text{PHP} = \frac{\text{Energia Ativa Horas de Ponta (kWh)}}{\text{Horas de Ponta (h)}}$$

### Períodos Tarifários

A definição destes períodos varia com a data em que se consome a energia:

Hora legal de inverno – de 1 de novembro a 30 de abril

Hora legal de verão – de 1 de maio a 31 de outubro

Em cada dia existem diversos períodos horários relativos ao consumo de energia, a saber:

Horas de Ponta;  
Horas de Cheias;  
Horas de Vazio;  
Horas de Super Vazio.

No decurso de uma semana existem diversas maneiras de aplicar os períodos horários:

1. Ciclo Diário – de segunda a domingo, os quatro períodos horários repetem-se;
2. Ciclo Semanal – apenas os dias úteis disponibilizam os quatro períodos horários.

Existe uma variante ao Ciclo Semanal, denominada Ciclo Semanal Opcional, que privilegia os consumos efetuados durante a manhã. No ciclo semanal os feriados são considerados como domingos (Vazio).

## 6.2. Conceitos em iluminação

A **Temperatura de Cor** expressa a aparência de cor da luz emitida pela fonte. Quando falamos em luz quente ou fria, não nos referimos ao calor físico da lâmpada, mas sim à tonalidade de cor que ela irradia ao ambiente. A unidade de medida da temperatura de cor é o Kelvin (K). Quanto mais alta for a temperatura, mais clara é a tonalidade de cor da luz. Uma luz com tonalidade mais suave torna o ambiente mais relaxante. Já uma luz mais clara torna o ambiente mais estimulante. Como exemplo, uma lâmpada de temperatura de cor de 2.700 K apresenta uma tonalidade quente e uma outra de 6.500 K ostenta uma tonalidade clara. Uma iluminação de 5.600 K é equivalente à luz natural.

O **Índice de Reprodução de Cor** é baseado na quantificação da percepção da cor avaliada pelo cérebro.

## 6.3. Fatores de emissão por fonte energética

Cada fonte energética tem associado um fator de emissão de CO<sub>2</sub>, como se pode analisar no Quadro 15:

**Quadro 15** - Fatores de emissão por fonte energética

Fonte Energética	Fator de emissão CO <sub>2</sub> (kg/MWh)
Eletricidade	369
Gás Natural	202
GPL (Butano + Propano)	231
Fuelóleo	279
Gasóleo	267
Gasolina	249
Biomassa	31

Fonte: Direção Geral de Energia e Geologia (DGEG) – 2011





Parceiros



"Medida financiada no âmbito do Plano de Promoção da Eficiência no Consumo de energia elétrica, aprovado pela Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos"