



# Perspetivar 2020 – Turismo e Eficiência na utilização dos recursos

## ESTUDO

Conteúdo

|            |                                                                                                                                    |     |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 1.         | Introdução .....                                                                                                                   | 4   |
| 2.         | Enquadramento legal / legislação .....                                                                                             | 5   |
| 3.         | Panorama Energético da Hotelaria .....                                                                                             | 6   |
| 3.1.       | Eletricidade .....                                                                                                                 | 6   |
| 3.2.       | Gás butano/propano e gás natural .....                                                                                             | 7   |
| 3.3.       | Água .....                                                                                                                         | 8   |
| 3.4.       | Perfil de ocupação e Sazonalidade .....                                                                                            | 9   |
| 3.5.       | Principais sistemas utilizados para climatização e águas quentes sanitárias (AQS) .....                                            | 14  |
| 3.6.       | Classificação energética dos edifícios .....                                                                                       | 16  |
| 3.7.       | Consumos de referência em Portugal e no Mundo: .....                                                                               | 18  |
| 3.8.       | Indicadores de consumos de Hotéis de 4 e 5 estrelas em Portugal.....                                                               | 25  |
| 4.         | Soluções tecnológicas e melhorias .....                                                                                            | 29  |
| 4.1.       | Soluções Passivas .....                                                                                                            | 29  |
| 4.1.1.     | Caracterização da situação atual.....                                                                                              | 31  |
| 4.1.1.1.   | Envolvente Opaca .....                                                                                                             | 31  |
| 4.1.1.1.1. | Paredes.....                                                                                                                       | 32  |
| 4.1.1.1.2. | Coberturas .....                                                                                                                   | 33  |
| 4.1.1.1.3. | Pavimentos .....                                                                                                                   | 35  |
| 4.1.1.2.   | Envolvente Envidraçada.....                                                                                                        | 37  |
| 4.1.2.     | Análise de melhorias .....                                                                                                         | 40  |
| 4.1.2.1.   | Paredes.....                                                                                                                       | 43  |
| 4.1.2.1.1. | Potencial de redução de custos e/ou impactos ambientais .....                                                                      | 53  |
| 4.1.2.1.2. | Investimento e retorno .....                                                                                                       | 53  |
| 4.1.2.1.3. | Análise de sensibilidade.....                                                                                                      | 54  |
| 4.1.2.2.   | Coberturas .....                                                                                                                   | 61  |
| 4.1.2.2.1. | Potencial de redução de custos e/ou impactos ambientais .....                                                                      | 68  |
| 4.1.2.2.2. | Investimento e retorno .....                                                                                                       | 69  |
| 4.1.2.3.   | Pavimentos .....                                                                                                                   | 71  |
| 4.1.2.3.1. | Potencial de redução de custos e/ou impactos ambientais .....                                                                      | 75  |
| 4.1.2.3.2. | Investimento e retorno .....                                                                                                       | 76  |
| 4.1.2.4.   | Envidraçados .....                                                                                                                 | 77  |
| 4.1.2.4.1. | Potencial de redução de custos e/ou impactos ambientais .....                                                                      | 85  |
| 4.1.2.4.2. | Investimento e retorno .....                                                                                                       | 85  |
| 4.2.       | Soluções Ativas .....                                                                                                              | 87  |
| 4.2.1.     | Equipamentos de climatização e AQS .....                                                                                           | 87  |
| 4.2.1.1.   | Aplicabilidade.....                                                                                                                | 90  |
| 4.2.1.2.   | Potencial de redução de custo e/ou impactos ambientais.....                                                                        | 92  |
| 4.2.2.     | Análise de sistemas combinados de climatização e AQS .....                                                                         | 101 |
| 4.2.3.     | Iluminação eficiente .....                                                                                                         | 104 |
| 4.2.3.1.   | Identificação e caracterização de medidas de eficiência e sustentabilidade ambiental<br>105                                        |     |
| 4.2.3.2.   | Aplicabilidade.....                                                                                                                | 107 |
| 4.2.3.3.   | Impactos ambientais e Potencial de redução de custos.....                                                                          | 116 |
| 4.2.3.4.   | Investimento e retorno .....                                                                                                       | 117 |
| 4.2.4.     | Equipamentos de controlo de iluminação .....                                                                                       | 118 |
| 4.2.4.1.   | Identificação e caracterização de medidas de eficiência e sustentabilidade ambiental:<br>Detetor de presença e de movimentos:..... | 118 |
| 4.2.4.2.   | Aplicabilidade.....                                                                                                                | 118 |
| 4.2.4.3.   | Potencial de redução de custos e/ou impactos ambientais .....                                                                      | 120 |
| 4.2.4.4.   | Investimento e retorno .....                                                                                                       | 120 |
| 4.2.4.5.   | Identificação e caracterização de medidas de eficiência e sustentabilidade ambiental:<br>Cartão chave:.....                        | 121 |
| 4.2.4.6.   | Potencial de redução de custos e/ou impactos ambientais .....                                                                      | 122 |
| 4.2.4.7.   | Investimento e retorno .....                                                                                                       | 122 |
| 4.2.5.     | VEV nos motores .....                                                                                                              | 123 |

|            |                                                                                      |     |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.2.5.1.   | Identificação e                                                                      |     |
|            | caraterização de medidas de eficiência e sustentabilidade ambiental .....            | 123 |
| 4.2.5.2.   | Aplicabilidade.....                                                                  | 123 |
| 4.2.5.2.1. | Sistema de produção de AQS: Circulação de Águas Quentes.....                         | 123 |
| 4.2.5.2.2. | Impactos ambientais e potencial de redução de custos .....                           | 126 |
| 4.2.5.2.3. | Investimento e retorno .....                                                         | 126 |
| 4.2.5.3.   | Aplicabilidade.....                                                                  | 127 |
| 4.2.5.3.1. | Sistema de aquecimento: Bombas principais.....                                       | 127 |
| 4.2.5.3.2. | Impactos ambientais e potencial de redução de custos .....                           | 130 |
| 4.2.5.3.3. | Investimento e retorno .....                                                         | 130 |
| 4.2.5.3.4. | Sistema de Ar Condicionado: Bombas principais .....                                  | 131 |
| 4.2.5.3.5. | Impactos ambientais e potencial de redução de custos .....                           | 136 |
| 4.2.5.3.6. | Investimento e Retorno.....                                                          | 136 |
| 4.2.6.     | Retificação de fator de potência .....                                               | 137 |
| 4.2.6.1.   | Identificação e caraterização de medidas de eficiência e sustentabilidade ambiental: |     |
|            | 137                                                                                  |     |
| 4.2.6.2.   | Aplicabilidade.....                                                                  | 137 |
| 4.2.6.3.   | Potencial de redução de custos e/ou impactos ambientais .....                        | 137 |
| 4.2.6.4.   | Investimento e retorno.....                                                          | 137 |
| 4.2.7.     | Contribuição de Fontes Renováveis de Energia Elétrica para o melhoramento do índice  |     |
|            | de eficiência energética.....                                                        | 138 |
| 4.2.7.1.   | Solar fotovoltaico .....                                                             | 138 |
| 4.2.7.1.1. | Identificação e caraterização de medidas de eficiência e sustentabilidade            |     |
|            | ambiental. 138                                                                       |     |
| 4.2.7.1.2. | Aplicabilidade: Exemplo de uma unidade hoteleira do interior do país .....           | 139 |
| 4.2.7.1.3. | Aplicabilidade: Exemplo de uma unidade hoteleira no litoral Oeste do país.....       | 141 |
| 4.2.7.1.4. | Aplicabilidade: Exemplo de uma unidade hoteleira do sul do país .....                | 143 |
| 4.2.7.1.5. | Impactos ambientais e potencial de redução de custos .....                           | 145 |
| 4.2.7.1.6. | Investimento e retorno; .....                                                        | 145 |
| 5.         | Boas práticas.....                                                                   | 146 |
| 5.1.       | Escolha de equipamentos eficientes.....                                              | 146 |
| 5.2.       | Utilização eficiente da água .....                                                   | 147 |
| 5.3.       | Intervenções informadas e Técnicos qualificados .....                                | 149 |
| 5.4.       | Monitorização e Gestão de Recursos.....                                              | 150 |
| 6.         | Casos de estudo.....                                                                 | 151 |
| 6.1.       | A auditoria energética realizada a um hotel em Lisboa .....                          | 151 |
| 6.2.       | Hotel de Lisboa .....                                                                | 152 |
| 6.3.       | Hotel de Lisboa 2.....                                                               | 153 |
| 6.4.       | Hotel de Vendas Novas .....                                                          | 155 |
| 6.5.       | Hotel Lisboa 3 .....                                                                 | 157 |
| 6.6.       | Análise custo-benefício de medidas de eficiência energética .....                    | 157 |
| 7.         | Portugal 2020, .....                                                                 | 160 |
| 7.1.       | Regulamento específico do domínio da Competitividade e Internacionalização .....     | 160 |
| 7.2.       | Regulamento Específico Sustentabilidade e Eficiência no Uso de Recursos .....        | 164 |
| 8.         | Conclusões .....                                                                     | 167 |
| 9.         | Bibliografia .....                                                                   | 170 |
| 10.        | Agradecimentos.....                                                                  | 171 |
| 11.        | Anexos .....                                                                         | 172 |

## 1. Introdução

O setor do Turismo é um dos principais motores da economia portuguesa, representando uma fatia superior a 9% do PIB e mais de 8% do emprego direto.

Sendo uma atividade que nos últimos anos tem assistido a um crescimento notável, a verdade é que tem beneficiado de alguns acontecimentos a nível mundial que sustentaram este crescimento, como por exemplo a instabilidade vivida em alguns países do norte de África, habitualmente destinos turísticos fortes concorrentes de Portugal.

Neste sentido, dado que o Turismo é uma atividade com uma crescente concorrência a nível mundial, é essencial que Portugal se foque em aumentar a competitividade da sua oferta, nomeadamente ao nível das infraestruturas hoteleiras, onde a maioria dos turistas ficam alojados.

Para esse efeito, existem diversos vetores de atuação relacionados com a venda e com os custos operacionais. Enquanto na componente da venda as atenções estão viradas para a estruturação da oferta, no sentido de posicioná-la no contexto global e no desenvolvimento de ferramentas eficazes de comercialização, na componente de custos as preocupações são essencialmente conseguir uma maior eficácia e eficiência de custos, sem reduzir a qualidade do serviço e que, simultaneamente, a intervenção seja feita, de forma ambientalmente sustentável.

Sendo esta uma atividade económica com uma estrutura empresarial composta maioritariamente por pequenas e médias empresas, muitas delas com estruturas de gestão de cariz familiar e, consequentemente, habitualmente pouco profissionalizadas, surge a necessidade de ter acesso a informação técnica relacionada com aspetos não *core* do negócio turístico – como é o caso da eficiência energética e da sustentabilidade ambiental – com uma forte imparcialidade e credibilidade da origem da informação, uma vez que existe muito ruído informativo, devido às muitas entidades com interesses no setor.

Assim, o estudo proposto pretende definir os principais eixos de atuação para os novos programas de incentivos ao abrigo do próximo quadro de referência estratégico nacional, de modo a garantir que os investimentos das empresas são realizados nas áreas que têm maior impacto económico e que proporcionam maior eficiência energética e sustentabilidade ambiental, como é objetivo estratégico nacional e europeu.

Através da identificação das inúmeras atividades no âmbito da eficiência energética e sustentabilidade ambiental com maior impacto no setor do Turismo, conseguimos identificar qual a estratégia e as áreas para onde devem recair maiores atenções e investimentos.

A componente energética tem um grande peso nas empresas do setor do Turismo, pelo que é fundamental para a competitividade do setor. Uma vez que a competitividade está fortemente dependente do custo de energia e da eficiência com que a mesma é aproveitada, é necessário sensibilizar as empresas para um ajustamento inevitável às novas realidades e à crise económica que o País atravessa. Só assim será possível promover o desenvolvimento sustentável.

Desta forma, é importante o desenvolvimento de uma estratégia que aposte na redução do impacto energético e ambiental no setor do Turismo, assim como na racionalização dos custos e consumos.

Num mercado cada vez mais exigente e competitivo, a aposta nestes temas é um fator de diferenciação. Fica assim assegurada uma maior capacidade de responder aos novos desafios energéticos, ambientais e sociais e reforçada ainda a sua capacidade de internacionalização.

## 2. Enquadramento legal / legislação

Nos últimos anos foram publicados vários diplomas relacionados com o âmbito deste projeto, nomeadamente:

**Diploma:** Resolução do Conselho de Ministros n.º 50/2007, de 2007-03-28

Presidência do Conselho de Ministros

**Sumário:** Aprova medidas de implementação e promoção da Estratégia Nacional para a Energia

**Diploma:** Resolução do Conselho de Ministros n.º 21/2008, de 2008-02-05

Presidência do Conselho de Ministros

**Sumário:** Aprova a estratégia para o cumprimento das metas nacionais de incorporação de biocombustíveis nos combustíveis fósseis

**Diploma:** Portaria n.º 327/2008, de 2008-04-28

Ministério da Economia e da Inovação, Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional

**Sumário:** Aprova o sistema de classificação de estabelecimentos hoteleiros, de aldeamentos turísticos e de apartamentos turísticos

**Diploma:** Resolução do Conselho de Ministros n.º 80/2008, de 2008-05-20

Presidência do Conselho de Ministros

**Sumário:** Aprova o Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética (2008-2015)

**Diploma:** Despacho n.º 32276-A/2008, de 2008-12-17

Ministério da Economia e da Inovação

Gabinete do Ministro

**Sumário:** Criação de um Fundo de Apoio à Inovação (FAI)

**Diploma:** Despacho n.º 11261-A/2009, de 2009-05-06

Ministério da Economia e da Inovação, Ministério das Finanças e da Administração Pública

**Sumário:** Eficiência energética

**Diploma:** Resolução do Conselho de Ministros n.º 81/2009, de 2009-09-07

Presidência do Conselho de Ministros

**Sumário:** Estabelece os objetivos e novas medidas do Programa para a Mobilidade Elétrica em Portugal e aprova o modelo da mobilidade elétrica

**Diploma:** Decreto-Lei n.º 319/2009, de 2009-11-03

Ministério da Economia e da Inovação

**Sumário:** Transpõe para a ordem jurídica interna a Diretiva n.º 2006/32/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 5 de Abril, relativa à eficiência na utilização final de energia e aos serviços energéticos públicos e que visa incrementar a relação custo-eficácia na utilização final de energia

**Diploma:** Resolução do Conselho de Ministros n.º 29/2010, de 2010-04-15

Presidência do Conselho de Ministros

**Sumário:** Aprova a Estratégia Nacional para a Energia 2020

**Diploma:** Resolução do Conselho de Ministros n.º 54/2010, de 2010-08-04

Presidência do Conselho de Ministros

**Sumário:** Resolve aprovar medidas de implementação da produção descentralizada de energia através de mini produção de eletricidade

### 3. Panorama Energético da Hotelaria

#### 3.1. Eletricidade

A eletricidade da rede é a principal fonte de energia, em 99% dos empreendimentos turísticos, dos quais 6% têm a capacidade/possibilidade de gerar a sua própria eletricidade. (Turismo de Portugal, 2013).

Comparando o custo da energia elétrica com os restantes parceiros europeus podemos dizer que no panorama nacional os encargos com esta forma de energia estão em linha com a média europeia.

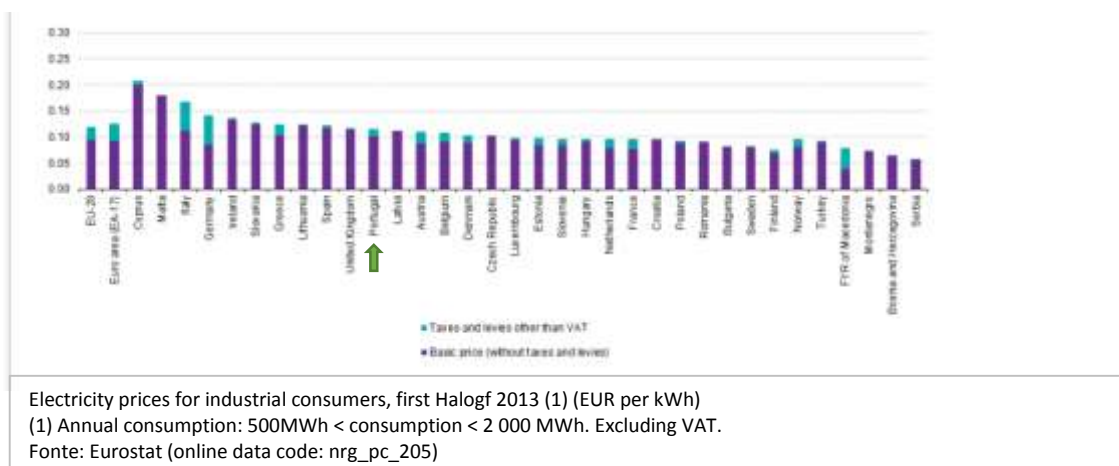


Gráfico 1 - Os preços da eletricidade para os consumidores industriais nos diferentes países da Europa

Na tabela seguinte é possível observar o resumo do panorama de adesão a algumas tecnologias economizadoras de energia elétrica relativamente ao ano de 2013, sendo que 61% dos responsáveis por empreendimentos turísticos estão conscientes/sensibilizados com a utilização racional de energia.

|                                                                              |     |
|------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Utilização de lâmpadas economizadoras de energia (Turismo de Portugal, 2012) | 90% |
| Climatização com intensidade regulável pelo cliente                          | 86% |
| Interruptor geral nos quartos acionado com cartão                            | 70% |
| Ar condicionado eficiente (classe A ou B)                                    | 65% |
| Sensores automáticos nas iluminação                                          | 59% |
| Sistema automático para desligar o ar condicionado/aquecimento               | 20% |

Tabela 1 – Panorama de adesão a algumas tecnologias economizadoras de energia elétrica (Turismo de Portugal, 2013).

### 3.2. Gás butano/propano e gás natural

Dos empreendimentos turísticos em Portugal, 52% consome gás butano/propano e 41% usa gás natural (Turismo de Portugal, 2013).

Comparando o custo do gás natural com os restantes parceiros europeus, podemos dizer que no panorama nacional os encargos com esta forma de energia estão em linha com a média europeia.

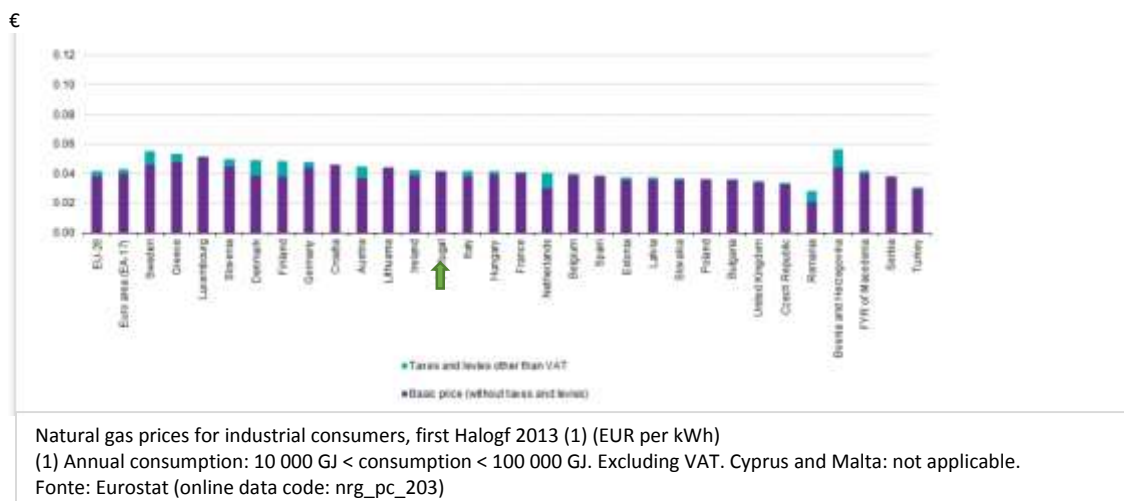


Gráfico 2 - Preços do gás natural para os consumidores industriais nos diferentes países da Europa

Na região Norte e Centro, respetivamente, 48% e 61% dos empreendimentos turísticos utilizam gás natural; sendo que na região de Lisboa a adoção desta fonte de energia é extensiva a cerca de 80% dos estabelecimentos. (Turismo de Portugal, 2013)

### 3.3.Água

A água da rede é a principal fonte de abastecimento em 97% dos empreendimentos turísticos. 28% desses empreendimentos têm captação própria. É interessante referir ainda que 72% das captações são de origem subterrânea (Turismo de Portugal, 2013). 11% das captações são de águas superficiais como lagoas ou barragens e 4% provêm de dessalinização, referente ao estudo de 2012 em que a captação própria era de 20% (Turismo de Portugal, 2012).

A utilização racional da água é um aspeto cada vez mais importante na sociedade, quer do ponto de vista económico quer ambiental. Nesse sentido, o setor hoteleiro tem vindo a apostar em medidas de redução de consumo de água, podendo se destacar as seguintes:

|                                            |     |
|--------------------------------------------|-----|
| Autoclismos de baixo consumo de água       | 74% |
| Utilização de redutores de caudal          | 69% |
| Utilização de temporizadores nas torneiras | 34% |

Tabela 2 – Panorama de adesão a algumas tecnologias economizadoras de consumo de água (Turismo de Portugal, 2013)

Hotéis de 5\* ocupam lugar de topo na utilização de medidas de grande impacto na redução de consumos, nomeadamente, na utilização de autoclismos de baixo consumo de água, de redutores de caudal em torneiras e chuveiros e de temporizadores nas torneiras.

Mudança de toalhas e lençóis a pedido dos hóspedes, ou de acordo com o mínimo legalmente exigido, é das medidas com maior adesão e envolve já 92% dos empreendimentos (84% em 2011). (Turismo de Portugal, 2012).

### 3.4. Perfil de ocupação e Sazonalidade

No gráfico em baixo, podemos verificar que tem havido um crescimento da oferta de quartos nos estabelecimentos hoteleiros portugueses fundamentalmente impulsionada pelos hotéis.

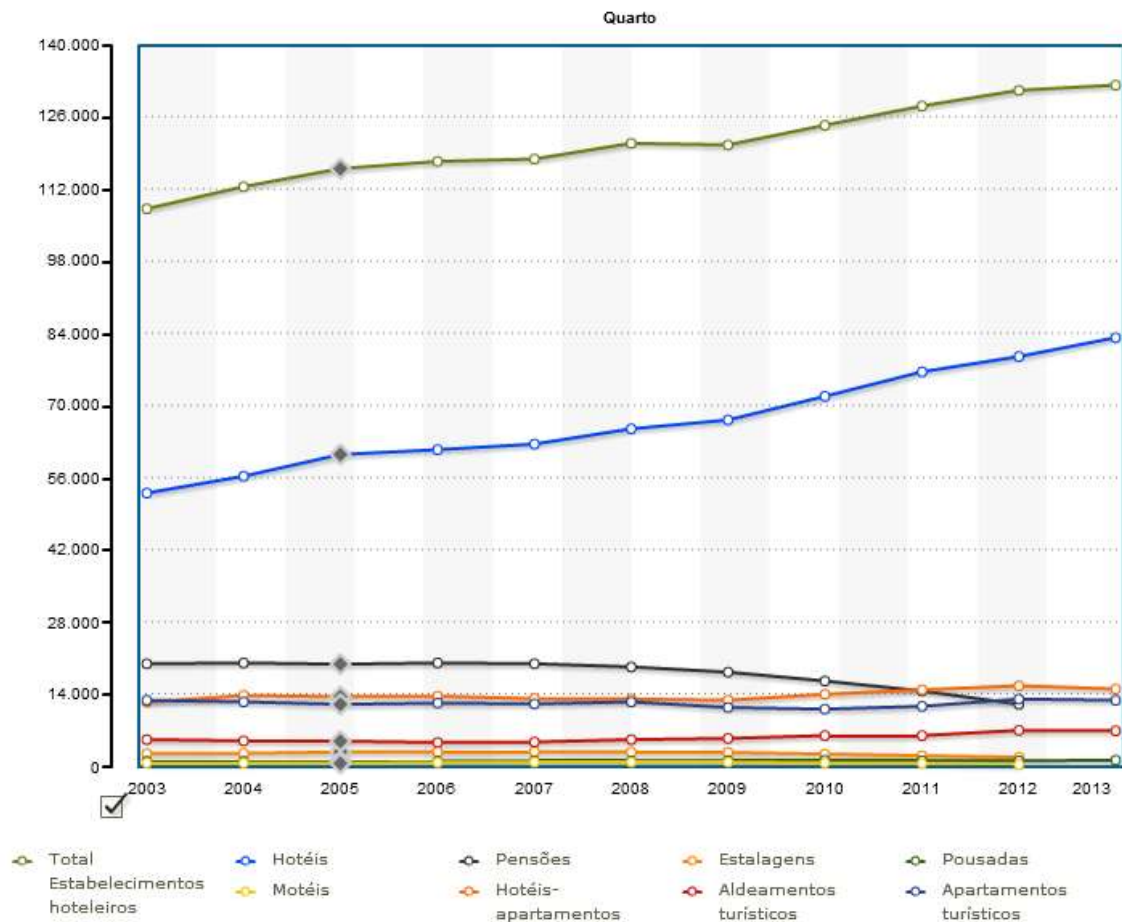


Gráfico 3 – Quartos nos estabelecimentos hoteleiros: total e por tipo de estabelecimento (web site: Pordata).

Claramente podemos verificar que os meses de verão são os que proporcionam maior adesão de turistas.

2013 Unidade: %

| NUTS                           | Total | Jan  | Fev  | Mar  | Abr  | Mai  | Jun  | Jul  | Ago  | Set  | Out  | Nov  | Dez  |
|--------------------------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| <b>HOTELARIA</b>               |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| PORTUGAL                       | 42,6  | 20,7 | 27,0 | 34,5 | 37,2 | 45,6 | 51,6 | 59,3 | 70,4 | 56,3 | 42,7 | 27,7 | 24,1 |
| CONTINENTE                     | 40,7  | 18,7 | 24,6 | 32,6 | 34,8 | 43,4 | 49,9 | 57,3 | 68,8 | 54,5 | 41,1 | 25,5 | 22,4 |
| Norte                          | 35,2  | 18,3 | 22,7 | 28,7 | 32,0 | 39,9 | 41,7 | 42,6 | 55,8 | 47,9 | 38,8 | 26,9 | 23,8 |
| Centro                         | 27,2  | 12,2 | 18,4 | 24,2 | 23,4 | 28,0 | 31,1 | 33,4 | 49,9 | 36,4 | 26,8 | 19,1 | 17,9 |
| Lisboa                         | 49,9  | 27,2 | 33,0 | 44,4 | 50,3 | 59,4 | 58,8 | 61,8 | 72,4 | 63,3 | 55,8 | 38,0 | 31,9 |
| Alentejo                       | 27,9  | 13,0 | 16,4 | 22,6 | 25,0 | 29,1 | 32,7 | 36,7 | 54,6 | 35,9 | 25,2 | 19,9 | 17,0 |
| Algarve                        | 44,0  | 16,5 | 23,7 | 31,5 | 32,5 | 43,3 | 56,7 | 70,2 | 79,3 | 60,4 | 40,5 | 19,7 | 17,0 |
| REG. AUTÓNOMA AÇORES           | 35,6  | 10,5 | 15,3 | 21,5 | 30,3 | 38,8 | 47,5 | 64,2 | 70,6 | 53,1 | 35,1 | 17,0 | 11,6 |
| REG. AUTÓNOMA MADEIRA          | 61,5  | 41,3 | 51,6 | 55,0 | 60,7 | 67,6 | 67,8 | 75,3 | 84,3 | 74,0 | 60,2 | 49,8 | 41,8 |
| <b>TURISMO NO ESPAÇO RURAL</b> |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| PORTUGAL                       | 18,9  | 7,4  | 10,6 | 13,8 | 14,4 | 16,5 | 20,0 | 26,6 | 40,0 | 23,7 | 15,9 | 11,2 | 10,8 |
| CONTINENTE                     | 18,0  | 6,9  | 9,8  | 13,1 | 13,2 | 15,2 | 19,2 | 25,1 | 39,1 | 23,1 | 14,6 | 10,5 | 10,5 |
| Norte                          | 16,3  | 6,5  | 8,1  | 11,0 | 10,5 | 12,6 | 16,1 | 22,1 | 36,4 | 21,3 | 13,0 | 9,3  | 9,8  |
| Centro                         | 16,2  | 8,3  | 12,7 | 14,7 | 11,6 | 12,1 | 15,0 | 21,1 | 33,2 | 19,4 | 14,1 | 11,4 | 13,5 |
| Lisboa                         | 24,7  | 8,9  | 11,7 | 16,6 | 23,2 | 27,5 | 26,3 | 37,7 | 44,3 | 33,3 | 21,0 | 16,7 | 13,2 |
| Alentejo                       | 17,8  | 5,9  | 8,7  | 13,3 | 14,1 | 15,6 | 21,8 | 24,8 | 40,9 | 23,0 | 13,4 | 10,6 | 9,2  |
| Algarve                        | 31,5  | 7,4  | 12,4 | 15,6 | 25,0 | 33,9 | 39,3 | 51,9 | 64,5 | 40,7 | 28,3 | 9,6  | 9,2  |
| REG. AUTÓNOMA AÇORES           | 23,2  | 6,2  | 7,7  | 7,8  | 13,1 | 16,3 | 22,2 | 42,6 | 48,5 | 24,0 | 21,0 | 10,4 | 7,4  |
| REG. AUTÓNOMA MADEIRA          | 32,3  | 17,0 | 26,6 | 32,3 | 36,0 | 40,4 | 32,5 | 32,4 | 44,7 | 35,2 | 37,0 | 26,2 | 18,7 |
| <b>ALOJAMENTO LOCAL</b>        |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| PORTUGAL                       | 26,4  | 15,1 | 18,2 | 21,4 | 23,6 | 28,6 | 29,4 | 33,4 | 40,6 | 33,1 | 27,1 | 20,0 | 18,2 |
| CONTINENTE                     | 25,3  | 14,4 | 16,9 | 19,8 | 21,7 | 26,5 | 28,4 | 32,5 | 39,5 | 32,5 | 26,1 | 19,4 | 17,6 |
| Norte                          | 21,4  | 14,2 | 16,2 | 17,5 | 17,9 | 22,2 | 22,7 | 23,6 | 30,7 | 25,7 | 23,0 | 20,5 | 19,1 |
| Centro                         | 17,6  | 11,5 | 13,3 | 15,1 | 14,6 | 17,3 | 17,2 | 21,2 | 29,0 | 21,4 | 18,4 | 14,2 | 12,9 |
| Lisboa                         | 37,7  | 22,8 | 26,3 | 31,9 | 37,3 | 42,7 | 43,0 | 46,7 | 51,7 | 46,6 | 40,2 | 29,8 | 26,2 |
| Alentejo                       | 17,2  | 10,0 | 12,5 | 14,0 | 16,7 | 18,5 | 18,7 | 22,7 | 25,7 | 21,5 | 16,6 | 15,7 | 12,5 |
| Algarve                        | 32,8  | 9,2  | 13,1 | 19,2 | 22,4 | 30,3 | 41,0 | 51,1 | 60,8 | 47,9 | 29,3 | 9,1  | 9,4  |
| REG. AUTÓNOMA AÇORES           | 25,5  | 14,9 | 17,6 | 20,5 | 21,4 | 28,5 | 29,7 | 39,6 | 46,2 | 34,3 | 21,5 | 15,0 | 10,6 |
| REG. AUTÓNOMA MADEIRA          | 34,3  | 20,0 | 26,9 | 32,1 | 37,1 | 44,7 | 37,3 | 39,3 | 48,0 | 38,7 | 35,6 | 25,0 | 24,0 |

Taxa líquida de ocupação-cama, segundo o mês, por regiões (NUTS II)

Fonte: INE – Inquérito à permanência de hóspedes na hotelaria e outros alojamentos 2013

Tabela 3 – Taxa líquida de ocupação por o mês e por região (web site: INE)

Tendo em conta o número de quartos por regiões, podemos verificar que a zona do Algarve é a que tem maior oferta.

31-07-2013 Unidade: Nº

| NUTS                  | Total do Alojamento Turístico | Total Hotelaria - Anterior enquadramento legislativo (a) | Total Hotelaria - Atual enquadramento legislativo (b) | Hotéis |        |        |        |        |
|-----------------------|-------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                       |                               |                                                          |                                                       | Total  | *****  | ****   | ***    | ** / * |
| PORTUGAL              | 145 020                       | 132 331                                                  | 118 922                                               | 83 336 | 14 916 | 36 158 | 21 498 | 10 564 |
| CONTINENTE            | 125 391                       | 114 178                                                  | 103 411                                               | 71 559 | 12 010 | 29 270 | 19 943 | 10 336 |
| Norte                 | 23 145                        | 19 690                                                   | 16 248                                                | 15 239 | 1 863  | 5 744  | 4 238  | 3 394  |
| Centro                | 22 376                        | 19 877                                                   | 16 819                                                | 14 923 | 419    | 3 974  | 7 344  | 3 186  |
| Lisboa                | 26 615                        | 27 326                                                   | 25 101                                                | 22 758 | 5 559  | 10 532 | 4 345  | 2 322  |
| Alentejo              | 7 875                         | 5 668                                                    | 4 940                                                 | 3 129  | 272    | 802    | 1 331  | 624    |
| Algarve               | 43 380                        | 41 617                                                   | 40 303                                                | 15 510 | 3 897  | 8 118  | 2 665  | 810    |
| REG. AUTÓNOMA AÇORES  | 4 560                         | 4 138                                                    | 3 846                                                 | 3 460  | ---    | 2 288  | 892    | ---    |
| REG. AUTÓNOMA MADEIRA | 15 069                        | 14 015                                                   | 12 685                                                | 8 317  | ---    | 4 600  | 863    | ---    |

| NUTS                  | Apartamentos turísticos | Alojamentos Turísticos | Hotéis-Apartamentos |       |        |          | Pousadas |
|-----------------------|-------------------------|------------------------|---------------------|-------|--------|----------|----------|
|                       |                         |                        | Total               | ***** | ****   | *** / ** |          |
| PORTUGAL              | 12 887                  | 7 091                  | 15 116              | 1 261 | 10 111 | 3 744    | 1 298    |
| CONTINENTE            | 12 417                  | 6 788                  | 11 427              | 877   | 7 806  | 2 744    | 1 229    |
| Norte                 | 178                     | ---                    | ---                 | 0     | 182    | ---      | 319      |
| Centro                | 529                     | ---                    | ---                 | 0     | 392    | ---      | 270      |
| Lisboa                | 191                     | 390                    | 1 576               | ---   | 1 203  | ---      | 196      |
| Alentejo              | 531                     | ---                    | ---                 | ---   | 365    | 166      | 285      |
| Algarve               | 10 988                  | 5 526                  | 8 129               | 475   | 5 684  | 1 990    | 150      |
| REG. AUTÓNOMA AÇORES  | ---                     | 0                      | 97                  | 0     | ---    | ---      | ---      |
| REG. AUTÓNOMA MADEIRA | ---                     | 213                    | 3 592               | 384   | ---    | ---      | ---      |

Quartos, segundo o tipo, por regiões (NUTS II) – anterior enquadramento legislativo e atual enquadramento legislativo  
Fonte: INE – Inquérito à permanência de hóspedes na hotelaria e outros alojamentos 2013

| NUTS                  | Outros Alojamentos (c) |                               | Alojamento Local - Total (b) |
|-----------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------------|
|                       |                        | dos quais: Quintas da Madeira |                              |
| PORTUGAL              | 12 683                 | 274                           | 19 044                       |
| CONTINENTE            | 10 767                 | 0                             | 16 622                       |
| Norte                 | 3 442                  | 0                             | 4 609                        |
| Centro                | 3 058                  | 0                             | 4 443                        |
| Lisboa                | 2 225                  | 0                             | 3 296                        |
| Alentejo              | 728                    | 0                             | 1 505                        |
| Algarve               | 1 314                  | 0                             | 2 769                        |
| REG. AUTÓNOMA AÇORES  | 292                    | 0                             | 292                          |
| REG. AUTÓNOMA MADEIRA | 1 624                  | 274                           | 2 130                        |

| NUTS                  | Total TER e TH | Turismo no Espaço Rural |                |               |            | Turismo de Habitação |
|-----------------------|----------------|-------------------------|----------------|---------------|------------|----------------------|
|                       |                | Agro-turismo            | Casas de Campo | Hotéis Rurais | Outros TER |                      |
| PORTUGAL              | 6 054          | 856                     | 2 223          | 926           | 790        | 1 259                |
| CONTINENTE            | 5 358          | 838                     | 1 789          | 902           | 676        | 1 153                |
| Norte                 | 2 288          | 399                     | 657            | 349           | 294        | 619                  |
| Centro                | 1 114          | 101                     | 349            | 183           | 172        | 309                  |
| Lisboa                | 218            | ---                     | 96             | ---           | ---        | ---                  |
| Alentejo              | 1 430          | 288                     | 578            | 272           | 135        | 157                  |
| Algarve               | 308            | ---                     | 109            | ---           | ---        | ---                  |
| REG. AUTÓNOMA AÇORES  | 422            | ---                     | 235            | 0             | ---        | 73                   |
| REG. AUTÓNOMA MADEIRA | 274            | ---                     | 199            | ---           | ---        | 33                   |

- (a) De acordo com a anterior legislação de alojamento turístico.  
(b) De acordo com a atual legislação de alojamento turístico.  
(c) Inclui Motéis, Estalagens e Pensões considerados na anterior legislação

Fonte: INE – Inquérito à permanência de hóspedes na hotelaria e outros alojamentos 2013

Tabela 4 – Oferta de quartos por região (web site: INE)

Tendo em conta o número de estabelecimentos por regiões, podemos verificar que as zonas norte e centro são as que têm maior número de estabelecimentos.

21-07-2013 Unidade: NP

| NUTS                  | Total do Alojamento Turístico | Total Hotelaria - Anterior enquadramento legislativo (a) | Total Hotelaria - Atual enquadramento legislativo (b) | Hotéis |      |     |     |       |
|-----------------------|-------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|--------|------|-----|-----|-------|
|                       |                               |                                                          |                                                       | Total  | **** | *** | **  | * e 0 |
| PORTUGAL              | 3 345                         | 2 038                                                    | 1 482                                                 | 1 338  | 80   | 327 | 339 | 263   |
| CONTINENTE            | 2 988                         | 1 765                                                    | 1 277                                                 | 924    | 73   | 266 | 311 | 270   |
| Norte                 | 890                           | 450                                                      | 286                                                   | 258    | 14   | 71  | 80  | 63    |
| Centro                | 686                           | 418                                                      | 284                                                   | 259    | 4    | 62  | 112 | 91    |
| Lisboa                | 425                           | 327                                                      | 235                                                   | 208    | 34   | 80  | 82  | 42    |
| Alentejo              | 389                           | 147                                                      | 106                                                   | 79     | 4    | 16  | 33  | 24    |
| Algarve               | 639                           | 428                                                      | 386                                                   | 120    | 19   | 47  | 34  | 20    |
| REG. AUTÓNOMA AÇORES  | 154                           | 80                                                       | 64                                                    | 47     | 1    | 23  | 14  | 9     |
| REG. AUTÓNOMA MADEIRA | 322                           | 193                                                      | 121                                                   | 86     | 14   | 36  | 14  | 4     |

| NUTS                  | Apartamentos turísticos | Alojamentos Turísticos | Hotéis-Apartamentos |      |     |        | Pousadas |
|-----------------------|-------------------------|------------------------|---------------------|------|-----|--------|----------|
|                       |                         |                        | Total               | **** | *** | ** e 0 |          |
| PORTUGAL              | 192                     | 44                     | 145                 | 8    | 88  | 49     | 35       |
| CONTINENTE            | 179                     | 43                     | 136                 | 6    | 67  | 35     | 32       |
| Norte                 | 12                      | 1                      | 7                   | 0    | 3   | 4      | 8        |
| Centro                | 7                       | 2                      | 8                   | 0    | 5   | 3      | 8        |
| Lisboa                | 5                       | 4                      | 14                  | 2    | 11  | 1      | 4        |
| Alentejo              | 8                       | 2                      | 9                   | 1    | 3   | 4      | 9        |
| Algarve               | 136                     | 34                     | 71                  | 3    | 46  | 23     | 3        |
| REG. AUTÓNOMA AÇORES  | 12                      | 9                      | 3                   | 0    | 2   | 1      | 2        |
| REG. AUTÓNOMA MADEIRA | 16                      | 1                      | 34                  | 2    | 19  | 13     | 1        |

Estabelecimentos, segundo o tipo, por regiões (NUTS II) – anterior enquadramento legislativo e atual enquadramento legislativo

| NUTS                  | Outros Alojamentos (c)           |    | Alojamento Local -<br>Total (b) |
|-----------------------|----------------------------------|----|---------------------------------|
|                       | dos quais: Quintas<br>da Madeira |    |                                 |
| PORTUGAL              | 553                              | 7  | 1 051                           |
| CONTINENTE            | 488                              | // | 878                             |
| Norte                 | 164                              | // | 252                             |
| Centro                | 132                              | // | 227                             |
| Lisboa                | 92                               | // | 182                             |
| Alentejo              | 41                               | // | 101                             |
| Algarve               | 59                               | // | 136                             |
| REG. AUTÓNOMA AÇORES  | 16                               | // | 16                              |
| REG. AUTÓNOMA MADEIRA | 49                               | 7  | 157                             |

| NUTS                  | Total TER e TH | Turismo no Espaço Rural |                |               |            | Turismo de Habitação |
|-----------------------|----------------|-------------------------|----------------|---------------|------------|----------------------|
|                       |                | Agro-turismo            | Casas de Campo | Hóteis Rurais | Outros TER |                      |
| PORTUGAL              | 832            | 110                     | 393            | 55            | 98         | 176                  |
| CONTINENTE            | 714            | 106                     | 310            | 53            | 85         | 160                  |
| Norte                 | 322            | 46                      | 129            | 22            | 43         | 82                   |
| Centro                | 145            | 14                      | 82             | 12            | 15         | 42                   |
| Lisboa                | 28             | 3                       | 14             | 2             | 1          | 8                    |
| Alentejo              | 182            | 35                      | 87             | 13            | 18         | 27                   |
| Algarve               | 37             | 7                       | 18             | 4             | 7          | 1                    |
| REG. AUTÓNOMA AÇORES  | 74             | 1                       | 51             | 0             | 12         | 10                   |
| REG. AUTÓNOMA MADEIRA | 44             | 3                       | 32             | 2             | 1          | 6                    |

(a) De acordo com a anterior legislação de alojamento turístico.

(b) De acordo com a atual legislação de alojamento turístico

(c) Inclui Móveis, Estalagens e Pensões considerados na anterior legislação.

Fonte: INE – Inquérito à permanência de hóspedes na hotelaria e outros alojamentos 2013

Tabela 5 – Oferta de alojamento turístico por região (web site: INE)

Da análise destes dados, concluímos que é na região do Algarve que os empreendimentos têm maior concentração de camas. As regiões Norte e Centro terão um menor número de camas por estabelecimento, mas verifica-se uma maior oferta em termos de variedade de estabelecimentos.



### 3.5.Principais sistemas utilizados para climatização e águas quentes sanitárias (AQS)

Dos dados disponibilizados pela ADENE, posteriores a 12/2013, podemos destacar o número de sistemas técnicos instalados nos edifícios existentes. Estes dados são caracterizados por terem como origem o histórico dos certificados submetidos (CE), não sendo uma estatística controlada. No entanto, tendo em conta o número significativo de dados facultados é possível fazer uma previsão dos tipos de equipamentos mais utilizados neste setor em Portugal.

Número de hotéis com pelo menos um sistema técnico instalado para as diferentes utilizações de energia, num universo de 209 estabelecimentos certificados.

| Função     | Aquecimento | Arrefecimento | AQS | Aq. Piscina |
|------------|-------------|---------------|-----|-------------|
| Nº Hotéis  | 159         | 145           | 172 | 9           |
| % do total | 76%         | 69%           | 82% | 4%          |

Tabela 6 – Hotéis com sistema técnico instalado

Nos 159 hotéis que dispõem de meios para suprir as necessidades térmicas de aquecimento ambiente, podemos destacar o número de hotéis com recurso a diferentes equipamentos:

| Sistema              | Nº Hotéis | % dos 159 Hotéis |
|----------------------|-----------|------------------|
| Split                | 66        | 42%              |
| Caldeira             | 42        | 26%              |
| Multi-Split          | 42        | 26%              |
| VRF                  | 29        | 18%              |
| Chiller              | 17        | 11%              |
| Recuperador de calor | 11        | 7%               |
| Compacto             | 8         | 5%               |
| Termoacumulador      | 4         | 3%               |
| Salamandra           | 4         | 3%               |
| Painel solar térmico | 2         | 1%               |

Tabela 7 – Equipamentos para aquecimento ambiente

Nos 145 hotéis que dispõem de meios para suprir as necessidades térmicas de Arrefecimento ambiente, podemos destacar o número de hotéis com recurso a diferentes equipamentos:

| Sistema     | Nº Hotéis | % dos 145 Hotéis |
|-------------|-----------|------------------|
| Split       | 71        | 49%              |
| Multi-Split | 42        | 29%              |
| Chiller     | 31        | 21%              |
| VRF         | 29        | 20%              |
| Compacto    | 8         | 6%               |

Tabela 8 – Equipamentos para arrefecimento ambiente

O sistema “split” é o equipamento mais comum na totalidade dos estabelecimentos constantes nos dados da ADENE. No entanto, dadas as características deste equipamento, que se destina a climatizar apenas um espaço como um escritório ou uma sala, é com naturalidade que se encontra pelo menos um destes equipamentos por estabelecimento. Mas as áreas climatizadas por estes equipamentos são significativamente inferiores às áreas que um dos restantes equipamentos pode climatizar.

Nos 172 hotéis que dispõem de meios para suprir as necessidades térmicas de águas quentes sanitárias (AQS), podemos destacar o numero de hotéis com recurso a diferentes equipamentos:

| Sistema              | Nº Hotéis | % dos 172 Hotéis |
|----------------------|-----------|------------------|
| Caldeira             | 100       | 58%              |
| Painel solar térmico | 69        | 40%              |
| Termoacumulador      | 28        | 16%              |
| Esquentador          | 10        | 6%               |
| Chiller              | 8         | 5%               |
| Recuperador de calor | 3         | 2%               |
| Split                | 3         | 2%               |

Tabela 9 – Equipamentos de AQS

Nos 172 hotéis que dispõem de meios para suprir as necessidades térmicas de aquecimento de água da piscina, podemos destacar o numero de hotéis com recurso a diferentes equipamentos:

| Sistema              | Nº Hotéis | % dos 9 Hotéis |
|----------------------|-----------|----------------|
| Caldeira             | 6         | 67%            |
| Chiller              | 3         | 33%            |
| Painel solar térmico | 1         | 11%            |

Tabela 10 – Equipamentos para água quente da piscina

### 3.6. Classificação energética dos edifícios

Dos dados disponibilizados pela ADENE, posterior a 12/2013, podemos também destacar a classificação energética dos edifícios existentes.

| Classificação Energética dos edifícios existentes |     |
|---------------------------------------------------|-----|
| A+                                                | 2   |
| A                                                 | 27  |
| B                                                 | 39  |
| B-                                                | 65  |
| C                                                 | 61  |
| D                                                 | 7   |
| E                                                 | 6   |
| F                                                 | 2   |
| TOTAL                                             | 209 |

Tabela 11 – Classificação energética dos edifícios existentes

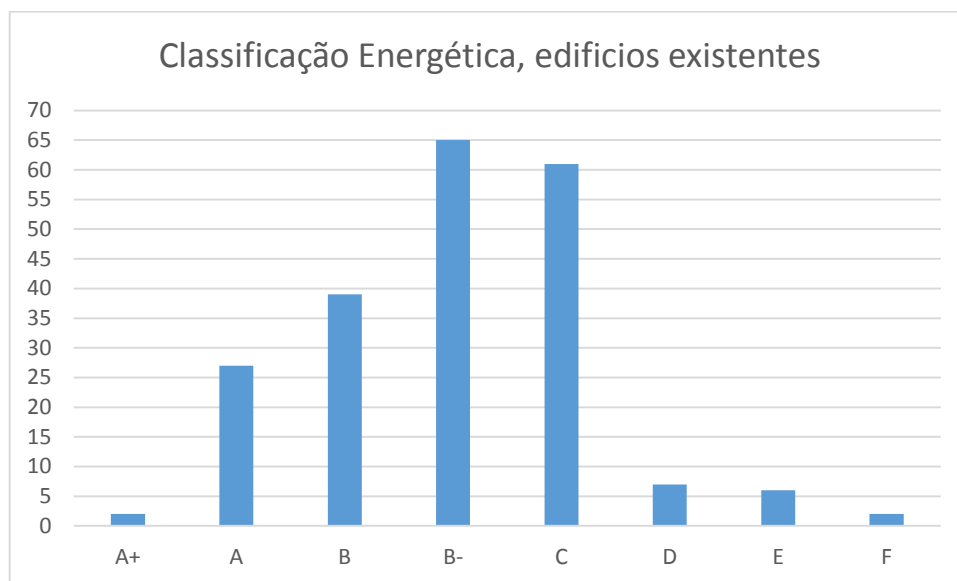


Gráfico 4 – Classificação energética dos edifícios existentes

Distribuição da classificação energética dos edifícios existentes por NUTS.

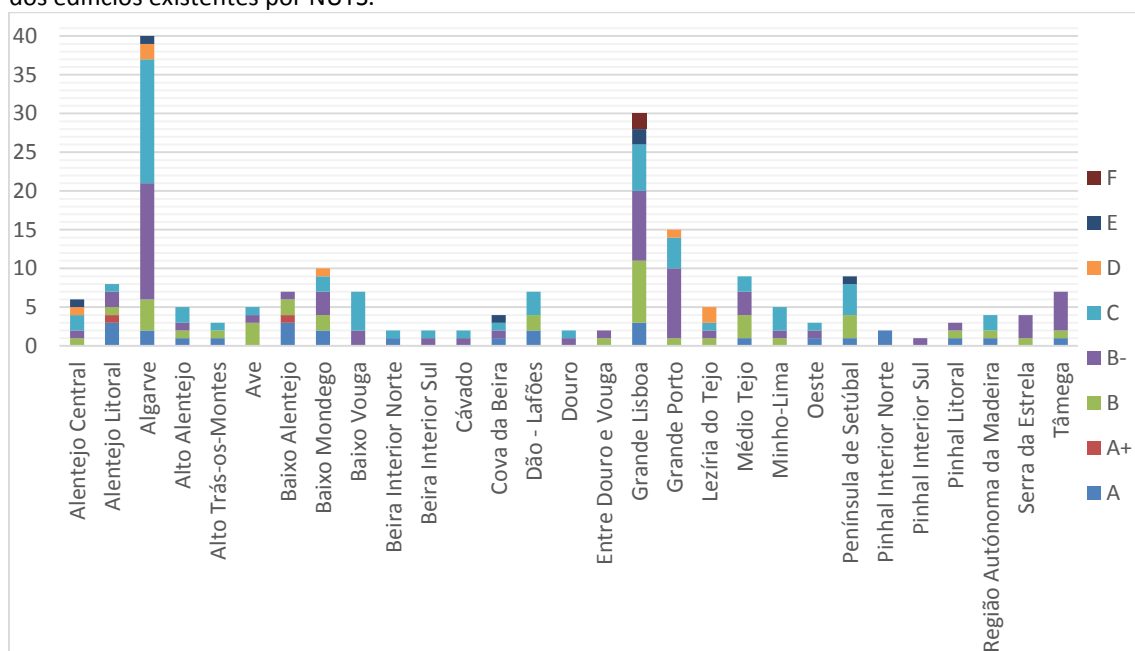


Gráfico 5 – Classificação energética dos edifícios existentes por NUTS

| Classificação Energética,<br>Edifícios novos e grande intervenção |    |
|-------------------------------------------------------------------|----|
| A+                                                                | 2  |
| A                                                                 | 8  |
| B                                                                 | 24 |
| B-                                                                | 42 |
| C                                                                 | 0  |
| D                                                                 | 0  |
| E                                                                 | 0  |
| F                                                                 | 0  |
| TOTAL                                                             | 76 |

Tabela 12 – Classificação Energética dos Edifícios novos e grande intervenção

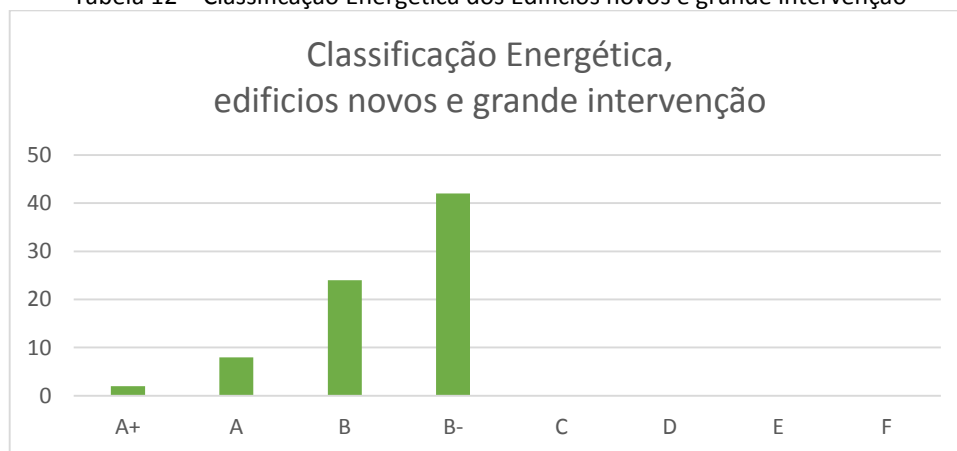


Gráfico 6 – Classificação energética dos edifícios novos e grande intervenção

### 3.7. Consumos de referência em Portugal e no Mundo:

Total de abastecimento de energia primária em função de PIB (PPP).



Figura 1 – Distribuição mundial dos consumos TPES/GDP(PPP) (web site:iea)

| Id | Name                 | toe/thousand ... | 1 ▼ |
|----|----------------------|------------------|-----|
| 16 | Non-OECD Europe ar   | 0.32             |     |
| 14 | China (People's Repu | 0.27             |     |
| 22 | Middle East          | 0.26             |     |
| 11 | Africa               | 0.25             |     |
| 12 | Asia excluding China | 0.18             |     |
| 26 | OECD Americas        | 0.16             |     |
| 27 | OECD Asia Oceania    | 0.14             |     |
| 21 | Non-OECD Americas    | 0.13             |     |
| 25 | OECD Europe          | 0.12             |     |

Tabela 13 – Valores em tep/mil da distribuição mundial dos consumos TPES/GDP(PPP) (web site:iea)

Deste gráfico concluímos que a Europa tem o mais baixo consumo de teps/PIB (PPC) “Paridade do Poder de Compra”.

Legend

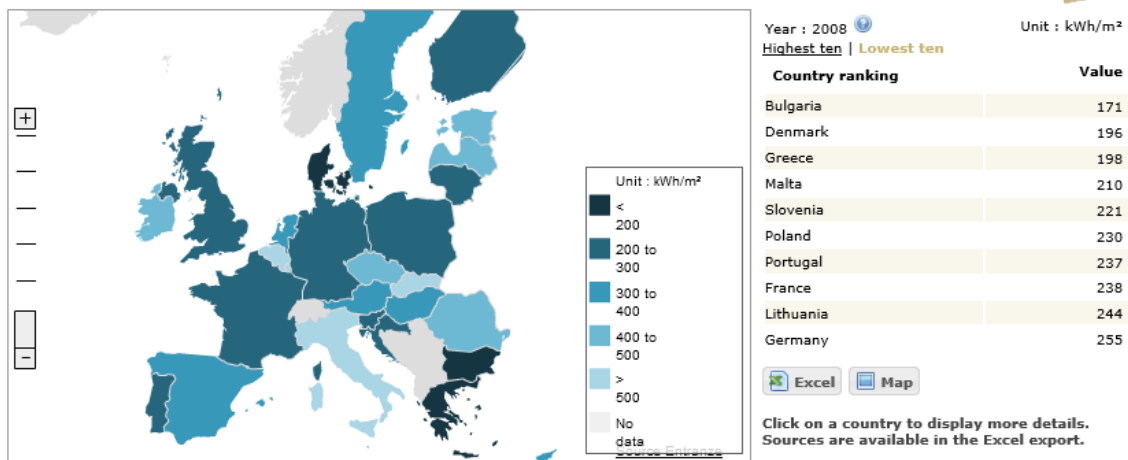
GDP (PPP) 2005 USD :

|                 |
|-----------------|
| [ 5.48 ; 5.48 ] |
| [ 5.48 ; 5.48 ] |
| [ 5.20 ; 5.35 ] |
| [ 5.21 ; 5.26 ] |
| [ 5.10 ; 5.21 ] |
| [ 5.17 ; 5.19 ] |
| [ 5.18 ; 5.17 ] |
| [ 5.10 ; 5.14 ] |
| [ 5.18 ; 5.12 ] |
| [ 5.05 ; 5.10 ] |

| <b>ID</b> | <b>Name</b>     | <b>toe/thous... 1</b> |
|-----------|-----------------|-----------------------|
| AD        | Andorra         | ----                  |
| SM        | San_Marino      | ----                  |
| LI        | Liechtenstein   | ----                  |
| ICELAND   | Iceland         | 0.53                  |
| ESTONIA   | Estonia         | 0.23                  |
| FINLAND   | Finland         | 0.2                   |
| GIBRALTAR | Gibraltar       | 0.19                  |
| CZECH     | Czech Republic  | 0.17                  |
| BELGIUM   | Belgium         | 0.16                  |
| SLOVAKIA  | Slovak Republic | 0.15                  |
| SWEDEN    | Sweden          | 0.15                  |
| POLAND    | Poland          | 0.15                  |
| HUNGARY   | Hungary         | 0.14                  |
| SLOVENIA  | Slovenia        | 0.14                  |
| FRANCE    | France          | 0.13                  |
| NORWAY    | Norway          | 0.12                  |
| NETHLAND  | Netherlands     | 0.12                  |
| LUXEMBOU  | Luxembourg      | 0.12                  |
| GREECE    | Greece          | 0.11                  |
| TURKEY    | Turkey          | 0.11                  |
| AUSTRIA   | Austria         | 0.11                  |
| GERMANY   | Germany         | 0.11                  |
| SPAIN     | Spain           | 0.1                   |
| ITALY     | Italy           | 0.1                   |
| PORTUGAL  | Portugal        | 0.1                   |
| DENMARK   | Denmark         | 0.1                   |
| UK        | United Kingdom  | 0.09                  |
| SWITLAND  | Switzerland     | 0.08                  |
| IRELAND   | Ireland         | 0.08                  |

  HOTELARIA  
DE PORTUGAL

Total unit consumption per m2 in non-residential (at normal climate) ⓘ



Display bar charts

Total unit consumption per m2 in non-residential (at normal climate)

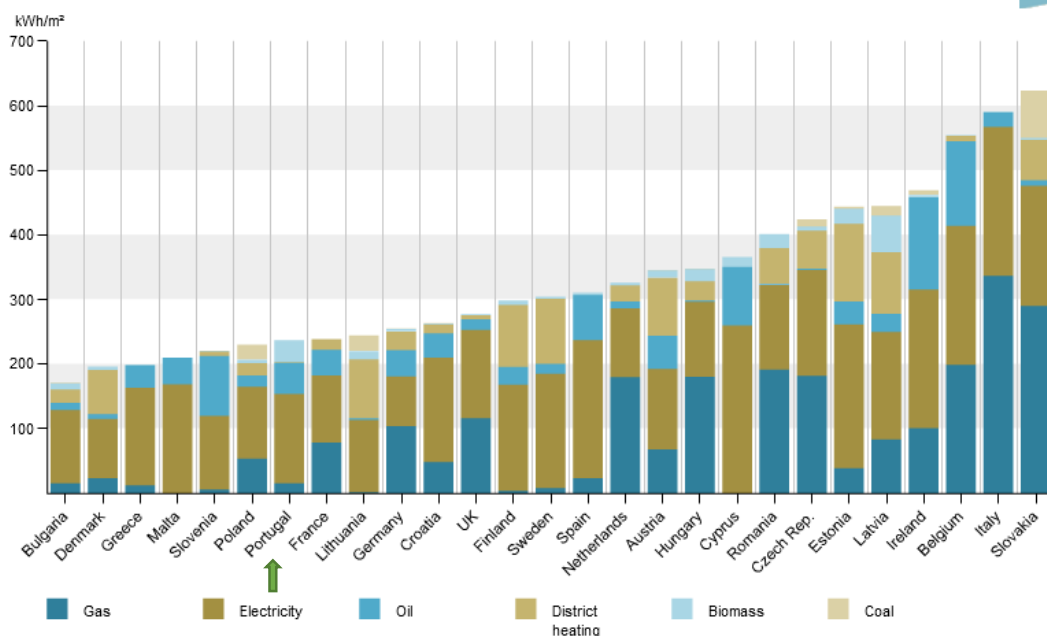


Gráfico 7 – energia consumida em kWh/m² (setor não residencial) (web site: Entranze Enerdata)  
Também podemos verificar que Portugal se encontra na 7ª posição dos países com consumo mais baixo por metro quadrado no setor não residencial.

Setor escolhido: Serviços ano de 2012:

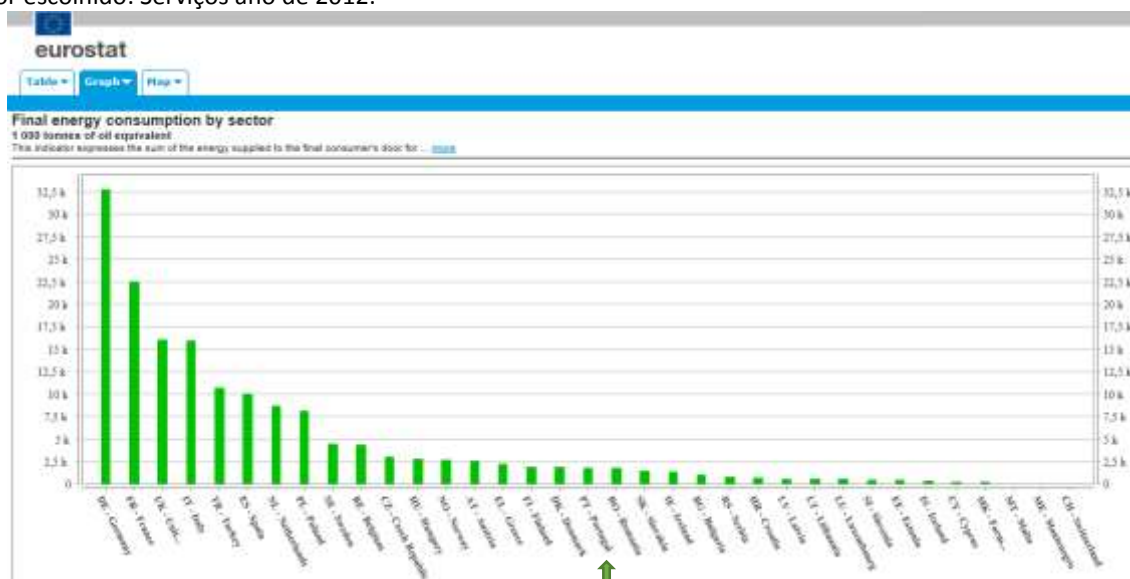


Gráfico 8 – Energia consumida por setor de serviços, em 1000 toneladas equivalentes de petróleo (web site: eurostat)

Este indicador expressa a soma da energia fornecida, em 1000 toneladas equivalentes de petróleo, à porta do consumidor final para todos os usos de energia.

Neste gráfico, podemos observar que Portugal se encontra na 18ª posição dos maiores consumidores de energia final em 1000 toneladas de petróleo equivalente.

Da análise dos gráficos anteriores, podemos dizer que Portugal não se encontra entre os países que mais energia consomem.

Consumo de energia elétrica por habitante: total e no setor de atividade económica, não-doméstico.

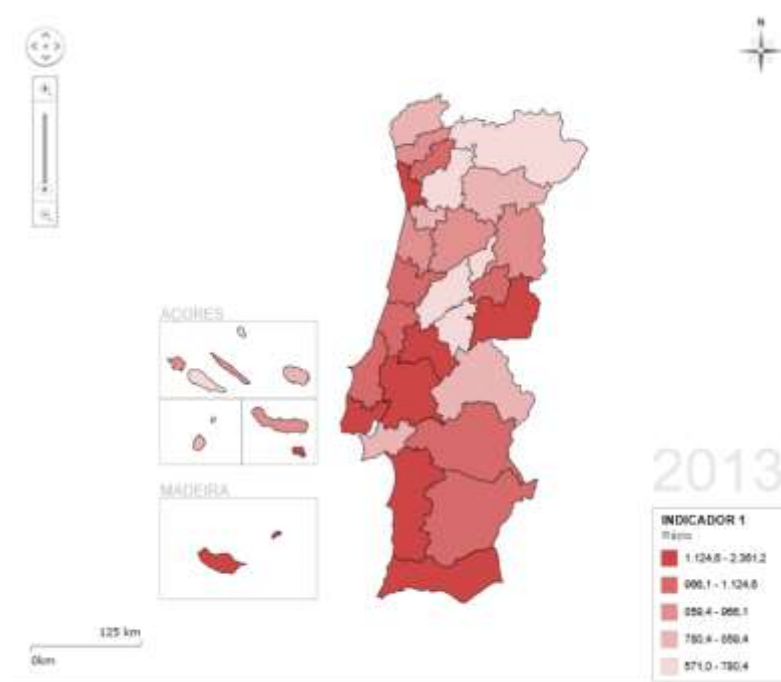


Figura 3 – Panorama Português do consumo de energia em kWh por habitante por NUTS III (web site:Pordata)

Consumo de energia elétrica: total e no setor de atividade económica, restauração e alojamento.

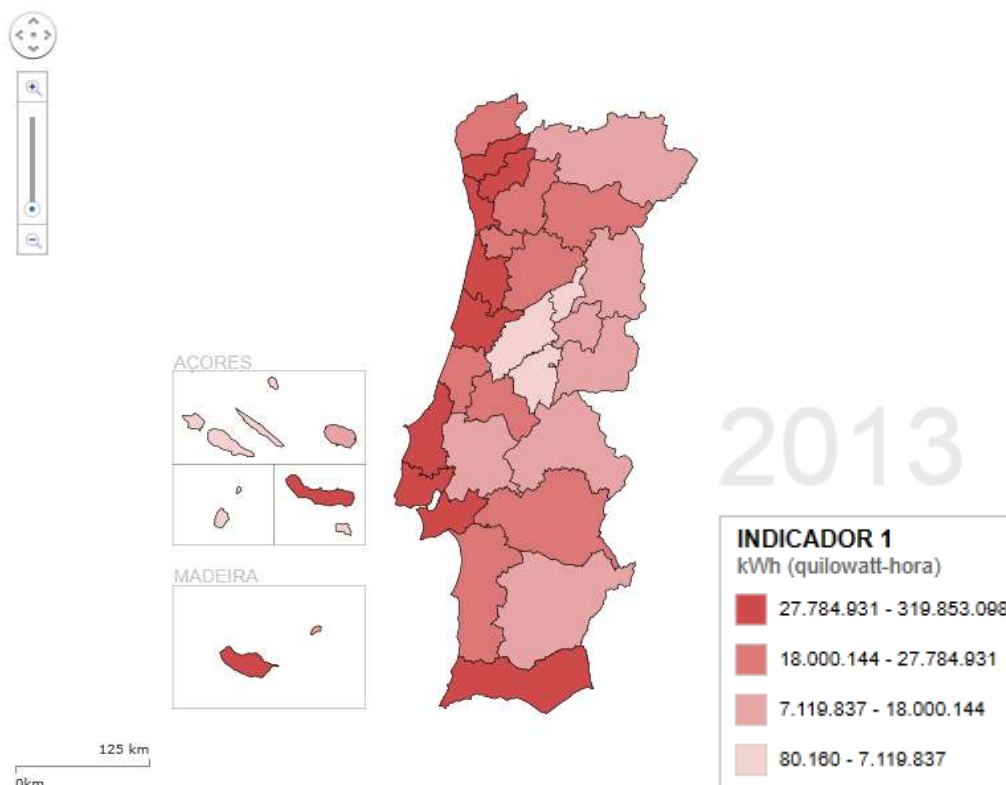


Figura 4 – Panorama Português do consumo de energia em kWh por NUTS III (web site:Pordata)

Consumo de energia elétrica: total e por  
setor de atividade económica, restauração e alojamento.

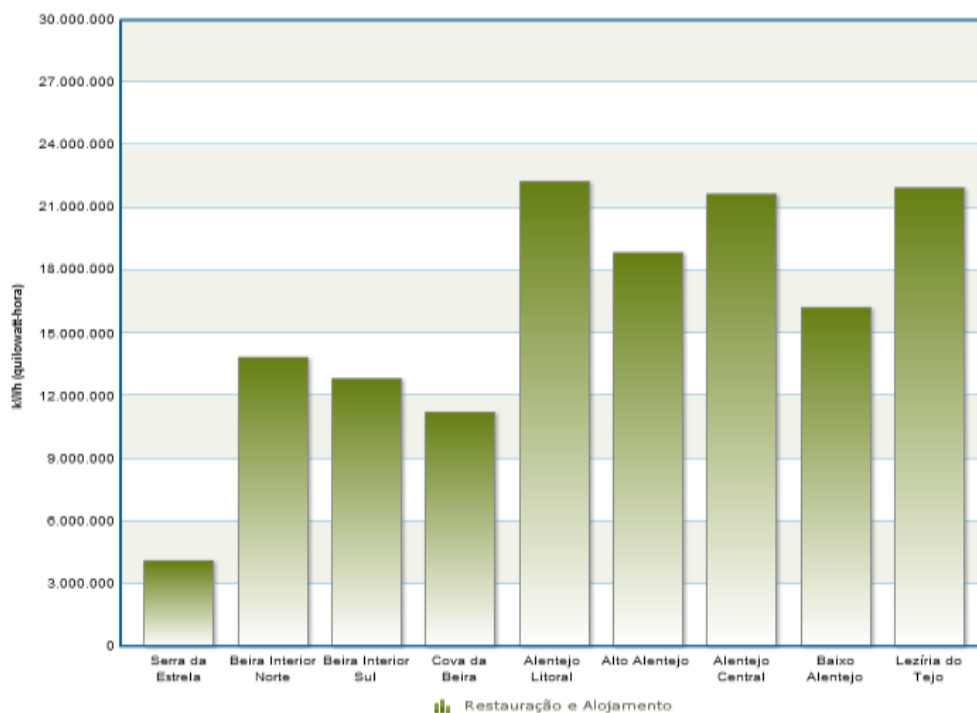


Gráfico 9 – Consumo de energia elétrica: total e por setor de atividade económica, restauração e alojamento (web site:Pordata)

A nível Europeu, podemos verificar no gráfico em baixo que o setor do Turismo tem crescido nos últimos anos.

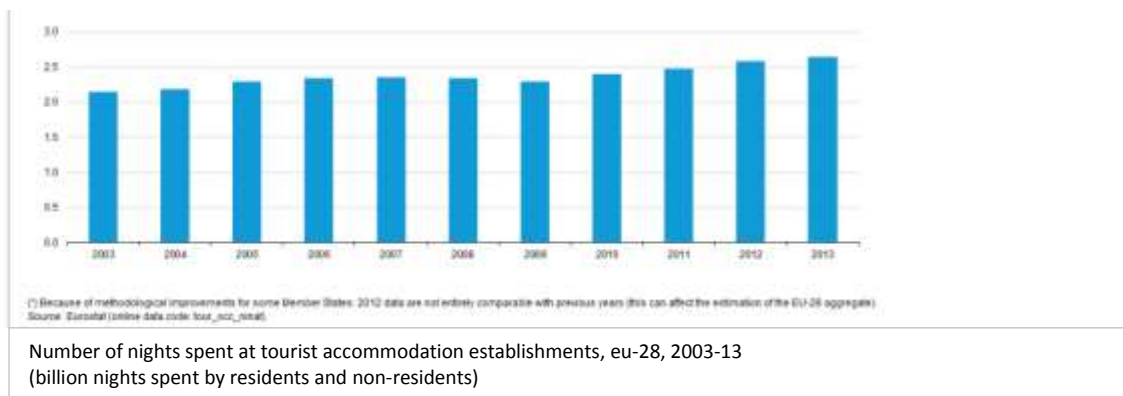


Gráfico 10 – Número de noites passadas em estabelecimentos de alojamento turístico Europeu (web site: eurostat)

Podemos também verificar que Portugal se encontra entre os 10 primeiros destinos turísticos. Espanha, “aqui ao lado”, é o primeiro dos destinos turísticos.

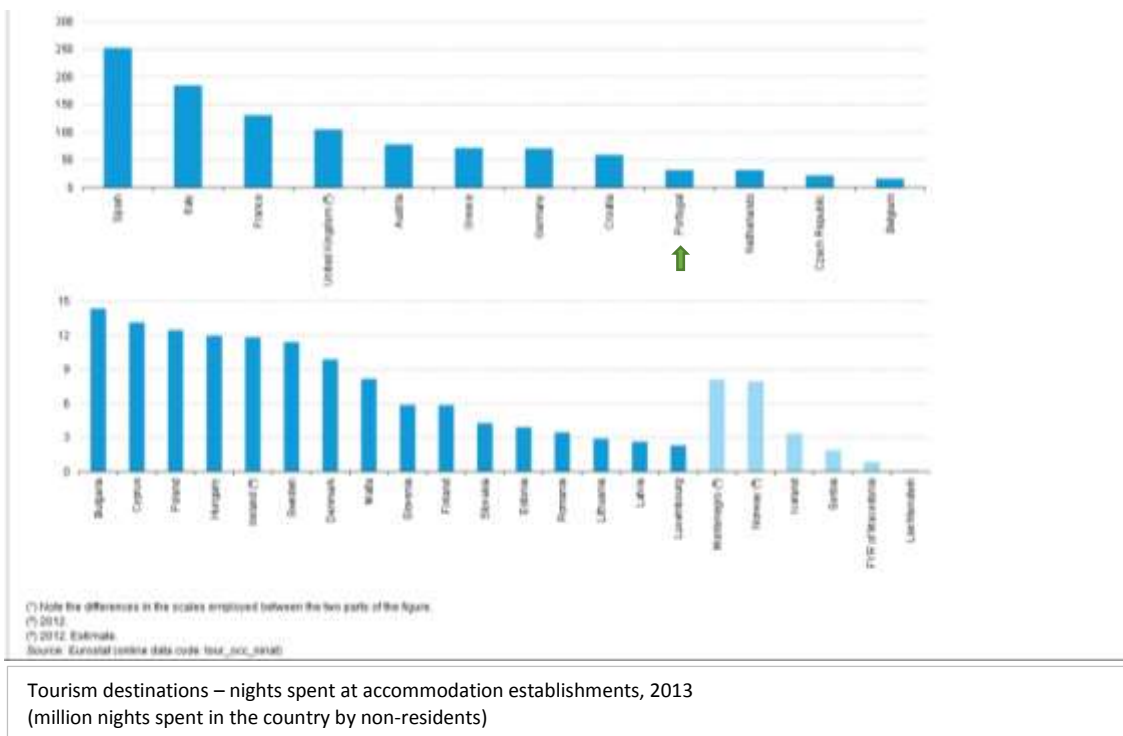


Gráfico 11 – Destinos turísticos - dormidas em estabelecimentos de alojamento turístico (web site: eurostat)

Quando comparado com Espanha, Portugal apresenta menores consumos por m<sup>2</sup> e também números inferiores de turistas.

Podemos dizer que Portugal está em boas condições para ter um crescimento significativo de turistas nos próximos anos, visto poder ter uma oferta competitiva devido aos consumos reduzidos com energia.

### 3.8. Indicadores de consumos de Hotéis de 4 e 5 estrelas em Portugal

Com base em estudos de caso de 10 hotéis (metade com classificação de 5 estrelas e a outra metade de 4 estrelas), e tendo em conta índices de ocupação e consumos reais, apresentam-se nas próximas tabelas os seguintes indicadores de referência (Luz, 2015):

| Rating Estrelas | Parâmetros climáticos |          | ENERGIA TOTAL (kWh <sub>total</sub> ) |                                         |                                  |                                   |                              | ÁGUA (m³) |               |                |                 |                             | EMISSÕES (CO <sub>2</sub> ) |                               |                                |                                 |                                             |
|-----------------|-----------------------|----------|---------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|-----------|---------------|----------------|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------|
|                 | Concelho              | GDA RECS | kWh <sub>total</sub> /m².ano          | Wh <sub>total</sub> /m².º C.ano - clima | kWh <sub>total</sub> /quarto.ano | kWh <sub>total</sub> /cliente.ano | kWh/kg <sub>roupa</sub> .ano | m³/m².ano | m³/quarto.ano | m³/cliente.ano | m³/refeição.ano | m³/kg <sub>roupa</sub> .ano | kgCO <sub>2</sub> /m².ano   | kgCO <sub>2</sub> /quarto.ano | kgCO <sub>2</sub> /cliente.ano | kgCO <sub>2</sub> /refeição.ano | kgCO <sub>2</sub> /kg <sub>roupa</sub> .ano |
| 5               | Lisboa                | 1136     | 207                                   | 183                                     | 61                               | 40                                |                              | 1.61      | 0.3           | 0.20           | 0.02            |                             | 67.57                       | 19.83                         | 12.83                          | 0.51                            |                                             |
| 5               | Porto                 | 1220     | 198                                   | 164                                     | 75                               | 52                                |                              | 0.74      | 0.28          | 0.19           | 0.04            |                             | 59.73                       | 22.44                         | 15.55                          | 0.32                            |                                             |
| 5               | Lisboa                | 1136     | 165                                   | 145                                     | 177                              | 107                               | 2.69                         | 0.66      | 0.68          | 0.41           | 0.03            | 0.019                       | 50.86                       | 53.20                         | 32.14                          | 0.59                            | 0.58                                        |
| 5               | Lisboa                | 1063     | 188                                   | 177                                     | 133                              | 91                                |                              | 0.52      | 0.35          | 0.24           |                 |                             | 54.57                       | 40.28                         | 27.57                          |                                 |                                             |
| 5               | Lisboa                | 1018     | 217                                   | 213                                     | 60                               | 41                                |                              | 1.67      | 0.47          | 0.32           |                 |                             | 64.15                       | 17.96                         | 12.32                          | 1.37                            |                                             |
| 4               | Fundão                | 1600     | 48                                    | 30                                      | 32                               | 21                                |                              |           |               |                |                 |                             | 15.61                       | 10.58                         | 7.03                           |                                 |                                             |
| 4               | Covilhã               | 2537     | 151                                   | 60                                      | 70                               |                                   |                              |           |               |                |                 |                             | 47.39                       | 20.81                         |                                |                                 |                                             |
| 4               | Covilhã               | 3049     | 189                                   | 62                                      | 132                              |                                   |                              |           |               |                |                 |                             | 147.67                      | 103.21                        |                                |                                 |                                             |
| 4               | Lisboa                | 1071     | 193                                   | 181                                     | 77                               | 44                                |                              | 0.76      | 0.29          | 0.17           |                 |                             | 58.09                       | 22.52                         | 13.02                          |                                 |                                             |
| 4               | Lisboa                | 1071     | 164                                   | 154                                     | 34                               | 20                                |                              | 0.96      | 0.19          | 0.12           | 0.01            |                             | 50.45                       | 10.46                         | 6.3                            |                                 |                                             |

Tabela 15 – Consumos médios de hotéis de 4 e 5 estrelas – casos reais

| Rating Estrelas | Parâmetros climáticos |          | ENERGIA TOTAL (kWh <sub>total</sub> ) |                                         |                                  |                                   |                              | ÁGUA (m³) |               |                |                 |                             | EMISSÕES (CO <sub>2</sub> ) |                               |                                |                                 |                                             |
|-----------------|-----------------------|----------|---------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|-----------|---------------|----------------|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------|
|                 | Concelho              | GDA RECS | kWh <sub>total</sub> /m².ano          | Wh <sub>total</sub> /m².º C.ano - clima | kWh <sub>total</sub> /quarto.ano | kWh <sub>total</sub> /cliente.ano | kWh/kg <sub>roupa</sub> .ano | m³/m².ano | m³/quarto.ano | m³/cliente.ano | m³/refeição.ano | m³/kg <sub>roupa</sub> .ano | kgCO <sub>2</sub> /m².ano   | kgCO <sub>2</sub> /quarto.ano | kgCO <sub>2</sub> /cliente.ano | kgCO <sub>2</sub> /refeição.ano | kgCO <sub>2</sub> /kg <sub>roupa</sub> .ano |
| 5               | Média                 |          | 195.0                                 | 176.4                                   | 101.2                            | 66.20                             | 2.69                         | 1.04      | 0.42          | 0.27           | 0.03            | 0.02                        | 59.38                       | 30.74                         | 20.08                          | 0.70                            | 0.58                                        |
|                 | Mediana               |          | 198.0                                 | 177.0                                   | 75.00                            | 52.00                             | 2.69                         | 0.74      | 0.35          | 0.24           | 0.03            | 0.02                        | 59.73                       | 22.44                         | 15.55                          | 0.55                            | 0.58                                        |
|                 | Desvio Padrão         |          | 17.81                                 | 22.46                                   | 46.38                            | 27.58                             | 0.00                         | 0.50      | 0.15          | 0.08           | 0.01            | 0.00                        | 6.09                        | 13.76                         | 8.18                           | 0.40                            | 0.00                                        |
|                 | Coef. Variação        |          | 9%                                    | 13%                                     | 46%                              | 42%                               | 0%                           | 48%       | 35%           | 30%            | 27%             | 0%                          | 10%                         | 45%                           | 41%                            | 57%                             | 0%                                          |
|                 | Máximo                |          | 217.0                                 | 213.0                                   | 177.0                            | 107.0                             | 2.69                         | 1.67      | 0.68          | 0.41           | 0.04            | 0.02                        | 67.57                       | 53.20                         | 32.14                          | 1.37                            | 0.58                                        |
|                 | Mínimo                |          | 165.0                                 | 145.0                                   | 60.00                            | 40.00                             | 2.69                         | 0.52      | 0.28          | 0.19           | 0.02            | 0.02                        | 50.86                       | 17.96                         | 12.32                          | 0.32                            | 0.58                                        |
| 4               | Média                 |          | 139.0                                 | 106.2                                   | 53.25                            | 28.33                             |                              | 0.86      | 0.24          | 0.15           | 0.01            |                             | 42.89                       | 16.09                         | 8.78                           |                                 |                                             |
|                 | Mediana               |          | 157.5                                 | 107.0                                   | 52.00                            | 21.00                             |                              | 0.86      | 0.24          | 0.15           | 0.01            |                             | 48.92                       | 15.70                         | 7.03                           |                                 |                                             |
|                 | Desvio Padrão         |          | 54.69                                 | 62.89                                   | 20.41                            | 11.09                             |                              | 0.10      | 0.05          | 0.02           | 0.00            |                             | 16.22                       | 5.61                          | 3.01                           |                                 |                                             |
|                 | Coef. Variação        |          | 39%                                   | 59%                                     | 38%                              | 39%                               |                              | 12%       | 21%           | 17%            | 0%              |                             | 38%                         | 35%                           | 34%                            |                                 |                                             |
|                 | Máximo                |          | 193.0                                 | 181.0                                   | 77.00                            | 44.00                             |                              | 0.96      | 0.29          | 0.17           | 0.01            |                             | 58.09                       | 22.52                         | 13.02                          |                                 |                                             |
|                 | Mínimo                |          | 48.00                                 | 30.00                                   | 32.00                            | 20.00                             |                              | 0.76      | 0.19          | 0.12           | 0.01            |                             | 15.61                       | 10.46                         | 6.30                           |                                 |                                             |

Tabela 16 – Estatística de consumos médios de hotéis de 4 e 5 estrelas – casos reais

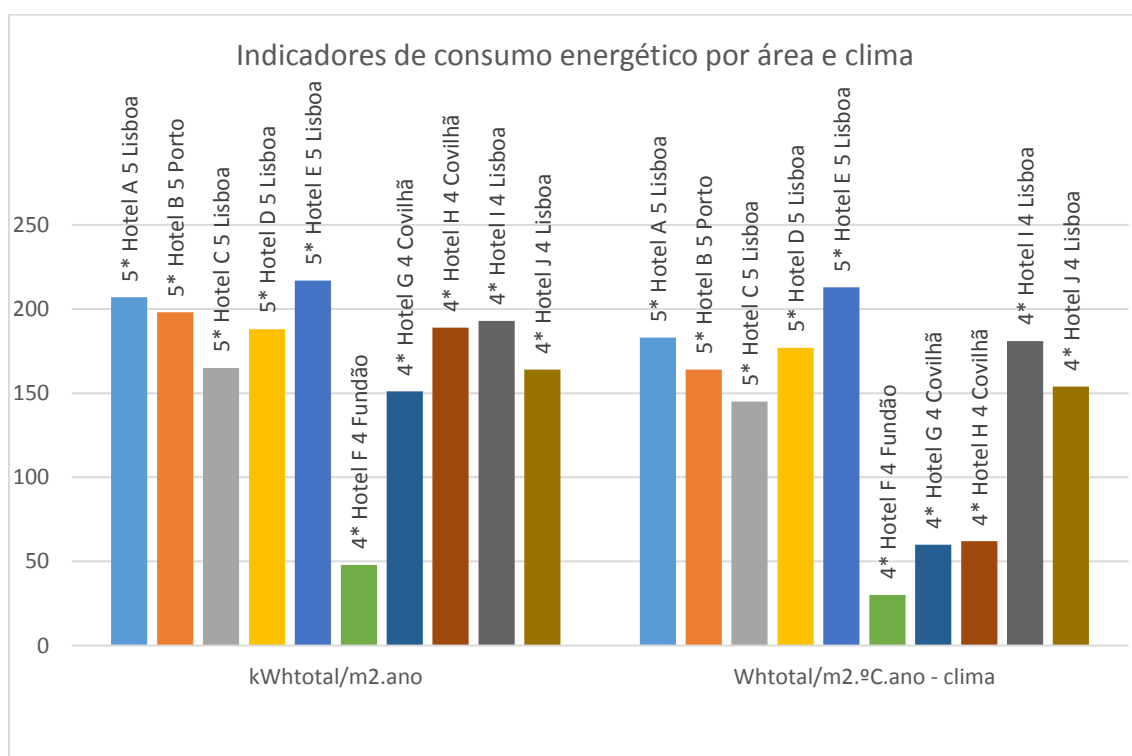


Gráfico 12 – Indicadores de consumo específico por área e normalizados em função do clima

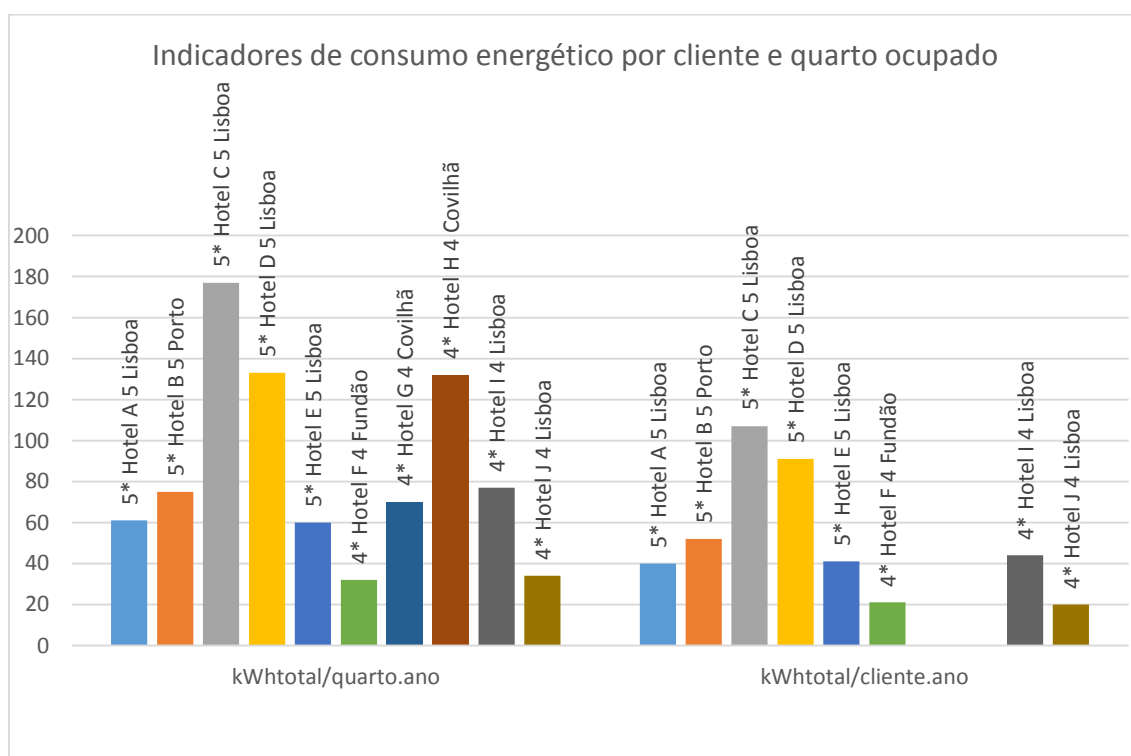


Gráfico 13 – Indicadores de consumo específico por cliente e quarto ocupado

Notas:

- GDA – graus.dia por ano; representam a severidade do clima de inverno (quanto maior o valor mais severo o Inverno).
- Os indicadores “por quarto” são referidos à ocupação real das instalações; ou seja: por noite de quarto ocupado.
- Os indicadores “por cliente” são referidos, de um modo geral, a estadias; ou seja: por dormida.

Análise:

Apesar de se tratar de uma amostra bastante reduzida, é possível tecer algumas considerações interessantes sobre os dados estatísticos apurados. Nomeadamente:

- No conjunto dos hotéis analisados verifica-se, como seria expectável, que os consumos específicos dos hotéis de 5 estrelas são, em média superiores aos dos hotéis de 4 estrelas;
- Nos hotéis de 5 estrelas estudados, todos localizados na zona da Grande Lisboa e Grande Porto, os consumos médios por m<sup>2</sup>, normalizados ou não em função do clima (GDA), apresentam um baixo coeficiente de variação;
  - Assim, o consumo total por m<sup>2</sup> apresenta-se, numa primeira análise, como um parâmetro com potencialidades para benchmarking;
- Já nos hotéis de 4 estrelas, cuja localização abrange zonas climáticas muito diferentes, verifica-se que:
  - O coeficiente de variação é elevado para qualquer um dos indicadores estatísticos estudados;
  - Numa análise mais aprofundada, verifica-se que esta variação resulta, em grande parte, do facto de:
    - os hotéis localizados no interior do País apresentarem consumos específicos, por área, semelhantes ou inferiores aos dos hotéis localizados no litoral;
    - apesar de, reconhecidamente, se debaterem com necessidades de climatização superiores, o que se reflete no facto de o consumo específico, normalizado em função do clima, ser bastante inferior nestas unidades do interior do País;
    - Pelo que os consumos específicos (por área, por cliente/dormida, ou por quarto ocupado), normalizados em função do clima, representam um indicador muito interessante para benchmarking.

**Ressalta especialmente, desta análise:**

- **O notável esforço das unidades hoteleiras localizadas no interior do País para, certamente por necessidade de se manterem competitivas, controlarem e reduzirem os seus consumos energéticos para valores globais comparáveis ou inferiores aos das unidades localizadas em climas amenos, apesar das condições mais exigentes a nível de climatização;**
- **Donde resulta que, ou estas unidades operam com maior eficiência energética, ou têm necessidade de comprometer as condições de conforto em função dos custos energéticos de operação.**

## 4. Soluções tecnológicas e melhorias

### 4.1. Soluções Passivas

O desempenho térmico e consumo energético dos hotéis, à semelhança de outros edifícios, depende, entre outros fatores, das soluções passivas utilizadas na sua construção, nomeadamente:

- Arquitetura
- Orientação solar
- Envolvente opaca
- Envolvente envidraçada

E da sua localização, representada geralmente por:

- Graus.Dia por Ano (GDA), para uma base, normalmente, de 18 a 20°C
  - Que representa um balanço, para toda a estação de aquecimento, da diferença entre a temperatura exterior e a temperatura interior de conforto (de 18 a 20°C);
  - Ou seja, quanto mais frio o clima, maior o valor de GDA;
- Zona climática de Inverno:
  - I1, I2 ou I3, consoante o clima é mais ameno ou mais agreste, respetivamente;
- Zona climática de Verão:
  - V1, V2 ou V3, consoante o clima é mais ameno ou mais agreste, respetivamente;

Bem como de fatores humanos que interagem com estas soluções, como p.e.:

- na utilização de proteções solares reguláveis (abertura/fecho de estores ou cortinas, p.e.);
- na abertura de janelas e portas, que afetam a ventilação e custos associados;
- nos níveis de ocupação e utilização de equipamentos e iluminação.

Na **Erro! A origem da referência não foi encontrada.** e na **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**, identificam-se as zonas climáticas de referência utilizadas no estudo.

Para extrapolação de resultados a outras localizações, bastará identificar o concelho e altitude, de modo a obter a zona climática e gama de GDA aplicável, procurando depois o exemplo representativo para essa zona climática.

| Concelho   | Altitude   | Altitude<br>referência | Zona Climática |       | Graus-Dia | Tmédia<br>Verão |
|------------|------------|------------------------|----------------|-------|-----------|-----------------|
| SELECIONAR | INTRODUZIR |                        | Inverno        | Verão | °C.Dia    | °C              |
|            |            |                        |                |       |           |                 |

| Concelho       | Altitude | Altitude<br>referência | Zona Climática |       | Graus-Dia | Tmédia<br>Verão |
|----------------|----------|------------------------|----------------|-------|-----------|-----------------|
|                |          |                        | Inverno        | Verão | °C.Dia    | °C              |
| Funchal        | 450      | 380                    | I1             | V1    | 923       | 19.8            |
| Lisboa         | 109      | 109                    | I1             | V2    | 1071      | 21.7            |
| Porto          | 94       | 94                     | I1             | V2    | 1250      | 20.9            |
| Faro           | 20       | 145                    | I1             | V3    | 762       | 23.1            |
| Évora          | 221      | 221                    | I1             | V3    | 1150      | 24.3            |
| Pombal         | 200      | 126                    | I2             | V1    | 1464      | 20.0            |
| Coimbra        | 50       | 50                     | I2             | V2    | 1337      | 20.6            |
| Castelo Branco | 400      | 328                    | I2             | V3    | 1404      | 24.8            |
| Covilhã        | 1100     | 507                    | I3             | V1    | 2517      | 18.9            |
| Guarda         | 717      | 717                    | I3             | V2    | 1924      | 21.7            |

Tabela 17 – Caraterização de zonas climáticas de referência utilizadas na análise de soluções passivas

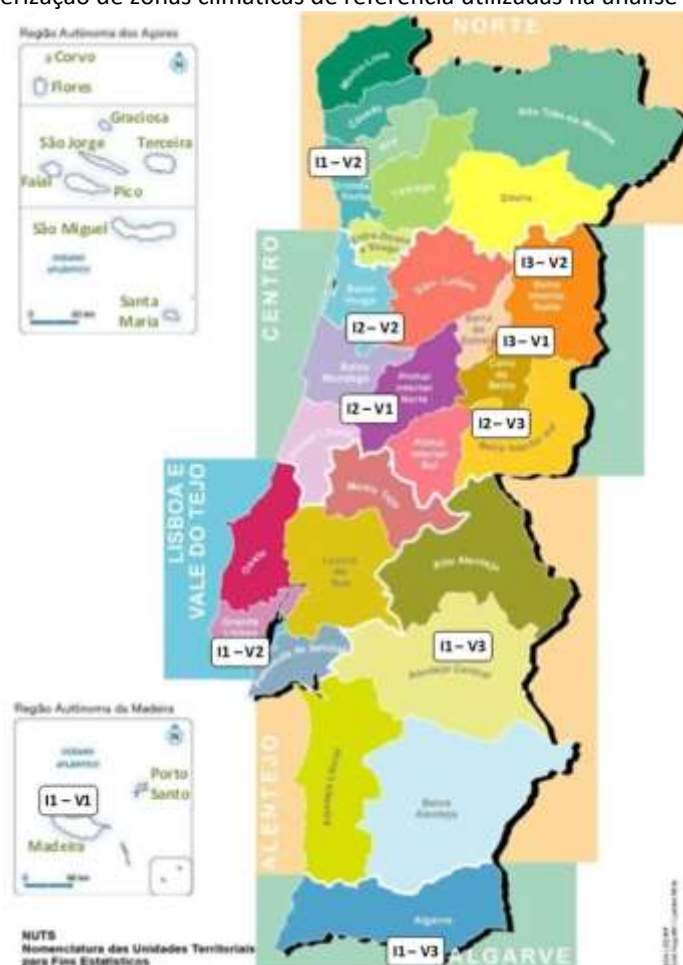


Figura 5 – Identificação geográfica das zonas climáticas utilizadas na análise de soluções pasivas  
No que diz respeito às caraterísticas da envolvente, foi utilizado o modelo de um “Hotel-Tipo” para testar os vários cenários de análise.

Este modelo foi criado com base nos dados disponibilizados pela ADENE, referentes aos certificados energéticos de edifícios de hotelaria. De um total de 209 hotéis analisados, desde pequenos estabelecimentos a hotéis de cinco estrelas, obteve-se uma média ponderada de área útil de pavimento de, aproximadamente, 6 400 m<sup>2</sup>. Também foi possível traçar uma média das características da envolvente (tipo de soluções construtivas e fator solar dos vidros).

Com base nestas informações, foi possível “construir” um edifício de três pisos com a mesma tipologia de um hotel “standard”: com sala multiusos, sala de refeições, receção, escritórios, cozinha, lavandaria, zona de convívio e 80 quartos com WC privativa. Considerou-se que o edifício “construído” teria a maior fachada envidraçada na orientação sul, no entanto, também se irá analisar os consumos associados aos diferentes sistemas técnicos caso esta fachada estivesse virada a Este/Oeste. Os perfis de ocupação e de utilização dos equipamentos foram, maioritariamente, assumidos com base nas condições de referência do anterior regulamento energético de edifícios (RSECE). Para as condições interiores de conforto, assumiu-se uma temperatura para a estação de aquecimento de 20°C e para a estação de arrefecimento de 25°C.

#### 4.1.1. Caracterização da situação atual

##### 4.1.1.1. Envolvente Opaca

Define-se como envolvente opaca todos os elementos da construção que delimitam os espaços climatizados do exterior ou de outros espaços não climatizados, e que são essencialmente opacos à passagem da radiação solar diretamente para o interior do edifício.

Incluem-se na envolvente opaca:

- Paredes
- Coberturas
- Pavimentos
- Outros elementos, como portas opacas

Para efeitos de análise térmica e de consumos energéticos, estes elementos são essencialmente caracterizados pelo:

- Coeficiente de Transmissão Térmica:  $U$  (W/m<sup>2</sup>.°C)
  - Que representa as perdas térmicas ou a passagem de calor por cada m<sup>2</sup> de superfície (parede, cobertura, pavimento ou outro), para uma diferença de temperatura de 1°C;
  - Como tal, quanto maior o valor deste coeficiente, mais perdas têm os elementos construtivos;
  - Ao aumentar-se o nível de isolamento, consegue-se reduzir o coeficiente de transmissão térmica, ou seja: reduzem-se as perdas térmicas e melhora-se a qualidade térmica da envolvente opaca.

De seguida caracterizam-se – em situações e intervalos tipificados, de forma a tornar a análise mais simples e clara – os principais elementos da envolvente, com base nos dados estatísticos do Sistema de Certificação Energética, no que diz respeito, especificamente, ao parque existente (e certificado) de edifícios de hotelaria.

Com base nestes dados, são posteriormente propostas e analisadas medidas de melhoria, quantificando o seu impacto a nível económico e ambiental e caracterizando as condições em que os respetivos investimentos podem revelar-se interessantes (Ponto **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**).

#### 4.1.1.1.1. Paredes

As paredes que influenciam de forma mais significativa o desempenho térmico de um edifício, podem-se classificar como:

- Exteriores – quando separam diretamente espaços climatizados do exterior;
- Interiores – quando separam espaços climatizados de outros espaços não climatizados, como sejam áreas técnicas, estacionamento, armazéns ou similares.

A experiência e uma análise inicial permitem identificar que as fachadas exteriores são as que têm um papel determinante no comportamento térmico e nos consumos energéticos do edifício, tendo as paredes interiores um peso relativamente pequeno.

Assim, a análise que se segue irá centrar-se nas paredes exteriores.

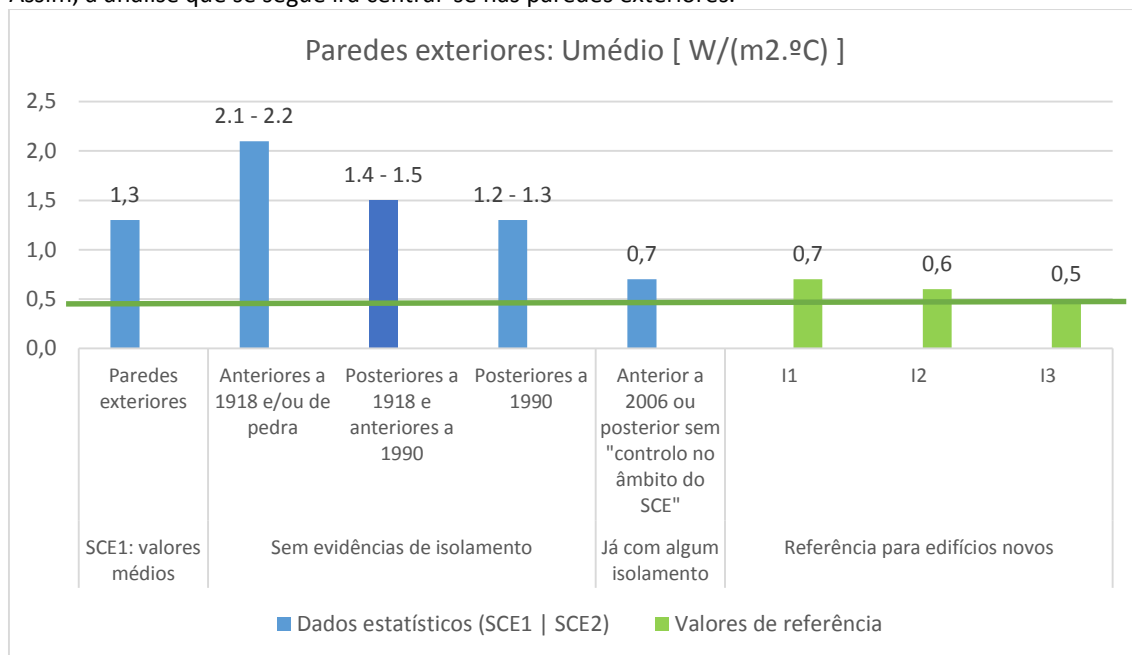


Gráfico 14 – Paredes exteriores (parque existente): Coeficiente de transmissão térmica tipificado

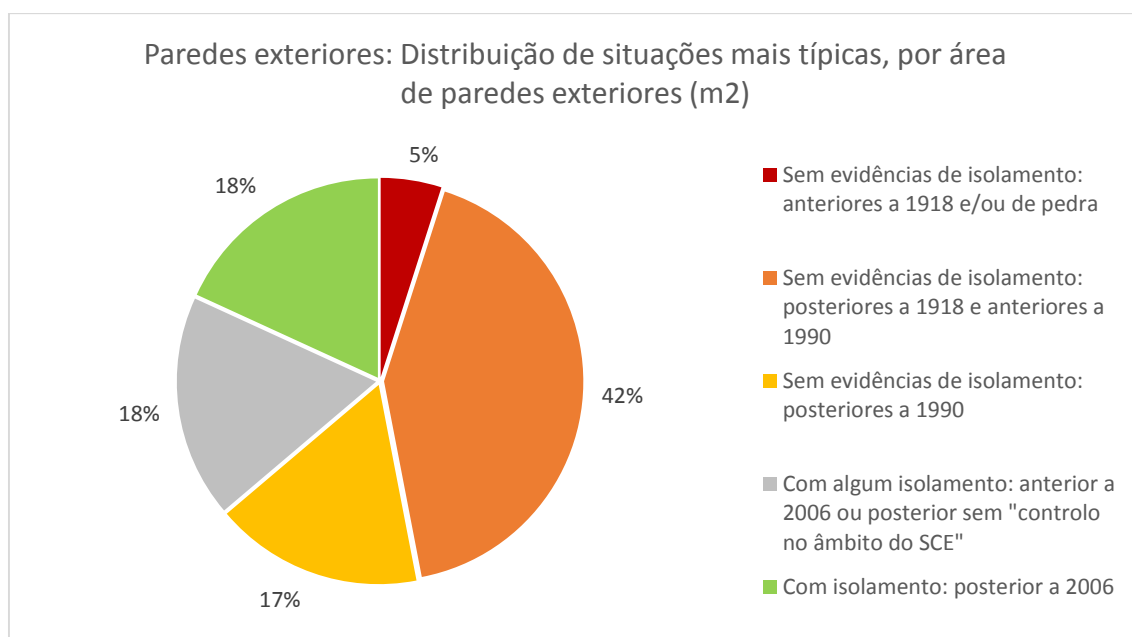


Gráfico 15 – Paredes exteriores (parque existente): Distribuição tipificada por ano e tipo de construção  
1ª Análise:

Se o parque de edifícios de turismo

Certificados (cerca de 11%) for representativo do parque hoteleiro edificado:

- No parque construído predominam (42%) as paredes construídas entre 1918 e 1990, sem evidências de isolamento térmico;
- Em pelo menos 64% das fachadas de edifícios de hotelaria (fração de fachadas sem isolamento) poderá justificar-se uma análise de viabilidade para melhoria do isolamento de fachadas;

A análise de melhorias do capítulo seguinte permitirá avaliar com mais precisão quais as situações em que o investimento em isolamento de paredes de fachada é efetivamente interessante, do ponto de vista dos benefícios económicos e ambientais.

#### 4.1.1.1.2. Coberturas

A nível de coberturas, identificam-se:

- Coberturas exteriores – como aquelas que separam diretamente espaços climatizados do exterior (terraços ou coberturas inclinadas “visíveis” do interior;
- Coberturas interiores – como aquelas que separam espaços climatizados de espaços não climatizados, como desvãos (ventilados ou não), sótãos ou zonas técnicas (p.e., lajes de esteira, lajes sob arrumos ou espaços técnicos no sótão)

A experiência e uma análise inicial permitem indicar que as coberturas são um dos pontos críticos a nível de perdas e ganhos térmicos, tendo um papel decisivo no desempenho energético de um edifício.

De realçar que, em valores absolutos, as coberturas terão naturalmente um impacto maior num edifício de poucos andares e grande área de implantação, do que num edifício construído em altura. No entanto, o impacto relativo do investimento e retorno, por área de cobertura, é por norma significativo, quer num caso quer noutro.

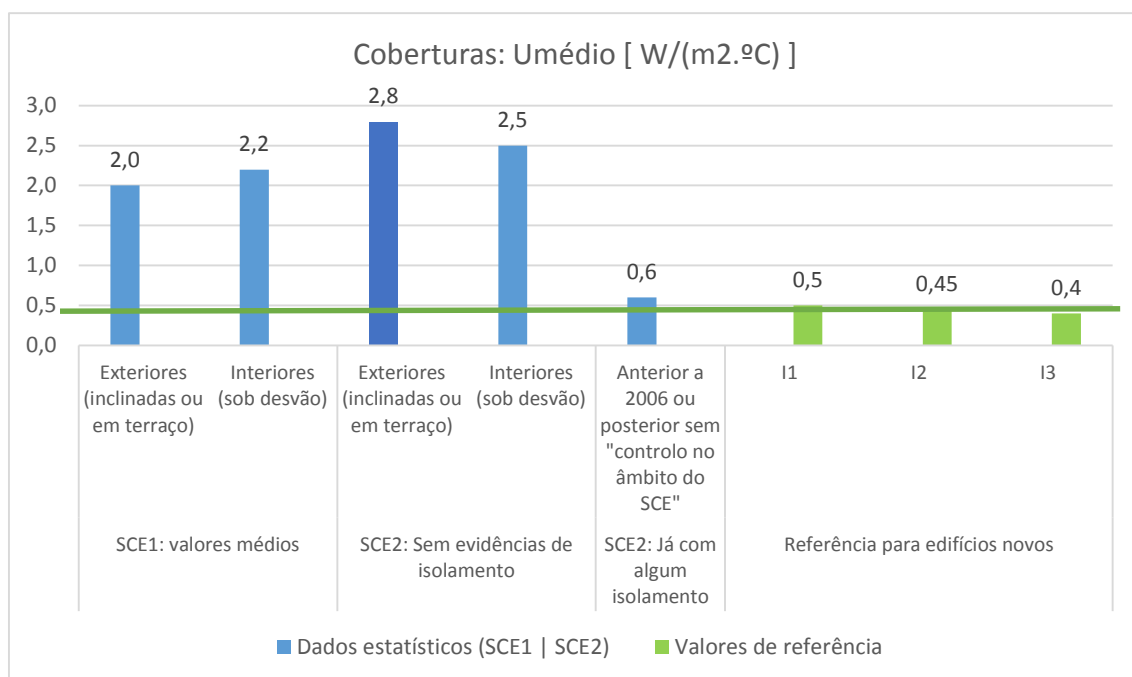


Gráfico 16 – Coberturas (parque existente): Coeficiente de transmissão térmica tipificado

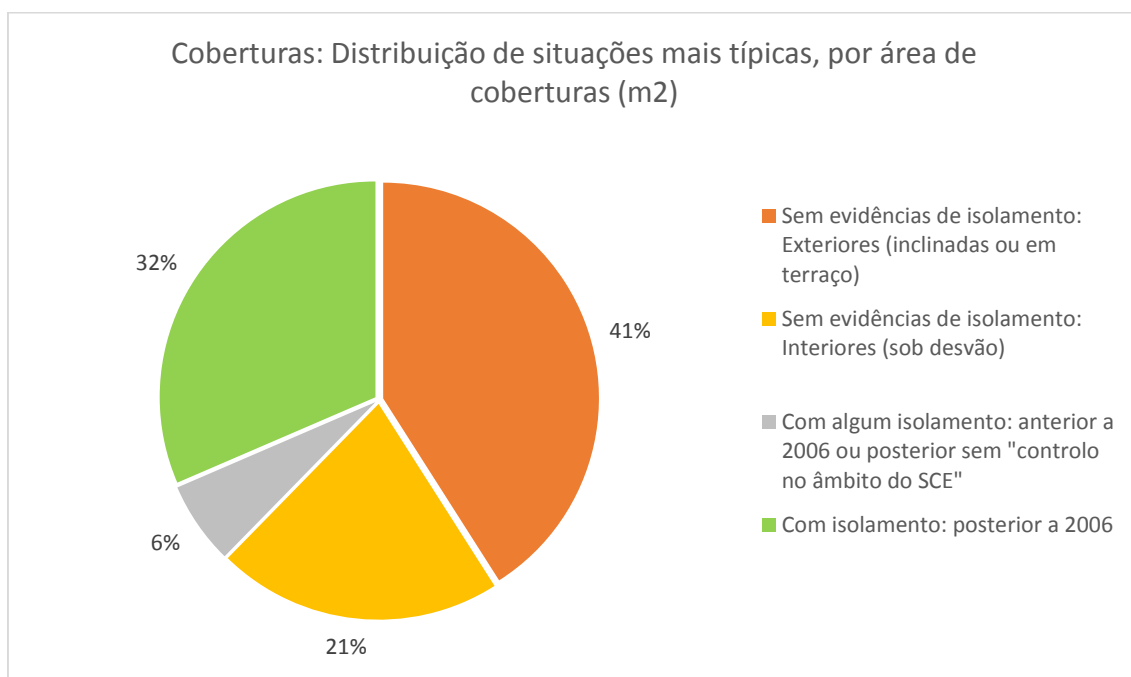


Gráfico 17 – Coberturas (parque existente): Distribuição tipificada por tipo de construção e envolvente

#### 1ª Análise:

Se o parque de edifícios de turismo Certificados for considerado representativo do parque hoteleiro edificado:

- No parque construído predominam (41%) as coberturas exteriores sem evidências de isolamento, sendo que as coberturas interiores representam metade da área de coberturas exteriores;
- Em pelo menos 62% das coberturas de edifícios de hotelaria (fração de coberturas sem isolamento) poderá justificar-se uma análise de viabilidade para melhoria do isolamento de coberturas;

- A consciencialização sobre a importância das coberturas no comportamento térmico dos edifícios revela-se numa maior fração de coberturas que já possuem isolamento térmico (32%), quando comparada com a situação das paredes.

A análise de melhorias do capítulo seguinte permitirá avaliar com mais precisão quais as situações em que o investimento em isolamento de coberturas é efetivamente interessante, do ponto de vista dos benefícios económicos e ambientais.

#### 4.1.1.1.3. Pavimentos

Os pavimentos podem ser resumidamente identificados como:

- Enterrados – quando se encontram abaixo do nível do terreno exterior;
- Térreos – quando estão em contacto com o solo, e aproximadamente ao nível do terreno exterior
- Exteriores – quando estão diretamente sobre o exterior (tipicamente, secções “em balaço” sobre o exterior);
- Interiores – quando separam espaço climatizados sobre espaços não climatizados, como estacionamentos, zonas técnicas ou desvãos (ventilados ou não).

A experiência e uma análise inicial permitem centrar a análise nos pavimentos exteriores e interiores, uma vez que:

- Por um lado, o solo é um bom isolante, reduzindo as perdas térmicas pelos pavimentos térreos e enterrados;
- Por outro lado, a nível de intervenções de reabilitação, estas são, de um modo geral, mais facilmente exequíveis em pavimentos exteriores ou interiores, em que o isolamento pode ser aplicado pelo lado inferior do pavimento.

De realçar que, embora em valores absolutos, os pavimentos exteriores tenham por norma um baixo impacto no comportamento global do edifício, por se resumirem a pequenas áreas, o impacto relativo do investimento e retorno, por área de pavimento, poderá ser significativo, pelo que serão igualmente analisados.

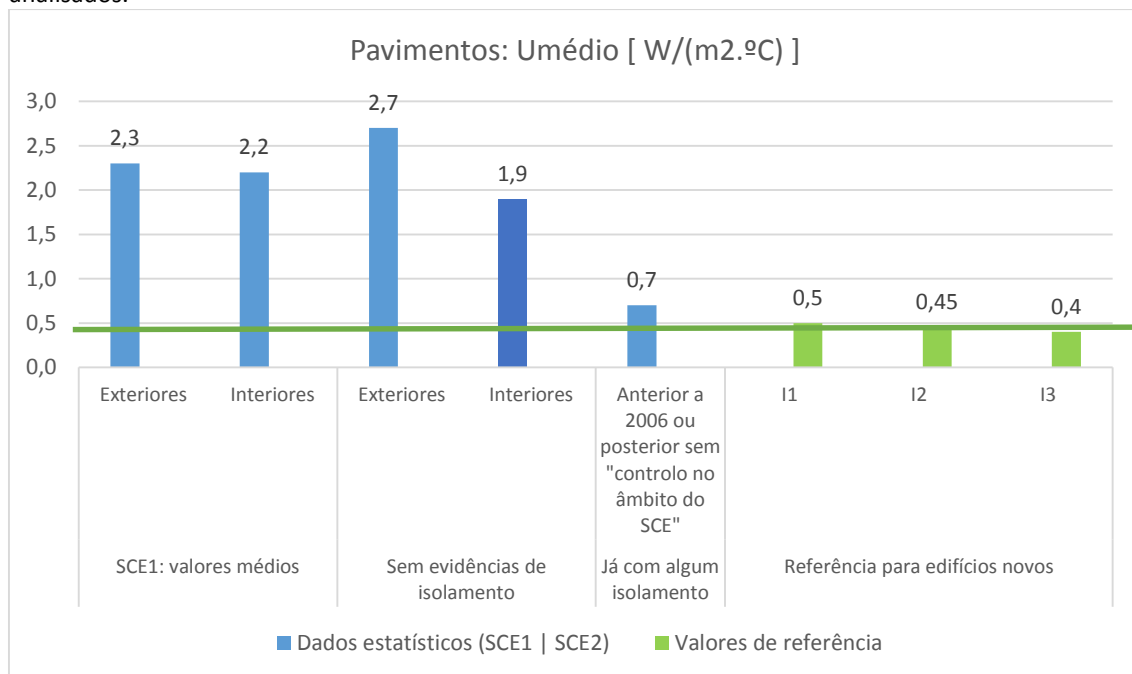


Gráfico 18 – Pavimentos (parque existente): Coeficiente de transmissão térmica tipificado

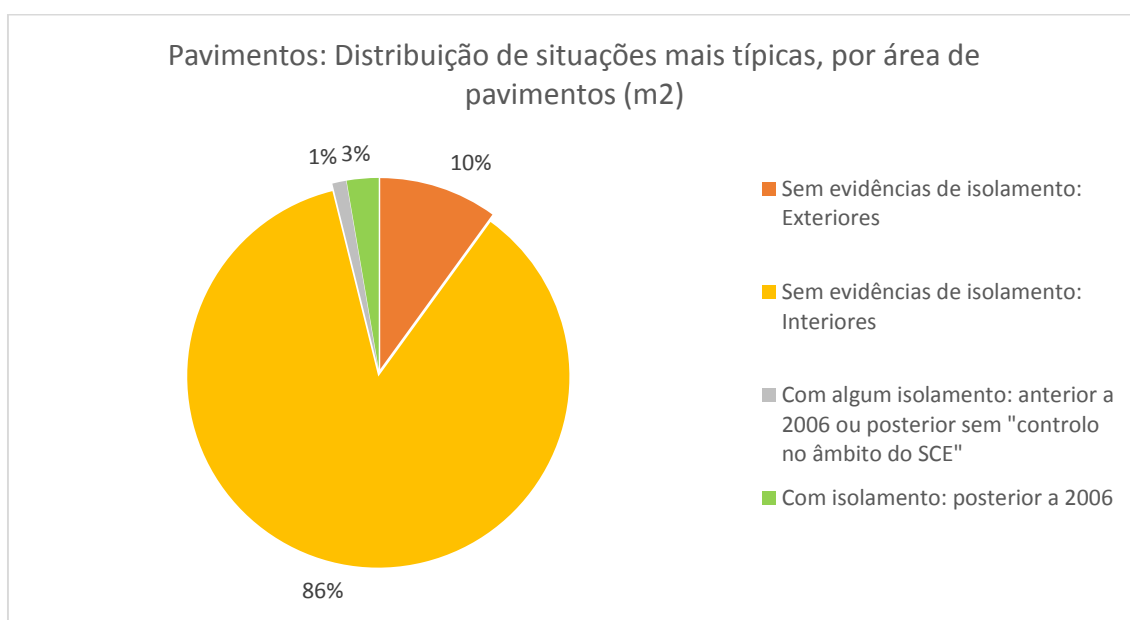


Gráfico 19 – Pavimentos (parque existente): Distribuição tipificada por tipo de construção e envolvente

### 1ª Análise:

Admitindo que o parque de edifícios de turismo Certificados é representativo do parque hoteleiro edificado:

- No parque construído predominam (87%), como seria de esperar, os pavimentos interiores, uma vez que os pavimentos exteriores se resumem geralmente a pequenas secções “em balanço”, salientes do alinhamento das fachadas exteriores, ou correspondentes a secções recuadas no piso inferior;
- Em pelo menos 97% das áreas de pavimento da envolvente, em edifícios de hotelaria (fração de pavimentos sem isolamento) poderá justificar-se uma análise de viabilidade para melhoria do isolamento de pavimentos.

A análise de melhorias do capítulo seguinte permitirá avaliar com mais precisão quais as situações em que o investimento em isolamento de pavimentos é efetivamente interessante, do ponto de vista dos benefícios económicos e ambientais.

#### 4.1.1.2. Envolvente Envidraçada

Define-se como envolvente envidraçada o conjunto dos elementos de caixilharia e vidro (ou outro elemento transparente ou translúcido) que delimitam os espaços climatizados do exterior ou de outros espaços não climatizados e que permitem a passagem da radiação solar diretamente para o interior do edifício.

O desempenho dos vãos envidraçados depende essencialmente da combinação dos seguintes fatores:

- Coeficiente de transmissão térmica do vão (*window*) –  $U_w$  ( $W/m^2 \cdot ^\circ C$ ) –, que caracteriza as perdas térmicas e caracteriza, essencialmente, o desempenho na estação de Inverno; depende de:
  - Caixilharia –  $U_f$  (de *frame*)
  - Vidro –  $U_g$  (de *glass*)
- Fator solar do envidraçado:  $g$ 
  - Que representa a fração de radiação solar que efetivamente atravessa para o interior do edifício e que vai gerar ganhos térmicos (benéficos no Inverno, prejudiciais no Verão)
- Proteções solares:
  - Fixas: palas, arquitetura do próprio edifício;
  - Reguláveis:
    - Exteriores: persianas, estores, portadas
    - Interiores: persianas, estores, portadas, cortinas, cortinados ou blackouts
    - Entre vidros: estores de lâminas delgadas
- Infiltrações:
  - Que nas janelas certificadas são caracterizadas por uma classe de permeabilidade ao ar (quanto mais elevado a classe, melhor vedada está a janela e menos infiltrações terá);

De seguida caracterizam-se – em situações e intervalos tipificados, de forma a tornar a análise mais simples e clara – os principais elementos da envolvente, com base nos dados estatísticos do Sistema de Certificação Energética, no que diz respeito, especificamente, ao parque existente (e certificado) de edifícios de hotelaria.

Com base nestes dados, são posteriormente propostas e analisadas medidas de melhoria, quantificando o seu impacto a nível económico e ambiental e caracterizando as condições em que os respetivos investimentos podem revelar-se interessantes.

Os envidraçados podem ser:

- Exteriores – quando separam espaços climatizados diretamente do exterior; p.e. janelas, portas envidraçadas ou fachadas envidraçadas, ou ainda claraboias ou secções envidraçadas em coberturas exteriores;
- Interiores – quando separam espaços climatizados de espaços não climatizados, como sejam áreas técnicas, estacionamento, armazéns ou similares.

A experiência e uma análise inicial permitem identificar os envidraçados exteriores como sendo, claramente, os que maior impacto têm no desempenho energético de um edifício, pelo que toda a análise subsequente se irá centrar nos envidraçados exteriores.

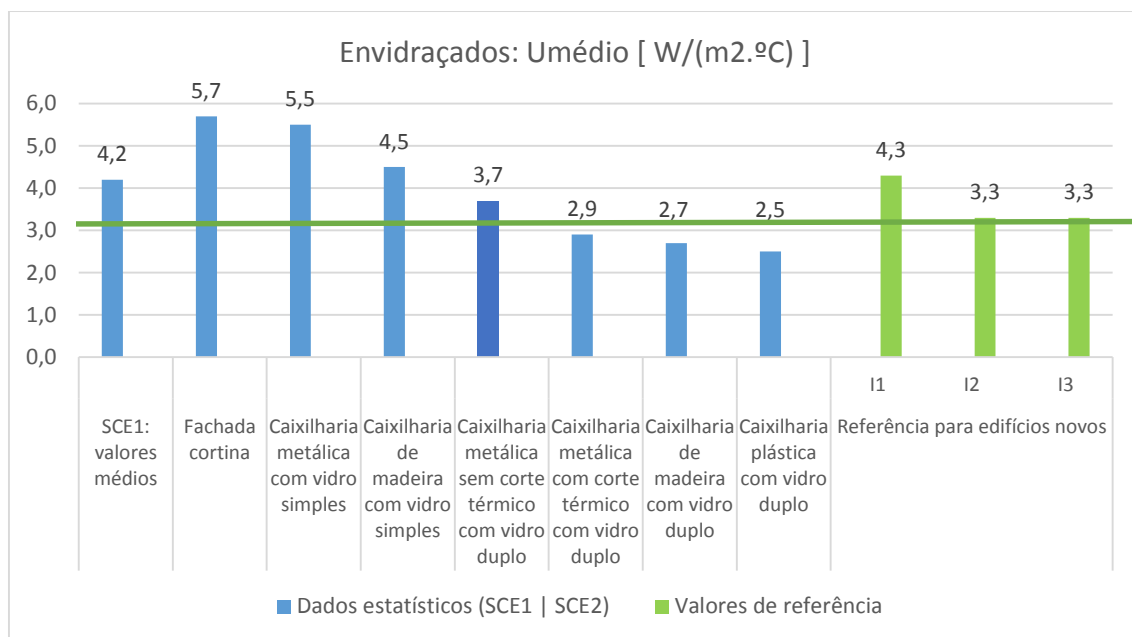


Gráfico 20 – Envidraçados (parque existente): Coeficiente de transmissão térmica tipificado

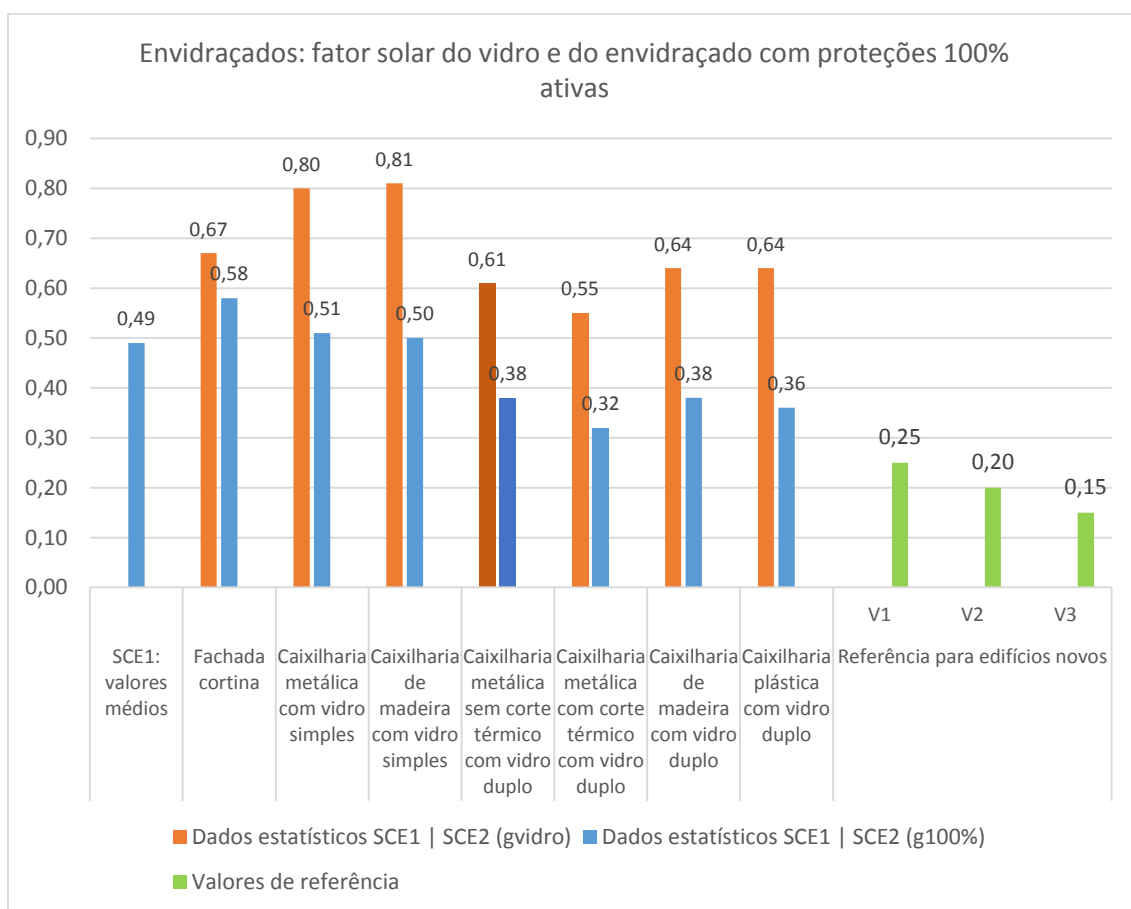


Gráfico 21 – Envidraçados (parque existente): Fator solar do vidro e do envidraçado com proteções 100% ativas

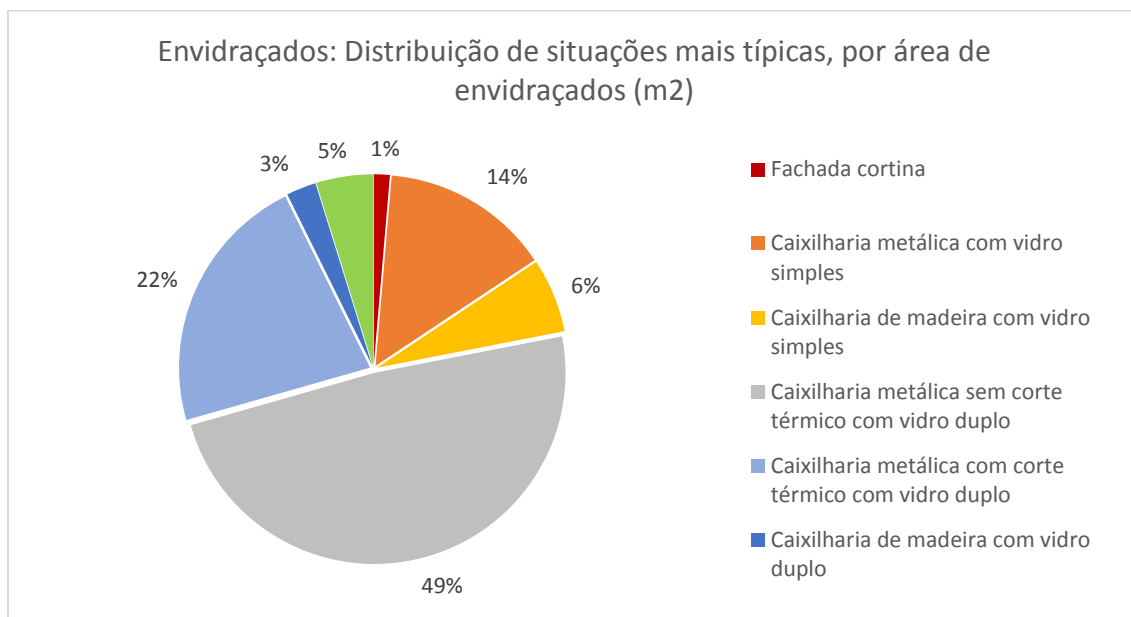


Gráfico 22 – Envidraçados (parque existente): Distribuição tipificada por tipo de construção e envolvente

#### 1ª Análise:

Admitindo que o parque de edifícios de turismo Certificados é representativo do parque hoteleiro edificado:

- No parque construído predominam (49%) os envidraçados de caixilharia metálica sem evidências de corte térmico e com vidro duplo;
- Estas soluções de envidraçados (quase metade do parque certificado), terão que ser analisadas em maior detalhe para determinar se existem benefícios económicos e/ou ambientais que justifiquem intervenções de melhoria, uma vez que as características térmicas já são próximas das de referência, no que diz respeito ao coeficiente de transmissão térmica;
- Em pelo menos 20% dos envidraçados, no setor da hotelaria (fração de envidraçados ainda com vidro simples), deverá justificar-se uma análise de viabilidade de substituição de janelas ou aplicação de uma segunda caixilharia;
- No que diz respeito ao fator solar dos envidraçados, e em especial ao efeito das proteções solares, poderão muito provavelmente identificar-se melhorias na maioria dos casos, uma vez que o fator solar médio das soluções identificadas no parque existente é superior, em todos os casos, ao valor de referência.

A análise de melhorias do capítulo seguinte permitirá avaliar com mais precisão quais as situações em que o investimento em isolamento de pavimentos é efetivamente interessante, do ponto de vista dos benefícios económicos e ambientais.

#### 4.1.2. Análise de melhorias

A análise de potenciais melhorias de cada elemento da envolvente será realizada fazendo variar as características desse elemento, e mantendo as características “médias” de todos os outros elementos.

Embora a influência relativa de cada elemento da envolvente (paredes, coberturas, pavimentos, envidraçados) possa variar significativamente com a arquitetura de cada hotel, uma vez que tanto o investimento como os benefícios associados estão fortemente associados à área do elemento a intervir (área de parede, área de envidraçados, etc.), pressupõe-se que se mantenha, no essencial, a relação entre investimento e benefícios esperados, para as diferentes tipologias arquitetónicas.

Assim, na análise de soluções e melhorias a nível da envolvente passiva, serão tidos em conta vários cenários tendo em conta, entre os outros, os seguintes fatores:

- Localização | zona climática (analisadas 10 zonas climáticas diferentes)
- Características térmicas da envolvente
- Características das melhorias propostas

E serão ainda realizadas análises de sensibilidade, apenas em alguns cenários de referência, quanto à influência de fatores como:

- Orientação solar das principais fachadas;
- Nível de ventilação/infiltrações;
- Inércia e influência do isolamento pelo interior ou pelo exterior;

Outros pressupostos de cálculo:

- Uma vez que, para intervenções em edifícios existentes, o custo do isolamento térmico propriamente dito é, de um modo geral, uma pequena parcela do custo da intervenção, que tem que contemplar, consoante aplicável, mão-de-obra, meios de elevação, trabalhos preparatórios, revestimentos, etc.;
- Para simplificar a análise, considerou-se, em todos os casos, a aplicação de isolamento de modo a conseguir melhorar o coeficiente de transmissão térmica dos elementos opacos, pelo menos, para o valor de referência atual para a zona climática mais exigente;
- Nos cenários analisados, considera-se que os principais espaços (quartos, espaços, comuns) são climatizados em contínuo; se os espaços apenas forem climatizados parte do tempo, deverá ter-se em atenção a respetiva correção na estimativa de benefícios e retorno do investimento;
  - Como primeira aproximação, p.e., se os espaços apenas forem climatizados metade do tempo, poderá considerar-se que o período para retorno do investimento duplicará;
- Estima-se que os custos de investimento em medidas de melhoria da envolvente, para instalações de menor dimensão (aprox. até 2000 m<sup>2</sup>) poderá ser superior, em cerca de 15%, ao custo de intervenções em unidades de média a grande dimensão, como a considerada no estudo, com o aumento proporcional do período de retorno das medidas;
- Deverá ainda ter-se em conta que os valores de investimento considerados são valores médios aproximados, podendo variar significativamente com:
  - Dimensão do edifício
  - Acessibilidades | Localização do edifício
  - Construção em altura | Necessidade de meios de elevação
  - Qualidade da mão-de-obra
  - Qualidade dos materiais
- Por fim, chama-se a atenção para o facto de tanto o período de retorno como o resultado líquido a 25 anos são cálculos simplificados, que não têm em consideração:
  - Correção pela inflação;
  - Custos financeiros / de indisponibilidade associados ao investimento;
  - Possibilidade de reinvestimento das poupanças;

- De notar, ainda em relação a este ponto, que o facto de os custos de energia aumentarem, tendencialmente, acima da inflação média, favorece, a prazo, o retorno dos investimentos em eficiência energética.
- Considerando que, de um modo geral, as unidades hoteleiras possuem contabilidade empresarial, realizando balanço de IVA, todos os valores referidos na análise de melhorias são valores sem IVA;
- Para análise das medidas de melhoria propostas, consideram-se os seguintes valores médios de referência:

| Fonte de energia | Custo Energia final [€/kWh] | Rendimento médio de sistemas de climatização |               | Custo médio da energia útil [€/kWh] |               | Conversão energia primária (kWh <sub>EP</sub> / kWh) | Emissões CO2 [kgCO2 / kWh <sub>EP</sub> ] |
|------------------|-----------------------------|----------------------------------------------|---------------|-------------------------------------|---------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
|                  |                             | Aquecimento                                  | Arrefecimento | Aquecimento                         | Arrefecimento |                                                      |                                           |
| Eletricidade     | 0.100                       | 3.15                                         | 2.7           | 0.033                               | 0.053         | 2.5                                                  | 0.144                                     |
| GN               | 0.056                       | 0.84                                         | -             | 0.070                               | -             | 1                                                    | 0.202                                     |
| Gás Propano      | 0.127                       | 0.86                                         |               | 0.154                               |               |                                                      | 0.170                                     |
| Gasóleo          | 0.128                       | 0.86                                         |               | 0.157                               |               |                                                      | 0.267                                     |
| Biomassa         | 0.040                       | 0.73                                         |               | 0.057                               |               |                                                      | 0.000                                     |

Tabela 18 – Valores de referência para análise de medidas de melhoria

Na análise que se segue considera-se que, sendo a intervenção na envolvente uma medida que, se bem realizada, tem um longo período de vida útil, estas medidas poderão ser viáveis se apresentarem período de retorno simples até cerca de 20 anos.

No entanto, apresentam-se os principais dados de todos os cenários analisados, caso se pretenda avaliar as medidas propostas com base noutros critérios.

#### 4.1.2.1.1. Paredes

Ao nível de fachadas exteriores, identifica-se como principal melhoria a equacionar:

- **A colocação de isolamento térmico – pelo interior ou pelo exterior – de modo a reduzir o coeficiente de transmissão térmica, ou seja, reduzir as perdas térmicas.**

Pressupostos de cálculo:

- Considerou-se, em todos os casos, a aplicação de isolamento de modo a conseguir melhorar o coeficiente de transmissão térmica das fachadas, pelo menos, para o valor de referência atual para a zona climática mais exigente:
  - $U = 0,5 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$
- Embora na análise se refira, para mais fácil leitura, o tipo e período de construção das paredes existentes, os cálculos baseiam-se em valores médios do coeficiente de transmissão térmica previamente determinados;
  - Assim, existindo informação mais detalhada sobre a constituição das paredes, deverá ser utilizada esta informação como ponto de partida, e não apenas o ano de construção;
- Consideraram-se os seguintes custos médios de investimento:
  - Para paredes inicialmente sem isolamento:
    - Aplicação de 50 a 60mm de espessura de isolamento:
      - com condutibilidade não superior a  $0,037 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$ , pelo interior
      - com condutibilidade não superior a  $0,040 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$ , pelo exterior
    - Com um custo estimado de:
      - $20 \text{ €/m}^2$  (de parede, descontando vãos) para isolamento pelo interior
      - $35 \text{ €/m}^2$  (de parede, descontando vãos) para isolamento pelo exterior
  - Para paredes inicialmente já com algum isolamento:
    - Aplicação de 30mm de espessura de isolamento
      - com condutibilidade não superior a  $0,040 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$
    - Com um custo estimado de:
      - $18 \text{ €/m}^2$  (de parede, descontando vãos) para isolamento pelo interior
      - $30 \text{ €/m}^2$  (de parede, descontando vãos) para isolamento pelo exterior
- Nas tabelas e gráficos de análise de resultados, apresenta-se apenas a solução de isolamento pelo interior;
  - Em função da análise de sensibilidade realizada ao facto de o isolamento ser colocado pelo interior ou pelo exterior, e em função dos diferentes valores de investimento, poderá considerar-se, genericamente, que:
    - as soluções de isolamento pelo exterior poderão ter um período de retorno mais longo que as soluções de isolamento pelo interior, em cerca de 40% a 55%, como primeira aproximação;

#### “Caderno de Encargos” da Medida de Melhoria:

- A medida de melhoria deverá ter como objetivo melhorar o coeficiente de transmissão térmica para, pelo menos, o valor de referência na zona climática em causa,
  - Salvo devidamente justificado por simulação dinâmica, com todos os parâmetros claramente identificados, que um coeficiente de transmissão térmica intermédio possa conduzir a melhor desempenho que o de referência;
- Quer se trate de isolamento pelo interior quer se trate de isolamento pelo exterior, deverá ser garantida a correção das pontes térmicas, isolando necessariamente pilares e vigas em qualquer processo de reabilitação que envolva a aplicação de isolamento térmico na envolvente;
  - Esta correção vai contribuir para que, para além de se evitarem patologias típicas, como pontos de condensação e desenvolvimento de fungos, o retorno das medidas de aplicação de isolamento seja idêntico ou melhor que o estimado.

- As soluções de isolamento a considerar não deverão se comparadas com base apenas na espessura de isolamento, mas sim com base no Coeficiente de Transmissão Térmica da Solução final, devidamente justificado;
  - Para tal, todas as alternativas deverão considerar a mesma solução existente, com o mesmo coeficiente de transmissão térmica de base;
  - Cada alternativa poderá, adicionalmente, listar as vantagens e desvantagens da solução proposta, para análise pelo Dono de Obra de outros eventuais critérios (p.e., ocupação ou não de espaço interior útil, necessidade de interromper a utilização dos espaços interiores para realizar a intervenção, efeitos sobre a inércia ou correção de pontes térmicas lineares);

Investimento considerado para o “Hotel-Tipo” em estudo:

|                                 | Área aprox. de paredes exteriores (descontando vãos) (m²) | Custo unitário (isolamento pelo interior) (€/m²) | Custo unitário (isolamento pelo exterior) (€/m²) | Investimento global estimado (isolamento pelo interior) (€) | Investimento global estimado (isolamento pelo exterior) (€) |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Paredes sem isolamento          | 2130                                                      | 20                                               | 35                                               | 42 600                                                      | 74 550                                                      |
| Paredes já com algum isolamento | 2130                                                      | 18                                               | 30                                               | 38 350                                                      | 63 900                                                      |

Tabela 19 – Investimento estimado em medidas de isolamento de fachadas exteriores  
Resumem-se de seguida os principais resultados, em tabela e em gráfico, para alguns cenários representativos. De notar que, por ser o parâmetro que revelou maior correlação com os resultados, se agrupam os cenários por gamas de GDA da respetiva localização. Em anexo poderão encontrar-se dados mais completos.

| Parede existente          | GDA (graus.dia/ano) | Redução anual de cargas aquecimento | Redução anual de cargas arrefecimento | Período de retorno simples<br>Arrefecimento: sistemas BC<br>Aquecimento: diferentes soluções (anos) |                      |                      | Resultado ao fim de 25 anos:<br>Poupança – Investimento para isolamento pelo interior (€) |                      |                      |
|---------------------------|---------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|
|                           |                     | Energia útil (kWh/ano)              | Energia útil (kWh/ano)                | Aquec. BC                                                                                           | Aquec. GN / Biomassa | Aquec. GPL / Gasóleo | Aquec. BC                                                                                 | Aquec. GN / Biomassa | Aquec. GPL / Gasóleo |
| Anterior a 1918 ou pedra  | < 1000              | 11 519                              | -2 099                                | NA                                                                                                  | 79                   | 25                   | -35 800 €                                                                                 | -27 000 €            | -650 €               |
|                           | 1000 - 1100         | 28 990                              | -734                                  | 46                                                                                                  | 24                   | 10                   | -19 400 €                                                                                 | 2 600 €              | 69 100 €             |
|                           | 1100 - 1800         | 34 979                              | 5 038                                 | 31                                                                                                  | 17                   | 7                    | -6 740 €                                                                                  | 19 840 €             | 100 040 €            |
|                           | > 1800              | 73 141                              | 1 017                                 | 17                                                                                                  | 9                    | 4                    | 19 700 €                                                                                  | 75 300 €             | 242 900 €            |
| Pós 1918; Anterior a 1990 | < 1000              | 9 401                               | 889                                   | >100                                                                                                | 69                   | 28                   | -33 550 €                                                                                 | -26 450 €            | -4 900 €             |
|                           | 1000 - 1100         | 18 894                              | 1 261                                 | 61                                                                                                  | 33                   | 14                   | -25 200 €                                                                                 | -10 800 €            | 32 500 €             |
|                           | 1100 - 1800         | 22 675                              | 4 156                                 | 45                                                                                                  | 26                   | 11                   | -18 140 €                                                                                 | -920 €               | 51 020 €             |
|                           | > 1800              | 44 840                              | 1 604                                 | 27                                                                                                  | 15                   | 6                    | -3 100 €                                                                                  | 31 000 €             | 133 750 €            |
| Pós 1990; Anterior a 2006 | < 1000              | 7 128                               | 267                                   | >100                                                                                                | 96                   | 38                   | -36 300 €                                                                                 | -30 900 €            | -14 550 €            |
|                           | 1000 - 1100         | 14 723                              | 645                                   | 81                                                                                                  | 44                   | 18                   | -29 500 €                                                                                 | -18 300 €            | 15 500 €             |
|                           | 1100 - 1800         | 17 678                              | 2 919                                 | 59                                                                                                  | 34                   | 15                   | -23 980 €                                                                                 | -10 540 €            | 29 980 €             |
|                           | > 1800              | 11 631                              | -889                                  | 35                                                                                                  | 19                   | 8                    | -11 900 €                                                                                 | 15 000 €             | 96 000 €             |
| Já com algum isolamento   | < 1000              | 1 278                               | -1 544                                | NA                                                                                                  | NA                   | >100                 | -39 300 €                                                                                 | -38 350 €            | -35 400 €            |
|                           | 1000 - 1100         | 4 246                               | -1 154                                | >100                                                                                                | >100                 | 64                   | -36 300 €                                                                                 | -33 100 €            | -23 400 €            |
|                           | 1100 - 1800         | 5 122                               | -382                                  | >100                                                                                                | >100                 | 50                   | -34 580 €                                                                                 | -30 700 €            | -18 960 €            |
|                           | > 1800              | 11 631                              | -889                                  | >100                                                                                                | 55                   | 22                   | -29 850 €                                                                                 | -21 000 €            | 5 700 €              |

Tabela 20 - Retorno económico de medidas de isolamento de fachadas exteriores

Poupança anual em custos energéticos para climatização (€): Situação de partida - Parede com  $U=1,4 \text{ W/m}^2\cdot^{\circ}\text{C}$

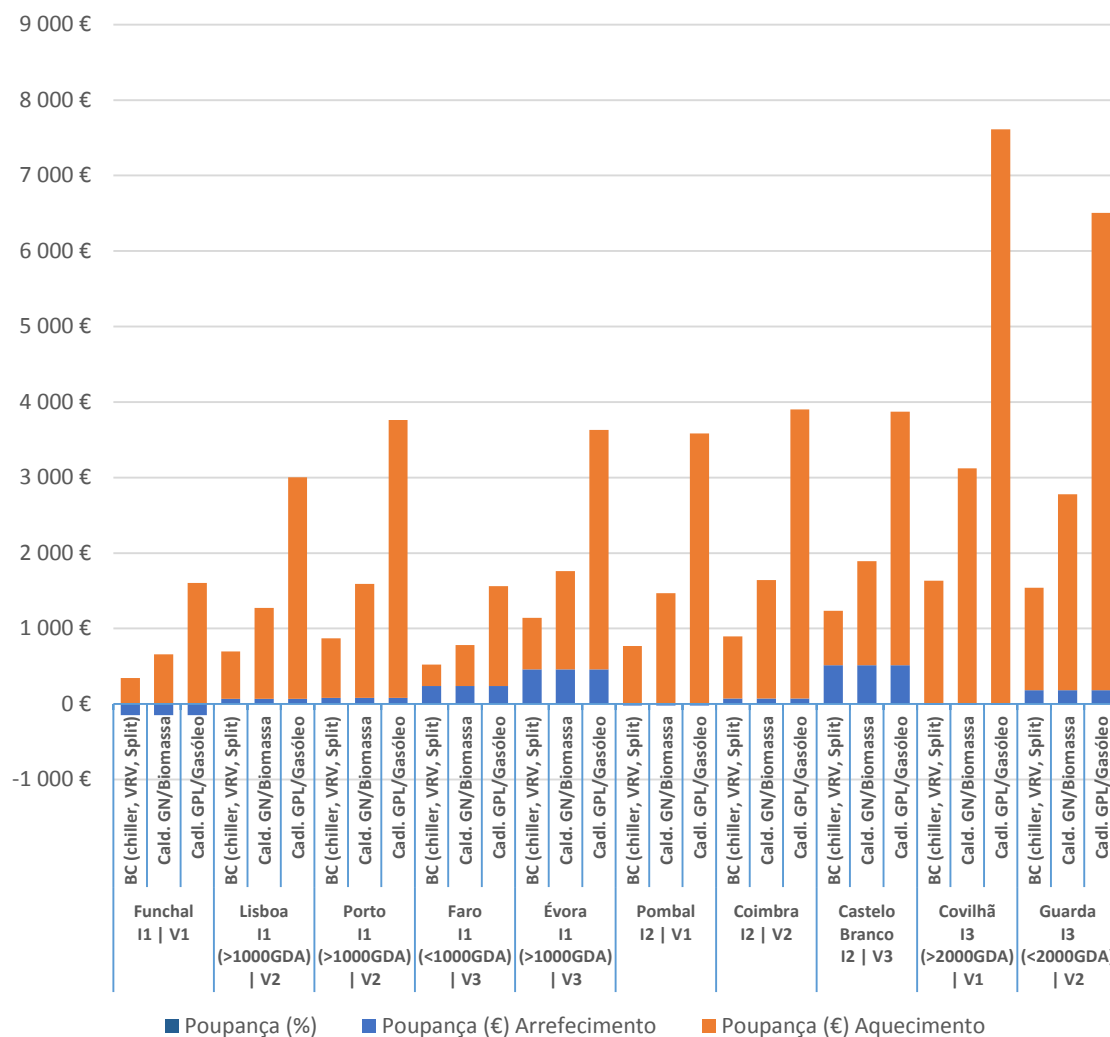


Gráfico 23 – Poupança anual estimada para isolamento de paredes nas diferentes zonas climáticas e com recurso a diferentes sistemas de climatização, para situação inicial predominante no parque existente (Construção entre 1918 e 1990)

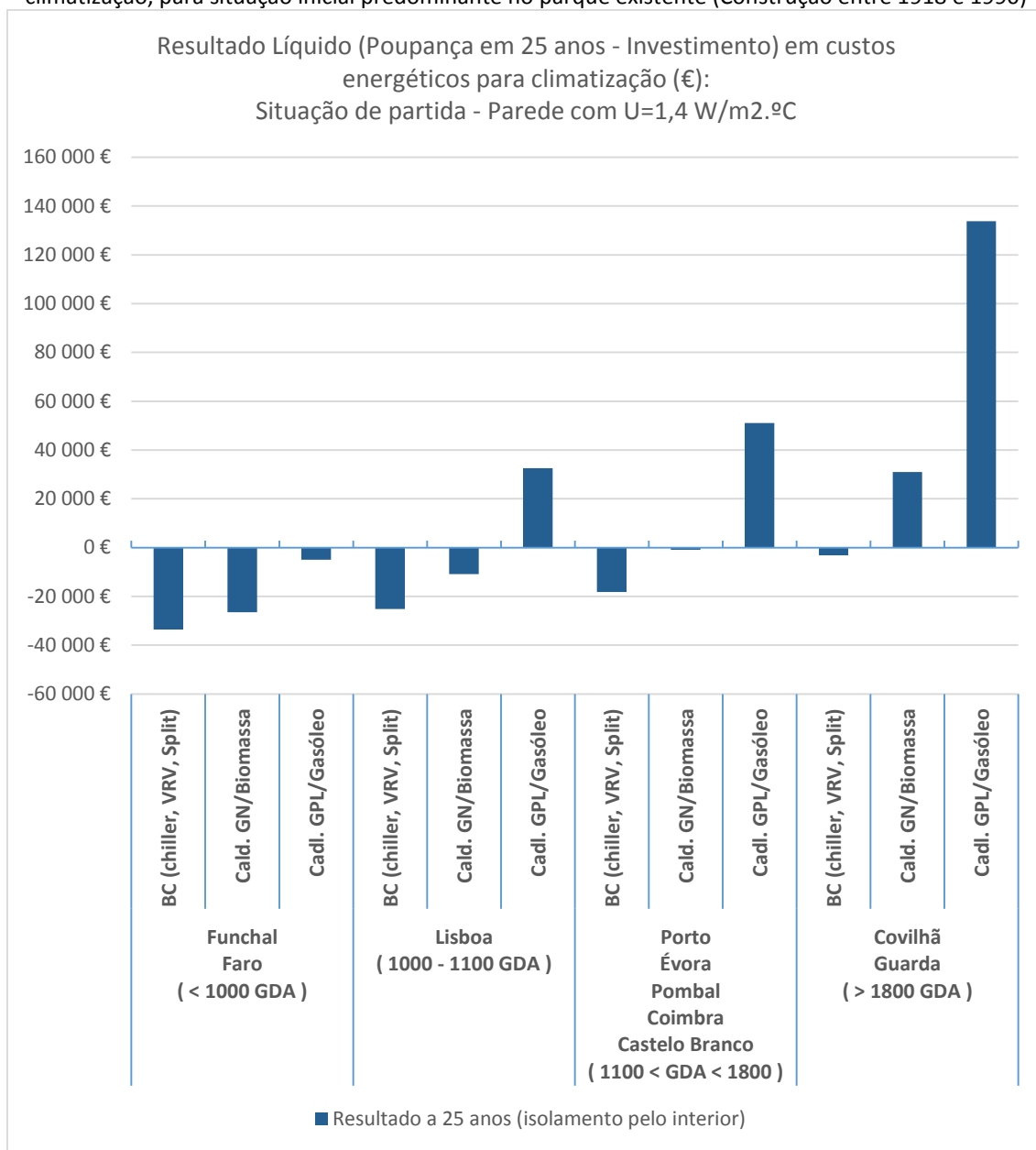


Gráfico 24 – Resultado líquido estimado em 25 anos, para isolamento de paredes nas diferentes zonas climáticas e com recurso a diferentes sistemas de climatização, para situação inicial predominante no parque existente (Construção entre 1918 e 1990)

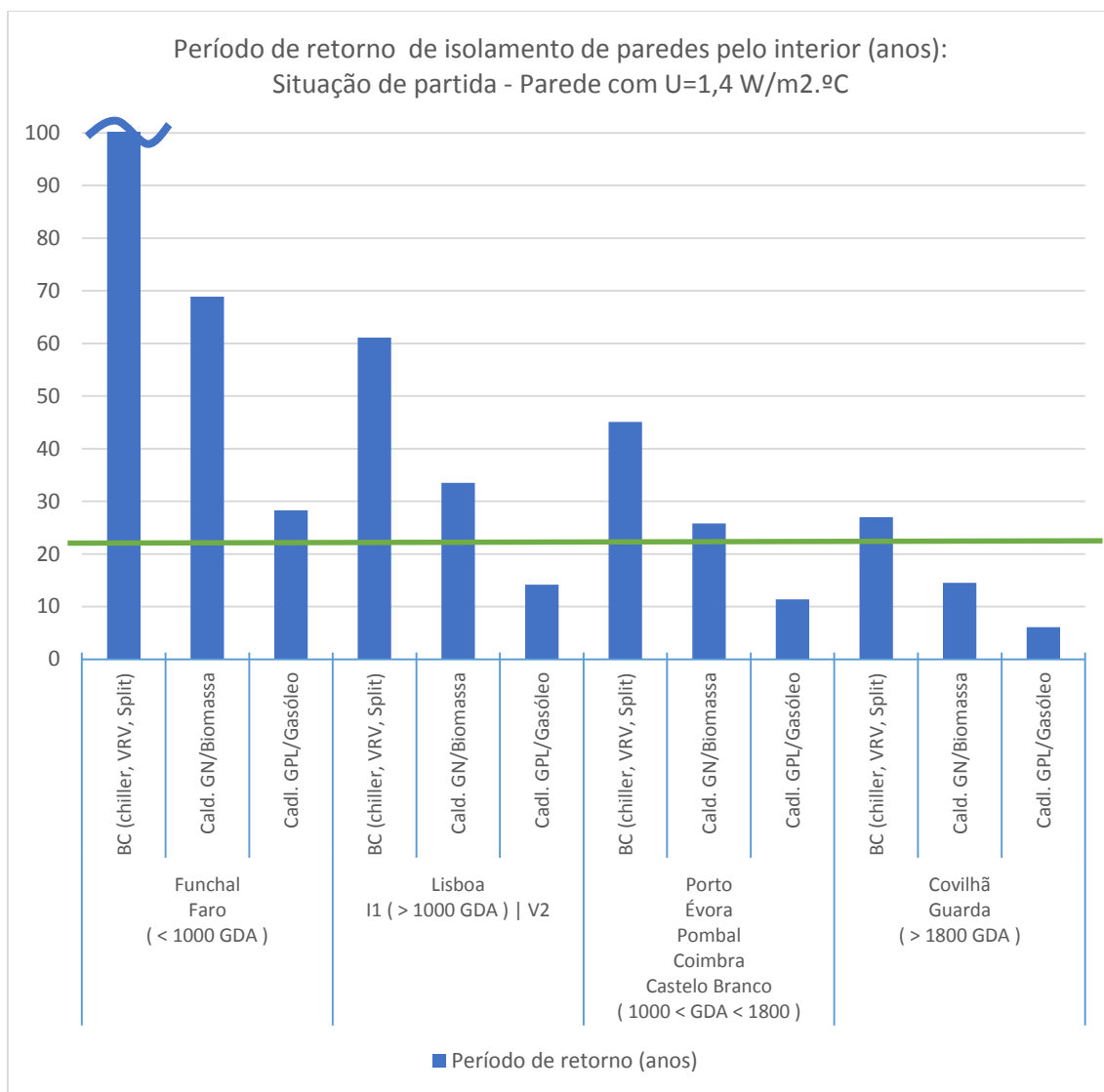


Gráfico 25 – Período de retorno simples,  
para isolamento de paredes nas diferentes zonas climáticas e com recurso a diferentes sistemas de climatização, para situação inicial predominante no parque existente (Construção entre 1918 e 1990)

Tomando como exemplo as zonas de Lisboa e da Guarda, apresentam-se de seguida gráficos comparativos da medida de isolamento de paredes, em função das diferentes soluções iniciais e das diferentes soluções de climatização.

Poupança anual em custos energéticos para climatização (€): Lisboa

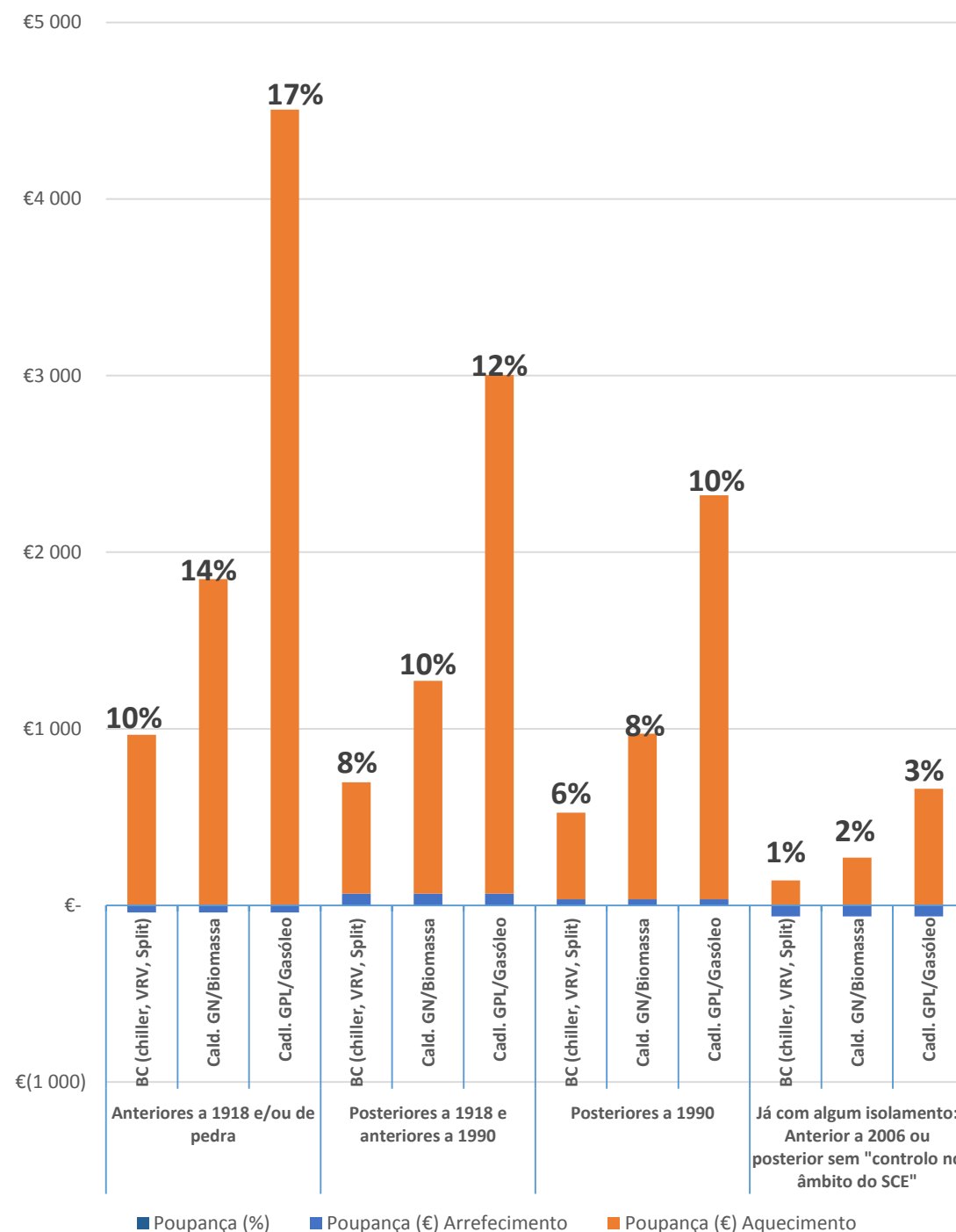


Gráfico 26 – Poupança anual estimada para isolamento de paredes com as diferentes soluções iniciais e diferentes soluções de climatização, em Lisboa

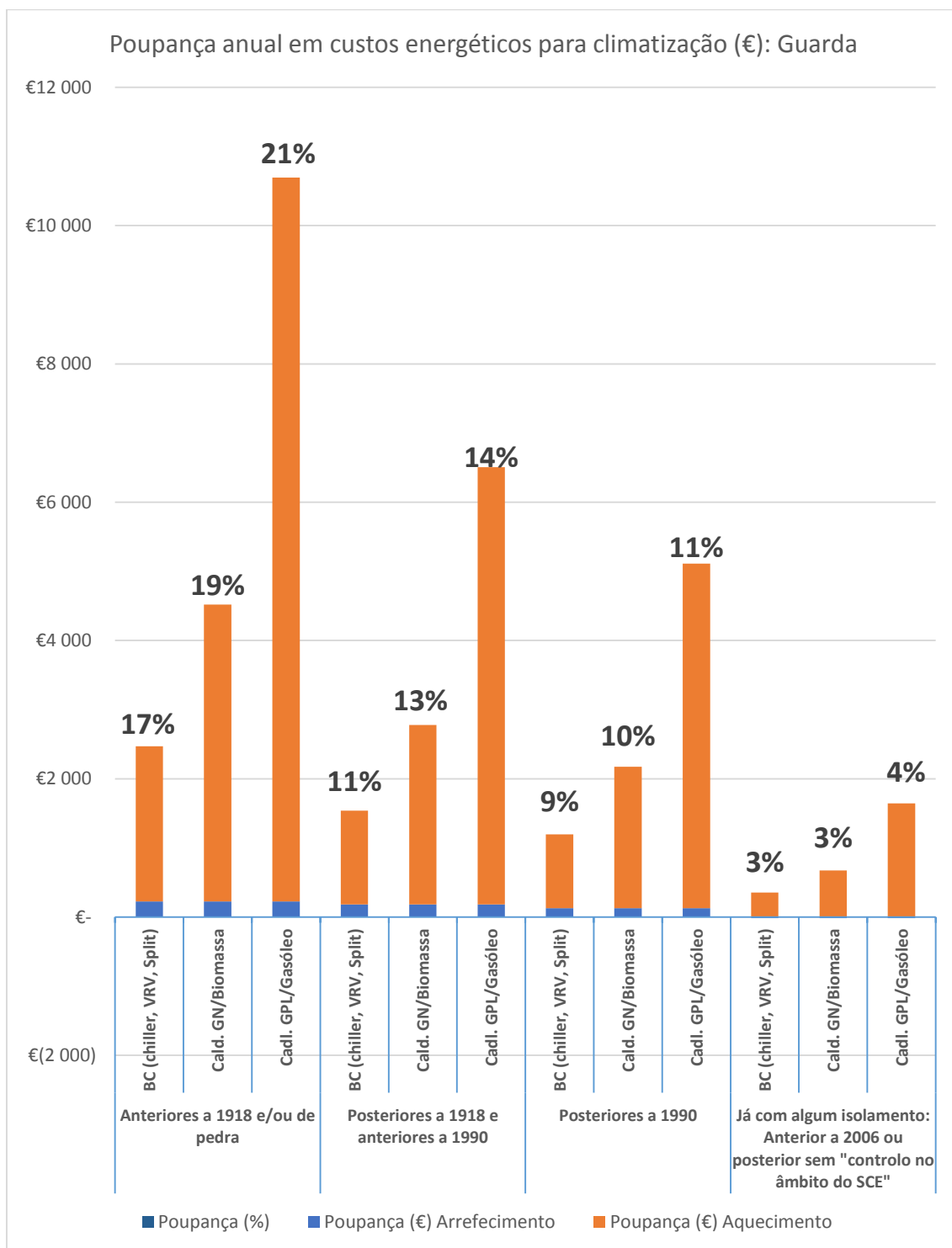


Gráfico 27 – Poupança anual estimada para isolamento de paredes com as diferentes soluções iniciais e diferentes soluções de climatização, na Guarda

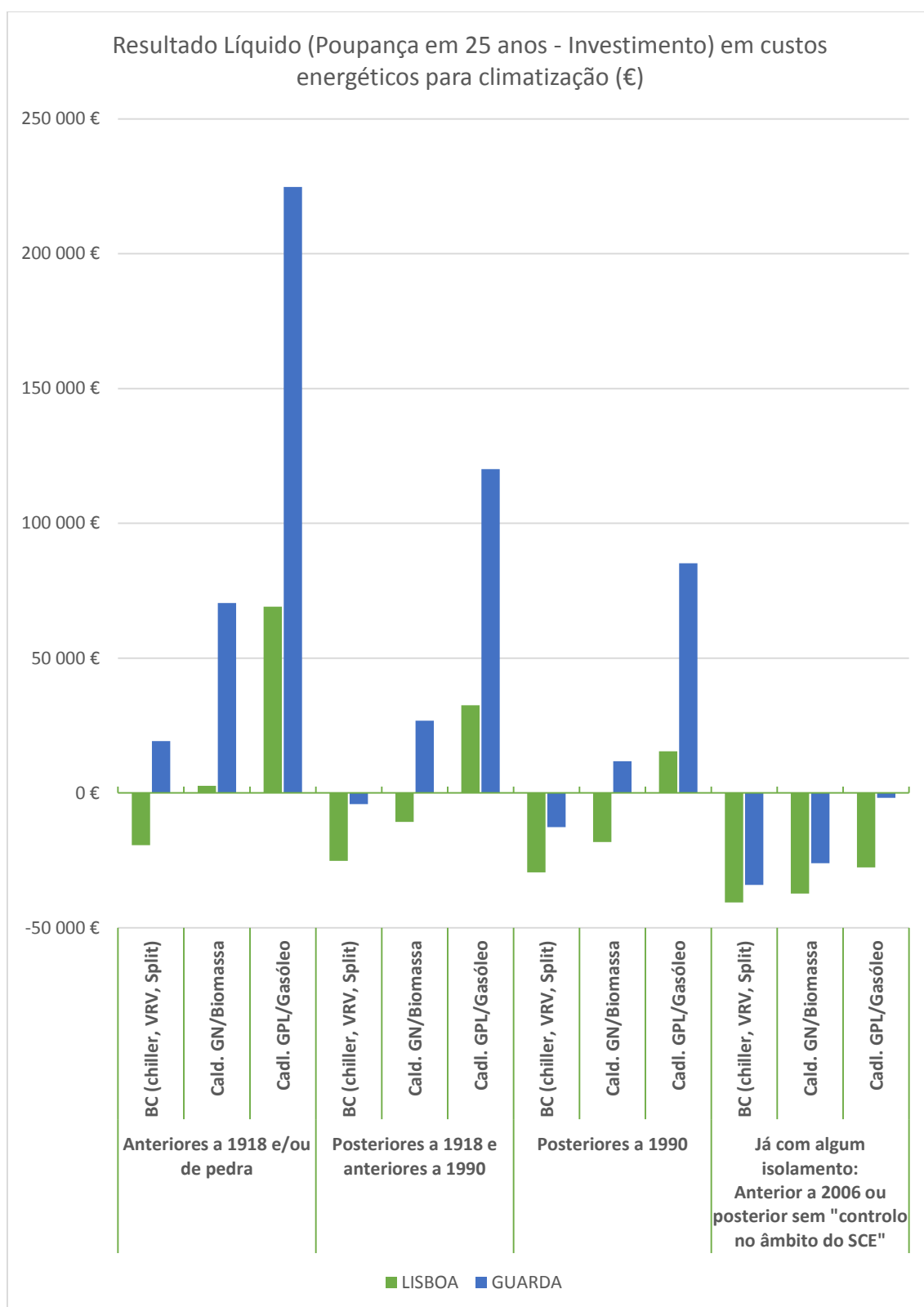


Gráfico 28 – Resultado líquido estimado em 25 anos, para isolamento de paredes com as diferentes soluções iniciais e diferentes soluções de climatização, em duas localizações representativas

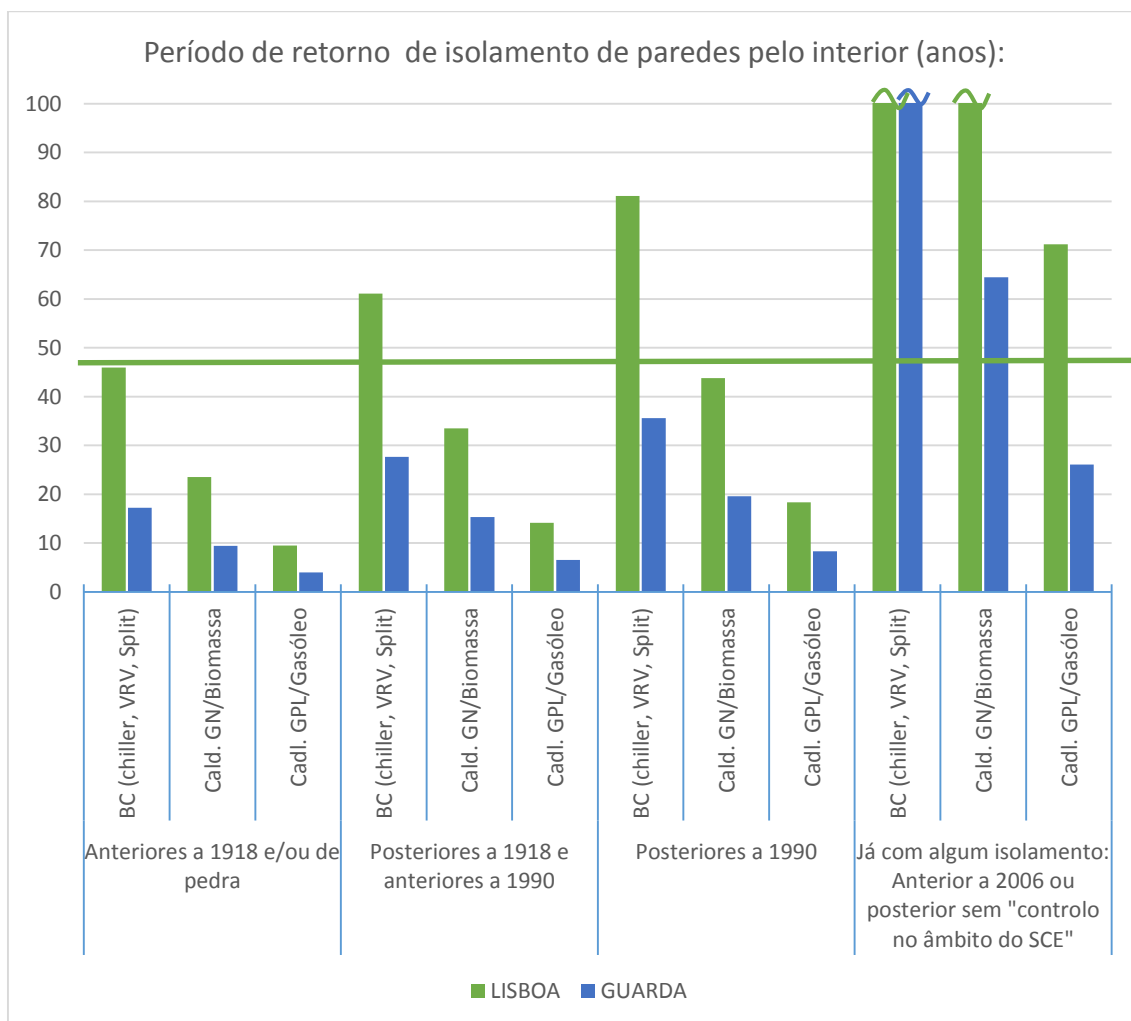


Gráfico 29 – Período de retorno simples, para isolamento de paredes com as diferentes soluções iniciais e diferentes soluções de climatização, em duas localizações representativas

#### 4.1.2.1.1.1. Potencial de redução de custos e/ou impactos ambientais

Aplicação de isolamento na fachada pelo exterior aos exemplos de Lisboa, Faro e Guarda. Teve-se em consideração para cálculo um sistema de climatização do ambiente a GPL / Gasóleo para aquecimento e um sistema bomba de calor para arrefecimento.

|                          |          | Redução anual de cargas aquecimento | Redução anual de cargas arrefecimento | Redução energia primária | Redução emissões CO2 (kWh EP) |
|--------------------------|----------|-------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------|-------------------------------|
| Tipo de parede           | Concelho | Energia útil (kWh/ano)              | Energia útil (kWh/ano)                | (kWh EP)                 | (kg CO2/ano)                  |
| Anterior a 1918 ou pedra | Lisboa   | 28 990                              | -734                                  | 33 227                   | 8 872                         |
| Anterior a 1918 ou pedra | Faro     | 9 886                               | 4 125                                 | 15 382                   | 4 107                         |
| Anterior a 1918 ou pedra | Guarda   | 67 347                              | 4 252                                 | 82 705                   | 22 082                        |

Tabela 21 – Impactos ambientais: Aplicação de isolamento na fachada pelo exterior

#### 4.1.2.1.1.2. Investimento e retorno

|                          |          | Poupança total anual | Investimento | Retorno | Ao fim de 25 anos |
|--------------------------|----------|----------------------|--------------|---------|-------------------|
| Tipo de parede           | Concelho | (€)                  | (€)          | (anos)  | (€)               |
| Anterior a 1918 ou pedra | Lisboa   | 4 466                | 42 600       | 9.5     | 69 061            |
| Anterior a 1918 ou pedra | Faro     | 1 756                | 42 600       | 24.3    | 1 312             |
| Anterior a 1918 ou pedra | Guarda   | 10 693               | 42 600       | 4.0     | 224 743           |

Tabela 22 – Investimento e retorno: Aplicação de isolamento na fachada pelo exterior

#### Análise e Conclusões:

- A viabilidade económica de medidas de isolamento de fachadas depende fortemente:
  - das características das paredes existentes;
  - das características do sistema de climatização utilizado;
  - da severidade do Inverno na zona climática em causa (nº de GDA);
- Em zonas com menos de 1000 GDA, não é economicamente interessante investir no isolamento de paredes;
- Para paredes já com algum nível de isolamento, não é economicamente interessante investir no reforço de isolamento;
- Nas restantes situações, deverá ser verificada caso a caso a viabilidade do investimento, tendo em conta os fatores já enumerados e, preferencialmente, realizando uma auditoria e uma simulação específica para o edifício em causa;
- Embora se identifiquem variações nas cargas e custos com aquecimento/arrefecimento, no balanço global, as zonas com 1100 a 1800 GDA apresentam um retorno idêntico no que diz respeito ao isolamento de fachadas.

#### 4.1.2.1.1.3. Análise de sensibilidade

Diversos fatores podem influenciar o desempenho energético dos edifícios e, como tal, o benefício das medidas de melhoria.

Na impossibilidade de se testarem todas as combinações de parâmetros possíveis, são testadas algumas variações adicionais, apenas para uma das Zonas Climáticas de referência (I2 | V3), o que já permite, no entanto, ter uma ideia aproximada do efeito de outros parâmetros, nomeadamente:

- Nível de ventilação
- Orientação de fachadas
- Isolamento pelo interior vs. isolamento pelo exterior

##### Nível de ventilação:

Para as simulações de referência, foi considerado um nível de ventilação equivalente a 0,6 renovações por hora (rph).

De seguida ilustra-se o efeito, nas necessidades de energia útil para aquecimento e arrefecimento, da variação do nível de ventilação, respetivamente, para 0,4 rph e para 0,8 rph.

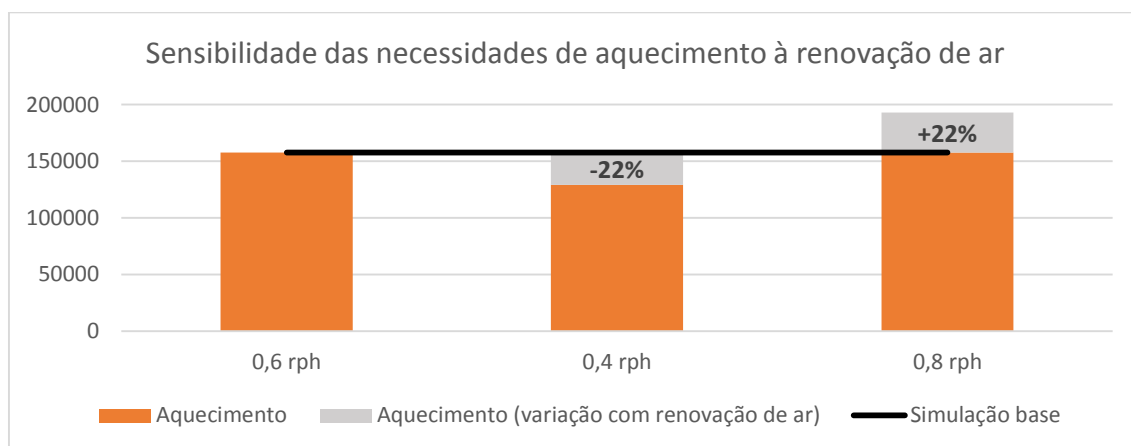


Gráfico 30 – Variação das necessidades de aquecimento com o nível de renovação de ar

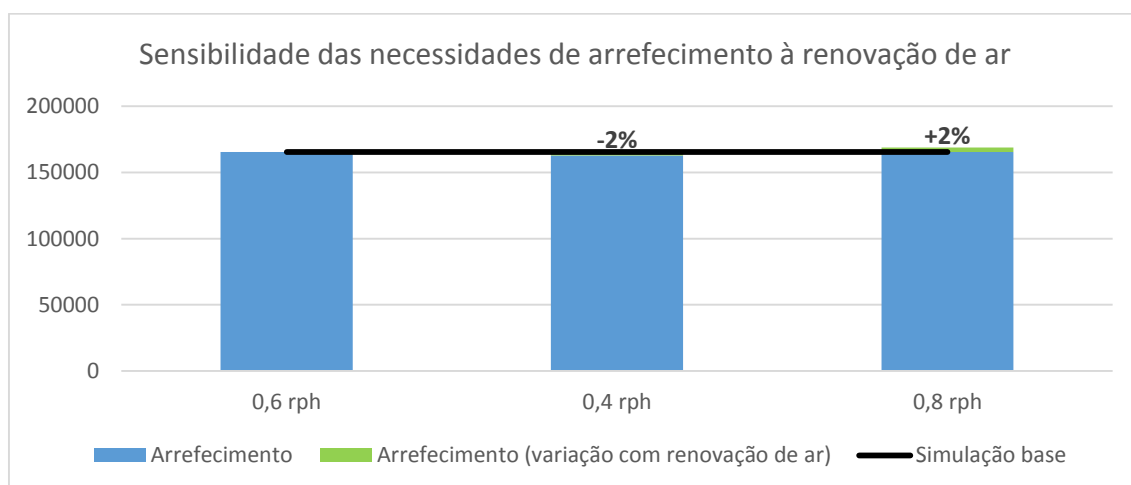


Gráfico 31 – Variação das necessidades de arrefecimento com o nível de renovação de ar

Verifica-se que o nível de ventilação afeta, principalmente, as necessidades de aquecimento, cujo valor absoluto pode variar significativamente com este parâmetro.

No entanto, como se pode observar nos gráficos seguintes, em termos relativos, o resultado obtido com a melhoria do isolamento de fachadas não é significativamente afetado por este parâmetro.

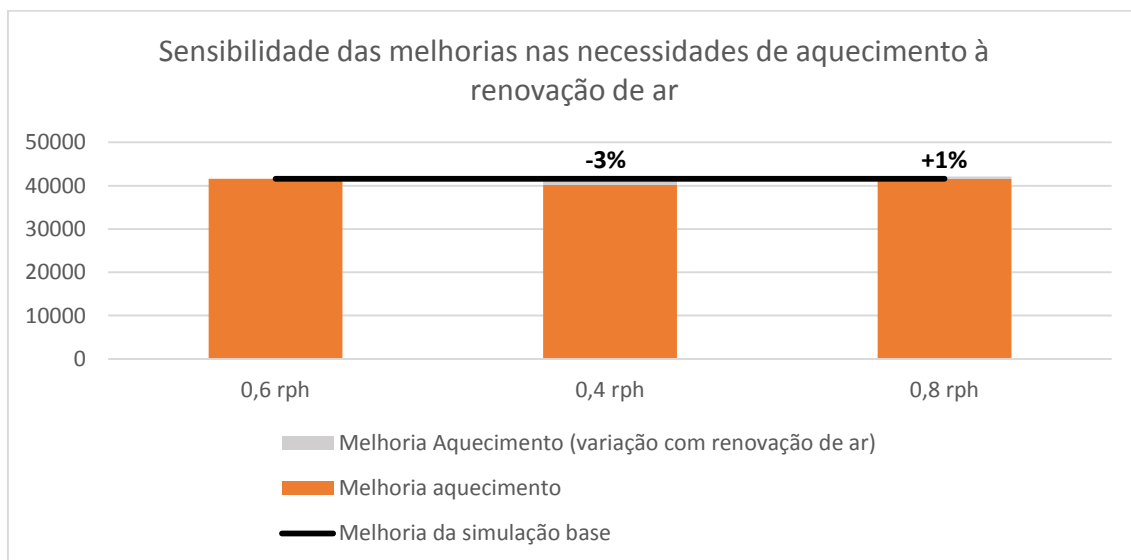


Gráfico 32 – Variação da melhoria nas necessidades de aquecimento com o nível de renovação de ar

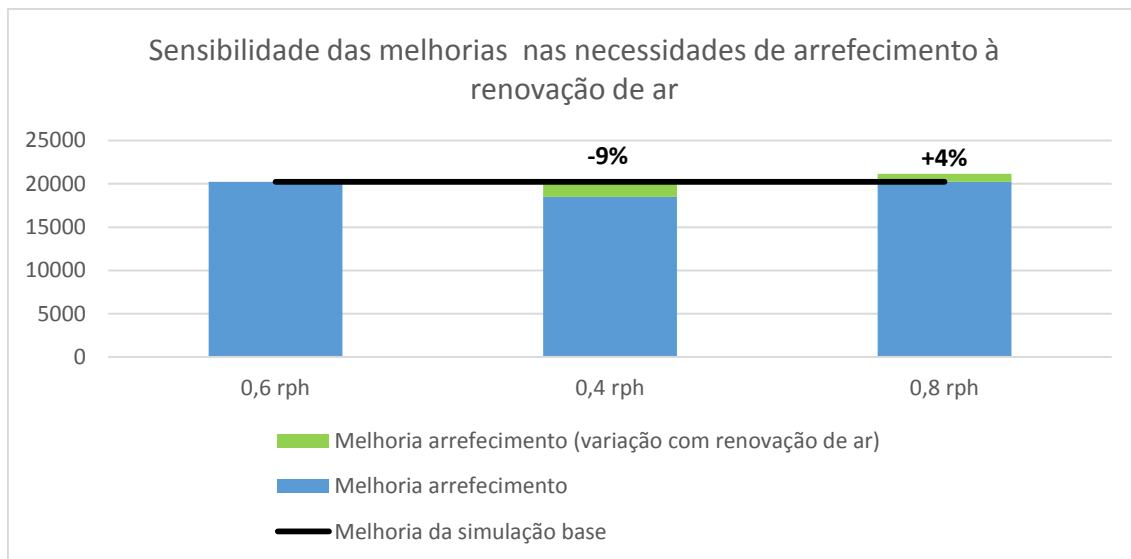


Gráfico 33 – Variação da melhoria nas necessidades de arrefecimento com o nível de renovação de ar

### Orientação de fachadas:

Para as simulações de referência, foi considerado um Hotel-Tipo com orientação da maior área de fachadas a Sul/Norte.

De seguida, ilustra-se o efeito (em termos médios), nas necessidades de energia útil para aquecimento e arrefecimento, de se considerar um Hotel com características em tudo idênticas, mas com a maior área de fachadas orientada a Nascente/Poente.

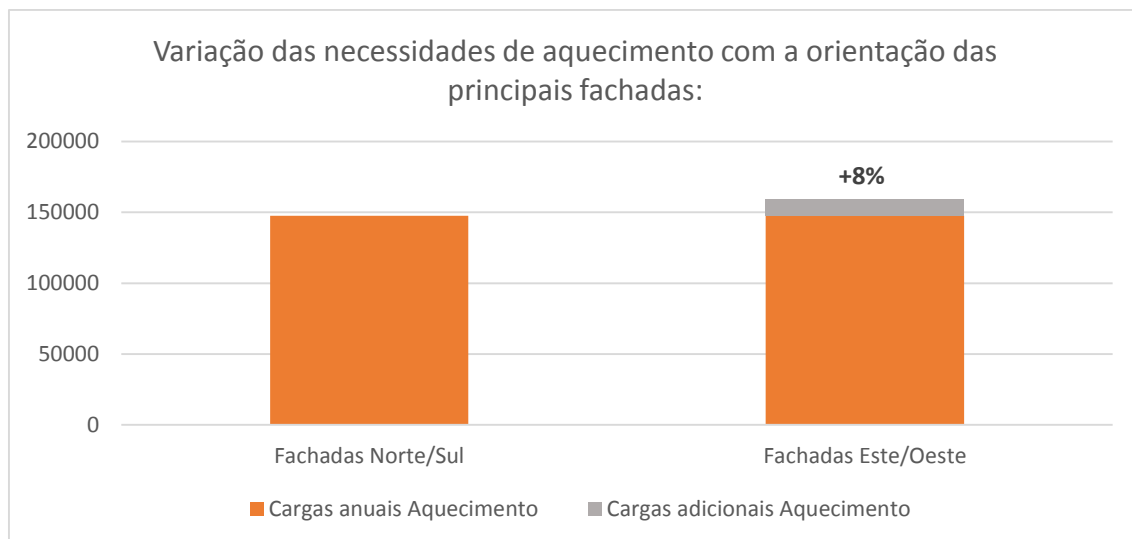


Gráfico 34 – Variação das necessidades de aquecimento com a orientação das principais fachadas

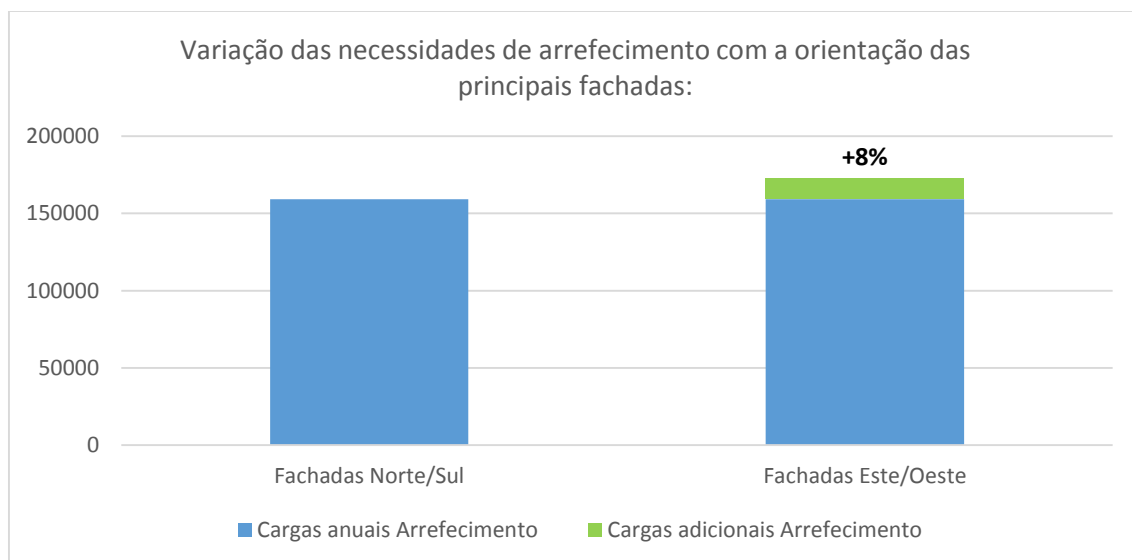


Gráfico 35 – Variação das necessidades de arrefecimento com a orientação das principais fachadas

Confirmando um princípio básico da arquitetura bioclimática, verifica-se que as menores necessidades de climatização, tanto de aquecimento como de arrefecimento, se conseguem em edifícios com as principais fachadas orientadas a Sul.

O nível de agravamento resultante de ter o edifício orientado a Nascente/Poente (solução mais típica na zona turística da costa Oeste, onde é privilegiada a vista mar), será tanto maior quanto maior for a área de envidraçados e menos eficientes forem as proteções solares.

Como se pode ver nos gráficos seguintes, sendo as necessidades de arrefecimento tipicamente menores que as de aquecimento, o efeito da orientação do edifício na redução das necessidades de arrefecimento pode ser, em termos relativos, bastante mais significativo.

Em resumo, a melhoria do nível de isolamento de paredes terá um retorno ligeiramente mais rápido em edifícios cujas fachadas principais estejam orientadas a Nascente/Poente.

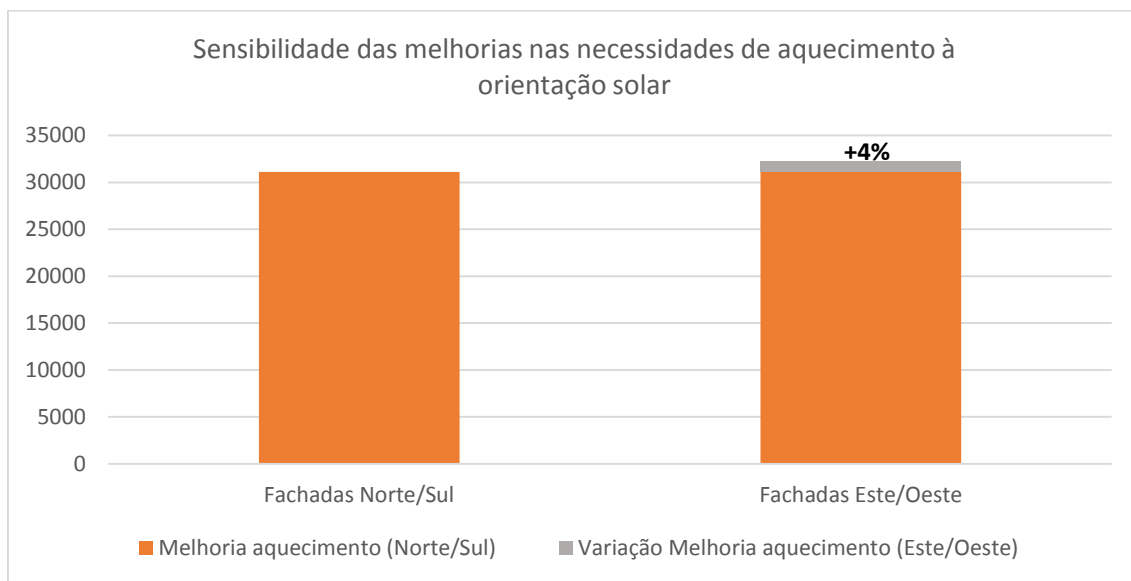


Gráfico 36 – Variação da melhoria nas necessidades de aquecimento com a orientação das fachadas

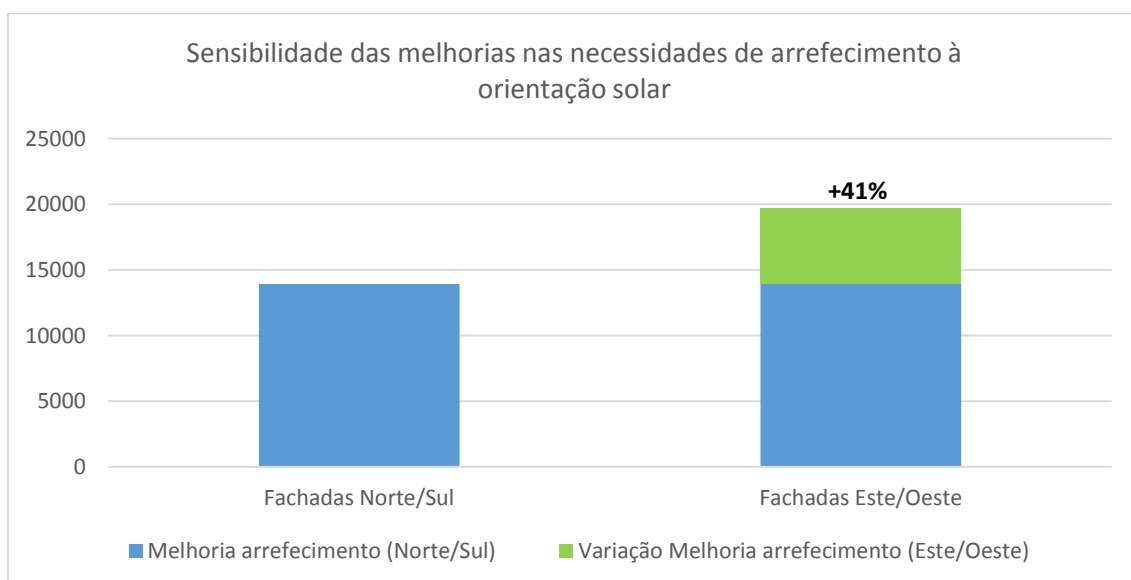


Gráfico 37 – Variação da melhoria nas necessidades de arrefecimento com a orientação das fachadas



### Isolamento pelo interior vs. Isolamento pelo exterior:

O papel da inércia térmica e as vantagens e desvantagens do isolamento pelo interior ou pelo exterior são um tema de análise comum.

A fim de obter algumas respostas objetivas, compararam-se de seguida as seguintes opções, para uma zona climática de referência I2 | V3:

- Parede de alvenaria de granito (inércia térmica elevada):
  - Isolamento pelo interior vs. Isolamento pelo exterior
- Parede dupla de alvenaria tijolo furado (inércia térmica média):
  - Isolamento pelo interior vs. Isolamento pelo exterior

De seguida, ilustra-se o efeito (em termos médios), nas necessidades de energia útil para aquecimento e arrefecimento, de se considerar um Hotel com características em tudo idênticas, mas com a maior área de fachadas orientada a Nascente/Poente.

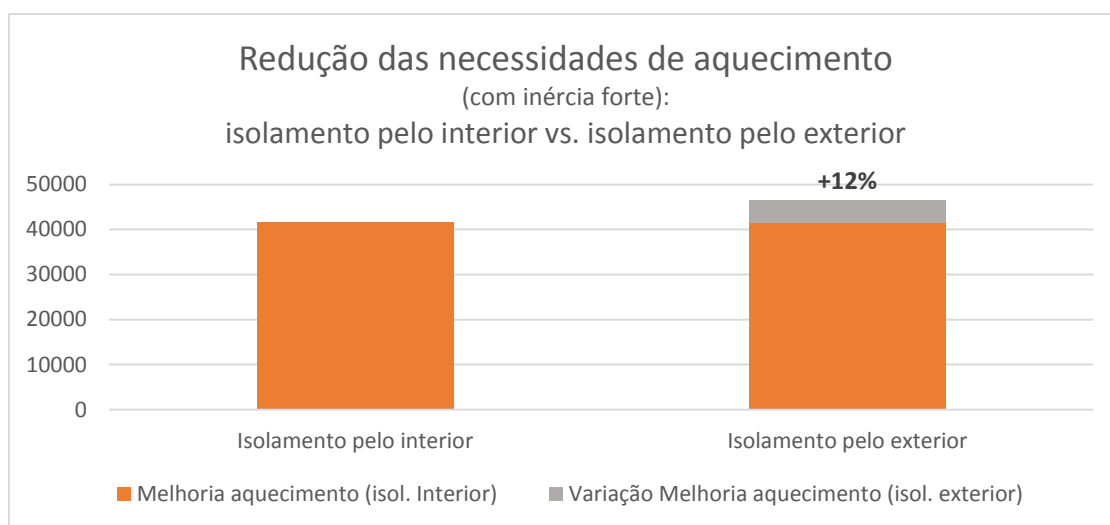


Gráfico 38 – Variação das necessidades de aquecimento em edifícios com inércia forte, em função da solução de isolamento (interior vs. exterior)

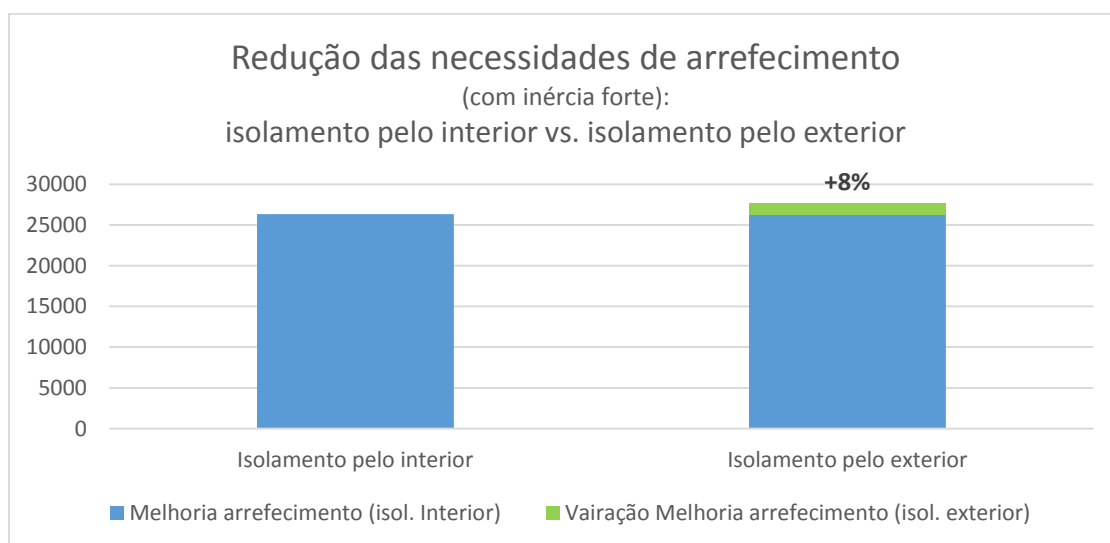


Gráfico 39 – Variação das necessidades de aquecimento em edifícios com inércia forte, em função da solução de isolamento (interior vs. exterior)

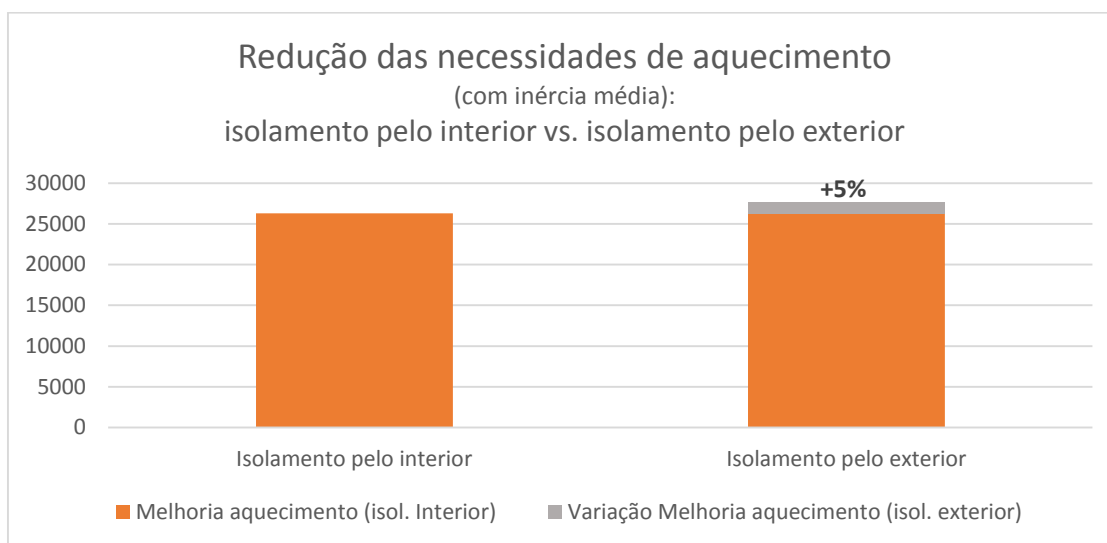


Gráfico 40 – Variação das necessidades de aquecimento em edifícios com inércia média, em função da solução de isolamento (interior vs. exterior)

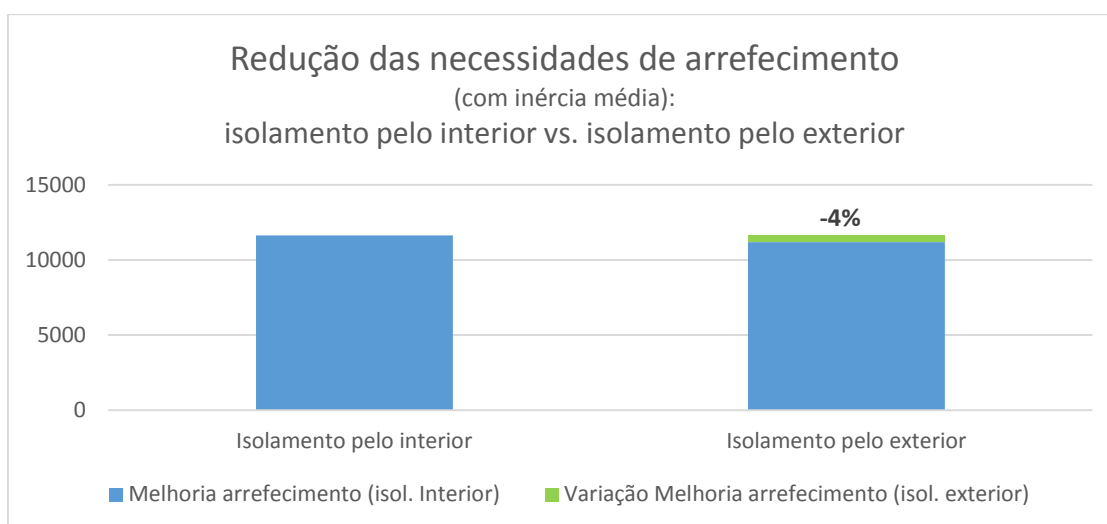


Gráfico 41 – Variação das necessidades de aquecimento em edifícios com inércia média, em função da solução de isolamento (interior vs. exterior)

Pode-se verificar, com base neste exemplo em concreto, que:

- No caso de paredes com inércia térmica elevada (e tendo em conta um perfil de climatização permanente):
  - A redução das necessidades de climatização é mais significativa com isolamento pelo exterior do que com isolamento pelo interior, tanto em aquecimento (cerca de 12%) como em arrefecimento (cerca de 8%);
  - A esta melhoria poderá acrescer, na maior parte dos casos, uma ligeira melhoria devido a melhor correção de pontes térmicas lineares;
- No caso de paredes com inércia térmica média (e tendo em conta um perfil de climatização permanente):

- A um desempenho ligeiramente melhor (cerca de 5%) em aquecimento, contrapõe-se um desempenho ligeiramente pior em arrefecimento (cerca de 4%), embora, de um modo geral, as necessidades de aquecimento sejam predominantes;
- A esta melhoria poderá acrescer, na maior parte dos casos, uma ligeira melhoria devido a melhor correção de pontes térmicas lineares;

Para análise global do custo-benefício das duas opções – isolamento pelo interior vs. isolamento pelo exterior – deverá ainda ser tido em que o isolamento pelo exterior representa, frequentemente, um investimento mais elevado, bem como outros fatores (p.e., o isolamento pelo exterior não reduz a área interior útil, ao contrário do isolamento pelo interior).

#### 4.1.2.1.2. Coberturas

No que diz respeito a coberturas, identificam-se as seguintes possibilidades de melhoria:

- **Coberturas exteriores sem isolamento:**
  - **Aplicação de isolamento sobre a laje, seja plana (terraço) ou inclinada.**
- **Coberturas interiores sem isolamento:**
  - **Aplicação de isolamento sobre a cobertura interior (laje de esteira ou equivalente);**
  - **Aplicação de isolamento na face exterior (tipicamente, vertentes inclinadas de sótão ou equivalente).**

Dado que as coberturas que já possuem algum nível de isolamento apresentam um coeficiente de transmissão térmica médio já próximo do valor de referência, e tendo em conta os elevados períodos de retorno já identificados, no caso de fachadas, em situação idêntica, não serão analisadas melhorias em relação a estas situações.

Pressupostos de cálculo:

- Considerou-se, em todos os casos, a aplicação de isolamento de modo a conseguir melhorar o coeficiente de transmissão térmica das coberturas, pelo menos, para o valor de referência atual para a zona climática mais exigente:
  - $U = 0,4 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$
- Embora na análise se refira, para mais fácil leitura, o tipo e localização das coberturas existentes, os cálculos baseiam-se em valores médios do coeficiente de transmissão térmica previamente determinados:
  - Assim, existindo informação mais detalhada sobre a constituição das coberturas, deverá ser utilizada esta informação como ponto de partida;
- Consideraram-se os seguintes custos médios de investimento:
  - Para coberturas inicialmente sem isolamento:
    - Aplicação de 80mm de espessura de isolamento:
      - com condutibilidade não superior a  $0,037 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$ , sobre a laje
      - e com reposição ou aplicação das devidas proteções mecânicas e impermeabilizações, quando em coberturas exteriores/expostas;
    - Com um custo estimado de:
      - $30 \text{ €/m}^2$  (de cobertura, descontando eventuais vãos) para isolamento de coberturas exteriores ou isolamento de vertentes exteriores sobre coberturas interiores;
      - $12 \text{ €/m}^2$  (de cobertura) para isolamento de coberturas interiores, com aplicação de isolamento sobre laje de esteira ou equivalente;

- As coberturas exteriores também poderão, em muitos casos, ser isoladas pelo interior, com aplicação de teto falso, e com um custo estimado em cerca de 23 €/m<sup>2</sup>;
  - Nestes casos, o período de retorno para isolamento térmico de coberturas exteriores pode melhorar em cerca de 20% a 25%.

“Caderno de Encargos” da Medida de Melhoria:

- A medida de melhoria deverá ter como objetivo melhorar o coeficiente de transmissão térmica para, pelo menos, o valor de referência na zona climática em causa,
  - Salvo devidamente justificado por simulação dinâmica, com todos os parâmetros claramente identificados, que um coeficiente de transmissão térmica intermédio possa conduzir a melhor desempenho que o de referência;
- Deverá ser garantida a correção de eventuais pontes térmicas;
  - Esta correção vai contribuir para que, para além de se evitarem patologias típicas, como pontos de condensação e desenvolvimento de fungos, o retorno das medidas de aplicação de isolamento seja idêntico ou melhor que o estimado.
- Deverá ser considerado e garantido:
  - No caso de coberturas exteriores, a impermeabilização e proteção mecânica do isolamento térmico, sempre que necessário;
  - No caso de coberturas interiores, a eventual necessidade de as mesmas serem transitáveis e, como tal, possuírem proteção mecânica adequada ao uso pretendido;
- As soluções de isolamento a considerar não deverão se comparadas com base apenas na espessura de isolamento, mas sim com base no Coeficiente de Transmissão Térmica da Solução final, devidamente justificado;
  - Para tal, todas as alternativas deverão considerar a mesma solução existente, com o mesmo coeficiente de transmissão térmica de base;
  - Cada alternativa poderá, adicionalmente, listar as vantagens e desvantagens da solução proposta, para análise pelo Dono de Obra de outros eventuais critérios (p.e., ocupação ou não de espaço interior útil, necessidade de interromper a utilização dos espaços interiores para realizar a intervenção, efeitos sobre a inércia ou correção de pontes térmicas lineares);

Investimento considerado para o “Hotel-Tipo” em estudo:

|                                           | Área aprox. de cobertura (m <sup>2</sup> ) | Custo unitário (isolamento pelo interior) (€/m <sup>2</sup> ) | Custo unitário (isolamento pelo exterior) (€/m <sup>2</sup> ) | Investimento global estimado (isolamento pelo interior) (€) | Investimento global estimado (isolamento pelo exterior) (€) |
|-------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Coberturas exteriores                     | 2210                                       | -                                                             | 30                                                            | -                                                           | 66 300                                                      |
| Coberturas interiores - laje interior     | 1260                                       | 12                                                            |                                                               | 15 100                                                      | -                                                           |
| Coberturas interiores - vertente exterior | 1390                                       |                                                               | 30                                                            | -                                                           | 41 700                                                      |

Tabela 23 – Investimento estimado em medidas de isolamento de coberturas

Antes mesmo de passar à análise de melhorias, salienta-se que:

- As situações de coberturas interiores (mesmo sem isolamento) têm claramente benefícios, nas necessidades de climatização, em relação às coberturas exteriores.

Estes benefícios refletem-se nas necessidades de aquecimento (2% a 5% menos do que com coberturas exteriores), mas principalmente nas necessidades de arrefecimento (13% a 23% menos do que no caso de coberturas exteriores) e, conseqüentemente, nos custos com climatização.

Chama-se ainda a atenção para o facto de estes valores poderem variar com o nível de ventilação do desvão, no caso de coberturas interiores, e como sistema de climatização utilizado. No gráfico seguinte

representa-se a situação de aquecimento e arrefecimento supridos por sistemas do tipo bomba de calor com rendimentos médios.

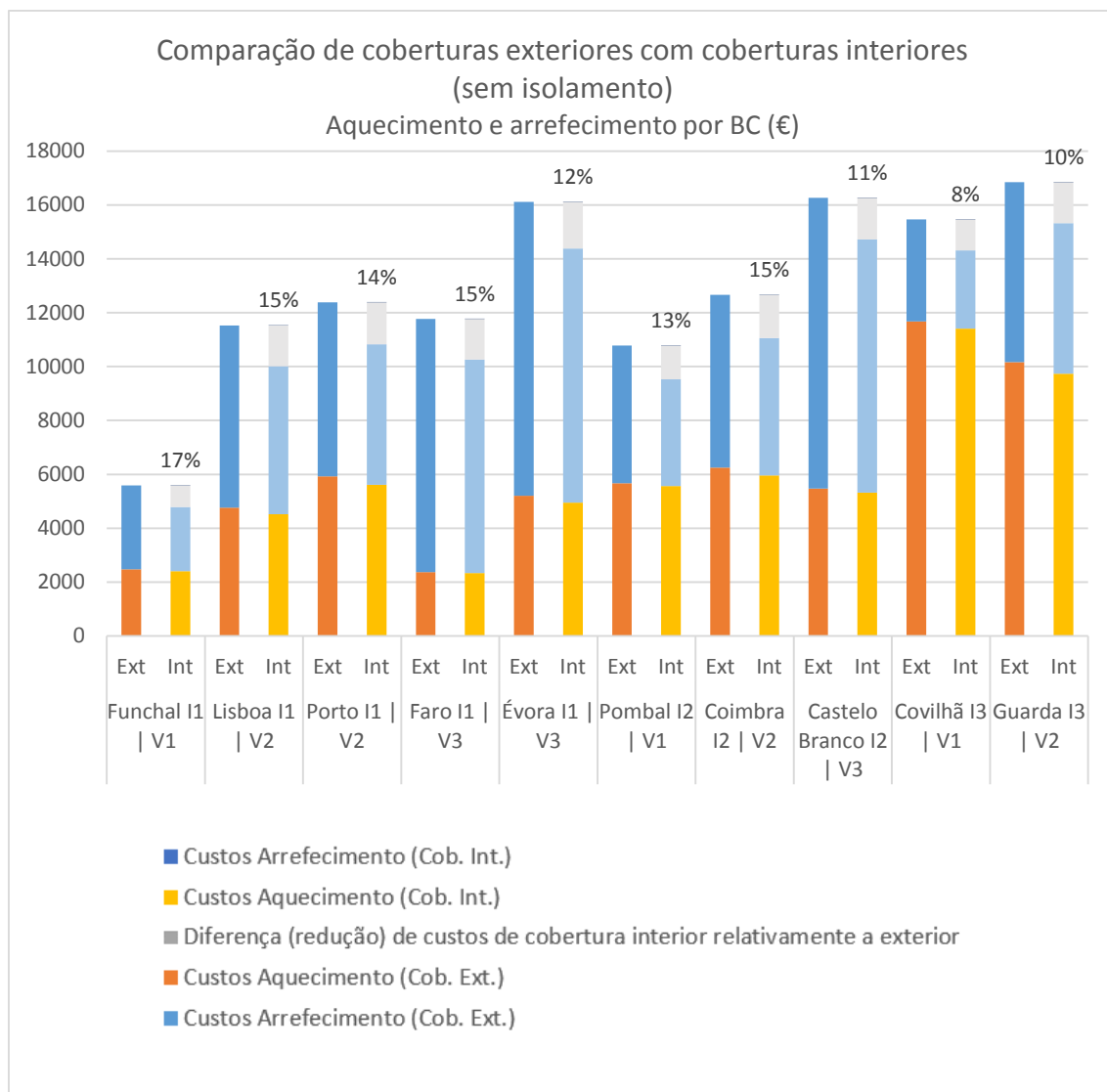


Gráfico 42 – Comparação de custos de climatização com coberturas exteriores vs. interiores

Resumem-se de seguida os principais resultados, em tabela e em gráfico, para alguns cenários representativos.

De notar que, no caso de isolamento de coberturas, já é significativo o efeito, tanto nas necessidades de aquecimento, como de arrefecimento, pelo que numa primeira análise se mantém a análise de resultados para cada zona climática, avaliando o efeito de Inverno e de Verão (ver em anexo).

Após uma primeira análise dos dados verifica-se, no entanto, que a principal correlação é, de facto, com a severidade da estação de aquecimento (nº de GDA).

Em anexo poderão também encontrar-se dados mais completos, nomeadamente no que diz respeito ao impacto ambiental das medidas analisadas.

| Solução existente - Melhoria             | GDA (graus.dia/ano) | Redução anual de cargas aquecimento | Redução anual de cargas arrefecimento | Período de retorno simples<br>Arrefecimento: sistemas BC<br>Aquecimento: diferentes soluções (anos) |                      |                      | Resultado ao fim de 25 anos:<br>Poupança<br>– Investimento para isolamento pelo interior (€) |                      |                      |
|------------------------------------------|---------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|
|                                          |                     | Energia útil (kWh/ano)              | Energia útil (kWh/ano)                | Aquec. BC                                                                                           | Aquec. GN / Biomassa | Aquec. GPL / Gasóleo | Aquec. BC                                                                                    | Aquec. GN / Biomassa | Aquec. GPL / Gasóleo |
| Cobertura exterior - Isolamento exterior | < 1000              | 22 225                              | 35 292                                | 29                                                                                                  | 22                   | 13                   | -700 €                                                                                       | 16 200 €             | 67 100 €             |
|                                          | 1000 - 1100         | 18 568                              | 2 378                                 | 18                                                                                                  | 13                   | 7                    | 25 800 €                                                                                     | 61 200 €             | 167 600 €            |
|                                          | 1100 - 1800         | 52 760                              | 47 787                                | 16                                                                                                  | 11                   | 6                    | 41 380 €                                                                                     | 81 480 €             | 202 420 €            |
|                                          | > 1800              | 94 517                              | 34 502                                | 13                                                                                                  | 8                    | 4                    | 58 450 €                                                                                     | 130 350 €            | 346 950 €            |
| Cobertura interior - Isolamento interior | < 1000              | 9 428                               | 1 638                                 | 46                                                                                                  | 23                   | 10                   | -5 050 €                                                                                     | 2 100 €              | 23 750 €             |
|                                          | 1000 - 1100         | 18 568                              | 2 378                                 | 20                                                                                                  | 12                   | 5                    | 3 500 €                                                                                      | 17 700 €             | 60 200 €             |
|                                          | 1100 - 1800         | 22 333                              | 5 636                                 | 15                                                                                                  | 9                    | 4                    | 11 020 €                                                                                     | 28 000 €             | 79 200 €             |
|                                          | > 1800              | 41 972                              | 3 191                                 | 10                                                                                                  | 5                    | 2                    | 24 100 €                                                                                     | 56 050 €             | 152 200 €            |
| Cobertura interior - Isolamento exterior | < 1000              | 9 673                               | 2 662                                 | >100                                                                                                | 58                   | 26                   | -30 050 €                                                                                    | -22 750 €            | -550 €               |
|                                          | 1000 - 1100         | 18 536                              | 3 301                                 | 53                                                                                                  | 31                   | 14                   | -21 900 €                                                                                    | -7 800 €             | 34 700 €             |
|                                          | 1100 - 1800         | 22 262                              | 6 639                                 | 39                                                                                                  | 24                   | 11                   | -14 280 €                                                                                    | 2 660 €              | 53 640 €             |
|                                          | > 1800              | 41 588                              | 3 913                                 | 26                                                                                                  | 15                   | 6                    | -1 800 €                                                                                     | 29 800 €             | 125 100 €            |

Tabela 24 - Retorno económico de medidas de isolamento de coberturas

De notar que, no caso de coberturas interiores:

- A redução de cargas térmicas é menor, porque à partida o desempenho das coberturas interiores já é superior;
- Na prática, uma cobertura interior isolada continua a apresentar melhor desempenho que uma cobertura exterior isolada.
- O facto de o isolamento ser aplicado na laje interior ou nas vertentes exteriores não altera significativamente as poupanças alcançadas, pelo que a opção por uma outra solução dependerá essencialmente dos custos em cada situação;
- Na abordagem aqui efetuada, e como generalização, considerou-se que:
  - o isolamento interior pode, na maioria dos casos, ser aplicado simplesmente colocando o isolamento sobre a laje interior, sem significativos custos de fixação ou acabamentos;
    - E por isso com um custo, de um modo geral, bastante reduzido;
  - o isolamento exterior implicará o levantamento e reposição de telhas/revestimentos exteriores, e/ou a aplicação de revestimentos adicionais para assegurar a proteção mecânica e impermeabilização do isolamento.
    - E por isso com um custo, de um modo geral, superior.

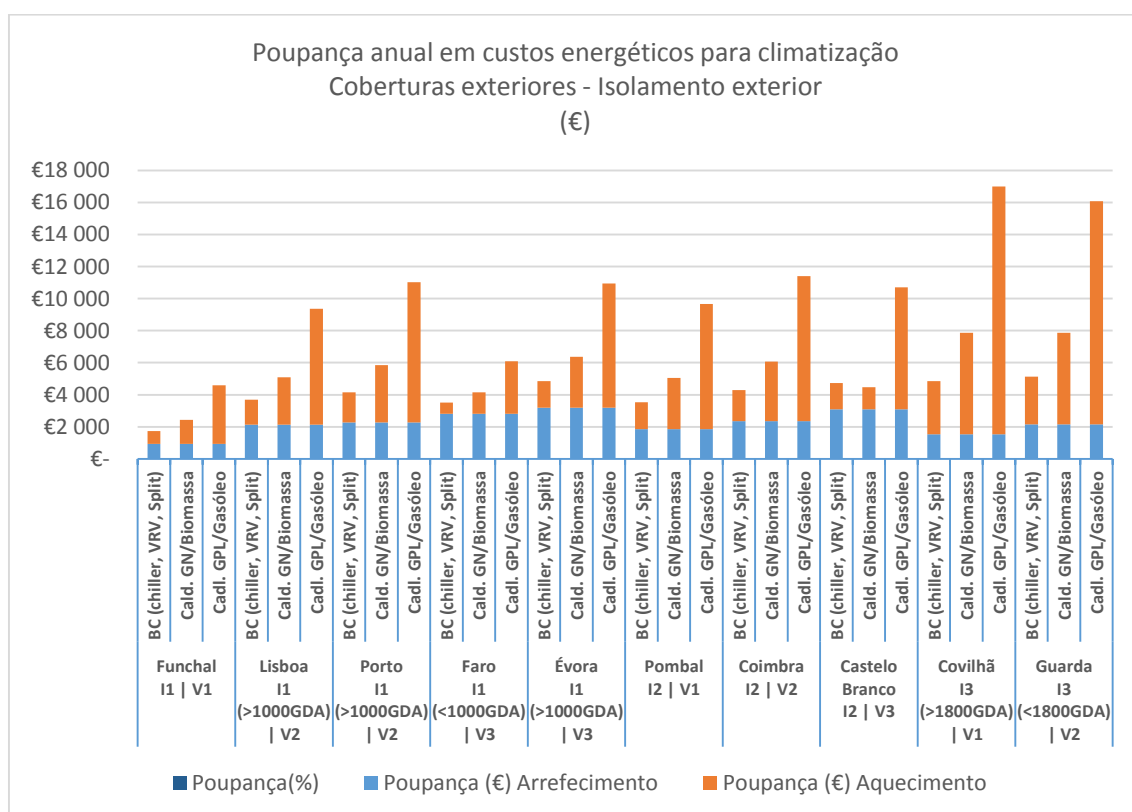


Gráfico 43 – Poupança anual estimada para isolamento de coberturas exteriores nas diferentes zonas climáticas e com recurso a diferentes sistemas de climatização

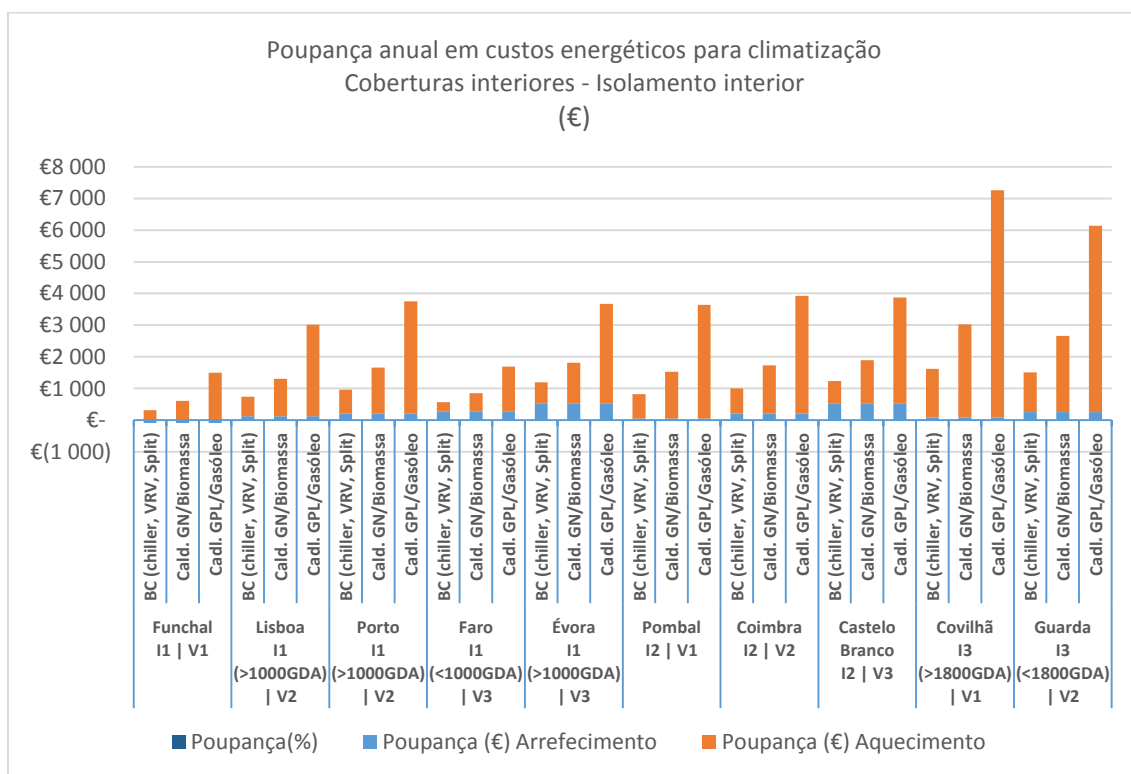


Gráfico 44 – Poupança anual estimada para isolamento de coberturas interiores nas diferentes zonas climáticas e com recurso a diferentes sistemas de climatização

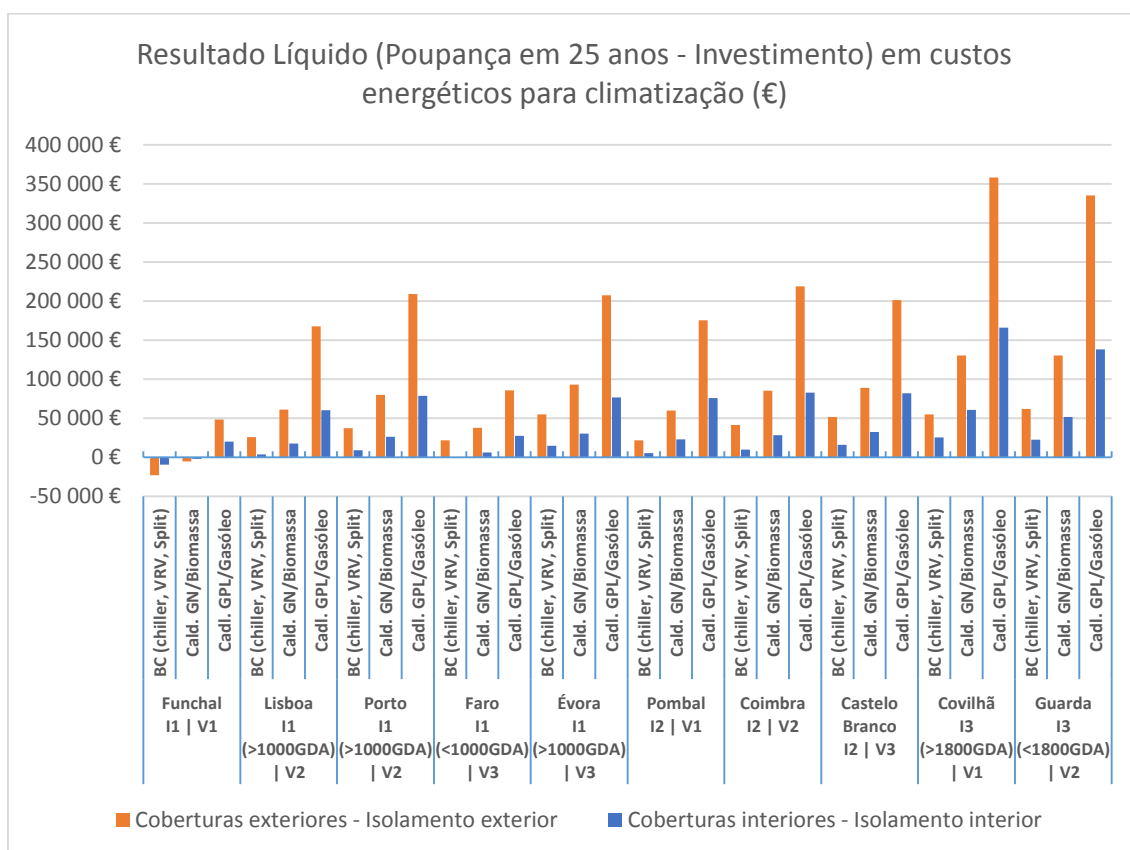


Gráfico 45 – Resultado líquido estimado em 25 anos, para isolamento de coberturas

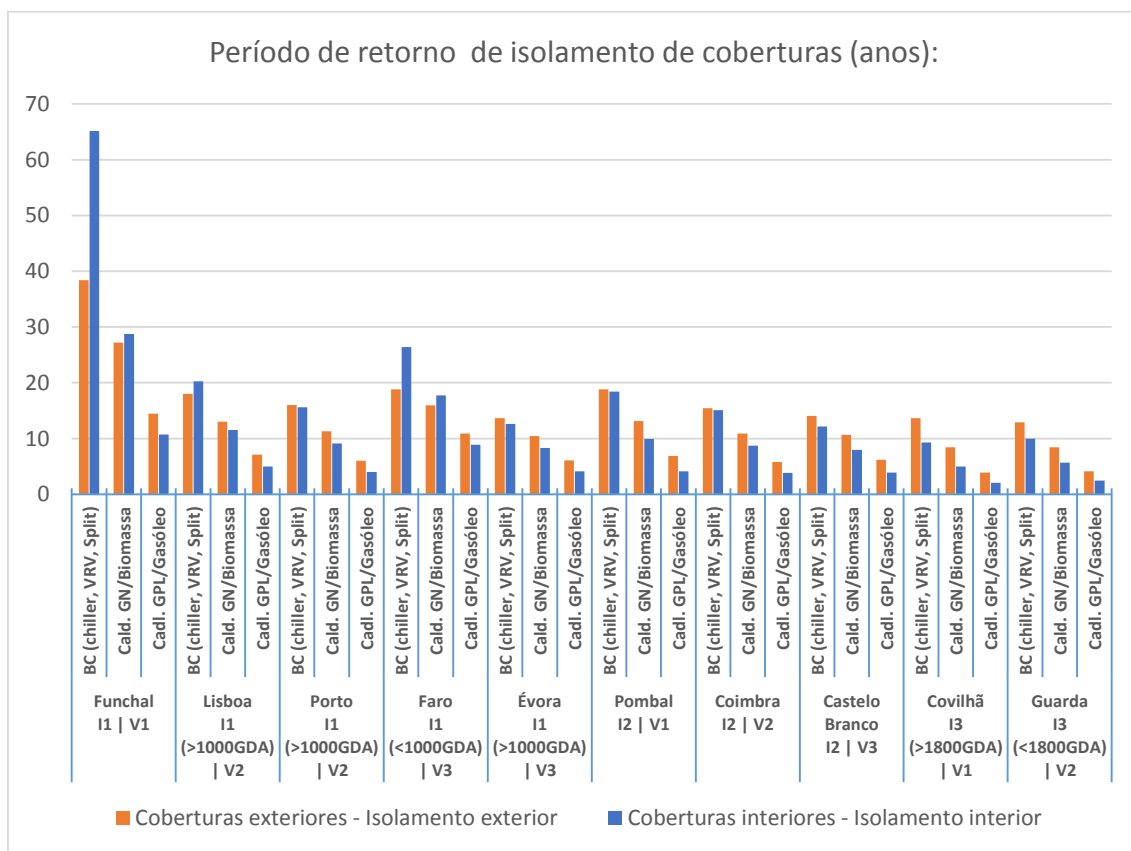


Gráfico 46 – Período de retorno simples, para isolamento de coberturas  
4.1.2.1.2.1. Potencial de redução de custos e/ou impactos ambientais

Aplicação de isolamento na cobertura

exterior pelo exterior aos exemplos de Lisboa, Faro e Guarda. Teve-se em consideração para cálculo um sistema de climatização do ambiente a GPL / Gasóleo para aquecimento e um sistema bomba de calor para arrefecimento.

|                                             |          | Redução anual<br>de cargas<br>aquecimento | Redução anual<br>de cargas<br>arrefecimento | Redução<br>energia<br>primária | Redução<br>emissões CO2<br>(kWh EP) |
|---------------------------------------------|----------|-------------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|
| Tipo cobertura                              | Concelho | Energia útil<br>(kWh/ano)                 | Energia útil<br>(kWh/ano)                   | (kWh EP)                       | (kg CO2/ano)                        |
| Cobertura exterior –<br>Isolamento exterior | Lisboa   | 46 451                                    | 40 067                                      | 91 428                         | 24 411                              |
| Cobertura exterior –<br>Isolamento exterior | Faro     | 21 003                                    | 52 868                                      | 73 517                         | 19 629                              |
| Cobertura exterior –<br>Isolamento exterior | Guarda   | 89 601                                    | 40 248                                      | 142 063                        | 37 931                              |

Tabela 25 – Impactos ambientais: aplicação de isolamento na cobertura exterior pelo exterior

#### 4.1.2.1.2.2. Investimento e retorno

|                                             |          | Poupança total<br>anual | Investimento | Retorno | Ao fim de 25<br>anos |
|---------------------------------------------|----------|-------------------------|--------------|---------|----------------------|
| Tipo cobertura                              | Concelho | (€)                     | (€)          | (anos)  | (€)                  |
| Cobertura exterior –<br>Isolamento exterior | Lisboa   | 9 356                   | 66 300       | 7.1     | 167 606              |
| Cobertura exterior –<br>Isolamento exterior | Faro     | 6 084                   | 66 300       | 10.9    | 85 797               |
| Cobertura exterior –<br>Isolamento exterior | Guarda   | 16 072                  | 66 300       | 4.1     | 335 505              |

Tabela 26 – Investimento e retorno: aplicação de isolamento na cobertura exterior pelo exterior

Análise e Conclusões:

- A viabilidade económica de medidas de isolamento de coberturas depende fortemente:
  - do tipo de cobertura existente;
  - do tipo de solução de isolamento a aplicar e respetivo custo;
  - das características do sistema de climatização utilizado;
  - da localização e respetivo clima,
    - em especial da severidade do Inverno na zona climática em causa (nº de GDA);
- O isolamento térmico de coberturas apresenta, de um modo geral, retorno mais rápido e maior impacto ambiental (por área intervencionada e por valor investido) que o isolamento de paredes;
- Em zonas com menos de 1000 GDA, só é economicamente interessante investir no isolamento de coberturas se não for possível optar por sistemas de aquecimento mais económicos do que caldeira a GPL ou gásóleo;
- Nas restantes zonas, o isolamento de coberturas, tanto exteriores como interiores, poderá ser compensatório na maioria dos casos, embora com significativas variações no período de retorno, em função da zona climática e sistemas de climatização utilizados;
- Para coberturas já com algum nível de isolamento térmico, a viabilidade de reforço do isolamento deverá ser avaliada caso a caso;
- Embora a redução de cargas térmicas seja idêntica, colocando o isolamento no interior ou nas vertentes exteriores, o investimento necessário é por norma menor para isolar a laje interior, pelo que o retorno desta solução é conseguido mais rapidamente;
- Em média, e devido à diferença de investimento que pode estar envolvida, a solução de isolamento pelo exterior (de coberturas interiores) poderá ter um retorno na ordem de 2,5 vezes mais lento do que a solução de isolamento pelo interior;
- Por outro lado, para coberturas exteriores, a possibilidade de isolamento pelo interior (aplicação de teto falso e isolamento térmico no teto falso) poderá reduzir o período de retorno para cerca de 75% a 70% do período de retorno apresentado.

#### 4.1.2.1.3. Pavimentos

Relativamente a pavimentos que delimitam espaços climatizados, identificam-se as seguintes possibilidades de melhoria:

- **Pavimentos exteriores sem isolamento:**
  - **Aplicação de isolamento sob a laje, com acabamento resistente à intempérie;**
- **Pavimentos interiores sem isolamento:**
  - **Aplicação de isolamento sob o pavimento, com revestimento, sempre que necessário.**

Dado que os pavimentos que já possuem algum nível de isolamento apresentam um coeficiente de transmissão térmica médio já próximo do valor de referência, e tendo em conta os elevados períodos de retorno já identificados, no caso de fachadas, em situação idêntica, não serão analisadas melhorias em relação a estas situações.

Pressupostos de cálculo:

- Considerou-se, em todos os casos, a aplicação de isolamento de modo a conseguir melhorar o coeficiente de transmissão térmica dos pavimentos, pelo menos, para o valor de referência atual para a zona climática mais exigente:
  - $U = 0,4 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$
- Embora na análise se refira, para mais fácil leitura, o tipo e localização dos pavimentos existentes, os cálculos baseiam-se em valores médios do coeficiente de transmissão térmica previamente determinados;
  - Assim, existindo informação mais detalhada sobre a constituição dos pavimentos, deverá ser utilizada esta informação como ponto de partida;
- Consideraram-se os seguintes custos médios de investimento:
  - Para pavimentos inicialmente sem isolamento:
    - Aplicação de 80mm de espessura de isolamento:
      - com condutibilidade não superior a  $0,037 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$ , sobre a laje
      - sob a laje, com revestimento adequado:
        - resistente à intempérie, no caso de pavimentos exteriores;
        - teto falso, se necessário, no caso de pavimentos interiores;
    - Com um custo estimado de:
      - $35 \text{ €/m}^2$  (de pavimento) para isolamento de pavimentos exteriores;
      - $22 \text{ €/m}^2$  (de pavimento) para isolamento de pavimentos interiores;

#### “Caderno de Encargos” da Medida de Melhoria:

- A medida de melhoria deverá ter como objetivo melhorar o coeficiente de transmissão térmica para, pelo menos, o valor de referência na zona climática em causa,
  - Salvo devidamente justificado por simulação dinâmica, com todos os parâmetros claramente identificados, que um coeficiente de transmissão térmica intermédio possa conduzir a melhor desempenho que o de referência;
- Deverá ser garantida a correção de eventuais pontes térmicas;
  - Esta correção vai contribuir para que, para além de se evitarem patologias típicas, como pontos de condensação e desenvolvimento de fungos, o retorno das medidas de aplicação de isolamento seja idêntico ou melhor que o estimado.
- As soluções de isolamento a considerar não deverão se comparadas com base apenas na espessura de isolamento, mas sim com base no Coeficiente de Transmissão Térmica da Solução final, devidamente justificado;
  - Para tal, todas as alternativas deverão considerar a mesma solução existente, com o mesmo coeficiente de transmissão térmica de base;

- Cada alternativa poderá, adicionalmente, listar as vantagens e desvantagens da solução proposta, para análise pelo Dono de Obra de outros eventuais critérios (p.e., ocupação ou não de espaço interior útil, necessidade de interromper a utilização dos espaços interiores para realizar a intervenção, efeitos sobre a inércia ou correção de pontes térmicas lineares);

Investimento considerado para o “Hotel-Tipo” em estudo:

|                       | Área aprox. de pavimento (m²) | Custo unitário (€/m²) | Investimento global estimado (€) |
|-----------------------|-------------------------------|-----------------------|----------------------------------|
| Pavimentos exteriores | 172                           | 35                    | 6 000                            |
| Pavimentos interiores | 415                           | 23                    | 9 550                            |

Tabela 27 – Investimento estimado em medidas de isolamento de pavimentos

Resumem-se de seguida os principais resultados, em tabela e em gráfico, para alguns cenários representativos.

Em anexo poderão encontrar-se dados mais completos, nomeadamente no que diz respeito ao impacto ambiental das medidas analisadas.

|                    | Pavimento existente | GDA (graus.dia/ano) | Redução anual de cargas aquecimento | Redução anual de cargas arrefecimento | Período de retorno simples<br>Arrefecimento: sistemas BC<br>Aquecimento: diferentes soluções (anos) |                      |                      | Resultado ao fim de 25 anos:<br>Poupança – Investimento para isolamento térmico (€) |                      |                      |
|--------------------|---------------------|---------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|
|                    |                     |                     | Energia útil (kWh/ano)              | Energia útil (kWh/ano)                | Aquec. BC                                                                                           | Aquec. GN / Biomassa | Aquec. GPL / Gasóleo | Aquec. BC                                                                           | Aquec. GN / Biomassa | Aquec. GPL / Gasóleo |
| Pavimento exterior | < 1000              |                     | 4 059                               | -1 852                                | >100                                                                                                | 38                   | 11                   | -5 100 €                                                                            | -2 000 €             | 7 300 €              |
|                    | 1000 - 1100         |                     | 693                                 | -21 421                               | 67                                                                                                  | 22                   | 7.2                  | -3 700 €                                                                            | 900 €                | 15 000 €             |
|                    | 1100 - 1800         |                     | 7 407                               | -1 559                                | 38                                                                                                  | 16                   | 5.6                  | -1 920 €                                                                            | 3 720 €              | 20 700 €             |
|                    | > 1800              |                     | 13 439                              | -1 478                                | 17                                                                                                  | 7.9                  | 3.0                  | 3 250 €                                                                             | 13 450 €             | 44 200 €             |
| Pavimento interior | < 1000              |                     | -5 358                              | -22 822                               | NA                                                                                                  | NA                   | NA                   | -44 400 €                                                                           | -48 500 €            | -60 800 €            |
|                    | 1000 - 1100         |                     | 693                                 | -21 421                               | NA                                                                                                  | NA                   | NA                   | -37 500 €                                                                           | -37 000 €            | -35 400 €            |
|                    | 1100 - 1800         |                     | 2 533                               | -20 487                               | NA                                                                                                  | NA                   | NA                   | -34 760 €                                                                           | -32 840 €            | -27 020 €            |
|                    | > 1800              |                     | 11 225                              | -14 081                               | NA                                                                                                  | NA                   | 11                   | -18 950 €                                                                           | -10 400 €            | 15 300 €             |

Tabela 28 - Retorno económico de medidas de isolamento de pavimentos

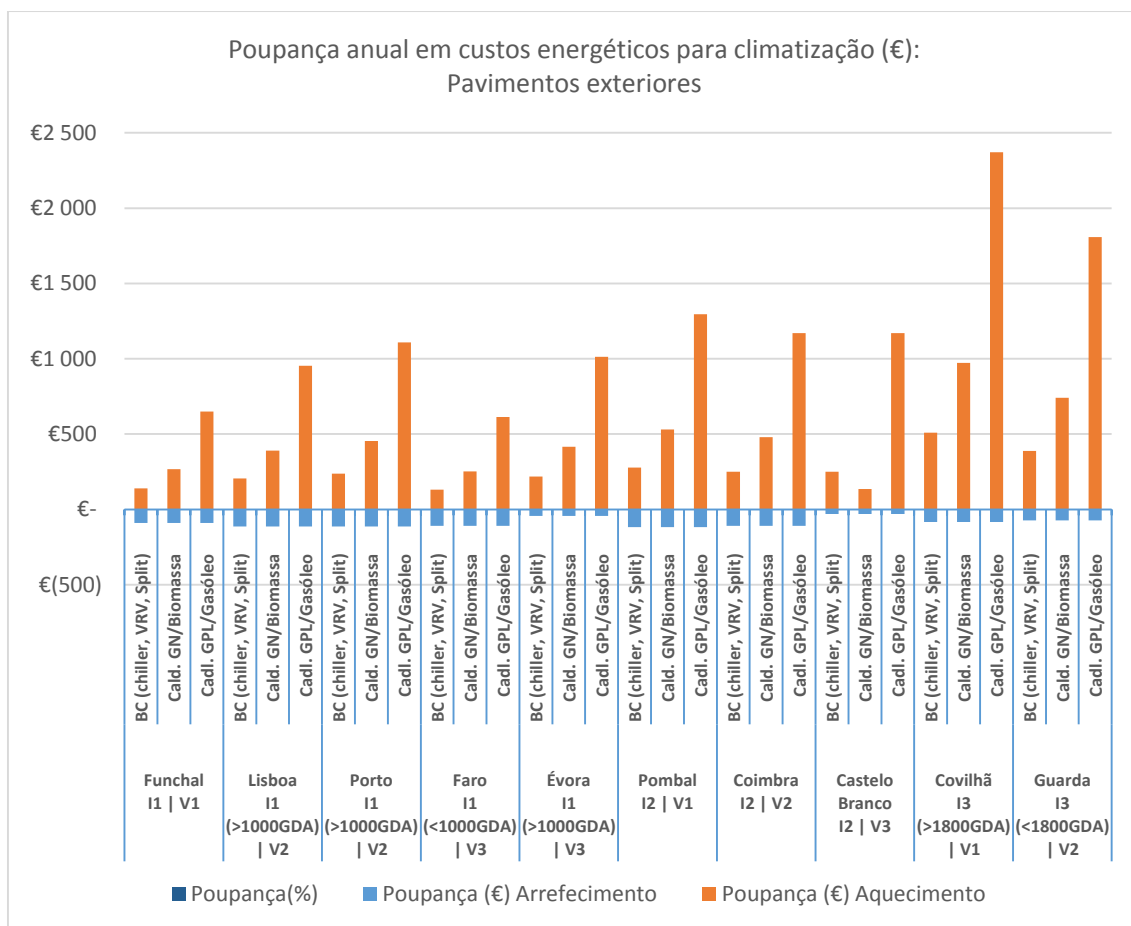


Gráfico 47 – Poupança anual estimada para isolamento de pavimentos exteriores nas diferentes zonas climáticas e com recurso a diferentes sistemas de climatização

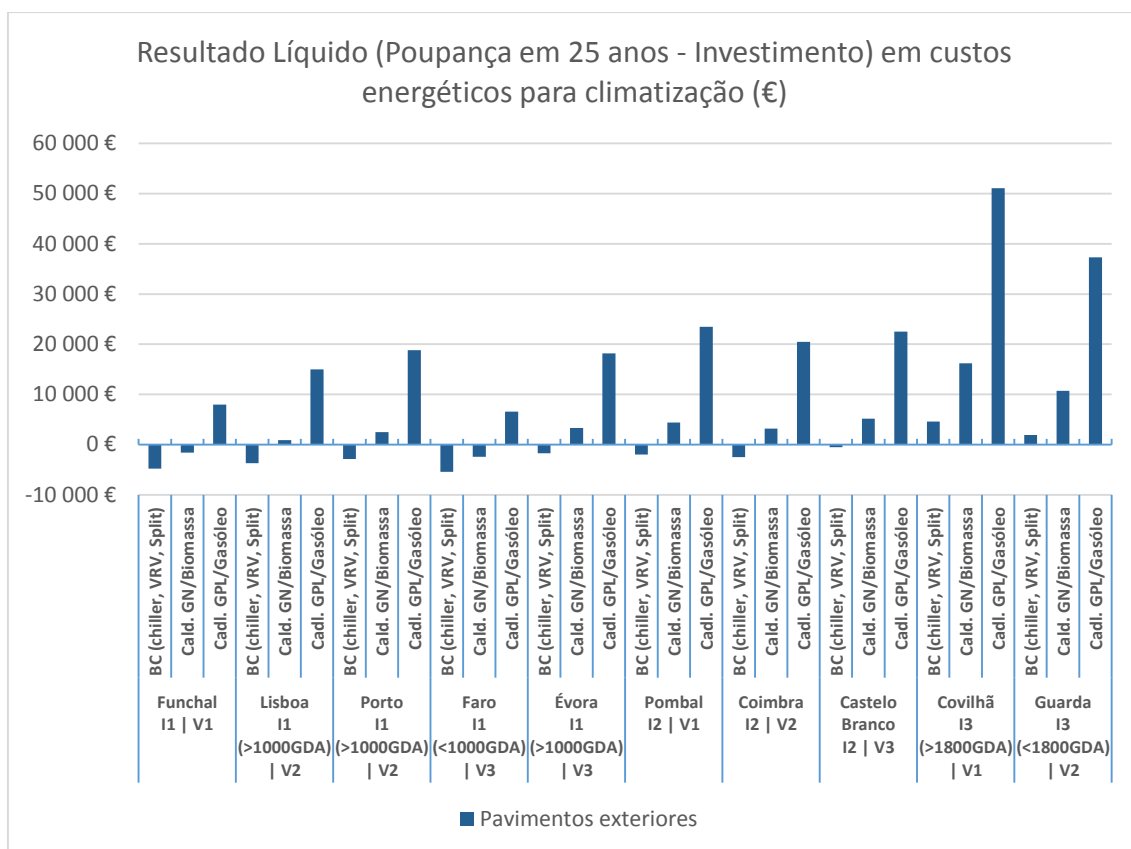


Gráfico 48 – Resultado líquido estimado em 25 anos, para isolamento de pavimentos

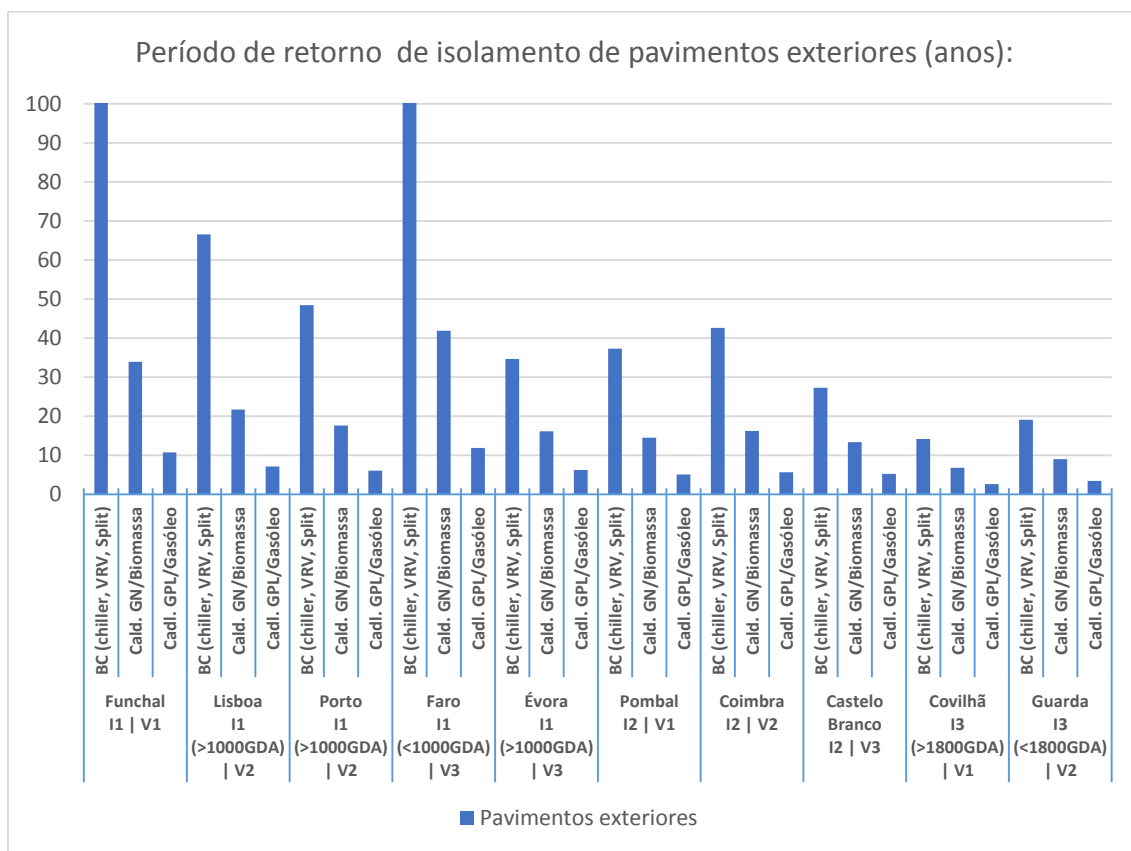


Gráfico 49 – Período de retorno simples, para isolamento de pavimentos  
4.1.2.1.3.1. Potencial de redução de custos e/ou impactos ambientais

Aplicação de isolamento no pavimento

exterior aos exemplos de Lisboa, Faro e Guarda. Foi considerado para cálculo um sistema de climatização do ambiente a GPL / Gasóleo para aquecimento e um sistema bomba de calor para arrefecimento.

|                    |          | Redução anual de cargas aquecimento | Redução anual de cargas arrefecimento | Redução energia primária | Redução emissões CO2 (kWh EP) |
|--------------------|----------|-------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------|-------------------------------|
| Tipo de pavimento  | Concelho | Energia útil (kWh/ano)              | Energia útil (kWh/ano)                | (kWh EP)                 | (kg CO2/ano)                  |
| Pavimento exterior | Lisboa   | 6 130                               | -2 141                                | 5 187                    | 1 385                         |
| Pavimento exterior | Faro     | 3 943                               | -2 029                                | 2 733                    | 730                           |
| Pavimento exterior | Guarda   | 11 625                              | -1 370                                | 12 328                   | 3 292                         |

Tabela 29 – Impactos ambientais: Aplicação de isolamento no pavimento exterior

#### 4.1.2.1.3.2. Investimento e retorno

|                    |          | Poupança total anual | Investimento | Retorno | Ao fim de 25 anos |
|--------------------|----------|----------------------|--------------|---------|-------------------|
| Tipo de pavimento  | Concelho | (€)                  | (€)          | (anos)  | (€)               |
| Pavimento exterior | Lisboa   | 839                  | 6 020        | 7.2     | 14 943            |
| Pavimento exterior | Faro     | 505                  | 6 020        | 11.9    | 6 596             |
| Pavimento exterior | Guarda   | 1 734                | 6 020        | 3.5     | 37 322            |

Tabela 30 – Investimento e retorno: Aplicação de isolamento no pavimento exterior

#### Análise e Conclusões:

- A viabilidade económica de medidas de isolamento de pavimentos depende fortemente:
  - de se tratar de um pavimento exterior ou interior;
  - das características do sistema de climatização utilizado;
  - da localização e respetivo clima,
    - em especial da severidade do Inverno na zona climática em causa (nº de GDA);
- O isolamento térmico de pavimentos interiores, ainda que sobre espaços não climatizados, não é, de um modo geral e salvo raras exceções, economicamente interessante;
- O isolamento de pavimentos exteriores (sem qualquer isolamento), pelo contrário, pode, em muitos casos, e em especial nas zonas mais frias, ter um período de retorno interessante;
- Em zonas com menos de 1100 GDA, no entanto, só é economicamente interessante investir no isolamento de pavimentos se não for possível optar por sistemas de aquecimento mais económicos do que caldeira a GPL ou gasóleo;
- Para pavimentos já com algum nível de isolamento térmico, a viabilidade de reforço do isolamento deverá ser avaliada caso a caso;
- A poupança efetiva irá variar muito, naturalmente, com a área de pavimento exterior que o Hotel possuir; tratando-se geralmente de áreas relativamente reduzidas, o resultado líquido de isolar as secções de pavimento exterior terá frequentemente um impacto global reduzido, quando comparado com o isolamento de coberturas;

#### 4.1.2.1.4. Envidraçados

Relativamente a envidraçados, podem ser identificadas diferentes medidas de melhoria, quer intervindo nas próprias caixilharias e vidros, a fim de reduzir as perdas térmicas, quer intervindo a nível de proteções solares ou redução do fator solar dos vidros, a fim de limitar sobreaquecimentos devido a ganhos solares.

Com base numa análise de sensibilidade inicial, considera-se que – salvo existência de patologias ou degradação dos envidraçados:

- **Apenas será economicamente interessante investir na substituição de janelas ou aplicação de 2ª caixilharia no caso de os envidraçados existentes possuírem vidro simples, o que corresponde a cerca de 20% das situações identificadas em certificados.**

Assim, propõe-se a análise das seguintes medidas de melhoria:

- **Envidraçados com vidro simples:**
  - **Aplicação de proteções exteriores reguláveis;**
  - **Aplicação de 2ª caixilharia com vidro simples, sem remoção das existentes, nos casos em que seja viável;**
  - **Substituição integral de envidraçados por novas caixilharias com vidro duplo corrente;**
  - **Substituição integral de envidraçados por novas caixilharias com vidro duplo de fator solar reduzido;**
  - **Substituição integral de envidraçados por novas caixilharias com vidro duplo de baixa emissividade;**

Pressupostos de cálculo:

- Proteções solares reguláveis:
  - Considera-se que as proteções solares são abertas/fechadas de modo a maximizar o aproveitamento dos ganhos solares no Inverno e de modo a limitar o sobreaquecimento no Verão;
- Solução existente: Caixilharia com vidro simples
  - Coeficiente de perdas térmicas (conjunto caixilharia + vidro):  $U_w \leq 5,2 \text{ W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$
  - Fator solar do vidro:  $g \approx 0,85$
  - Infiltrações de ar: aproximadamente 0,7 rph
  - Proteções solares: manutenção de proteções solares interiores reguláveis
- No caso de envidraçados, os custos podem variar muito significativamente com o tipo de envidraçados, caixilharias, dimensões e condicionantes de montagem; regista-se uma variação mais acentuada, nestes casos, comparativamente com o isolamento de envolvente opaca.
- No entanto, para efeitos de uma análise comparativa, apresentam-se de seguida as características técnicas e custos médios de investimento considerados para cada opção:
- Considerou-se, nos casos de aplicação de proteções solares exteriores reguláveis (lâminas móveis/orientáveis, portadas, persianas, ou outros), mantendo os envidraçados existentes:
  - Coeficiente de perdas térmicas (conjunto caixilharia + vidro):  $U_w \leq 5,2 \text{ W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$
  - Fator solar do vidro:  $g \approx 0,75$
  - Manutenção de infiltrações não controladas de ar em 0,7 rph
  - Proteções solares: substituição de proteções solares interiores por exteriores
    - Com um custo estimado de 30€/m<sup>2</sup> de envidraçado (incluindo caixilharia e vidro)
- Considerou-se, nos casos de aplicação de uma 2ª caixilharia, mantendo os envidraçados existentes, valores típicos para caixilharias metálicas sem corte térmico:
  - Coeficiente de perdas térmicas (conjunto caixilharia + vidro):  $U_w \leq 3,1 \text{ W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$
  - Fator solar do vidro:  $g \approx 0,72$
  - Redução de infiltrações não controladas de ar de 0,7 rph para 0,6 rph

- Proteções solares:  
manutenção de proteções solares interiores reguláveis
  - Com um custo estimado de 100€/m<sup>2</sup> de envidraçado (incluindo caixilharia e vidro)
- Considerou-se, nos casos de substituição integral dos envidraçados por novas caixilharias com vidros duplos, a aplicação de soluções com coeficiente de perdas igual ou inferior ao valor de referência mais exigente:
  - Coeficiente de perdas térmicas (conjunto caixilharia + vidro):  $U_w \leq 3,3 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$
  - Fator solar do vidro:  $g \approx 0,75$
  - Redução de infiltrações não controladas de ar de 0,7 rph para 0,6 rph
  - Proteções solares: manutenção de proteções solares interiores reguláveis
    - Com um custo estimado de 150€/m<sup>2</sup> de envidraçado (incluindo caixilharia e vidro)
- Considerou-se, nos casos de substituição integral dos envidraçados por novas caixilharias com vidros duplos de fator solar reduzido, a aplicação de soluções com fator solar igual ao valor de referência mais exigente:
  - Coeficiente de perdas térmicas (conjunto caixilharia + vidro):  $U_w \leq 3,3 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$
  - Fator solar do vidro:  $g \approx 0,15$
  - Redução de infiltrações não controladas de ar de 0,7 rph para 0,6 rph
  - Proteções solares: manutenção de proteções solares interiores reguláveis
    - Com um custo estimado de 175€/m<sup>2</sup> de envidraçado (incluindo caixilharia e vidro)
- Considerou-se, nos casos de substituição integral dos envidraçados por novas caixilharias com vidros duplos de baixa emissividade:
  - Coeficiente de perdas térmicas (conjunto caixilharia + vidro):  $U_w \leq 2,5 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$
  - Fator solar do vidro:  $g \approx 0,60$
  - Redução de infiltrações não controladas de ar de 0,7 rph para 0,6 rph
  - Proteções solares: manutenção de proteções solares interiores reguláveis
  - Com um custo estimado de 175€/m<sup>2</sup> de envidraçado (incluindo caixilharia e vidro)
- Embora na análise se refira, para mais fácil leitura, uma descrição simplificada dos envidraçados e proteções solares, os cálculos baseiam-se em valores médios do coeficiente de transmissão térmica e fator solar dos vidros e proteções;
  - Assim, existindo informação mais detalhada sobre a constituição dos envidraçados e sobre as alternativas propostas, deverá ser utilizada esta informação como ponto de partida;

#### “Caderno de Encargos” da Medida de Melhoria:

- A medida de melhoria deverá ter como objetivo melhorar o coeficiente de transmissão térmica para, pelo menos, o valor de referência na zona climática em causa,
  - Salvo devidamente justificado por simulação dinâmica, com todos os parâmetros claramente identificados, que um coeficiente de transmissão térmica intermédio possa conduzir a melhor desempenho que o de referência;
- E, sempre que possível, melhorar o fator solar (com as proteções 100% ativas), também para o valor de referência na zona climática em causa;
- Deverá ainda ser considerado o impacto sobre a renovação do ar, nomeadamente:
  - Corrigindo excessos de infiltrações não controladas que se possam verificar com os envidraçados existentes;
  - Considerando a possibilidade de integração de ventilação auto-regulável (em função das diferenças de pressão) na aplicação de novas janelas, em especial em espaços sem outros meios de ventilação;
- As soluções de melhorias a considerar deverão ser comparadas com base em:
  - Coeficiente de transmissão térmica da janela/envidraçado –  $U_w \text{ (W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C)}$ 
    - Inclui a contribuição da caixilharia e dos vidros, e difere dos valores individuais
      - Do coeficiente de transmissão térmica dos vidros –  $U_g \text{ (W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C)}$
      - Do coeficiente de transmissão térmica da caixilharia –  $U_f \text{ (W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C)}$
  - Fator solar dos vidros –  $g_v$

- Fator solar estimado do envidraçado com as proteções solares 100% ativas –  $g_T$
- Possibilidade de otimização dos ganhos solares em função de as proteções solares serem ou não reguláveis

Investimento considerado para o “Hotel-Tipo” em estudo:

|                                                                                                         | Área aprox. de envidraçados (m <sup>2</sup> ) | Custo unitário estimado da intervenção (€/m <sup>2</sup> ) | Investimento global estimado (€) |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| Aplicação de proteções solares exteriores                                                               | 582                                           | 30                                                         | 17 500                           |
| Aplicação de 2ª caixilharia com vidro simples                                                           | 582                                           | 100                                                        | 58 200                           |
| Substituição integral de envidraçados por novos com vidro duplo corrente                                | 582                                           | 150                                                        | 87 300                           |
| Substituição integral de envidraçados por novos com vidro duplo de fator solar reduzido                 | 582                                           | 175                                                        | 101 900                          |
| Substituição integral de envidraçados por novos com vidro duplo de baixa emissividade                   | 582                                           | 175                                                        | 101 900                          |
| Substituição integral de envidraçados por novos com vidro duplo corrente e proteções solares exteriores | 582                                           | 180                                                        | 104 800                          |

Tabela 31 – Investimento estimado em medidas de intervenção em envidraçados

Antes mesmo de passar à análise de melhorias, salienta-se que:

- As proteções solares exteriores, sempre que tenham a possibilidade de ser reguláveis (lâminas reguláveis, persianas, estores, portadas), não afetam significativamente as necessidades de aquecimento, no Inverno, e apresentam desempenho claramente melhor no controlo dos ganhos solares, no Verão, do que as proteções interiores (cortinas, blackouts, estores, portadas), em qualquer das zonas climáticas estudadas.
- Estes benefícios refletem-se em necessidades de arrefecimento significativamente menores (13% a 30% menos) quando consideradas proteções exteriores, relativamente a situações idênticas, mas com proteções interiores;
- Nos custos globais com climatização (aquecimento e arrefecimento ambiente), esta opção pode refletir-se em poupanças de 3% a 15%, anualmente.

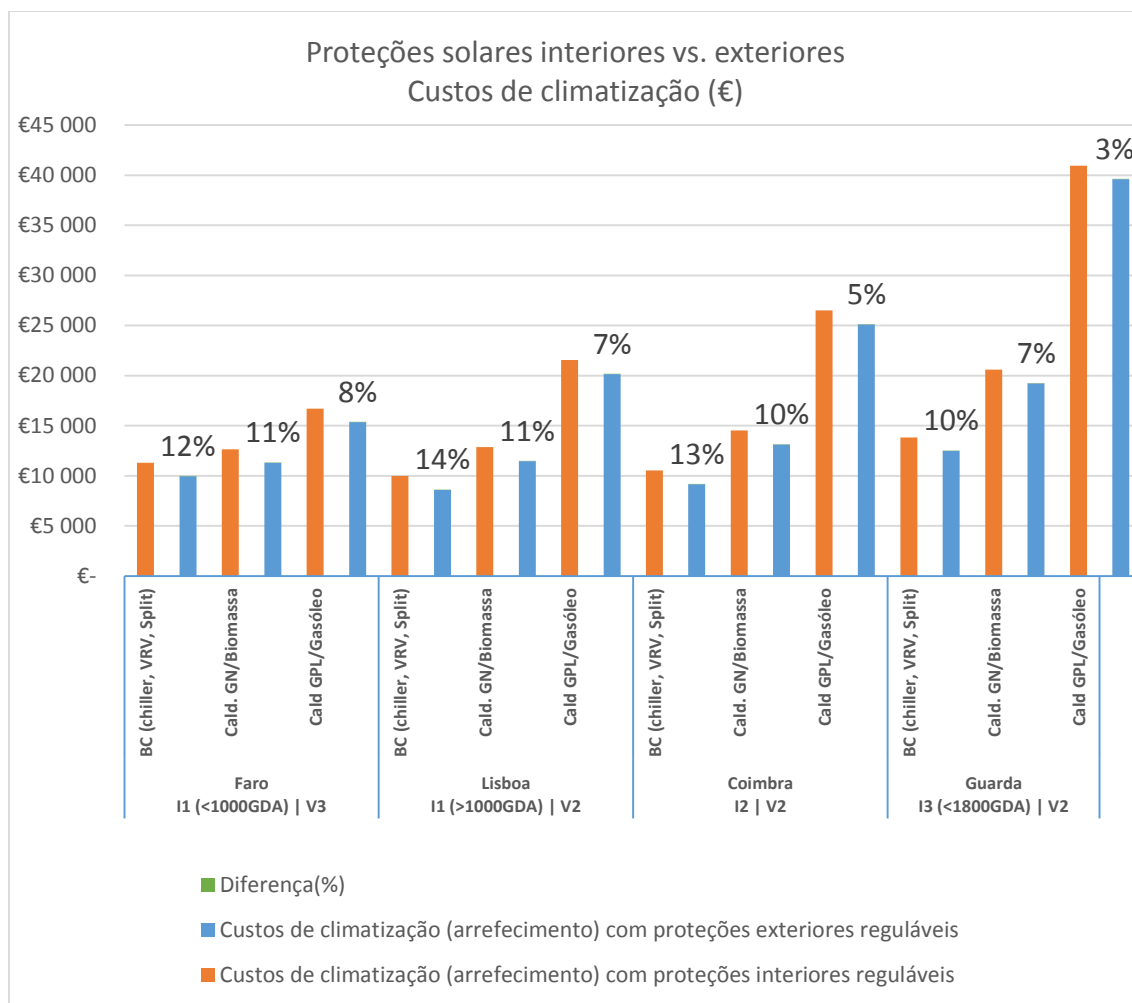


Gráfico 50 – Comparação de custos de climatização com proteções solares exteriores vs. interiores

Resumem-se de seguida os principais resultados, em tabela e em gráfico, para alguns cenários representativos.

Em anexo poderão também encontrar-se dados mais completos, nomeadamente no que diz respeito ao impacto ambiental das medidas analisadas.

| Melhoria Proposta                                    | Concelho       | I  | V  | Redução anual de cargas aquecimento | Redução anual de cargas arrefecimento | Período de retorno simples<br>Arrefecimento: sistemas BC<br>Aquecimento: diferentes soluções (anos) |                      |                      | Resultado ao fim de 25 anos:<br>Poupança – Investimento para isolamento pelo interior (€) |                      |                      |
|------------------------------------------------------|----------------|----|----|-------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|
|                                                      |                |    |    | Energia útil (kWh/ano)              | Energia útil (kWh/ano)                | Aquec. BC                                                                                           | Aquec. GN / Biomassa | Aquec. GPL / Gasóleo | Aquec. BC                                                                                 | Aquec. GN / Biomassa | Aquec. GPL / Gasóleo |
| Aplicação de proteções solares exteriores reguláveis | Funchal        | I1 | V1 | -19                                 | 9 811                                 | 33                                                                                                  | 34                   | 34                   | -4 400 €                                                                                  | -4 400 €             | -4 500 €             |
|                                                      | Lisboa         | I1 | V2 | -6                                  | 27 278                                | 12                                                                                                  | 12                   | 12                   | 18 900 €                                                                                  | 18 900 €             | 18 800 €             |
|                                                      | Porto          | I1 | V2 | -16                                 | 26 968                                | 12                                                                                                  | 12                   | 12                   | 18 400 €                                                                                  | 18 400 €             | 18 400 €             |
|                                                      | Faro           | I1 | V3 | -3                                  | 26 559                                | 12                                                                                                  | 12                   | 12                   | 17 900 €                                                                                  | 17 900 €             | 17 900 €             |
|                                                      | Évora          | I1 | V3 | -3                                  | 28 961                                | 11                                                                                                  | 11                   | 11                   | 21 100 €                                                                                  | 21 100 €             | 21 100 €             |
|                                                      | Pombal         | I2 | V1 | -50                                 | 24 711                                | 13                                                                                                  | 13                   | 13                   | 15 400 €                                                                                  | 15 400 €             | 15 300 €             |
|                                                      | Coimbra        | I2 | V2 | -23                                 | 26 650                                | 12                                                                                                  | 12                   | 12                   | 18 000 €                                                                                  | 18 000 €             | 17 900 €             |
|                                                      | Castelo Branco | I2 | V3 | 0                                   | 27 438                                | 12                                                                                                  | 12                   | 12                   | 19 100 €                                                                                  | 19 100 €             | 19 100 €             |
|                                                      | Covilhã        | I3 | V1 | -259                                | 20 595                                | 16                                                                                                  | 16                   | 17                   | 9 700 €                                                                                   | 9 500 €              | 9 000 €              |
|                                                      | Guarda         | I3 | V2 | -31                                 | 26 078                                | 13                                                                                                  | 13                   | 13                   | 17 200 €                                                                                  | 17 200 €             | 17 100 €             |

Tabela 32 - Retorno económico de medidas intervenção nas proteções solares

| Melhoria Proposta                                                                     | GDA (graus.dia/ano) | Redução anual de cargas aquecimento | Redução anual de cargas arrefecimento | Período de retorno simples<br>Arrefecimento: sistemas BC<br>Aquecimento: diferentes soluções (anos) |                      |                      | Resultado ao fim de 25 anos:<br>Poupança – Investimento para isolamento pelo interior (€) |                      |                      |
|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|
|                                                                                       |                     | Energia útil (kWh/ano)              | Energia útil (kWh/ano)                | Aquec. BC                                                                                           | Aquec. GN / Biomassa | Aquec. GPL / Gasóleo | Aquec. BC                                                                                 | Aquec. GN / Biomassa | Aquec. GPL / Gasóleo |
| Aplicação de 2ª caxilharia com vidro simples                                          | < 1000              | 9 385                               | 5 113                                 | >100                                                                                                | 73                   | 34                   | -43 550                                                                                   | -36 450              | -14 900              |
|                                                                                       | 1000 - 1100         | 17 062                              | 3 657                                 | 76                                                                                                  | 45                   | 20                   | -39 100                                                                                   | -26 100              | 13 000               |
|                                                                                       | 1100 - 1800         | 20 760                              | 6 046                                 | 59                                                                                                  | 36                   | 16                   | -32 840                                                                                   | -17 060              | 30 520               |
|                                                                                       | > 1800              | 37 044                              | 2 130                                 | 43                                                                                                  | 24                   | 10                   | -24 500                                                                                   | 3 650                | 88 600               |
| Substituição integral de envidraçados por novos com vidro duplo corrente              | < 1000              | 9 385                               | 5 113                                 | >100                                                                                                | >100                 | 51                   | -72 650                                                                                   | -65 550              | -44 000              |
|                                                                                       | 1000 - 1100         | 17 062                              | 3 657                                 | >100                                                                                                | 68                   | 31                   | -68 200                                                                                   | -55 200              | -16 100              |
|                                                                                       | 1100 - 1800         | 20 760                              | 6 046                                 | 89                                                                                                  | 54                   | 25                   | -61 940                                                                                   | -46 160              | 1 420                |
|                                                                                       | > 1800              | 37 044                              | 2 130                                 | 65                                                                                                  | 35                   | 15                   | -53 600                                                                                   | -25 450              | 59 500               |
| Substituição integral de envidraçados por novos com vidro duplo de fator solar        | < 1000              | -19 324                             | 63 291                                | 49                                                                                                  | 72                   | NA                   | -33 600                                                                                   | -48 300              | -92 550              |
|                                                                                       | 1000 - 1100         | -20 761                             | 60 946                                | 40                                                                                                  | 53                   | >100                 | -37 900                                                                                   | -53 700              | -101 300             |
|                                                                                       | 1100 - 1800         | -22 904                             | 63 753                                | 41                                                                                                  | 63                   | >100                 | -36 000                                                                                   | -53 400              | -105 900             |
|                                                                                       | > 1800              | -29 127                             | 43 748                                | >100                                                                                                | NA                   | NA                   | -67 850                                                                                   | -89 950              | -156 750             |
| Substituição integral de envidraçados por novos com vidro duplo de baixa emissividade | < 1000              | 5 988                               | 24 016                                | 84                                                                                                  | 71                   | 50                   | -64 900                                                                                   | -60 300              | -46 650              |
|                                                                                       | 1000 - 1100         | 13 143                              | 21 108                                | 65                                                                                                  | 52                   | 32                   | -62 800                                                                                   | -52 800              | -22 700              |
|                                                                                       | 1100 - 1800         | 16 425                              | 24 307                                | 57                                                                                                  | 44                   | 27                   | -55 800                                                                                   | -43 300              | -5 660               |
|                                                                                       | > 1800              | 31 364                              | 14 751                                | 56                                                                                                  | 37                   | 18                   | -56 100                                                                                   | -32 250              | 39 650               |
| Substituição de envidraçados por novos com vidro duplo e proteções solares exteriores | < 1000              | 9 376                               | 22 599                                | 86                                                                                                  | 67                   | 42                   | -66 850                                                                                   | -59 750              | -38 250              |
|                                                                                       | 1000 - 1100         | 17 057                              | 30 180                                | 48                                                                                                  | 39                   | 25                   | -50 300                                                                                   | -37 400              | 1 700                |
|                                                                                       | 1100 - 1800         | 20 744                              | 32 032                                | 44                                                                                                  | 35                   | 21                   | -44 820                                                                                   | -29 020              | 18 480               |
|                                                                                       | > 1800              | 36 919                              | 25 001                                | 41                                                                                                  | 28                   | 15                   | -40 700                                                                                   | -12 600              | 72 000               |

Tabela 33 - Retorno económico de medidas intervenção nos envidraçados

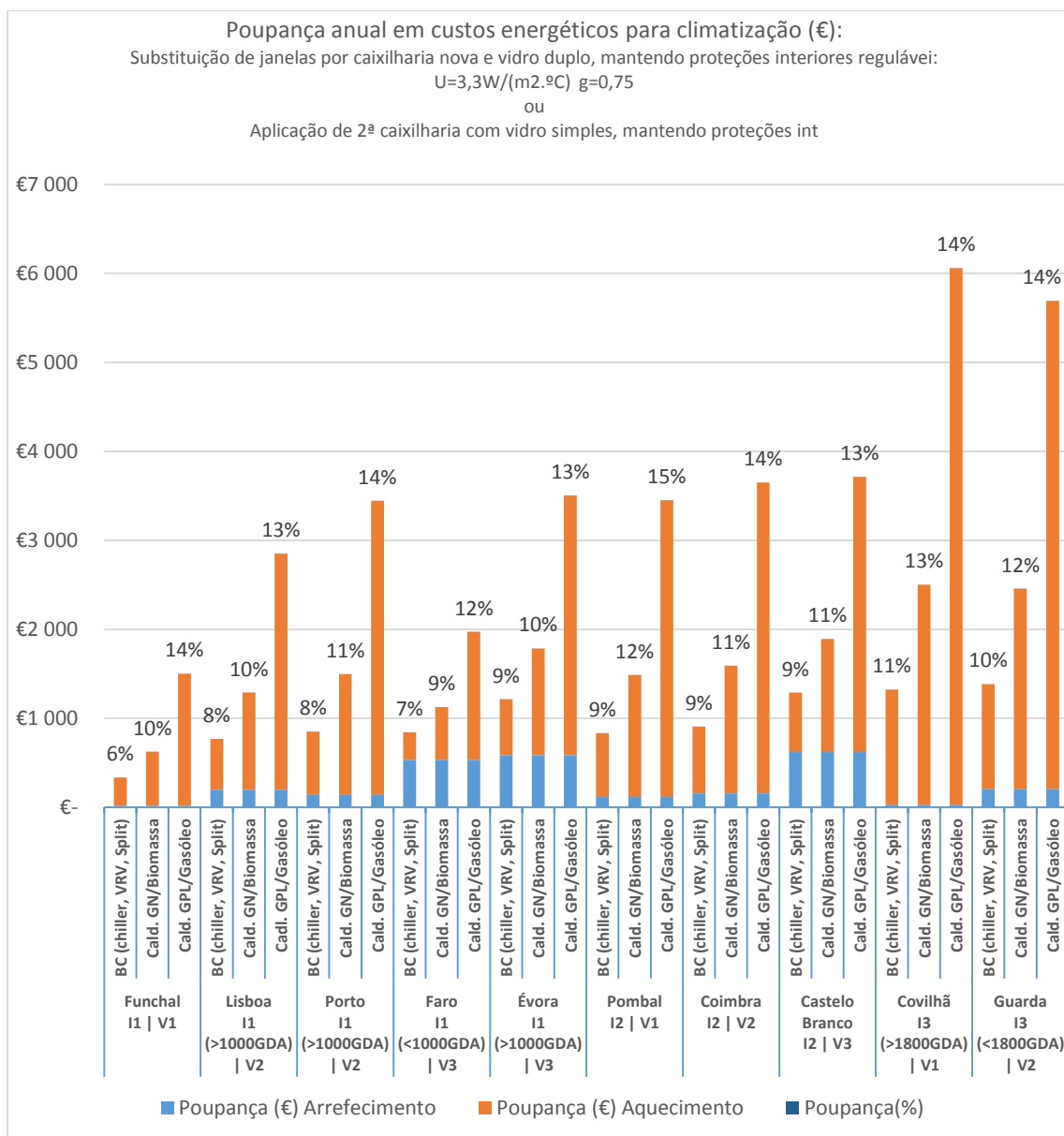


Gráfico 51 – Poupança anual estimada  
para substituição de envidraçados ou aplicação de 2ª caixilharia

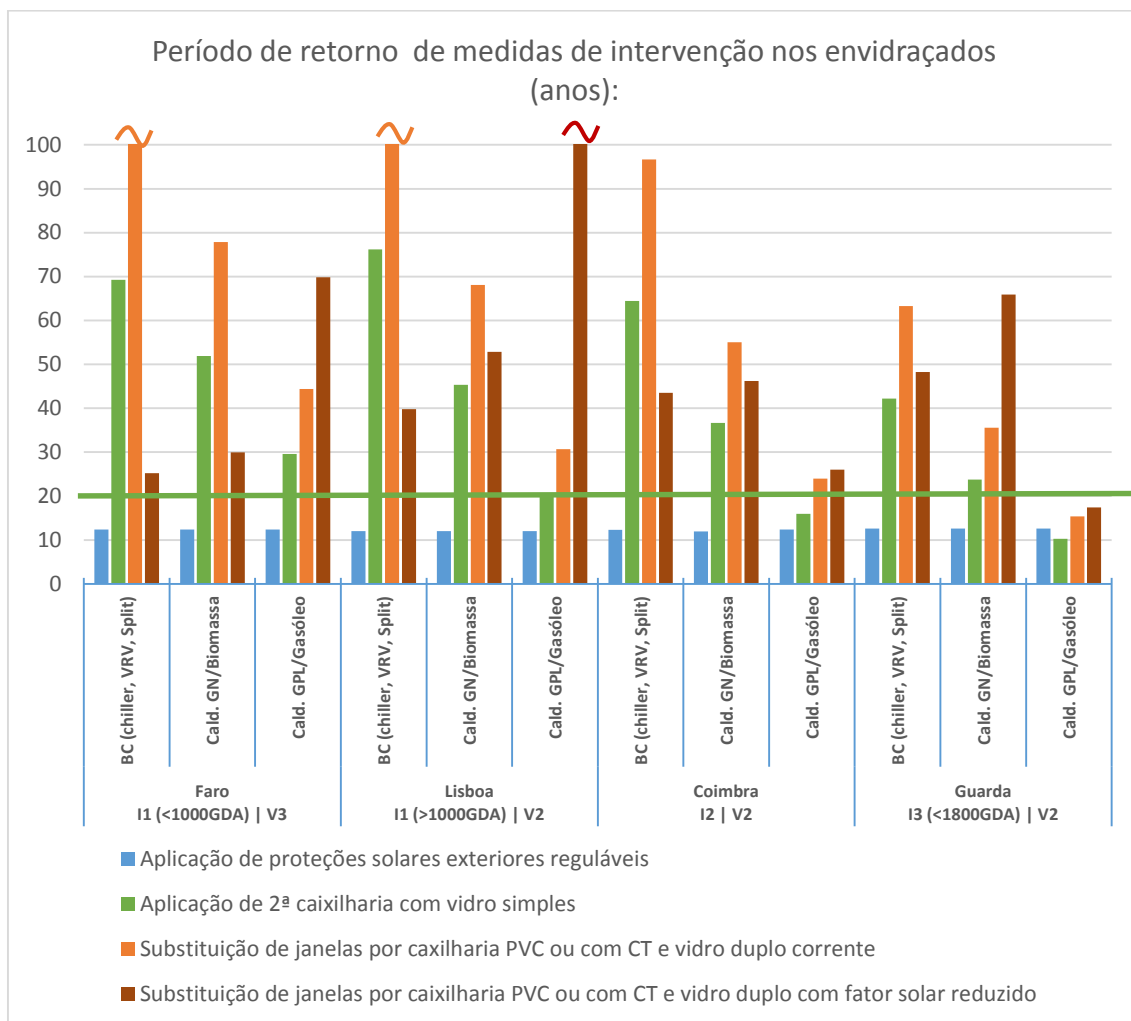


Gráfico 52 – Período de retorno simples, para intervenções em envidraçados, em zonas de referência

#### 4.1.2.1.4.1. Potencial de redução de custos e/ou impactos ambientais

Aplicação de proteções solares exteriores e 2ª caixilharia com vidro simples aos exemplos de Lisboa, Faro e Guarda. Foi considerado para cálculo um sistema de climatização do ambiente a GPL / Gasóleo para aquecimento e um sistema bomba de calor para arrefecimento.

|                                  |          | Redução anual de cargas aquecimento | Redução anual de cargas arrefecimento | Redução energia primária (kWh EP) | Redução emissões CO2 (kWh EP) |
|----------------------------------|----------|-------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| Envidraçado                      | Concelho | Energia útil (kWh/ano)              | Energia útil (kWh/ano)                | (kgep/ano)                        | (kg CO2/ano)                  |
| Proteções solares exteriores     | Lisboa   | -6                                  | 27 278                                | 25 251                            | 6 742                         |
| Proteções solares exteriores     | Faro     | -3                                  | 26 559                                | 24 589                            | 6 565                         |
| Proteções solares exteriores     | Guarda   | -31                                 | 26 078                                | 24 110                            | 6 437                         |
| 2ª caixilharia com vidro simples | Lisboa   | 17 062                              | 3 657                                 | 23 342                            | 6 232                         |
| 2ª caixilharia com vidro simples | Faro     | 9 225                               | 9 989                                 | 20 039                            | 5 350                         |
| 2ª caixilharia com vidro simples | Guarda   | 35 281                              | 3 814                                 | 44 796                            | 11 960                        |

Tabela 34 – Impactos ambientais: aplicação de proteções solares exteriores e 2ª caixilharia

#### 4.1.2.1.4.2. Investimento e retorno

|                                  |          | Poupança total anual | Investimento | Retorno | Ao fim de 25 anos |
|----------------------------------|----------|----------------------|--------------|---------|-------------------|
| Envidraçado                      | Concelho | (€)                  | (€)          | (anos)  | (€)               |
| Proteções solares exteriores     | Lisboa   | 1 454                | 17 500       | 12.0    | 18 849            |
| Proteções solares exteriores     | Faro     | 1 416                | 17 500       | 12.4    | 17 901            |
| Proteções solares exteriores     | Guarda   | 1 386                | 17 500       | 12.6    | 17 150            |
| 2ª caixilharia com vidro simples | Lisboa   | 2 847                | 58 200       | 20.4    | 12 971            |
| 2ª caixilharia com vidro simples | Faro     | 1 967                | 58 200       | 29.6    | -9 036            |
| 2ª caixilharia com vidro simples | Guarda   | 5 687                | 58 200       | 10.2    | 83 967            |

Tabela 35 – Investimento e retorno: aplicação de proteções solares exteriores e 2ª caixilharia

### Análise e Conclusões:

- A viabilidade económica de medidas de intervenção nas proteções solares depende fortemente:
  - da zona climática de Verão;
  - da opção por proteções exteriores ou interiores
- A viabilidade económica de medidas de intervenção nos envidraçados (caixilharias e vidros), depende fortemente de:
  - das características do sistema de climatização utilizado;
  - da localização e respetivo clima,
    - em especial da severidade do Inverno na zona climática em causa (nº de GDA);
- A medida com retorno mais rápido é a aplicação de proteções solares exteriores, que pode reduzir as necessidades de arrefecimento em 13% a 30%, com a consequente redução nos custos de funcionamento, dependendo da localização e sistemas de climatização instalados;
  - Em zonas climáticas I1 | V1, o período de retorno é superior a 30 anos;
  - Em zonas climáticas I3 | V1, o período de retorno é de cerca de 16 a 17 anos;
  - Nas restantes zonas climáticas, esta medida apresenta período de retorno na ordem dos 11 a 13 anos;
- As medidas de intervenção nas próprios envidraçados e caixilharias poderão ter um impacto bastante superior ao estimado se os envidraçados existentes tiverem muitas infiltrações;
- Destas medidas:
  - Estima-se que a aplicação de uma segunda caixilharia, sem remoção das existentes (se apresentarem condições adequadas), ou a substituição por novas caixilharias com coeficiente de transmissão térmica igual à referência, tenha resultados idênticos a nível de melhoria do desempenho térmico;
    - No entanto, se for possível – como por norma será – aplicar uma 2ª caixilharia com menor investimento do que a substituição integral dos envidraçados, a opção de uma 2ª caixilharia apresentará retorno mais rápido;
  - Uma vez que os vidros de baixa emissividade também apresentam, regra geral, fator solar inferior aos vidros correntes, apesar de reduzirem as perdas térmicas, também reduzem os ganhos solares úteis, no Inverno, verificando-se que, por norma, não apresentam vantagem significativa em relação aos vidros duplos correntes, para as localizações e climas de referência estudados;
    - Ressalva-se a possibilidade de os vidros de baixa emissividade apresentarem uma melhoria de desempenho a ter em conta, quando se trate de envidraçados orientados a Norte ou que, pela própria arquitetura, já não beneficiem significativamente dos ganhos solares no Inverno;
    - Nestes casos, em que não será significativa a redução de ganhos solares úteis para aquecimento, no Inverno, a redução das perdas térmicas através dos envidraçados poderá justificar uma análise específica para o edifício em causa;
  - Quanto à opção por vidros com fator solar reduzido (próximo dos valores de referência), que poderá também ser conseguida com vidros de baixa emissividade (alguns dos quais apresentam fator solar bastante reduzido):
    - Poderá ser interessante, face à opção de vidros correntes, quando os custos com arrefecimento ambiente forem predominantes face aos custos com aquecimento;
    - Mas não nas situações em que o aquecimento represente o principal custo de climatização.

## 4.2. Soluções Ativas

### 4.2.1. Equipamentos de climatização e AQS

Foi possível averiguar os equipamentos mais utilizados para climatização e AQS no parque existente dos hotéis em Portugal. Sendo esses equipamentos um dos principais consumidores de energia neste tipo de edifícios, torna-se portanto relevante o seu correto dimensionamento e funcionamento, sendo também importante a opção pelo sistema técnico mais económico e eficaz do ponto de vista energético. Neste sentido, será analisado qual poderá ser o sistema técnico mais vantajoso do ponto de vista económico-ambiental, entre os sistemas técnicos mais utilizados na atualidade.

**Radiadores e convetores elétricos:** O equipamento mais comum do mercado e com preços de aquisição extremamente baixos. Constituído por resistências elétricas, o seu consumo de 1 para 1 faz com que a sua instalação seja quase proibitiva quer em termos energéticos quer económicos. (web site: thermowatt)

**Sistemas split e multi-split:** os aparelhos de ar condicionado utilizam o ar como fluido de trabalho e são constituídas por duas partes distintas: a condensadora e a evaporadora, estando ambas ligadas por uma tubagem em cobre por onde circula gás refrigerante. Têm como função: arrefecimento, desumidificação do ar, ventilação e aquecimento. Este tipo de aparelhos permite arrefecimentos e aquecimentos rápidos e é de colocação individual em cada divisão, podendo ter ligação à unidade exterior em sistema mono (1 + 1) ou multi (a partir de 2 unidades interiores).

O sistema split é habitualmente utilizado em habitações pequenas, escritórios, lojas, onde apenas se deseja climatização de uma divisão. Para grandes edifícios como, hospitais e hotéis, este tipo de sistema “provoca” alguns problemas, isto porque a instalação da tubagem entre o condensador e o evaporador excede os limites aconselhados ao bom funcionamento do mesmo. Numa situação em que se deseja climatizar mais do que uma divisão será indicado um sistema multisplit, pois o sistema split torna-se mais dispendioso. O sistema Multi-split é muito semelhante ao sistema split, com a diferença de que o multi-split está preparado para várias divisões no interior e é um sistema de qualidade superior que funciona com temperaturas e velocidades de ventilação diferentes. Este é constituído por uma unidade exterior (compressor), sendo que a este é possível ligar até 5 unidades interiores. As unidades interiores são facilmente controláveis por um controlo remoto individual. Em contrapartida, a temperatura destas unidades é necessariamente igual para todo o sistema, por apenas existir uma unidade exterior e o circuito do fluido funcionar em linha. (Sist. AC)

| Vantagens                                                                                | Desvantagens                                                                                               |
|------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| O condensador fica no exterior, o que evita ruído dentro da habitação;                   | Serviço técnico de instalação caro; O preço da instalação pode ser tão elevado como o próprio equipamento; |
| A perfuração da parede para as tubagens é pequena, o que não danifica a parede interior. | Capacidade limitada de unidades interiores.                                                                |

Tabela 36 – Análise do Split

| Vantagens                                                                        | Desvantagens                                           |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Não altera a fachada pois tem um único equipamento exterior;                     | Capacidade Limitada de aparelhos interiores;           |
| Todas as unidades interiores são controladas individualmente;                    | Necessidade de procedimento de vácuo e carga de campo. |
| Podem ser instaladas ou desinstaladas unidades interiores sempre que se desejar. | Não permite temperaturas diferentes em simultâneo.     |

Tabela 37 – Análise do Multi-Split

**VRV (Volume de Refrigerante Variável):** O VRV é um sistema de ar condicionado central do tipo multisplit. Este sistema foi especialmente desenvolvido para edifícios de médio e grande porte. Tal como o sistema

multisplit possui apenas uma unidade

externa ligada a múltiplas unidades internas trabalhando individualmente por ambiente, este ao contrário do multisplit pode chegar até 64 equipamentos. É um sistema em que o fluxo de gás refrigerante pode variar, permitindo que o ar refrigerado seja direcionado para os locais onde a necessidade de refrigeração é maior, através de um equipamento próprio que pode ser controlado por computadores. A funcionalidade deste equipamento é muito idêntica ao multisplit mas com uma maior capacidade, funcionando através de um equipamento central de unidade externa, que posteriormente distribui a refrigeração por unidades internas individuais. Neste sistema é possível controlar a temperatura de cada unidade interior permitindo haver divisões com temperaturas distintas. Esta é a grande diferença do sistema VRV para o multisplit.

O ciclo de refrigeração é composto por diversos componentes, aos quais proporcionam uma condição de funcionamento que permite retorno desse fluido refrigerante para a condição inicial do ciclo. O grande diferencial neste sistema VRV é simplesmente a combinação de tecnologia eletrónica com sistemas de controlo microprocessados, aliados à combinação de múltiplas unidades internas num só ciclo de refrigeração, além de que é de fácil instalação e pode ainda manter a arquitetura dos edifícios sem terem que alterar as suas características, gerando um baixo nível de ruído e baixo consumo elétrico, que permite grande facilidade de adaptação em edifícios já existentes. (Sist. AC)

| Vantagens                                                                 | Desvantagens                                                                                                |
|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Não necessita de bomba de circulação;                                     | Limitação de acrescentar ou retirar uma unidade interior, pois funcionam com coeficiente de simultaneidade; |
| Inverte o ciclo (frio - quente) sem restrição e com elevada simplicidade. | Dificuldade de detenção de uma fuga nas instalações.                                                        |
| Mais aparelhos que permitem trabalhar com temperaturas diferenciadas.     |                                                                                                             |

Tabela 38 – Análise do VRV

**Bomba-de-calor e Chiller:** São sistemas frigoríficos de aquecimento e arrefecimento, do tipo ar-ar ou água-água (menos habitual). Genericamente, são equipamentos centralizados de funcionamento elétrico mas de alta eficiência que permitem a distribuição de água quente ou fria aos equipamentos difusores do interior dos edifícios, e que permitem produzir em média três vezes mais potência do que a consumida, dependendo do fabricante e das suas características. Sendo um sistema frigorífico, a sua potência está condicionada fortemente pelas temperaturas exteriores e humidade relativa do ar onde o equipamento se encontra instalado. É necessário ter em atenção o ruído provocado pelo seu funcionamento, bem como a instalação elétrica do edifício em termos de potência instalada bem como o número de fases. Estes equipamentos também podem produzir águas quentes sanitárias, instalando um termoacumulador dimensionado e sempre com resistência elétrica para apoio. Têm também a possibilidade de uma extensão considerável de tubagem, devidamente isolada, sem compromisso de insucesso do sistema, podendo-se assim reunir num único sistema, várias necessidades de um edifício poupando custos e economizando espaços.

Os chillers são constituídos pelo mesmo sistema base de compressor, condensador e evaporador. São ideais para situações em que haja necessidade de arrefecimento no verão, em que neste caso, os elementos interiores deverão ser do tipo ventilo-convetores. A evaporação ocorre numa área de troca de calor por onde passa um circuito de água que liberta o seu calor e arrefece, sendo que circulará pelos espaços e climatizará o ambiente. Pode também associar-se este sistema a uma ventilação centralizada onde o ar é condicionado e o circuito da água vai retirando todo o calor existente no ar, deixando assim que o ar já refrigerado seja distribuído para grandes áreas. Sendo um sistema geralmente integrado na arquitetura, as unidades interiores normalmente só se revelam pelas grelhas de saída de ar. Embora seja aplicado em áreas mais gerais, também possibilita a utilização em espaços mais pequenos com pequenas unidades interiores de regularização individual da temperatura. Estas unidades interiores podem englobar também sistemas de filtragem do ar e desumidificação. (Sist. AC)

| Vantagens | Desvantagens |
|-----------|--------------|
|-----------|--------------|

|                                                           |                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Baixo custo;                                              | Alto custo para o “empreendedor”;                                                 |
| Fan-coil produzido para atender carga térmica específica; | Dificuldade de poupança de energia eléctrica referente ao uso do ar condicionado; |
| Excelente controlo de temperatura;                        | Sistema de dois tubos: ou tudo arrefece ou tudo aquece.                           |
| Permite o uso de termoacumulação.                         |                                                                                   |

Tabela 39 – Análise do Chiller

**Caldeiras:** Dividem-se quanto ao tipo de combustível, quanto à sua utilização e quanto à sua tecnologia. As caldeiras de água quente (água até uma temperatura de 110°C) utilizam-se para aquecimento ambiente e AQS em habitações, hotéis, piscinas, infra-estruturas desportivas e ainda na indústria. A grande diferença entre as caldeiras relativamente ao tipo de combustível consiste na fornalha e respetivo queimador, assim como no equipamento auxiliar.

Devido ao preço atual do **gasóleo** e o mesmo estar indexado à cotação do petróleo, a caldeira a gasóleo tornou-se um equipamento menos interessante e pouco procurado atualmente. Porém, poderá em situações específicas e especiais ser um equipamento a considerar. Sendo um equipamento altamente poluente poderá no futuro tornar-se um equipamento obsoleto.

No caso de estar disponível o **gás natural**, a caldeira deste combustível é dos sistemas de aquecimento central menos poluente, de fácil instalação, o mais seguro na gama de produtos a combustão, de baixa manutenção e com uma vida útil elevada. A somar a estas vantagens é a introdução no mercado da gama com tecnologia de condensação, que permite reaproveitar grande parte da energia que nas caldeiras tradicionais se perde sob a forma de vapor de água, reduzindo assim o consumo de gás natural na ordem dos 20-30%. Com custos de aquisição mais elevados, as caldeiras a **biomassa** têm como vantagem o baixo custo do combustível. No entanto, estes equipamentos são, normalmente, só para aquecimento ambiente, sendo necessário um acumulador e um kit de adaptação para a produção de águas quentes sanitárias. Uma das principais desvantagens é a sua elevada manutenção e limpeza. No caso de caldeiras a pellets, ter em atenção à qualidade das mesmas, sendo que os fabricantes indicam uma norma que deverá respeitar que define a composição destas caldeiras, bem como o seu grau de humidade. O uso de pellets não certificadas e sem qualidade pode provocar um mau funcionamento da caldeira e uma acumulação excessiva de resíduos. Não menos importante é o tamanho do depósito, incorporado na caldeira ou em anexo (*dependente do modelo e marca*), pois o mesmo irá determinar a autonomia da mesma em termos de horas de funcionamento sem carregar. Existem atualmente equipamentos muito evoluídos que possuem limpeza automática dos seus componentes principais, porém é sempre necessário uma verificação para ver o seu correto funcionamento, mantendo-se constante o esvaziamento do acumulador de cinzas. (Sist. AC)

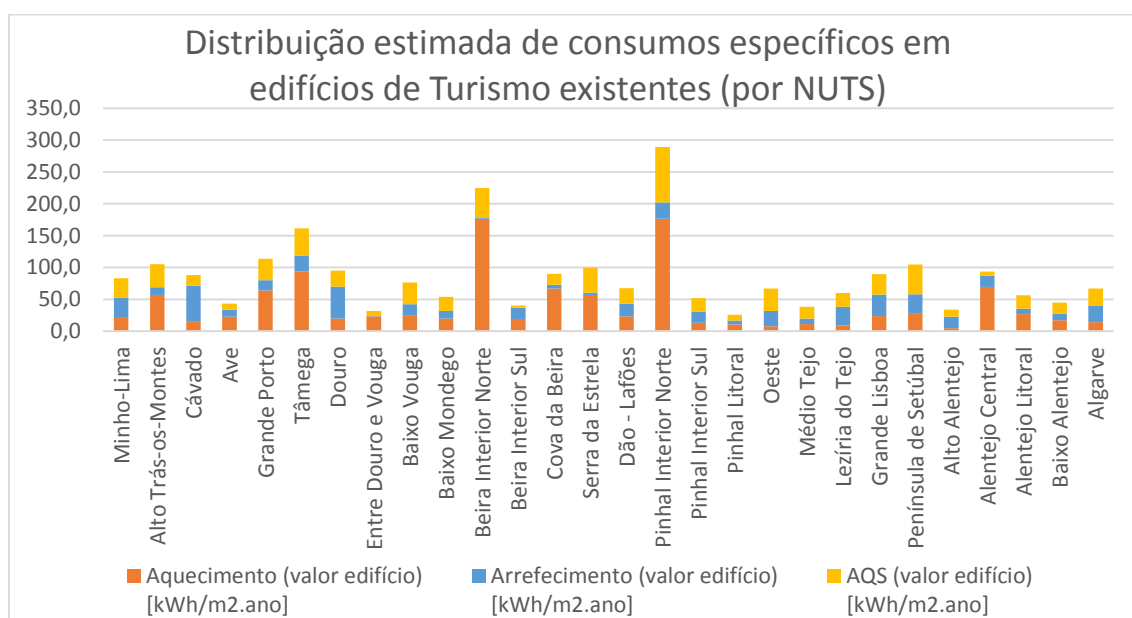


Gráfico 53 – Consumos específicos de climatização e AQS em kWh/m2.ano (ADENE, posterior a 12/2013)

No panorama nacional, os edifícios do setor hoteleiro encontram-se abrangidos pelo regulamento de desempenho energético dos edifícios de comércio e serviços (RECS). Através dos dados disponibilizados pela ADENE, referentes a alguns certificados energéticos realizados a partir da legislação em vigor (pós Dezembro 2013) no âmbito do RECS, foi possível traçar uma média de consumos e de considerações do parque existente de Hotéis. De um total de 209 hotéis analisados, desde pequenos estabelecimentos a Hotéis de cinco estrelas, obteve-se uma média ponderada de área útil de pavimento de, aproximadamente, 6 400 m2. Também foi possível traçar uma média das características da envolvente (tipo de soluções construtivas, fator solar dos vidros) e o tipo de equipamentos mais usados para sistemas de climatização e de AQS, como referido anteriormente.

#### 4.2.1.1. Aplicabilidade.

Com base nestas informações, foi possível “construir” um edifício de três pisos com a mesma tipologia de um Hotel “standard”: com sala multiusos, sala de refeições, receção, escritórios, cozinha, lavandaria, zona

de convívio e 80 quartos com WC privativa. Considerou-se que o edifício “construído” teria a maior fachada envidraçada na orientação sul, no entanto, também serão analisados os consumos associados aos diferentes sistemas técnicos, caso esta fachada estivesse virada Este/Oeste. Os perfis de ocupação e de utilização dos equipamentos foram, maioritariamente, assumidos com base nas condições de referência do anterior regulamento energético de edifícios (RSECE). Para as condições interiores de conforto, assumiu-se uma temperatura para a estação de aquecimento de 20°C e para a estação de arrefecimento 25°C.

Desta forma, foi possível prever as cargas térmicas de um edifício com estas características em três localizações diferentes de modo a representar diferentes zonas climáticas existentes em Portugal: Guarda (I3/V2), Lisboa (I1/V2) e Faro (I1/V3).

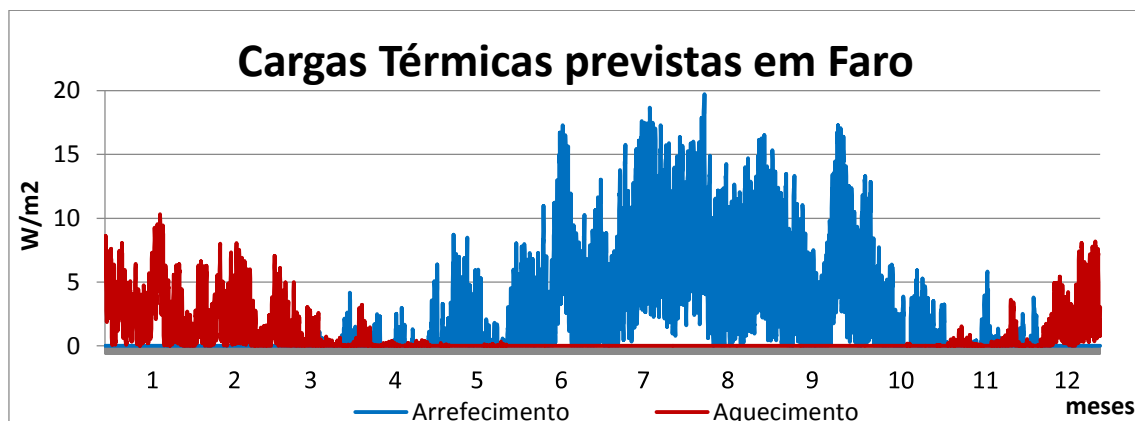


Gráfico 54 – Cargas térmicas previstas para Faro

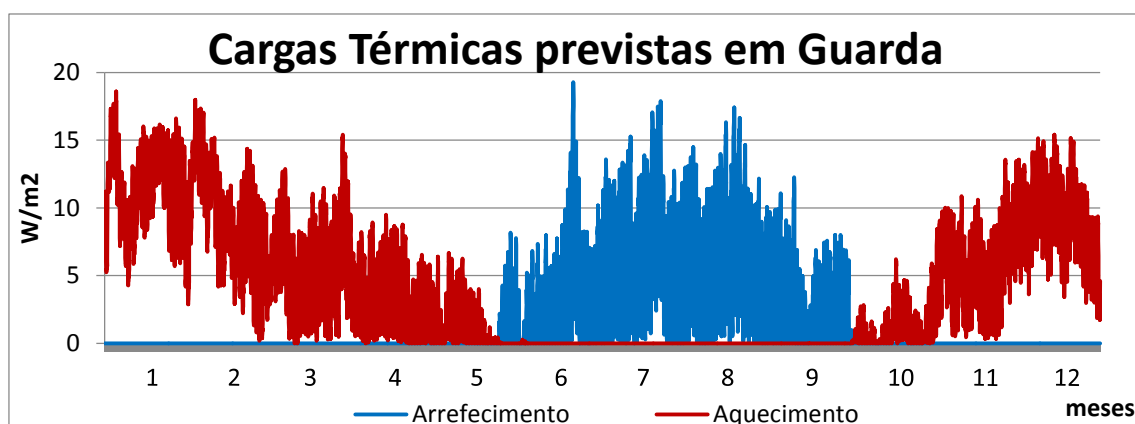


Gráfico 55 – Cargas térmicas previstas para a Guarda

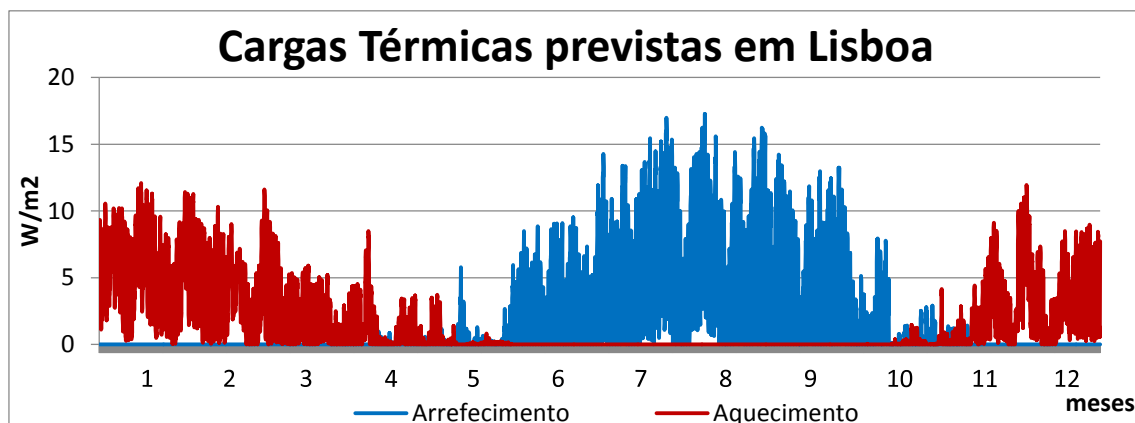


Gráfico 56 – Cargas térmicas previstas

para Lisboa

Com base nas cargas térmicas de cada cenário, estamos em condições de determinar os respetivos consumos energéticos associados a cada equipamento. Em primeiro lugar, irão ser identificados, para as 3 zonas climáticas assumidas, os consumos relativos a cada uso final de energia: aquecimento, arrefecimento e AQS e, posteriormente, será feita uma análise global dos consumos de energia do edifício, simulando a combinação de diferentes equipamentos.

#### 4.2.1.2. Potencial de redução de custo e/ou impactos ambientais

Com base nos sistemas mais utilizados para os diferentes tipos de energia final, foi possível prever o sistema mais “sustentável” do ponto de vista económico-ambiental nas três zonas climáticas analisadas. De referir que o sistema “split” não foi tido em conta nesta análise, uma vez que tem uma funcionalidade individual/específica (para uma dada sala ou escritório) e não centralizada. O investimento associado a cada instalação/sistema não inclui a rede de tubagem necessária, no entanto, estima-se que, genericamente, as tubagens a água tenham o dobro do custo das de fluido frigorigéneo. Salienta-se também que os investimentos considerados foram baseados em diversos catálogos técnicos de sistemas de climatização, tendo sempre em conta o tipo de equipamento e as respetivas características.

##### ○ Aquecimento

A gama de temperatura considerada foi de 60/40°C e as unidades interiores selecionadas, em conjunto com as caldeiras, eram do tipo ventiloconvectores. Nos cenários com caldeira, o preço de depósitos de inércia não está incluído no investimento, uma vez que estes equipamentos não foram considerados na simulação/previsão de consumos. O consumo elétrico associado às caldeiras inclui o consumo dos ventiladores das unidades terminais interiores e das bombas de distribuição de água.

As soluções de aquecimento com acumuladores térmicos elétricos, quando comparadas com um sistema centralizado de caldeira a gásóleo ou GPL, podem revelar-se mais económicas, uma vez que o preço atual do kWh de eletricidade é inferior ao desses combustíveis. Contudo, antes de se avançar para um sistema que utilize exclusivamente equipamentos elétricos para aquecimento, é necessário ter em consideração outros fatores para além do consumo, nomeadamente, o acréscimo de potência necessário para alimentar todo o sistema. Nos Hotéis com grandes necessidades de aquecimento (como o exemplo da Guarda), facilmente se atingem potências térmicas superiores a 150kW. Uma potência elétrica desta ordem, quando somada à potência necessária para alimentar os restantes equipamentos, pode obrigar à instalação de um Posto de Transformação, que poderia ser dispensado caso se optasse por outro tipo de aquecimento, nomeadamente, caldeiras ou sistemas a frigorigéneo. Se ao custo do Posto de Transformação, somarmos o custo da restante instalação elétrica (quadros elétricos e cabos) e o acréscimo das taxas da potência contratada a mais, facilmente se pode concluir que a solução do acréscimo com acumuladores térmicos pode exigir um custo inicial bastante elevado, acabando por se revelar uma solução pouco eficaz. Sendo assim, o cenário onde o aquecimento ambiente era realizado exclusivamente a partir de sistemas com resistência elétrica não foi contabilizado para a análise comparativa entre os vários sistemas técnicos.

**Guarda**

|                                       | Consumo<br>Eletricidade | Consumo<br>Combustível | Energia<br>primária | Emissões<br>de CO2 | Consumo<br>total |
|---------------------------------------|-------------------------|------------------------|---------------------|--------------------|------------------|
| Sistema                               | (kWh/ano)               | (kWh/ano)              | (kgep)              | (kg)               | (€)              |
| Caldeira de fundição a gasóleo        | 10000                   | 261400                 | 286400              | 73394              | 34459            |
| Caldeira de condensação a Gás Natural | 10000                   | 240000                 | 265000              | 52080              | 14392            |
| Caldeira automática a pellets         | 10000                   | 261400                 | 286400              | 3600               | 11456            |
| Multisplit                            | 84600                   | -                      | 211500              | 30456              | 8460             |
| VRV                                   | 76600                   | -                      | 191500              | 27576              | 7660             |

Tabela 40 – Consumos de energia para aquecimento na Guarda

**Guarda**

|                                       | Poupança<br>Eletricidade | Poupança<br>Combustível | Poupança<br>total<br>anual | Investimento | Retorno |
|---------------------------------------|--------------------------|-------------------------|----------------------------|--------------|---------|
| Sistema                               | (€)                      | (€)                     | (€)                        | (€)          | (anos)  |
| Caldeira de fundição a gasóleo        | -                        | -                       | -                          | 37920        | -       |
| Caldeira de condensação a Gás Natural | 0                        | 20067                   | 20067                      | 39000        | 1.9     |
| Caldeira automática a pellets         | 0                        | 23003                   | 23003                      | 45000        | 2.0     |
| Multisplit                            | -7460                    | 33459                   | 25999                      | 79200        | 3.0     |
| VRV                                   | -6660                    | 33459                   | 26799                      | 75790        | 2.8     |

Tabela 41 – Poupança em euros para aquecimento na Guarda

Caso a fachada com maior área de envidraçados esteja orientada a E/W, há um aumento no consumo elétrico dos sistemas VRV e multisplit de, aproximadamente, 5%. No sistema a água (caldeira) há um aumento de 5% no consumo de combustível fóssil.

**Lisboa**

|                                       | Consumo<br>Eletricidade | Consumo<br>Combustível | Energia<br>primária | Emissões<br>de CO2 | Consumo<br>total |
|---------------------------------------|-------------------------|------------------------|---------------------|--------------------|------------------|
| Sistema                               | (kWh/ano)               | (kWh/ano)              | (kgep)              | (kg)               | (€)              |
| Caldeira de fundição a gasóleo        | 7500                    | 86500                  | 105250              | 25796              | 11822            |
| Caldeira de condensação a Gás Natural | 7500                    | 78200                  | 96950               | 18496              | 5114             |
| Caldeira automática a pellets         | 7500                    | 86500                  | 105250              | 2700               | 4210             |
| Multisplit                            | 23350                   | 0                      | 58375               | 8406               | 2335             |
| VRV                                   | 22100                   | 0                      | 55250               | 7956               | 2210             |

Tabela 42 – Consumos de energia para aquecimento em Lisboa

**Lisboa**

|                                       | Poupança<br>Eletricidade | Poupança<br>Combustível | Poupança<br>total<br>anual | Investimento | Retorno |
|---------------------------------------|--------------------------|-------------------------|----------------------------|--------------|---------|
| Sistema                               | (€)                      | (€)                     | (€)                        | (€)          | (anos)  |
| Caldeira de fundição a gasóleo        | -                        | -                       | -                          | 25700        | -       |
| Caldeira de condensação a Gás Natural | 0                        | 6708                    | 6708                       | 27500        | 4.1     |
| Caldeira automática a pellets         | 0                        | 7612                    | 7612                       | 33500        | 4.4     |
| Multisplit                            | -1585                    | 11072                   | 9487                       | 49500        | 5.2     |
| VRV                                   | -1460                    | 11072                   | 9612                       | 60350        | 6.3     |

Tabela 43 – Poupança em euros para aquecimento em Lisboa

Caso a fachada com maior área de envidraçados esteja orientada a E/W, há um aumento no consumo elétrico dos sistemas VRV e multisplit de, aproximadamente, 15%. No sistema a água (caldeira) há um aumento de 15% no consumo de combustível fóssil.

**Faro**

|                                       | Consumo<br>Eletricidade | Consumo<br>Combustível | Energia<br>primária | Emissões<br>de CO2 | Consumo<br>total |
|---------------------------------------|-------------------------|------------------------|---------------------|--------------------|------------------|
| Sistema                               | (kWh/ano)               | (kWh/ano)              | (kgep)              | (kg)               | (€)              |
| Caldeira de fundição a gasóleo        | 8000                    | 52500                  | 72500               | 16898              | 7520             |
| Caldeira de condensação a Gás Natural | 8000                    | 47300                  | 67300               | 12435              | 3439             |
| Caldeira automática a pellets         | 8000                    | 52500                  | 72500               | 2880               | 2900             |
| VRV                                   | 15000                   | 0                      | 37500               | 5400               | 1500             |
| Multisplit                            | 14550                   | 0                      | 36375               | 5238               | 1455             |

Tabela 44 – Consumos de energia para aquecimento em Faro

**Faro**

|                                       | Poupança<br>Eletricidade | Poupança<br>Combustível | Poupança<br>total<br>anual | Investimento | Retorno |
|---------------------------------------|--------------------------|-------------------------|----------------------------|--------------|---------|
| Sistema                               | (€)                      | (€)                     | (€)                        | (€)          | (anos)  |
| Caldeira de fundição a gasóleo        | -                        | -                       | -                          | 25700        | -       |
| Caldeira de condensação a Gás Natural | 0                        | 4081                    | 4081                       | 27500        | 6.7     |
| Caldeira automática a pellets         | 0                        | 4620                    | 4620                       | 33500        | 7.3     |
| VRV                                   | -700                     | 6720                    | 6020                       | 58900        | 9.8     |
| Multisplit                            | -655                     | 6720                    | 6065                       | 49500        | 8.2     |

Tabela 45 – Poupança em euros para aquecimento em Faro

Caso a fachada com maior área de envidraçados esteja orientada a E/W, há um aumento no consumo elétrico dos sistemas VRV e multisplit de, aproximadamente, 15%. No sistema a água (caldeira) há um aumento de 15% no consumo de combustível fóssil.

Podemos, de uma forma geral, verificar que o VRV e o multisplit têm valores muito próximos do ponto de vista do retorno. Tendo em conta a maior versatilidade do VRV, no que diz respeito a diferentes pontos de funcionamento (divisões diferentes podem ter diferentes temperaturas), para o exemplo estudado da zona climática da Guarda e a de Lisboa, é o mais recomendável para um investimento a longo prazo. Na zona climática de Faro o Multisplit apresenta poupanças mais atrativas para as condições da simulação criadas.

Nos hotéis em que as zonas comuns (salões, zona de lazer, receção e escritórios) tenham introdução de ar novo, sendo este tratado termicamente a partir de uma caldeira ou VRV, estima-se um aumento no consumo de energia final na ordem dos 150%.

○ Arrefecimento

A gama de temperatura considerada foi de 7/12°C e as unidades interiores associadas ao chiller eram do tipo ventiloconvectores. No cenário com chiller, o preço de depósitos de inércia não está incluído no investimento, uma vez que estes equipamentos não foram considerados na simulação/previsão de consumos. O consumo elétrico associado ao chiller inclui o consumo dos ventiladores das unidades terminais interiores e das bombas de distribuição de água.

No caso em que a refrigeração de água no chiller fosse através de uma torre de arrefecimento (e não pela permuta com o ar) haveria uma redução no consumo de eletricidade na ordem dos 10%, no entanto, haveria um consumo de água de cerca de 500 m3.

**Guarda**

|                          | Consumo<br>Eletricidade | Consumo<br>Combustível | Energia<br>primária | Emissões<br>de CO2 | Consumo<br>total |
|--------------------------|-------------------------|------------------------|---------------------|--------------------|------------------|
| Sistema                  | (kWh/ano)               | (kWh/ano)              | (kgep)              | (kg)               | (€)              |
| Bomba de calor / chiller | 60700                   | -                      | 151750              | 21852              | 6070             |
| Multisplit               | 28280                   | -                      | 70700               | 10181              | 2828             |
| VRV                      | 20100                   | -                      | 50250               | 7236               | 2010             |

Tabela 46 – Consumos de energia para arrefecimento na Guarda

**Guarda**

|                          | Poupança<br>Eletricidade | Poupança<br>Combustível | Poupança<br>total<br>anual | Investimento | Retorno |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------|----------------------------|--------------|---------|
| Sistema                  | (€)                      | (€)                     | (€)                        | (€)          | (anos)  |
| Bomba de calor / chiller | -                        | -                       | -                          | 70947        | -       |
| Multisplit               | 3242                     | -                       | 3242                       | 84150        | 26.0    |
| VRV                      | 4060                     | -                       | 4060                       | 98250        | 24.2    |

Tabela 47 – Poupança em euros para arrefecimento na Guarda

Caso a fachada com maior área de envidraçados esteja orientada a E/W, há um aumento no consumo elétrico em todos os sistemas de, aproximadamente, 15%. Nos Hotéis em que as zonas comuns (salões, zona de lazer, receção e escritórios) tenham introdução de ar novo, sendo este tratado termicamente a partir de um chiller ou VRV, estima-se um aumento no consumo elétrico na ordem dos 150 e 200%, respetivamente.

**Lisboa**

|                          | Consumo<br>Eletricidade | Consumo<br>Combustível | Energia<br>primária | Emissões<br>de CO2 | Consumo<br>total |
|--------------------------|-------------------------|------------------------|---------------------|--------------------|------------------|
| Sistema                  | (kWh/ano)               | (kWh/ano)              | (kgep)              | (kg)               | (€)              |
| Bomba de calor / chiller | 66200                   | -                      | 165500              | 23832              | 6620             |
| Multisplit               | 24500                   | -                      | 61250               | 8820               | 2450             |
| VRV                      | 17600                   | -                      | 44000               | 6336               | 1760             |

Tabela 48 – Consumos de energia para arrefecimento em Lisboa

**Lisboa**

|                          | Poupança<br>Eletricidade | Poupança<br>Combustível | Poupança<br>total<br>anual | Investimento | Retorno |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------|----------------------------|--------------|---------|
| Sistema                  | (€)                      | (€)                     | (€)                        | (€)          | (anos)  |
| Bomba de calor / chiller | -                        | -                       | -                          | 65958        | -       |
| Multisplit               | 4170                     | -                       | 4170                       | 69300        | 16.6    |
| VRV                      | 4860                     | -                       | 4860                       | 89200        | 18.4    |

Tabela 49 – Poupança em euros para arrefecimento em Lisboa

Caso a fachada com maior área de envidraçados esteja orientada a E/W, há um aumento no consumo elétrico dos sistemas VRV e multisplit de, aproximadamente, 10%. No sistema a água (chiller) há um aumento de 5%. Nos Hotéis em que as zonas comuns (salões, zona de lazer, receção e escritórios) tenham introdução de ar novo, sendo este tratado termicamente a partir de um chiller ou VRV, estima-se um aumento no consumo elétrico associado à climatização na ordem dos 175% e 260%, respetivamente.

**Faro**

|                          | Consumo<br>Eletricidade | Consumo<br>Combustível | Energia<br>primária | Emissões<br>de CO2 | Consumo<br>total |
|--------------------------|-------------------------|------------------------|---------------------|--------------------|------------------|
| Sistema                  | (kWh/ano)               | (kWh/ano)              | (kgep)              | (kg)               | (€)              |
| Bomba de calor / chiller | 92800                   | -                      | 232000              | 33408              | 9280             |
| Multisplit               | 34800                   | -                      | 87000               | 12528              | 3480             |
| VRV                      | 27000                   | -                      | 67500               | 9720               | 2700             |

Tabela 50 – Consumos de energia para arrefecimento em Faro

**Faro**

|                          | Poupança<br>Eletricidade | Poupança<br>Combustível | Poupança<br>total<br>anual | Investimento | Retorno |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------|----------------------------|--------------|---------|
| Sistema                  | (€)                      | (€)                     | (€)                        | (€)          | (anos)  |
| Bomba de calor / chiller | -                        | -                       | -                          | 73422        | -       |
| Multisplit               | 5800                     | -                       | 5800                       | 79200        | 13.7    |
| VRV                      | 6580                     | -                       | 6580                       | 96850        | 14.7    |

Tabela 51 – Poupança em euros para arrefecimento em Faro

Caso a fachada com maior área de envidraçados esteja orientada a E/W, há um aumento no consumo elétrico dos sistemas VRV e multisplit de, aproximadamente, 10%. No sistema a água (chiller) há um aumento de 5%. Nos Hotéis em que as zonas comuns (salões, zona de lazer, receção e escritórios) tenham introdução de ar novo, sendo este tratado termicamente a partir de um chiller ou VRV, estima-se um aumento no consumo elétrico associado à climatização na ordem dos 158% e 215%, respetivamente.

○ AQS

Considerando que no Hotel em análise o consumo era de 160 litros de água por quarto e que a temperatura da água de consumo era de 45°C, estima-se que a carga anual de AQS seja de 167 827kWh, ou de 30.5 kWh/m2.ano (o que coincide com a média ponderada dos GES obtida a partir dos dados ADENE).

**Lisboa/Faro/Guarda**

|                                                                | Consumo<br>Eletricidade | Consumo<br>Combustível | Energia<br>primária | Emissões<br>de CO2 | Consumo<br>total |
|----------------------------------------------------------------|-------------------------|------------------------|---------------------|--------------------|------------------|
| Sistema                                                        | (kWh/ano)               | (kWh/ano)              | (kgep)              | (kg)               | (€)              |
| Caldeira de fundição a gasóleo                                 | -                       | 186474                 | 186474              | 49789              | 23869            |
| Caldeira de condensação a Gás Natural                          | -                       | 167827                 | 167827              | 33901              | 9365             |
| Caldeira automática a pellets                                  | -                       | 186474                 | 186474              | 0                  | 7459             |
| Caldeira de condensação a Gás Natural com 25-30% solar térmico | -                       | 121675                 | 121675              | 24578              | 6789             |
| Bomba-de-calor ar-agua                                         | 55942                   | -                      | 139856              | 20139              | 5594             |
| Bomba-de-calor ar-agua com 25-30% solar térmico                | 40558                   | -                      | 101395              | 14601              | 4056             |
| Caldeira a pellets com 50-55% solar térmico                    | -                       | 88575                  | 88575               | 0                  | 3543             |
| Bomba-de-calor ar-agua com 50-55% solar térmico                | 26573                   | -                      | 66432               | 9566               | 2657             |

Tabela 52 – Consumos de energia com AQS

**Lisboa/Faro/Guarda**

|                                                       | Poupança<br>Eletricidade | Poupança<br>Combustível | Poupança<br>total<br>anual | Investimento | Retorno |
|-------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------|----------------------------|--------------|---------|
| Sistema                                               | (€)                      | (€)                     | (€)                        | (€)          | (anos)  |
| Caldeira de fundição a gasóleo                        | -                        | -                       | -                          | 18960        | -       |
| Caldeira de condensação a Gás Natural                 | -                        | 14504                   | 14504                      | 19500        | 1.3     |
| Caldeira automática a pellets                         | -                        | 16410                   | 16410                      | 26400        | 1.6     |
| Caldeira de condensação a GN com 25-30% solar térmico | -                        | 17079                   | 17079                      | 30125        | 1.8     |
| Bomba-de-calor ar-agua                                | -5594                    | 23869                   | 18274                      | 40000        | 2.2     |
| Bomba-de-calor ar-agua com 25-30% solar térmico       | -4056                    | 23869                   | 19813                      | 50625        | 2.6     |
| Caldeira a pellets com 50-55% solar térmico           | -                        | 20326                   | 20326                      | 84875        | 4.2     |
| Bomba-de-calor ar-agua com 50-55% solar térmico       | -2657                    | 23869                   | 21211                      | 89375        | 4.2     |

Tabela 53 – Poupança em euros com AQS

O cenário em que o AQS era realizado exclusivamente a partir de resistências elétricas não foi analisado, uma vez que este sistema não é nem habitual nem mais eficaz para edifícios com grandes cargas de AQS. Isto porque, para além do que já foi referido anteriormente sobre o aumento da potência elétrica no total do Hotel, também quando o acumulador fica sem água quente, vai necessitar de um significativo período de pré-aquecimento da água fria vinda da rede (o que poderia levar a que alguns duches ficassem sem água quente instantaneamente e, consequentemente, haveriam clientes insatisfeitos).

#### 4.2.2. Análise de sistemas combinados de climatização e AQS

##### Guarda

| Cooling    | Heating                        | AQS                            | Solar<br>térmico<br>(%) | Consumo<br>Eletricidade<br>(kWh/ano) | Consumo<br>Combustível<br>(kWh/ano) | Energia<br>primária<br>(kgep) | Emissões<br>de CO2<br>(kg) | Consumo<br>total<br>(€) |
|------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|----------------------------|-------------------------|
| Chiller    | Caldeira de fundição a gasóleo |                                | 0                       | 63500                                | 447474                              | 606224                        | 142336                     | 63627                   |
| Multisplit |                                | Caldeira de fundição a gasóleo | 0                       | 109000                               | 186474                              | 458974                        | 89029                      | 34769                   |
| Chiller    | Caldeira automática a pellets  |                                | 25                      | 63500                                | 400856                              | 559606                        | 22860                      | 22384                   |
| VRV        |                                | Caldeira condensação GN        | 0                       | 95000                                | 167827                              | 405327                        | 68101                      | 18865                   |
| Multisplit |                                | Caldeira automática a pellets  | 25                      | 109000                               | 139856                              | 412356                        | 39240                      | 16494                   |
| VRV        |                                | Bomba-de-calor                 | 50                      | 122971                               | -                                   | 307428                        | 44270                      | 12297                   |

Tabela 54 – Consumos de energia com climatização e AQS

##### Guarda

| Cooling    | Heating                        | AQS                            | Solar<br>térmico<br>(%) | Poupança<br>Eletricidade<br>(€) | Poupança<br>Combustível<br>(€) | Poupança<br>total<br>anual<br>(€) | Investimento<br>(€) | Retorno<br>(anos) |
|------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------|---------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|---------------------|-------------------|
| Chiller    | Caldeira de fundição a gasóleo |                                | 0                       | -                               | -                              | -                                 | 99596               | -                 |
| Multisplit |                                | Caldeira de fundição a gasóleo | 0                       | -4550                           | 33408                          | 28858                             | 119940              | 4.2               |
| Chiller    | Caldeira automática a pellets  |                                | 25                      | 0                               | 41242                          | 41242                             | 122996              | 3.0               |
| VRV        |                                | Caldeira condensação GN        | 0                       | -3150                           | 47912                          | 44762                             | 136620              | 3.1               |
| Multisplit |                                | Caldeira automática a pellets  | 25                      | -4550                           | 51682                          | 47132                             | 137580              | 2.9               |
| VRV        |                                | Bomba-de-calor                 | 50                      | -5947                           | 57277                          | 51330                             | 211380              | 4.1               |

Tabela 55 – Poupança em euros com climatização e AQS

**Lisboa**

| Cooling    | Heating                        | AQS                            | Solar<br>térmico<br>(%) | Consumo<br>Eletricidade<br>(kWh/ano) | Consumo<br>Combustível<br>(kWh/ano) | Energia<br>primária<br>(kgep) | Emissões<br>de CO2<br>(kg) | Consumo<br>total<br>(€) |
|------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|----------------------------|-------------------------|
| Chiller    | Caldeira de fundição a gasóleo |                                | 0                       | 68280                                | 272874                              | 443574                        | 97438                      | 41756                   |
| Multisplit |                                | Caldeira de fundição a gasóleo | 0                       | 46000                                | 186474                              | 301474                        | 66349                      | 28469                   |
| Chiller    | Caldeira automática a pellets  |                                | 25                      | 68280                                | 226256                              | 396956                        | 24581                      | 15878                   |
| VRV        |                                | Caldeira condensação GN        | 0                       | 38000                                | 167827                              | 262827                        | 47581                      | 13165                   |
| Multisplit |                                | Caldeira automática a pellets  | 25                      | 46000                                | 139856                              | 254856                        | 16560                      | 10194                   |
| VRV        |                                | Bomba-de-calor                 | 50                      | 65971                                | -                                   | 164928                        | 23750                      | 6597                    |

Tabela 56 – Consumos de energia com climatização e AQS

**Lisboa**

| Cooling    | Heating                        | AQS                            | Solar<br>térmico<br>(%) | Poupança<br>Eletricidade<br>(€) | Poupança<br>Combustível<br>(€) | Poupança<br>total<br>anual<br>(€) | Investimento<br>(€) | Retorno<br>(anos) |
|------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------|---------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|---------------------|-------------------|
| Chiller    | Caldeira de fundição a gasóleo |                                | 0                       | -                               | -                              | -                                 | 91755               | -                 |
| Multisplit |                                | Caldeira de fundição a gasóleo | 0                       | 2228                            | 11059                          | 13287                             | 102120              | 7.7               |
| Chiller    | Caldeira automática a pellets  |                                | 25                      | 0                               | 25878                          | 25878                             | 110355              | 4.3               |
| VRV        |                                | Caldeira condensação GN        | 0                       | 3028                            | 25563                          | 28591                             | 125760              | 4.4               |
| Multisplit |                                | Caldeira automática a pellets  | 25                      | 2228                            | 29334                          | 31562                             | 118560              | 3.8               |
| VRV        |                                | Bomba-de-calor                 | 50                      | 231                             | 34928                          | 35159                             | 196440              | 5.6               |

Tabela 57 – Poupança em euros com climatização e AQS

**Faro**

| Cooling | Heating                           | AQS                                  | Solar<br>térmico<br>(%) | Consumo<br>Eletricidade<br>(kWh/ano) | Consumo<br>Combustível<br>(kWh/ano) | Energia<br>primária<br>(kgep) | Emissões<br>de CO2<br>(kg) | Consumo<br>total<br>(€) |
|---------|-----------------------------------|--------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|----------------------------|-------------------------|
| Chiller | Caldeira de fundição a<br>gasóleo |                                      | 0                       | 95000                                | 238474                              | 475974                        | 97873                      | 40025                   |
|         | Multisplit                        | Caldeira de<br>fundição a<br>gasóleo | 0                       | 47500                                | 186474                              | 305224                        | 66889                      | 28619                   |
| Chiller | Caldeira automática a<br>pellets  |                                      | 25                      | 95000                                | 191856                              | 429356                        | 34200                      | 17174                   |
|         | VRV                               | Caldeira<br>condensação<br>GN        | 0                       | 39500                                | 167827                              | 266577                        | 48121                      | 13315                   |
|         | Multisplit                        | Caldeira<br>automática a<br>pellets  | 25                      | 47500                                | 139856                              | 258606                        | 17100                      | 10344                   |
|         | VRV                               | Bomba-de-<br>calor                   | 50                      | 67471                                | -                                   | 168678                        | 24290                      | 6747                    |

Tabela 58 – Consumos de energia com climatização e AQS

**Faro**

| Cooling | Heating                           | AQS                                  | solar<br>térmico<br>(%) | Poupança<br>Eletricidade<br>(€) | Poupança<br>Combustível<br>(€) | Poupança<br>total<br>anual<br>(€) | Investimento<br>(€) | Retorno<br>(anos) |
|---------|-----------------------------------|--------------------------------------|-------------------------|---------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|---------------------|-------------------|
| Chiller | Caldeira de fundição a<br>gasóleo |                                      | 0                       | -                               | -                              | -                                 | 102338              | -                 |
|         | Multisplit                        | Caldeira de<br>fundição a<br>gasóleo | 0                       | 4750                            | 6656                           | 11406                             | 114000              | 10.0              |
| Chiller | Caldeira automática a<br>pellets  |                                      | 25                      | 0                               | 22850                          | 22850                             | 120638              | 5.3               |
|         | VRV                               | Caldeira<br>condensação<br>GN        | 0                       | 5550                            | 21160                          | 26710                             | 134940              | 5.1               |
|         | Multisplit                        | Caldeira<br>automática a<br>pellets  | 25                      | 4750                            | 24930                          | 29680                             | 129840              | 4.4               |
|         | VRV                               | Bomba-de-<br>calor                   | 50                      | 2753                            | 30525                          | 33278                             | 203580              | 6.1               |

Tabela 59 – Poupança em euros com climatização e AQS

### 4.2.3. Iluminação eficiente

Recorrendo a exemplos práticos, com simulação, vamos procurar demonstrar os consumos associados às várias soluções possíveis. Desta forma, pretende-se, a partir de uma arquitetura representativa da construção da hotelaria portuguesa, saber qual a solução mais económica, com maior potencial de poupança e maior sustentabilidade ambiental.

A norma orientadora que serve de base ao estudo luminotécnico é EN 12464-1 “Light & Lighting – Lighting of Indoor Workplaces”.

Na tabela em baixo, verificamos que existe uma grande discrepância entre os consumos por metro quadrado praticados na hotelaria portuguesa. Podemos ainda afirmar que cerca de 40 dos estabelecimentos estudados se encontram acima da média nacional (ADENE após 2013). É interessante verificar que 35% dos mesmos estabelecimentos se encontram abaixo da metade da média (1º quartil) nacional de consumos de iluminação [kWh/m2.ano], pelo que considerando a amostra representativa, podemos dizer que temos um universo de 65% dos estabelecimentos com potencial de poupança na iluminação.

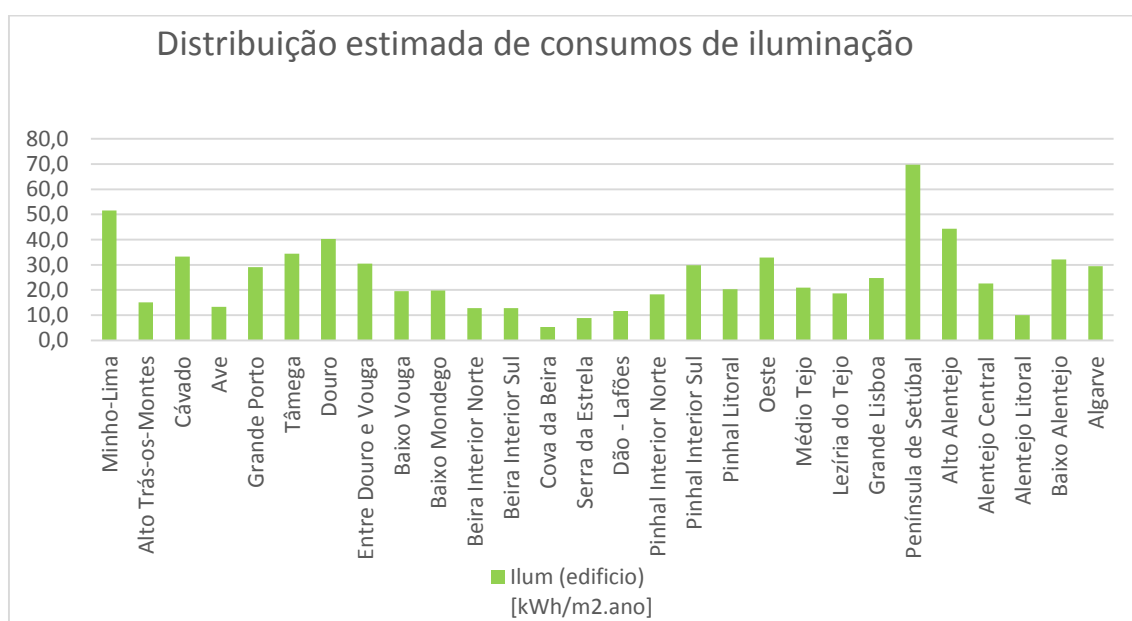


Gráfico 57 – Edifícios existentes certificados, consumos em iluminação por NUTS (ADENE, posterior a 12/2013)

#### 4.2.3.1. Identificação e caracterização de medidas de eficiência e sustentabilidade ambiental

Como base de raciocínio, consideramos três tipos de espaços vulgarmente encontrados nas edificações turísticas portuguesas. Nestas três morfologias arquitetónicas, vamos aplicar diferentes soluções de iluminação, com a distribuição espacial que melhor proveito faz do equipamento de iluminação utilizado.

##### a) Quarto:

Nível de iluminação de referência para um quarto é de 100 Lux

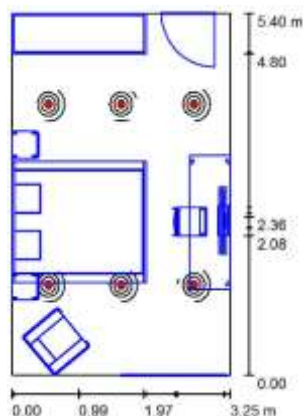


Figura 6 - Quarto

##### b) Circulação:

Nível de iluminação de referência para uma circulação é de 100 Lux

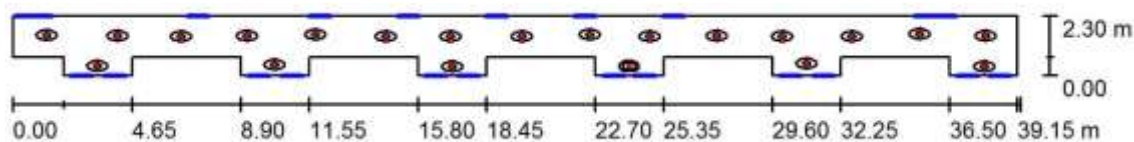


Figura 7 - Circulação

c) Sala de refeições:

Nível de iluminação de referência para uma sala de refeições é de 200 Lux

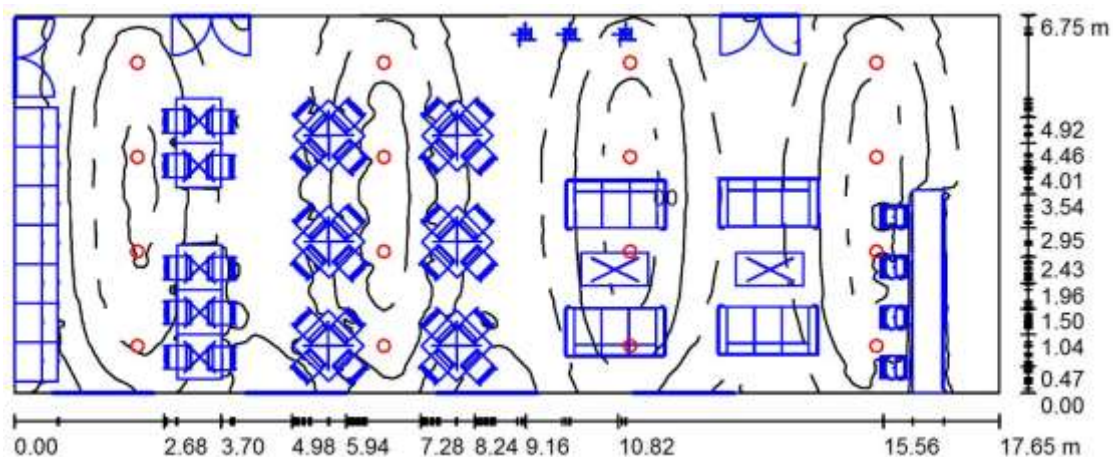


Figura 8 – Sala de refeições

#### 4.2.3.2. Aplicabilidade

a) Quarto:

Dados do 1º sistema “Quarto Halog 50W”

##### 27 Unid.

downlights 50W

Corrente luminosa (Luminária): 829 lm

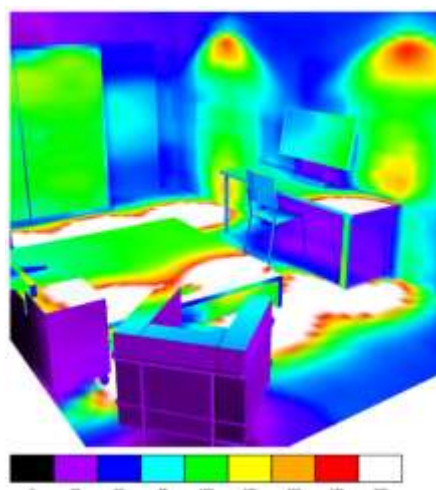
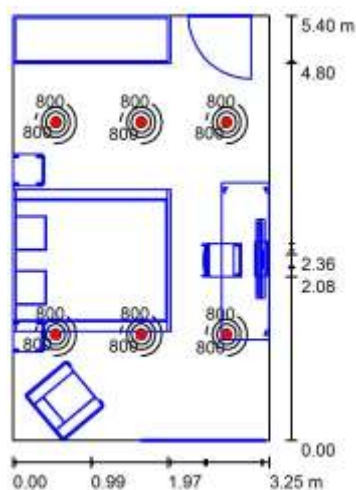
Corrente luminosa (Lâmpadas): 832 lm

Potência luminosa: 50.0 W

Classificação de luminárias conforme CIE: 100

Código de Fluxo (CIE): 87 99 100 100 100

Lâmpada (s): 1 x 1695 (Fator de correção 1.000).



| Superfície   | $\rho$ [%] | $E_m$ [lx] | $E_{min}$ [lx] | $E_{max}$ [lx] | $E_{min} / E_m$ |
|--------------|------------|------------|----------------|----------------|-----------------|
| Plano de uso | /          | 279        | 29             | 3847           | 0.103           |

| Nº     | Unid. | Denominação (Factor de correcção) | $\Phi$ (Luminária) [lm] | $\Phi$ (Lâmpadas) [lm] | P [W] |
|--------|-------|-----------------------------------|-------------------------|------------------------|-------|
| 1      | 6     | downlights 50W                    | 829                     | 832                    | 50.0  |
| Total: |       |                                   | 4974                    | 4992                   | 300.0 |

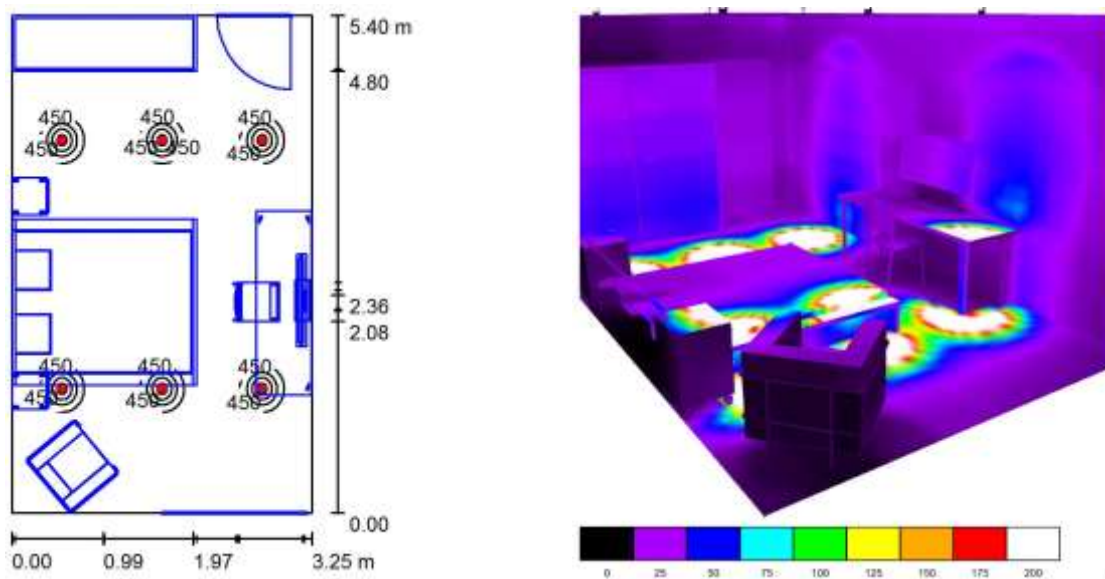
Potência específica:  $17.09 \text{ W/m}^2 = 6.14 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Superfície básica:  $17.55 \text{ m}^2$ )

Figura 9 – Quarto Halogénio 50W

Dados do 2º sistema “Quarto Led”

**27 Unid.**

Downlights 7,7W  
Corrente luminosa (Luminária): 341 lm  
Corrente luminosa (Lâmpadas): 392 lm  
Potência luminosa: 7.7 W  
Classificação de luminárias conforme CIE: 100  
Código de Fluxo (CIE): 96 99 100 100 88  
Lâmpada (s): 1 x LG90 (Fator de correção 1.000).



| Superfície   | $\rho$ [%] | $E_m$ [lx]                        | $E_{min}$ [lx]          | $E_{max}$ [lx]         | $E_{min} / E_m$ |
|--------------|------------|-----------------------------------|-------------------------|------------------------|-----------------|
| Plano de uso | /          | 122                               | 11                      | 2257                   | 0.093           |
| N°           | Unid.      | Denominação (Factor de correcção) | $\Phi$ (Luminária) [lm] | $\Phi$ (Lâmpadas) [lm] | P [W]           |
| 1            | 6          | downlights 7,7W                   | 341                     | 392                    | 7.7             |
| Total:       |            |                                   | 2049                    | 2352                   | 46.2            |

Potência específica:  $2.63 \text{ W/m}^2 = 2.16 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Superfície básica:  $17.55 \text{ m}^2$ )

Figura 10 – Quarto Led I 7,7W

Dados do 3º sistema “Quarto Led II 10W”

Vamos também considerar um equipamento downlight LED II 10W que apresenta características luminotécnicas semelhantes, mas apesar de ter um consumo maior (10W), apresenta um custo no mercado inferior ao downlight LED I 7,7W.

b) Circulação:

Dados do 1º sistema "Circulação Halog 50W"

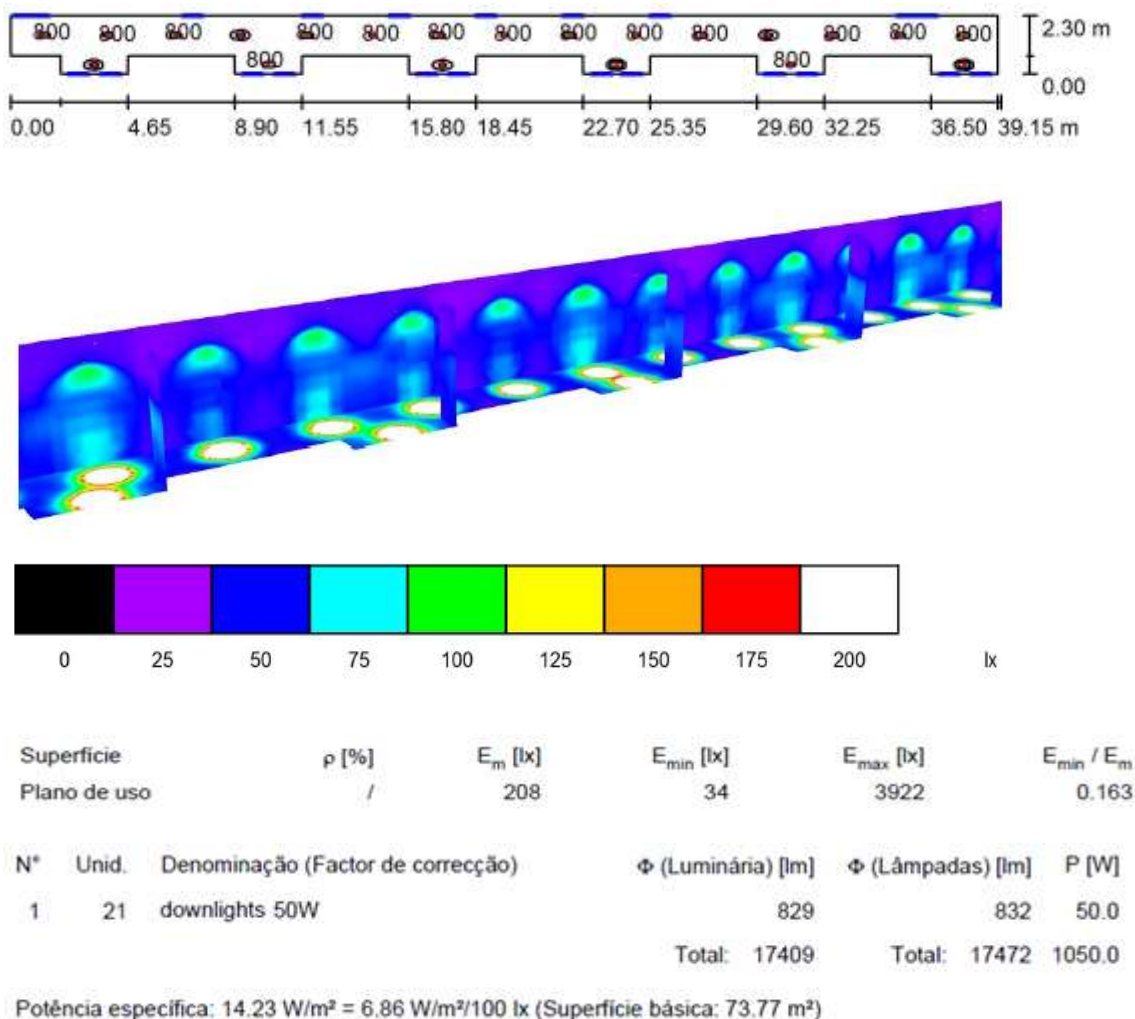
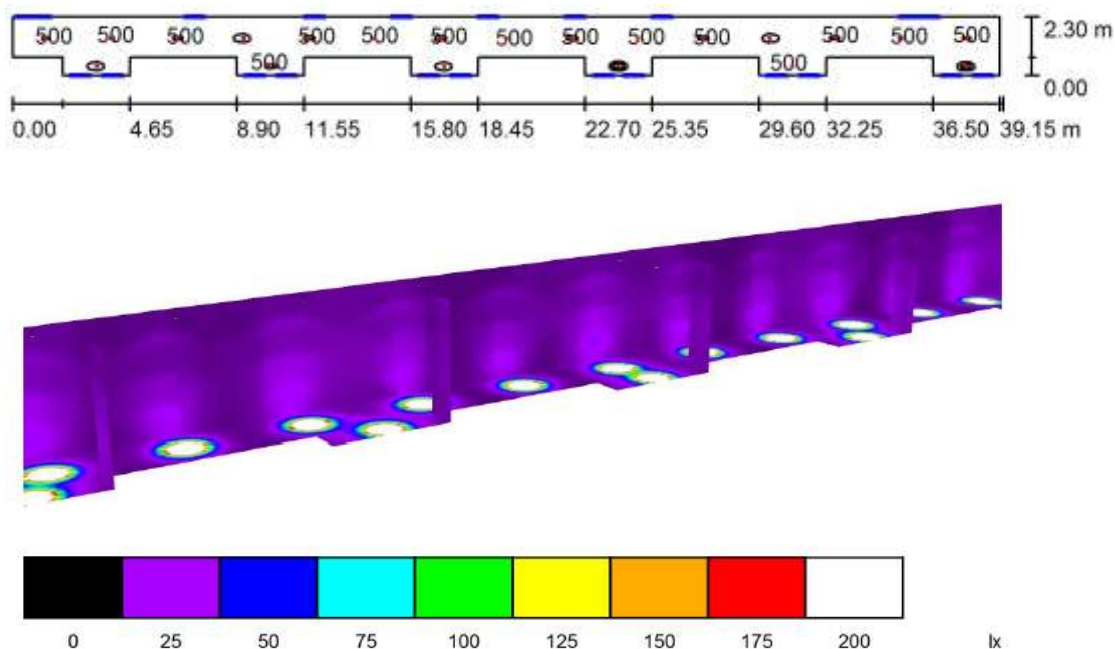


Figura 11 – Circulação Halogénio 50W

Dados do 2º sistema “Circulação Led 7.7W”



| Superfície   | $\rho$ [%] | $E_m$ [lx] | $E_{min}$ [lx] | $E_{max}$ [lx] | $E_{min} / E_m$ |
|--------------|------------|------------|----------------|----------------|-----------------|
| Plano de uso | /          | 92         | 8.21           | 2418           | 0.089           |

| Nº     | Unid. | Denominação (Factor de correcção) | $\Phi$ (Luminária) [lm] | $\Phi$ (Lâmpadas) [lm] | P [W] |
|--------|-------|-----------------------------------|-------------------------|------------------------|-------|
| 1      | 21    | downlights 7,7W                   | 341                     | 392                    | 7.7   |
| Total: |       |                                   | 7171                    | 8232                   | 161.7 |

Potência específica:  $2.19 \text{ W/m}^2 = 2.39 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Superfície básica:  $73.77 \text{ m}^2$ )

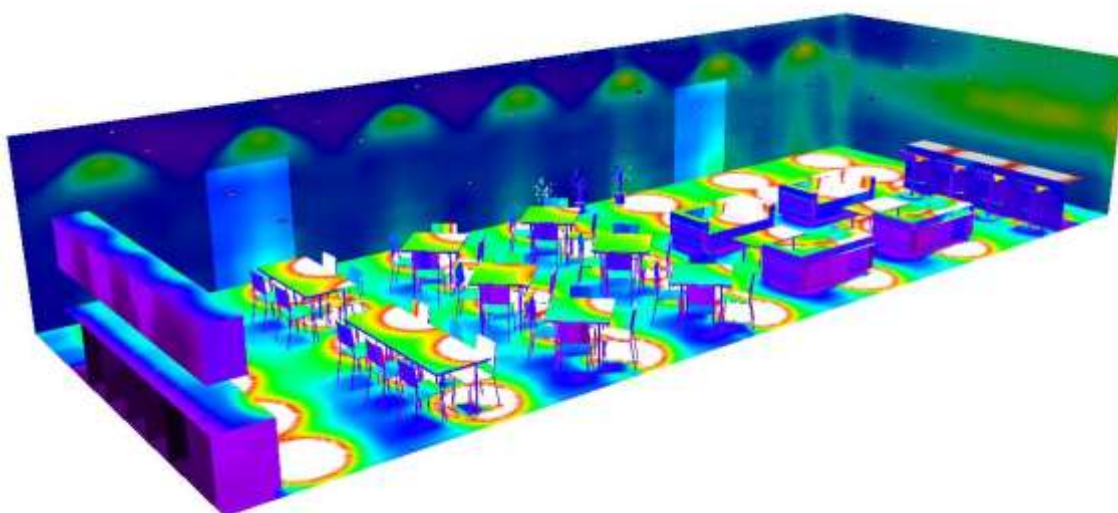
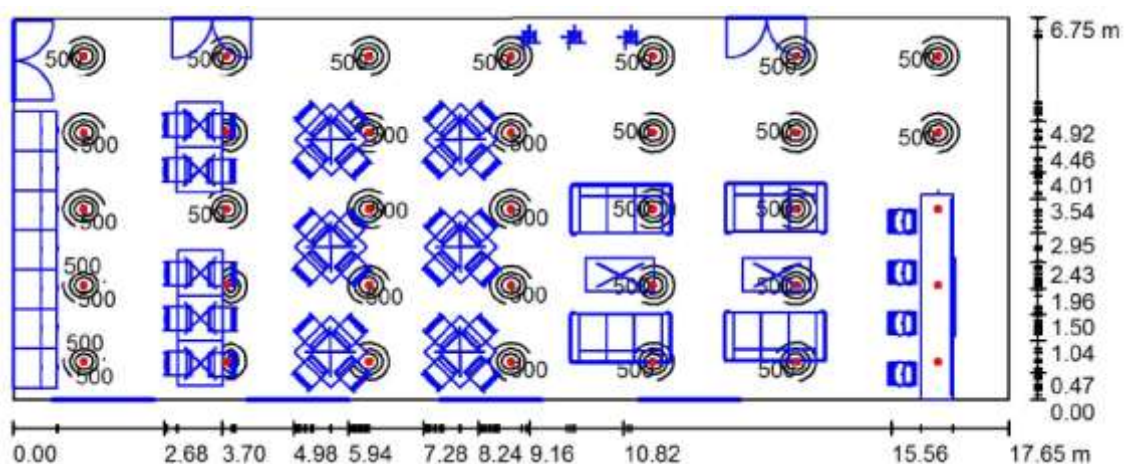
Figura 12 – Circulação Led 7.7W

Dados do 3º sistema “Circulação Led 10W”

Foi ainda considerado nos cálculos uma “Circulação Led 10W” com um downlight LED II 10W que, embora tenha uma potência de consumo um pouco maior (10W), tem um desempenho luminotécnico semelhante à “Circulação Led 7,7W”, mas com um custo consideravelmente menor e, por isso, mais interessante do ponto de vista do retorno.

c) Sala de refeições:

Dados do 1º sistema “Sala de Refeições Halog”



0 25 50 75 100 125 150 175 200 lx

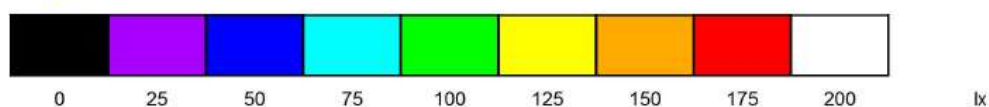
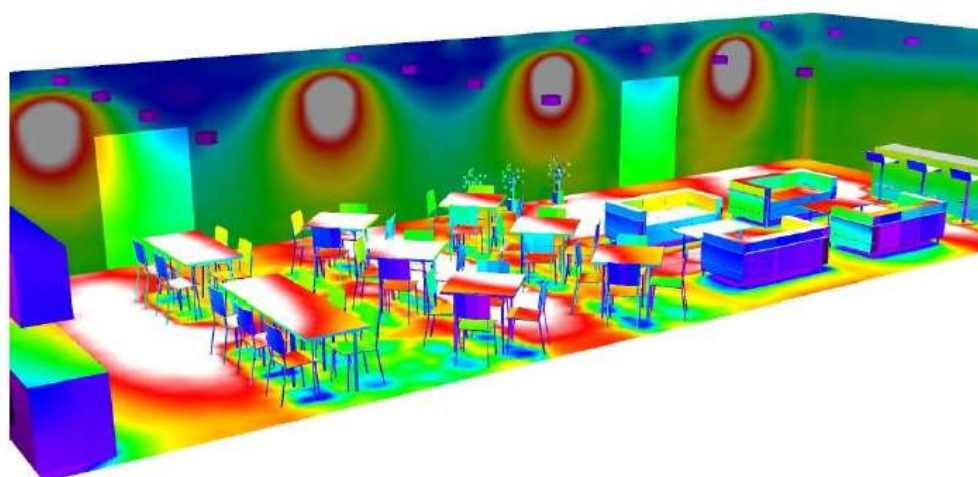
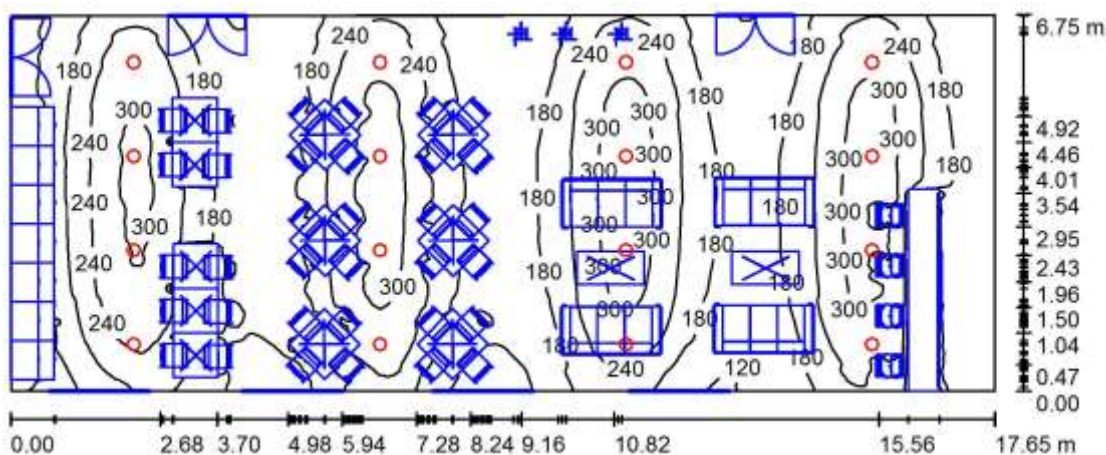
| Superfície   | $\rho$ [%] | $E_m$ [lx] | $E_{min}$ [lx] | $E_{max}$ [lx] | $E_{min} / E_m$ |
|--------------|------------|------------|----------------|----------------|-----------------|
| Plano de uso | /          | 250        | 27             | 2424           | 0.109           |

| Nº     | Unid. | Denominação (Factor de correcção) | $\Phi$ (Luminária) [lm] | $\Phi$ (Lâmpadas) [lm] | P [W]  |
|--------|-------|-----------------------------------|-------------------------|------------------------|--------|
| 1      | 35    | downlights 50W                    | 829                     | 832                    | 50.0   |
| Total: |       |                                   | 29015                   | 29120                  | 1750.0 |

Potência específica:  $14.71 \text{ W/m}^2 = 5.89 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Superfície básica:  $118.93 \text{ m}^2$ )

Figura 13 – Sala de Refeições Halogénio

Dados do 2º sistema "Sala de Refeições  
EEE FC"



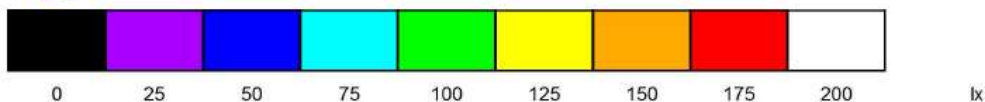
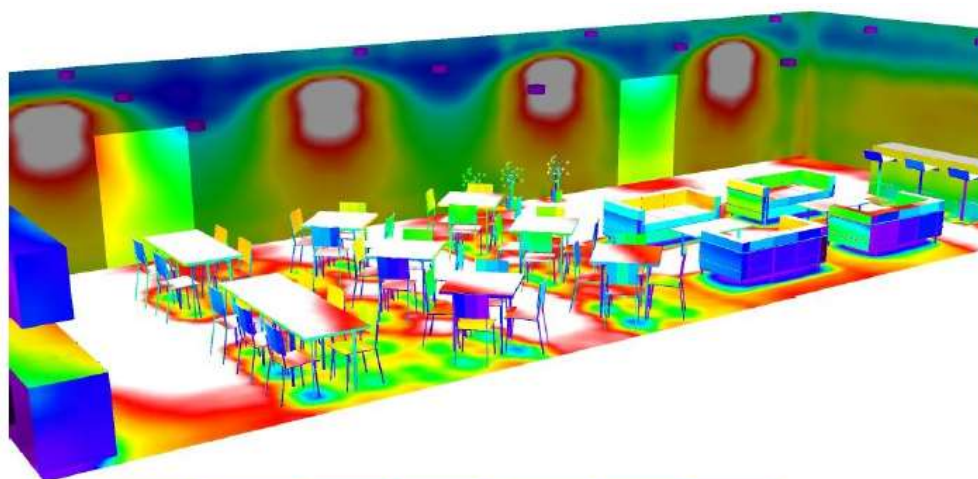
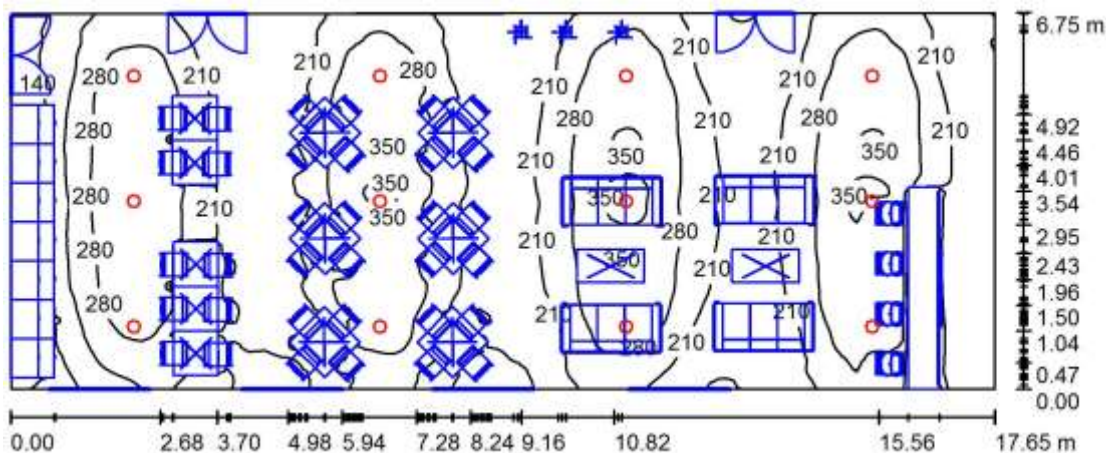
| Superfície   | $\rho$ [%] | $E_m$ [lx] | $E_{min}$ [lx] | $E_{max}$ [lx] | $E_{min} / E_m$ |
|--------------|------------|------------|----------------|----------------|-----------------|
| Plano de uso | /          | 210        | 48             | 332            | 0.226           |

| Nº | Unid. | Denominação (Factor de correcção) | $\Phi$ (Luminária) [lm] | $\Phi$ (Lâmpadas) [lm] | P [W]  |
|----|-------|-----------------------------------|-------------------------|------------------------|--------|
| 1  | 16    | EEE 68W                           | 1661                    | 3600                   | 68.0   |
|    |       |                                   | Total: 26572            | Total: 57600           | 1088.0 |

Potência específica:  $9.15 \text{ W/m}^2 = 4.35 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Superfície básica:  $118.93 \text{ m}^2$ )

Figura 14 – Sala de Refeições EEE FC

Dados do 3º sistema "Sala de Refeições  
ETAP FC"



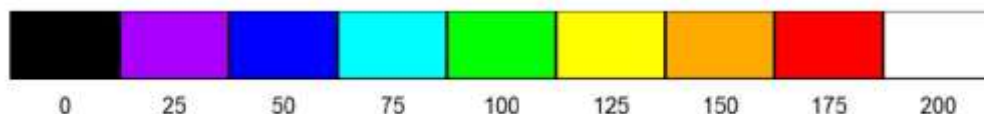
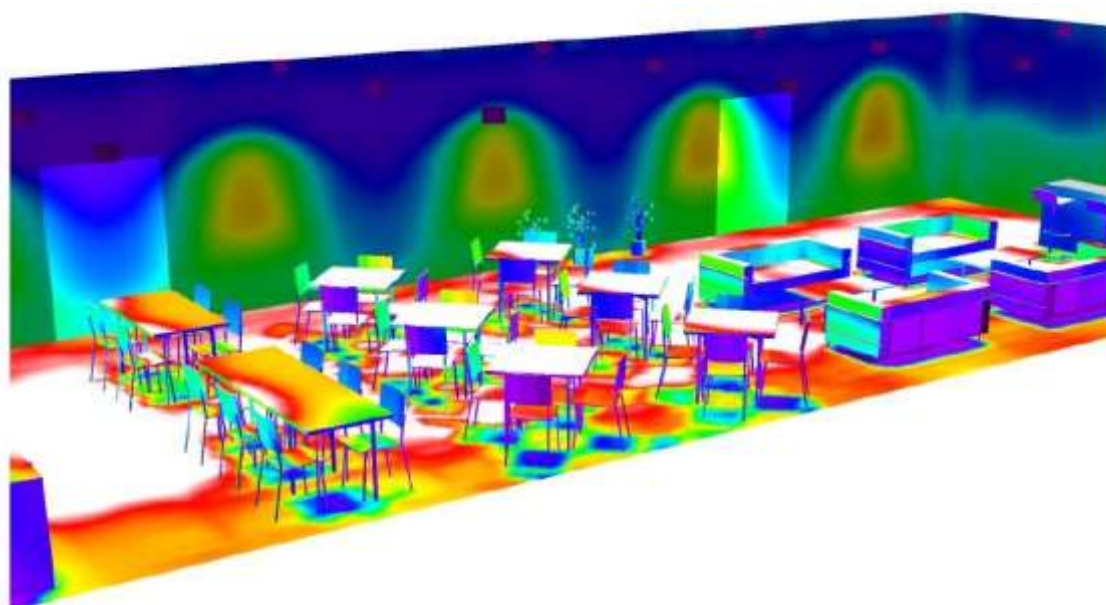
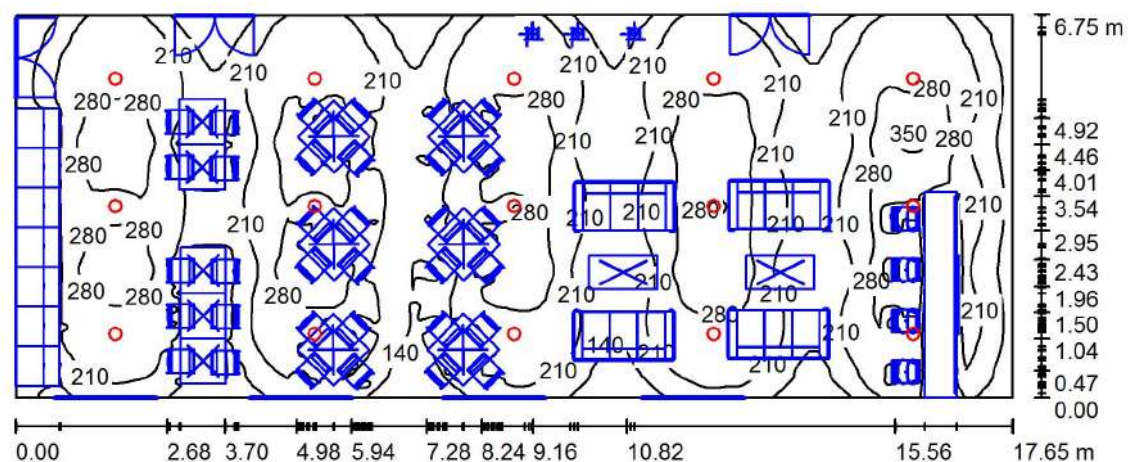
| Superfície   | $\rho$ [%] | $E_m$ [lx] | $E_{min}$ [lx] | $E_{max}$ [lx] | $E_{min} / E_m$ |
|--------------|------------|------------|----------------|----------------|-----------------|
| Plano de uso | /          | 240        | 45             | 368            | 0.189           |

| Nº     | Unid. | Denominação (Factor de correcção) | $\Phi$ (Luminária) [lm] | $\Phi$ (Lâmpadas) [lm] | P [W] |
|--------|-------|-----------------------------------|-------------------------|------------------------|-------|
| 1      | 12    | ETAP 53W                          | 2499                    | 3450                   | 53.0  |
| Total: |       |                                   | 29994                   | 41400                  | 636.0 |

Potência específica:  $5.35 \text{ W/m}^2 = 2.23 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Superfície básica:  $118.93 \text{ m}^2$ )

Figura 15 – Sala de Refeições ETAP FC

Dados do 4º sistema "Sala de refeições  
ETAP Led"



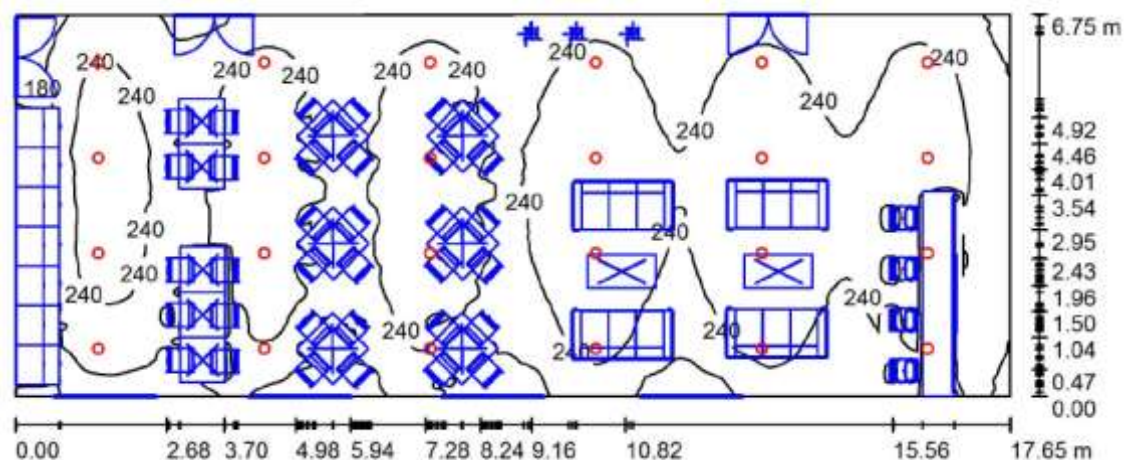
| Superfície   | $\rho$ [%] | $E_m$ [lx] | $E_{min}$ [lx] | $E_{max}$ [lx] | $E_{min} / E_m$ |
|--------------|------------|------------|----------------|----------------|-----------------|
| Plano de uso | /          | 224        | 19             | 357            | 0.085           |

| Nº     | Unid. | Denominação (Factor de correcção) | $\Phi$ (Luminária) [lm] | $\Phi$ (Lâmpadas) [lm] | P [W] |
|--------|-------|-----------------------------------|-------------------------|------------------------|-------|
| 1      | 15    | ETAP 26W                          | 1782                    | 1780                   | 26.0  |
| Total: |       |                                   | 26732                   | 26700                  | 390.0 |

Potência específica:  $3.28 \text{ W/m}^2 = 1.46 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Superfície básica:  $118.93 \text{ m}^2$ )

Figura 16 – Sala de refeições ETAP Led

Dados do 5º sistema “Sala de Refeições OM Led”



| Superfície   | $\rho$ [%] | $E_m$ [lx] | $E_{min}$ [lx] | $E_{max}$ [lx] | $E_{min} / E_m$ |
|--------------|------------|------------|----------------|----------------|-----------------|
| Plano de uso | /          | 236        | 49             | 299            | 0.207           |

| Nº     | Unid. | Denominação (Factor de correcção) | $\Phi$ (Luminária) [lm] | $\Phi$ (Lâmpadas) [lm] | P [W] |
|--------|-------|-----------------------------------|-------------------------|------------------------|-------|
| 1      | 24    | LED 13W                           | 1250                    | 1250                   | 13.0  |
| Total: |       |                                   | 30001                   | 30000                  | 312.0 |

Potência específica:  $2.62 \text{ W/m}^2 = 1.11 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Superfície básica:  $118.93 \text{ m}^2$ )

Figura 17 – Sala de refeições OM Led

4.2.3.3. Impactos ambientais  
e Potencial de redução de custos

a) Quarto:

|                    | Energia primária | Emissões         | Energia Final | Poupança por hora | Poupança funcionamento contínuo | Poupança por hora | Poupança por ano funcionamento contínuo |
|--------------------|------------------|------------------|---------------|-------------------|---------------------------------|-------------------|-----------------------------------------|
| Tipo de iluminação | (kgep /ano)      | (kg CO2 eq /ano) | (kWh /ano)    | (kWh)             | (kWh/ano)                       | (€)               | (€/ano)                                 |
| Quarto Halog 50W   | 6 480            | 933              | 2 592         | -                 | -                               | -                 | -                                       |
| Quarto Led I 7,7W  | 998              | 144              | 399           | 0,25              | 2 193                           | 0,03              | 219,28                                  |
| Quarto Led II 10W  | 1 296            | 187              | 518           | 0,24              | 2 074                           | 0,02              | 207,36                                  |

Tabela 60 – Quarto: Impactos ambientais

Verifica-se um potencial de poupança de 83%.

b) Circulação:

|                       | Energia primária | Emissões         | Energia Final | Poupança por hora | Poupança funcionamento contínuo | Poupança por hora | Poupança por ano funcionamento contínuo |
|-----------------------|------------------|------------------|---------------|-------------------|---------------------------------|-------------------|-----------------------------------------|
| Tipo de iluminação    | (kgep /ano)      | (kg CO2 eq /ano) | (kWh /ano)    | (kWh)             | (kWh/ano)                       | (€)               | (€/ano)                                 |
| Circulação Halog 50W  | 22 680           | 3 266            | 9 072         | -                 | -                               | -                 | -                                       |
| Circulação Led I 7,7W | 3 493            | 503              | 1 397         | 0,89              | 7 674,91                        | 0,09              | 767,49                                  |
| Circulação Led II 10W | 4 536            | 653              | 1 814         | 0,84              | 7 257,60                        | 0,08              | 725,76                                  |

Tabela 61 – Circulação: Impactos ambientais

Verifica-se um potencial de poupança de 85%.

c) Sala de refeições:

|                            | Energia primária | Emissões         | Energia Final | Poupança por hora | Poupança funcionamento 8h/dia | Poupança por hora | Poupança por ano funcionamento 8h/dia |
|----------------------------|------------------|------------------|---------------|-------------------|-------------------------------|-------------------|---------------------------------------|
| Tipo de iluminação         | (kgep/ano)       | (kg CO2 eq /ano) | (kWh /ano)    | (kWh)             | (kWh/ano)                     | (€)               | (€/ano)                               |
| Sala de refeições Halog    | 37 800           | 5 443            | 15 120        | -                 | -                             | -                 | -                                     |
| Sala de refeições EEE FC   | 23 501           | 3 384            | 9 400         | 0,66              | 1 906,56                      | 0,07              | 190,66                                |
| Sala de refeições ETAP FC  | 13 738           | 1 978            | 5 495         | 1,11              | 3 208,32                      | 0,11              | 320,83                                |
| Sala de refeições ETAP Led | 0,98             | 0,14             | 0,39          | 1,36              | 3 916,80                      | 0,14              | 391,68                                |
| Sala de Refeições OM Led   | 0,78             | 0,11             | 0,31          | 1,44              | 4 141,44                      | 0,14              | 414,14                                |

Tabela 62 – Sala de refeições: Impactos ambientais

Verifica-se um potencial de poupança de 82%.

4.2.3.4. Investimento e retorno

a) Quarto:

|                    | Energia Final Por hora | Investimento | Retorno em horas de funcionamento contínuo | Retorno em anos de funcionamento contínuo |
|--------------------|------------------------|--------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Tipo de iluminação | (kWh)                  | (€)          | (h)                                        | (anos)                                    |
| Quarto Halog 50W   | 0,30                   | 234,00       | -                                          | -                                         |
| Quarto Led I 7,7W  | 0,05                   | 623,40       | 24 563                                     | 2,84                                      |
| Quarto Led II 10W  | 0,06                   | 222,00       | 9 250                                      | 1,07                                      |

Tabela 63 – Quarto: Investimento e retorno

Concluimos que a solução “Quarto Led I 7,7W” é a que tem uma poupança mais atrativa. No entanto, dada a diferença de preço para a solução “Quarto Led II 10W”, esta segunda solução tem um retorno num período de tempo mais curto, logo preferível.

b) Circulação:

|                       | Energia Final Por hora | Investimento | Retorno em horas de funcionamento contínuo | Retorno em anos de funcionamento contínuo |
|-----------------------|------------------------|--------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Tipo de iluminação    | (kWh)                  | (€)          | (h)                                        | (anos)                                    |
| Circulação Halog 50W  | 1,05                   | 819,00       | -                                          | -                                         |
| Circulação Led I 7,7W | 0,16                   | 2 181,90     | 24 563                                     | 2,84                                      |
| Circulação Led II 10W | 0,21                   | 777,00       | 9 250                                      | 1,07                                      |

Tabela 64 – Circulação: Investimento e retorno

Concluimos que a solução “Circulação Led I 7,7W” é a que tem uma poupança mais atrativa. No entanto, dada a diferença de preço para a solução “Circulação Led II 10W”, esta segunda solução apresenta um retorno num período de tempo mais curto, logo preferível.

d) Sala de refeições:

|                            | Energia Final Por hora | Investimento | Retorno em horas de funcionamento contínuo | Retorno em anos de funcionamento 8h/dia |
|----------------------------|------------------------|--------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Tipo de iluminação         | (kWh)                  | (€)          | (h)                                        | (anos)                                  |
| Sala de Refeições Halog    | 1,75                   | -            | -                                          | -                                       |
| Sala de refeições EEE FC   | 1,09                   | 1 387,20     | 20 955                                     | 7,28                                    |
| Sala de refeições ETAP FC  | 0,64                   | 1 327,20     | 11 914                                     | 4,14                                    |
| Sala de refeições ETAP Led | 0,39                   | 2 740,35     | 20 150                                     | 7,00                                    |
| Sala de Refeições OM Led   | 0,31                   | 3 840,00     | 26 704                                     | 9,27                                    |

Tabela 65 – Sala de refeições: Investimento e retorno

Concluimos que a solução “Sala de Refeições OM Led” é a que tem uma poupança mais atrativa. No entanto, dada a diferença de preço para a solução “Sala de refeições ETAP FC”, esta segunda solução apresenta um retorno num período de tempo mais curto, logo preferível, ficando com um potencial de poupança de 38%, mas correspondendo a um número de horas de funcionamento mais razoável.

#### 4.2.4. Equipamentos de controlo de iluminação

##### 4.2.4.1. Identificação e caracterização de medidas de eficiência e sustentabilidade ambiental: Detetor de presença e de movimentos:

No que toca a dispositivos de corte automático do circuito de iluminação, temos vários modelos no mercado, a vários preços, para várias potências e com diferentes princípios mais ou menos inteligentes. No entanto, todos eles têm como objetivo desligar o circuito de iluminação sempre que não está a ser solicitado. Uma maneira fácil de percebermos a eficiência da aplicação ou o retorno do investimento de um equipamento destes, é pelo tempo em que efetivamente o dispositivo permite desligar o circuito de iluminação, permitindo que desta forma se possa poupar a energia que sem o acionamento automático estaria a ser consumida.

##### 4.2.4.2. Aplicabilidade

Para exemplo demonstrativo escolhemos dois modelos (EE804 e EE810) que aplicámos no exemplo da circulação tipo, usada na demonstração do ponto anterior. Um detetor de movimentos e um detetor de presença.

a)

**Detetor mov. 360° IP21 saliente**



EE804

##### Caraterísticas técnicas



Ângulo de detecção: 360

Diâmetro da área de detecção sobre o solo: 6 m

Figura 18 – detetor de movimentos

Como a circulação tem 39,15 metro de comprimento, para que se possa ter uma cobertura de toda a área, temos que considerar 7 sensores visto apenas alcancarem 6 metros de diâmetro cada um. No exemplo em análise os sensores estarão em paralelo, o que permitirá que qualquer um, de forma independente, acione o circuito que ilumina toda a circulação.

b)

Detector pres. 360° saliente 1 canal



EE810



**Caraterísticas técnicas**

|                                            |      |
|--------------------------------------------|------|
| Ângulo de detecção:                        | 360  |
| Diâmetro da área de detecção sobre o solo: | 12 m |

Figura 19 – detetor de presença

Como a circulação tem 39,15 metro de comprimento, para que se possa ter uma cobertura de toda a área temos que considerar 3 sensores visto apenas alcançarem 12 metros de diâmetro cada um. No exemplo em análise os sensores estarão em paralelo, o que permitirá que qualquer um, de forma independente, acione o circuito que ilumina toda a circulação.

Circulação:

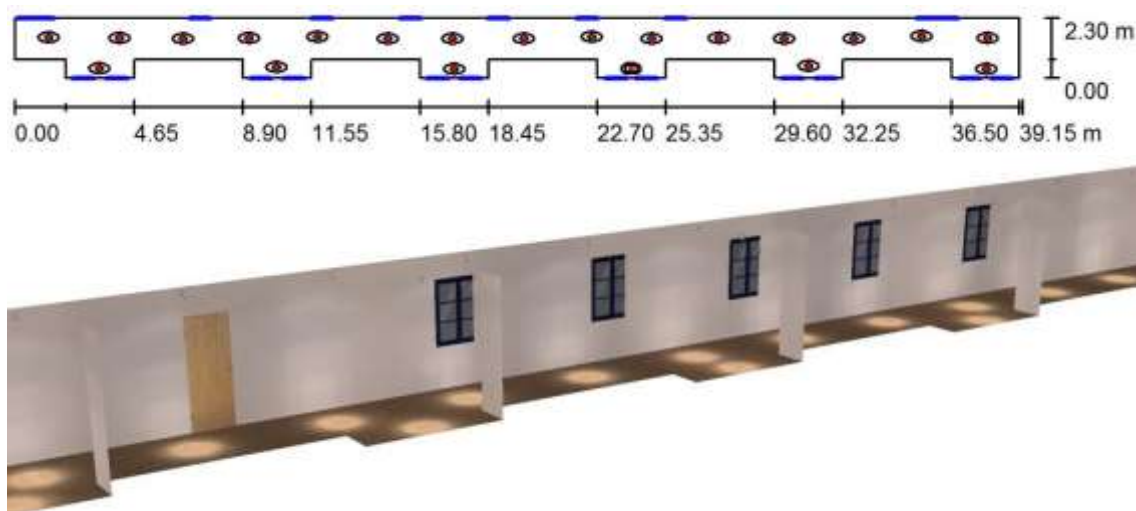


Figura 20 – Circulação: dimensões

4.2.4.3. Potencial de  
redução de custos e/ou impactos ambientais

|                               | Energia primária<br>Poupada | Emissões<br>Poupada | Energia Final<br>Poupada | Poupança por<br>hora |
|-------------------------------|-----------------------------|---------------------|--------------------------|----------------------|
| Tipo circuito com sensor      | (kgep/ano)                  | (kg CO2 eq /ano)    | (kWh /ano)               | (€)                  |
| Circulação Halog 50W + EE804  | 22 680                      | 3 266               | 9 072                    | 0.105                |
| Circulação Led I 7,7W + EE804 | 3 493                       | 503                 | 1 397                    | 0.016                |
| Circulação Led II 10W + EE804 | 4 536                       | 653                 | 1 814                    | 0.021                |
| Circulação Halog 50W + EE810  | 22 680                      | 3 266               | 9 072                    | 0.105                |
| Circulação Led I 7,7W + EE810 | 3 493                       | 503                 | 1 397                    | 0.016                |
| Circulação Led II 10W + EE810 | 4 536                       | 653                 | 1 814                    | 0.021                |

Tabela 66 – Sensor: Impactos ambientais

Uma vez que o detetor evita o consumo do circuito de iluminação em que está inserido, quando este se encontra acionado, poupa exatamente a mesma potência que o circuito (interrompido) estaria a consumir.

4.2.4.4. Investimento e retorno

|                                     | Energia<br>Final<br>poupada<br>por hora | Investimento | Retorno em<br>horas de<br>funcionamento | Retorno em 4<br>anos com<br>atuação<br>mínima | Retorno em<br>4 anos com<br>atuação<br>mínima | Retorno<br>com 50%<br>do tempo<br>em atuação |
|-------------------------------------|-----------------------------------------|--------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Tipo circuito com sensor            | (kWh)                                   | (€)          | (h)                                     | (%/dia)                                       | (h/dia)                                       | (anos)                                       |
| Circulação Halog 50W<br>+ a) EE804  | 1,05                                    | 320,67 €     | 3 054                                   | 9%                                            | 2,1                                           | 0,7                                          |
| Circulação Led I 7,7W<br>+ a) EE804 | 0,16                                    | 320,67 €     | 19 831                                  | 57%                                           | 13,8                                          | 4,6                                          |
| Circulação Led II 10W<br>+ a) EE804 | 0,21                                    | 320,67 €     | 15 270                                  | 44%                                           | 10,6                                          | 3,5                                          |
| Circulação Halog 50W<br>+ b) EE810  | 1,05                                    | 518,46 €     | 4 938                                   | 14%                                           | 3,4                                           | 1,1                                          |
| Circulação Led I 7,7W<br>+ b) EE810 | 0,16                                    | 518,46 €     | 32 063                                  | 93%                                           | 22,3                                          | 7,4                                          |
| Circulação Led II 10W<br>+ b) EE810 | 0,21                                    | 518,46 €     | 24 689                                  | 71%                                           | 17,1                                          | 5,7                                          |

Tabela 67 – Sensor: Investimento e retorno

Tendo como exemplo a “Circulação Halog 50W + a) EE804” para se obter um retorno em 4 anos, o atuador terá que retirar carga do circuito (apagar a luz) em pelo menos 9% do dia, o que se reflete em 2,1 horas por dia. O custo da energia evitada devido à atuação do sensor é que permite um retorno em 4 anos. Desta forma, quanto mais eficiente for a luminária ou o circuito de iluminação atuado, menos rentável é o conjunto circuito – sensor.

#### 4.2.4.5. Identificação e

caraterização de medidas de eficiência e sustentabilidade ambiental: Cartão chave:

Outro exemplo que tem uma aplicação eficiente são os cartões chave que permitem cortar/desligar os circuitos de iluminação e tomadas nos quartos.

Segundo os fabricantes podem poupar até 50% da energia consumida nos quartos.

Para efeitos de cálculo, vamos considerar o exemplo de iluminação do quarto e considerar por defeito que apenas o circuito de iluminação é acionado por este sistema. Vulgarmente também se pode encontrar o circuito de tomadas controlado por estes dispositivos, o que pode melhorar os consumos evitados, visto que literalmente desliga os elementos consumidores de todos os circuitos que dependem deste acionamento dependem.

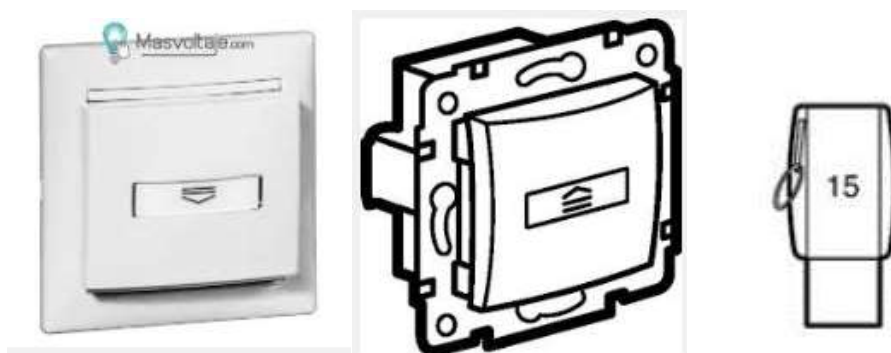


Figura 21 – Cartão chave:

#### 4.2.4.6. Potencial de redução de custos e/ou impactos ambientais

|                   | Energia primária Poupada | Emissões Poupada | Energia Final Poupada | Poupança por hora | Poupança por hora |
|-------------------|--------------------------|------------------|-----------------------|-------------------|-------------------|
| Tipo circuito     | (kgep/ano)               | (kg CO2 eq /ano) | (kWh /ano)            | (kWh)             | (€)               |
| Quarto Halog 50W  | 6 480                    | 933              | 2 592                 | 0.30              | 0.030             |
| Quarto Led I 7,7W | 998                      | 144              | 399                   | 0.05              | 0.005             |
| Quarto Led II 10W | 1 296                    | 187              | 518                   | 0.06              | 0.006             |

Tabela 68 – Cartão chave: impactos ambientais

Uma vez que o “Cartão chave” evita o consumo do circuito de iluminação em que está inserido, quando este se encontra acionado, poupa exatamente a mesma potência que o circuito (interrompido) estaria a consumir.

#### 4.2.4.7. Investimento e retorno

|                   | Energia Final poupada por hora | Investimento | Retorno em horas de funcionamento | Retorno num ano com atuação mínima | Retorno num ano com atuação mínima | Retorno com 50% do tempo em atuação |
|-------------------|--------------------------------|--------------|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| Tipo circuito     | (kWh)                          | (€)          | (h)                               | (%/dia)                            | (h/dia)                            | (anos)                              |
| Quarto Halog 50W  | 0,30                           | 33,10        | 1 103                             | 13%                                | 3,1                                | 0,3                                 |
| Quarto Led I 7,7W | 0,05                           | 33,10        | 7 165                             | 83%                                | 19,9                               | 1,7                                 |
| Quarto Led II 10W | 0,06                           | 33,10        | 5 517                             | 64%                                | 15,3                               | 1,3                                 |

Tabela 69 – Cartão chave: Investimento e retorno

Verifica-se que quanto mais eficiente for o circuito acionado, maior é o tempo de retorno. No entanto, o investimento envolvido na aquisição deste equipamento é baixo, o que permite que os tempos de retorno sejam atrativos quando os sensores são bem aplicados.

#### 4.2.5. VEV nos motores

Vamos procurar mostrar os benefícios da utilização de um variador eletrónico de velocidade, num qualquer motor elétrico que esteja sujeito a variações de solicitação de carga ou onde a carga possa ter diferentes escalões de potência ao longo do tempo. A aplicação de um controlo de velocidade em função de um gradiente de temperatura ou de pressão, traz poupanças consideráveis nos consumos dos motores e, consequentemente, um aumento na sua longevidade.

Tipicamente a 80% do fluxo de água, o consumo de energia diminui em 50%, utilizando um variador de velocidade. A poupança de energia conseguida poderá ser maior, otimizando os fluxos de água em qualquer aplicação.

##### 4.2.5.1. Identificação e caracterização de medidas de eficiência e sustentabilidade ambiental

Recorrendo a exemplos práticos, fictícios, vamos procurar demonstrar poupanças possíveis nos consumos dos motores associados às várias soluções possíveis. Desta forma pretende-se, a partir de uma arquitetura representativa das soluções usadas pela hotelaria portuguesa, saber qual a solução mais económica com maior potencial de poupança e maior sustentabilidade ambiental, para acionamento de bombas e motores. Procuramos também perceber que com o motor e o VEV adequado, obtemos uma poupança proporcional à sua potência e é tanto maior quando mais equiparada for a potência disponibilizada vs. a potência pedida pelo sistema acionado. O consumo de um determinado motor elétrico acoplado a uma bomba ou ventilador que não tem que funcionar sempre a plena carga pode, desta forma, ser facilmente ajustado e evitar desperdícios de potência ou arranques repetitivos, que provocam danos prematuros nos equipamentos.

Poderá verificar-se que a poupança na aplicação devida de um variador eletrónico de velocidade (VEV) é tanto maior quanto maior for a potência dos motores controlados. Embora a poupança que se verifica seja relevante (com as devidas ressalvas da dependência da demanda a satisfazer), para potências pequenas (inferiores a 2 – 3 kW) pode por si só não justificar uma substituição do equipamento existente.

##### 4.2.5.2. Aplicabilidade

###### 4.2.5.2.1. Sistema de produção de AQS: Circulação de Águas Quentes

No exemplo seguinte pretende-se controlar um circuito que disponibiliza água quente nas torneiras, de forma a aumentar o conforto.

Para este exemplo, vamos considerar como padrão algumas grandezas, embora possam variar por estabelecimento, por sazonalidade, forma como é feita a montagem dos equipamento e/ou temperatura do fluido de trabalho.

Para exemplo de variação de caudal do sistema usaremos:

|      |                |               |
|------|----------------|---------------|
| 100% | Caudal durante | 33% das horas |
| 80%  | Caudal durante | 33% das horas |
| 60%  | Caudal durante | 33% das horas |

Tabela 70 – variação de caudal

a) Bomba de velocidade fixa de 400 W

Com a seguinte representação esquemática e com o funcionamento motor do exemplo representado em baixo:

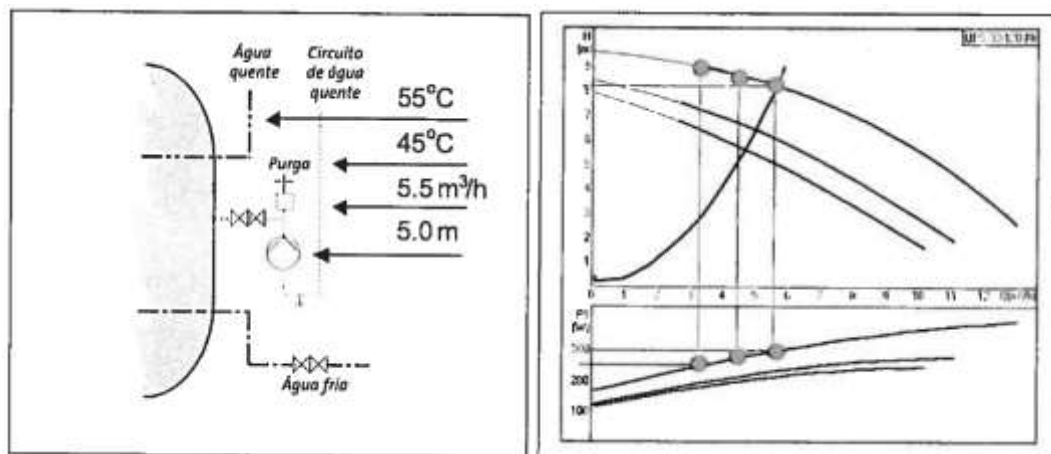


Figura 22 – Esquema do motor:

Podemos esquematizar a distribuição das potências consumidas e dos consumos na seguinte tabela:

| Caudal [%] | % de horas solicitadas | Horas [h] | Potência [W] | Energia [kWh] |
|------------|------------------------|-----------|--------------|---------------|
| 100%       | 33%                    | 2920      | 295          | 861           |
| 80%        | 33%                    | 2920      | 277          | 809           |
| 60%        | 33%                    | 2920      | 253          | 739           |
| Total      |                        | 8760      | Total        | 2 409         |

Tabela 71 – Energia consumida

b) Bomba com variação de velocidade de 370 W

Com a seguinte representação esquemática e com o funcionamento motor do exemplo representado em baixo:

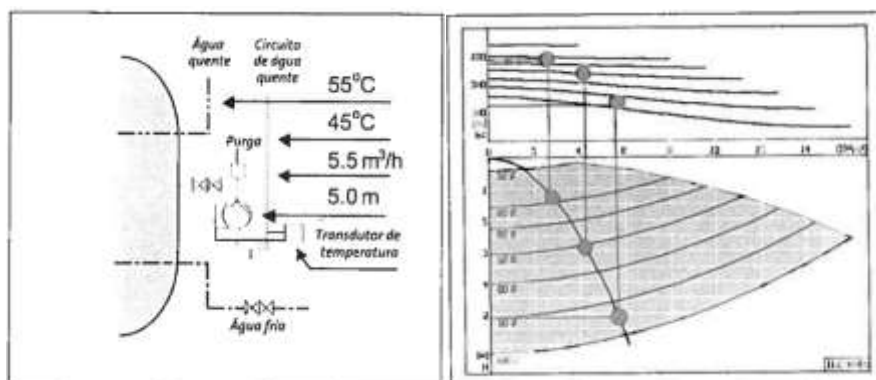


Figura 23 – Esquema do motor:

Podemos esquematizar a distribuição das potências consumidas e dos consumos na seguinte tabela:

| Caudal [%] | % de horas solicitadas | Horas [h] | Potência [W] | Energia [kWh] |
|------------|------------------------|-----------|--------------|---------------|
| 100%       | 33%                    | 2920      | 260          | 760           |
| 80%        | 33%                    | 2920      | 185          | 540           |
| 60%        | 33%                    | 2920      | 126          | 368           |
| Total      |                        | 8760      | Total        | 1 668         |

Tabela 72 – Energia consumida

#### 4.2.5.2.2. Impactos ambientais e potencial de redução de custos

|                                           | Energia primária | Emissões         | Energia Final | Poupança por hora | Poupança | Poupança por ano funcionamento contínuo |
|-------------------------------------------|------------------|------------------|---------------|-------------------|----------|-----------------------------------------|
| Sistema                                   | (kgep/ano)       | (kg CO2 eq /ano) | (kWh /ano)    | (KWh/h)           | (€/h)    | (€/ano)                                 |
| a) Bomba de velocidade fixa de 400 W      | 6 023            | 867              | 2 409         | -                 | -        | -                                       |
| b) Bombas de velocidade variável de 370 W | 4 168            | 600              | 1 667         | 0.08              | 0.01     | 73.15                                   |

Tabela 73 – Sistema de produção de AQS: Circulação de Águas Quentes: impactos ambientais

Da análise dos consumos podemos verificar poupança da ordem dos 30% em relação à instalação com motor de velocidade fixa.

#### 4.2.5.2.3. Investimento e retorno

|                                          | Energia Final Por hora | Investimento | Retorno por hora de funcionamento | Retorno em anos de funcionamento 24h/dia |
|------------------------------------------|------------------------|--------------|-----------------------------------|------------------------------------------|
| Sistema                                  | (KWh)                  | (€)          | (h)                               | (ano)                                    |
| a) Bomba de velocidade fixa de 400 W     | 0.28                   | 1 611.00     | -                                 | -                                        |
| b) Bomba de velocidade variável de 370 W | 0.19                   | 1 630.00     | 192 519.69                        | 22.28                                    |

Tabela 74 – Sistema de produção de AQS: Circulação de Águas Quentes: investimento e retorno

Neste exemplo, podemos verificar que em caso de troca, a poupança não é significativa para compensar o investimento. No entanto, em caso de avaria ou de compra novo, por um valor muito similar, pode verificar-se um consumo 30% mais baixo e um retorno da diferença do custo em cerca de 3 meses, ao optar por um motor de velocidade variável.

#### 4.2.5.3. Aplicabilidade

##### 4.2.5.3.1. Sistema de aquecimento: Bombas principais

Para este exemplo vamos considerar como padrão algumas grandezas, embora possam variar por NUTS, por sazonalidade, forma como é feita a montagem dos equipamento e/ou temperatura do fluido de trabalho.

Para exemplo de variação de caudal do sistema usaremos:

|      |                |               |
|------|----------------|---------------|
| 100% | Caudal durante | 5% das horas  |
| 75%  | Caudal durante | 10% das horas |
| 50%  | Caudal durante | 35% das horas |
| 25%  | Caudal durante | 50% das horas |

Tabela 75 – variação de caudal

Vamos considerar um sistema de aquecimento e uma rede de distribuição até ao ponto de consumo. Considerando que temos um anel de circulação, temos um funcionamento permanente das bombas. Por isso, consideramos para cálculo 8760 horas de funcionamento por ano. Temos como referência as mesmas condições de trabalho como satisfação do mesmo caudal (129 m<sup>3</sup>/h) com a satisfação da mesma elevação (18m) e as mesmas condições de temperatura de ambiente e de fluido de trabalho.

As eventuais recomendações de boas práticas na montagem dos equipamentos não são abordadas, muito embora devam ser cumpridas. A título de exemplo, a montagem da bomba deve ser feita com caudal no sentido ascendente, para evitar a falta de pressão ou o trabalhar em vazio, fenómenos que reduzem muito o tempo de vida dos equipamentos.

- c) Bomba de velocidade fixa de 11 kW

Consideremos a seguinte representação esquemática e com o funcionamento motor do exemplo representado em baixo:

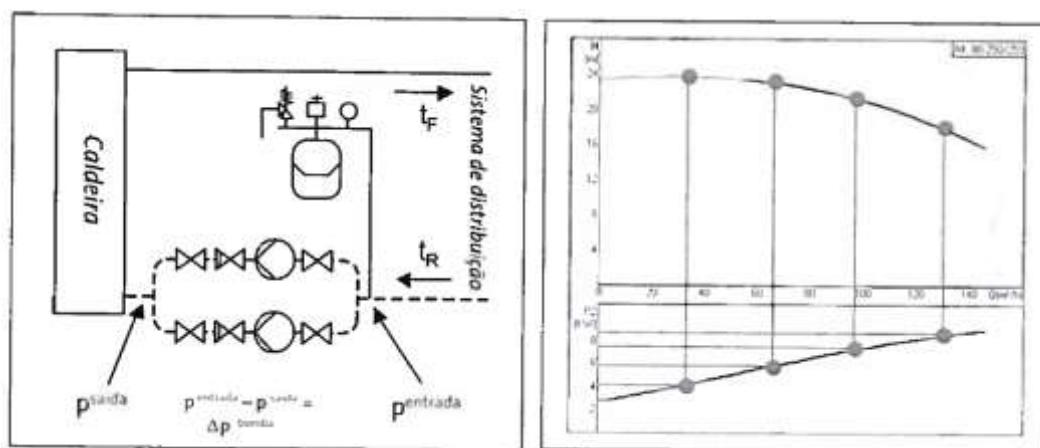


Figura 24 – Esquema do motor:

Podemos esquematizar a distribuição das potências consumidas e dos consumos na seguinte tabela:

| Caudal [%] | % de horas solicitadas | Horas [h] | Potência [kW] | Energia [kWh] |
|------------|------------------------|-----------|---------------|---------------|
| 100%       | 5%                     | 438       | 9,8           | 4 292,40      |
| 75%        | 10%                    | 876       | 8,3           | 7 270,80      |
| 50%        | 35%                    | 3066      | 6,6           | 20 235,60     |
| 25%        | 50%                    | 4380      | 4,8           | 21 024,00     |
| Total      |                        | 8760      | Total         | 52 822,80     |

Tabela 76 – Energia consumida

- d) 2 Bombas de velocidade variável  
de 5.5 kW

Consideremos a seguinte representação esquemática e com o funcionamento motor do exemplo representado em baixo:

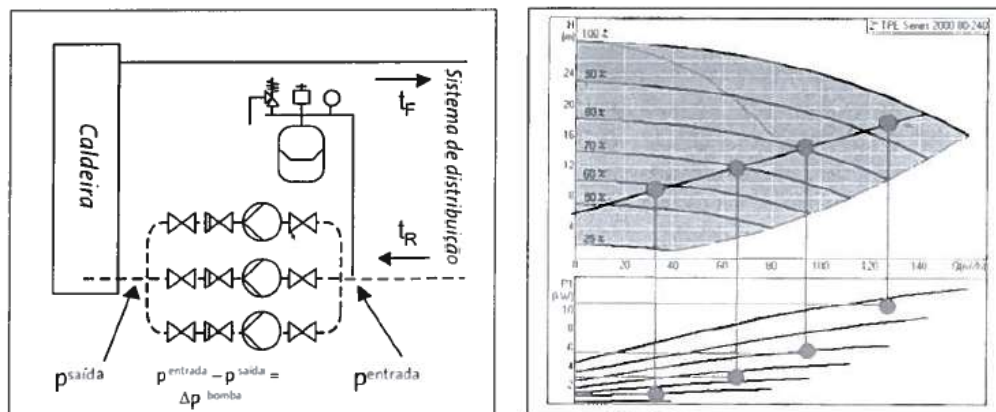


Figura 25 – Esquema do motor:

Podemos esquematizar a distribuição das potências consumidas e dos consumos na seguinte tabela:

| Caudal [%] | % de horas solicitadas | Horas [h] | Potência [kW] | Energia [kWh] |
|------------|------------------------|-----------|---------------|---------------|
| 100%       | 5%                     | 438       | 10,3          | 4 511,40      |
| 75%        | 10%                    | 876       | 5,9           | 5 168,40      |
| 50%        | 35%                    | 3066      | 3,62          | 11 098,92     |
| 25%        | 50%                    | 4380      | 1,31          | 5 737,80      |
| Total      |                        | 8760      | Total         | 26 516,52     |

Tabela 77 – Energia consumida

#### 4.2.5.3.2. Impactos ambientais e potencial de redução de custos

|                                          | Energia primária | Emissões         | Energia Final | Poupança por hora | Poupança por hora | Poupança por ano funcionamento contínuo |
|------------------------------------------|------------------|------------------|---------------|-------------------|-------------------|-----------------------------------------|
| Sistema                                  | (kgep/ano)       | (kg CO2 eq /ano) | (kWh/ano)     | (kWh)             | (€)               | (€/ano)                                 |
| a) Bomba de veloc. fixa de 11 kW         | 132 057          | 19 016           | 52 823        | -                 | -                 | -                                       |
| b) 2 Bombas de veloc. variável de 5.5 kW | 66 291           | 9 546            | 26 517        | 3,00              | 0,30              | 2 594,59                                |

Tabela 78 – Sistema de aquecimento: Bombas principais: impactos ambientais

Da análise dos consumos, podemos verificar que optar por velocidade variável nos motores reflete-se numa poupança da ordem dos 50% em relação à instalação com motor de velocidade fixa.

#### 4.2.5.3.3. Investimento e retorno

|                                              | Energia Final Por hora | Investimento | Retorno por hora de funcionamento | Retorno em anos de funcionamento 24h/dia |
|----------------------------------------------|------------------------|--------------|-----------------------------------|------------------------------------------|
| Sistema                                      | (kWh)                  | (€)          | (h)                               | (anos)                                   |
| a) Bomba de velocidade fixa de 11 kW         | 6,03                   | 5 069.00     | -                                 | -                                        |
| b) 2 Bombas de velocidade variável de 5.5 kW | 3,03                   | 5 780.00*2   | 38 494.84                         | 4.46                                     |

Tabela 79 – Sistema de aquecimento: Bombas principais: Investimento e retorno

Como se pode verificar, a poupança que a opção b) permite obter reflete-se em um retorno de 4.5 anos de funcionamento. Desta perspetiva, deve considerar-se a troca do motor existente por dois de velocidade variável.

#### 4.2.5.3.4. Sistema de

#### Ar Condicionado: Bombas principais

Para este exemplo, vamos ponderar um sistema de ar condicionado com uma rede de distribuição até ao ponto de consumo, considerando que temos um funcionamento permanente das bombas para que se obtenha retorno do fluido de trabalho. Para o efeito, consideramos para cálculo 1930 horas de funcionamento por ano tendo como referência as mesmas condições de trabalho como satisfação do mesmo caudal ( $2150 \text{ m}^3/\text{h}$ ) com a satisfação da mesma elevação (45m) e as mesmas condições de temperatura de ambiente e de fluido de trabalho.

- a) 2 Bomba de velocidade fixa de 200 kW e válvulas de 3 vias

O sistema é montado com válvulas de 3 vias que possibilitarão um caudal constante. As bombas param quando a necessidade de arrefecimento é baixa. O que requer 1930 horas de funcionamento anuais.

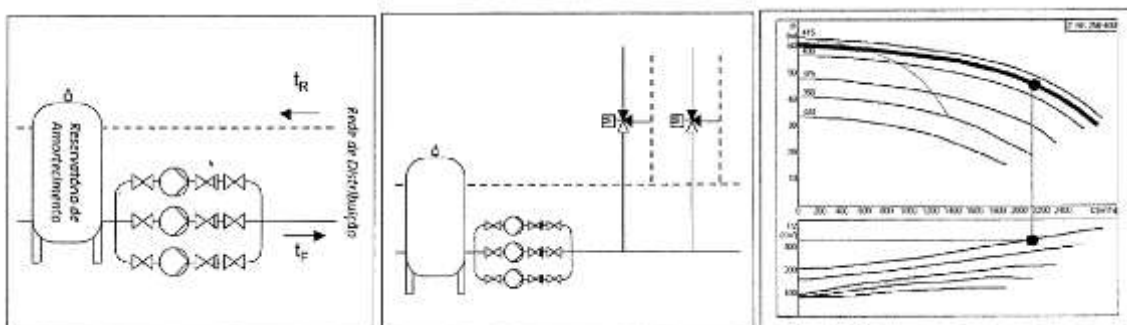


Figura 26 – Esquema do motor:

| Caudal [%]   | Horas [h]   | Potência [kW] | Energia [kWh] |
|--------------|-------------|---------------|---------------|
| <b>100%</b>  | 1930        | 342           | 660060        |
| <b>Total</b> | <b>1930</b> | <b>Total</b>  | <b>660060</b> |

Tabela 80 – Energia consumida

- b) 2 Bombas com regulação de velocidade de 200 kW e válvulas de 3 vias

O sistema é montado com válvulas de 3 vias que possibilitarão um caudal constante. As bombas são controladas pela temperatura. A redução das necessidades de arrefecimento, (por “bypass” nas Válvulas de 3 vias), irá baixar a temperatura do retorno. Quando a temperatura diminui, a velocidade da bomba também diminui, o que requer 2930 horas de funcionamento anuais.

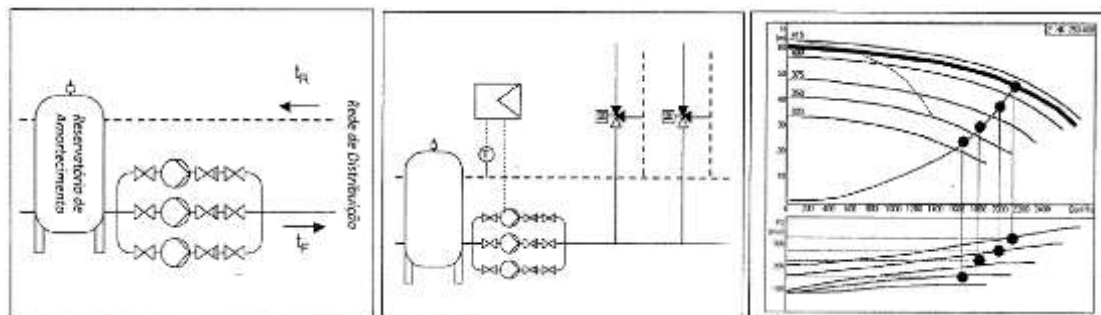


Figura 27 – Esquema do motor:

| Caudal [%]  | % de horas solicitadas | Horas [h] | Potência [kW] | Energia [kWh] |
|-------------|------------------------|-----------|---------------|---------------|
| <b>100%</b> | 5%                     | 144       | 342           | 49 248        |
| <b>91%</b>  | 10%                    | 288       | 267           | 76 896        |
| <b>83%</b>  | 36%                    | 1056      | 191           | 201 696       |
| <b>75%</b>  | 49%                    | 1442      | 139           | 200 438       |
| Total       | 100%                   | 2930      | Total         | 528 278       |

Tabela 81 – Energia consumida

- c) 2 Bombas de velocidade fixa de 200 kW e válvulas de 2 vias

O sistema é montado com válvulas de 2 vias, que possibilitarão um caudal variável, o que requer 2930 horas de funcionamento anuais.

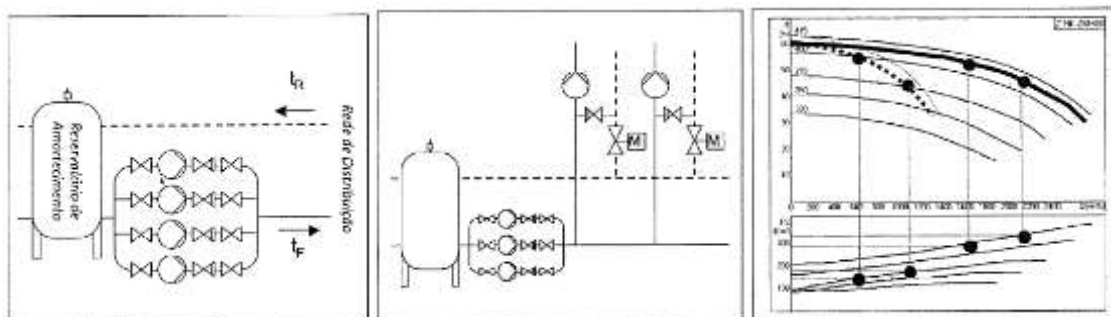


Figura 28 – Esquema do motor:

| Caudal [%]   | % de horas solicitadas | Horas [h]   | Potência [kW] | Energia [kWh]  |
|--------------|------------------------|-------------|---------------|----------------|
| <b>100%</b>  | 5%                     | 144         | 342           | 49 248         |
| <b>75%</b>   | 10%                    | 288         | 388           | 111 744        |
| <b>50%</b>   | 36%                    | 1056        | 187           | 197 472        |
| <b>30%</b>   | 49%                    | 1442        | 164           | 236 488        |
| <b>Total</b> | <b>100%</b>            | <b>2930</b> | <b>Total</b>  | <b>594 952</b> |

Tabela 82 – Energia consumida

- d) 3 Bomba com regulação de velocidade de 132 kW e válvulas de 2 vias

Sistema montado com válvulas de duas vias, o que possibilitará um caudal variável a pressão constante.

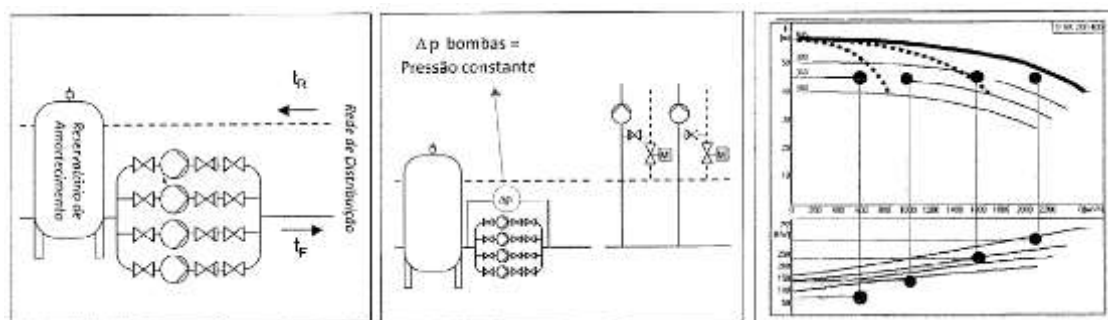


Figura 29 – Esquema do motor:

| Caudal [%]  | % de horas solicitadas | Horas [h] | Potência [kW] | Energia [kWh] |
|-------------|------------------------|-----------|---------------|---------------|
| <b>100%</b> | 5%                     | 144       | 349           | 50 256        |
| <b>75%</b>  | 10%                    | 288       | 260           | 74 880        |
| <b>50%</b>  | 36%                    | 1056      | 178           | 187 968       |
| <b>30%</b>  | 49%                    | 1442      | 100           | 144 200       |
| Total       | 100%                   | 2930      | Total         | 457 304       |

Tabela 83 – Energia consumida

- e) 3 Bombas com regulação de velocidade de 132 kW e válvulas de 2 vias

Sistema montado com válvulas de duas vias, o que possibilitará um caudal variável e pressão proporcional, tendo em conta o ponto sensível do circuito.

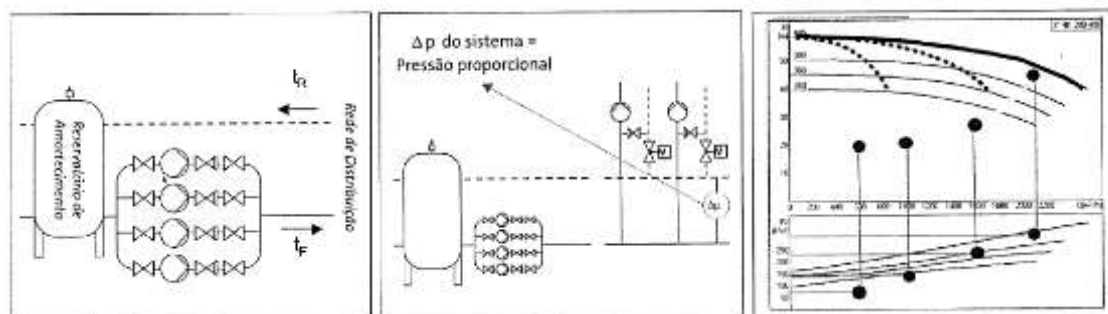


Figura 30 – Esquema do motor:

| Caudal [%]  | % de horas solicitadas | Horas [h] | Potência [kW] | Energia [kWh] |
|-------------|------------------------|-----------|---------------|---------------|
| <b>100%</b> | 5%                     | 144       | 342           | 50 256        |
| <b>75%</b>  | 10%                    | 288       | 388           | 38 880        |
| <b>50%</b>  | 36%                    | 1056      | 187           | 83 424        |
| <b>30%</b>  | 49%                    | 1442      | 164           | 67 774        |
| Total       | 100%                   | 2930      | Total         | 240 334       |

Tabela 84 – Energia consumida

4.2.5.3.5. Impactos  
ambientais e potencial de redução de custos

|                                                                                           | Energia primária | Emissões         | Energia Final | Poupança por hora | Poupança por ano |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------|---------------|-------------------|------------------|
| Sistema                                                                                   | (kgep/ano)       | (kg CO2 eq /ano) | (kWh/ano)     | (€)               | (€)              |
| a) 2 Bombas de veloc. fixa de 200 kW e válvulas de 3 vias                                 | 1 650 150        | 237 622          | 660 060       | -                 | -                |
| b) 2 Bombas com regulação de veloc. de 200 kW e válvulas de 3 vias                        | 1 320 695        | 190 180          | 528 278       | 1,50              | 12 998           |
| c) 2 Bombas de veloc. fixa de 200 kW e válvulas de 2 vias                                 | 1 487 380        | 214 183          | 594 952       | 0,74              | 6 422            |
| d) 3 Bombas com regulação de veloc. de 132 kW e válvulas de 2 vias                        | 1 143 260        | 164 629          | 457 304       | 2,31              | 19 998           |
| e) 3 Bombas com regulação de veloc. de 132 kW e válvulas de 2 vias (pressão proporcional) | 600 835          | 86 520           | 240 334       | 4,79              | 41 398           |

Tabela 85 – Sistema de Ar Condicionado: Bombas principais: impactos ambientais

Da análise dos consumos, podemos verificar poupança da ordem dos 64% em relação à instalação com motores de velocidade fixa.

4.2.5.3.6. Investimento e Retorno

|                                                                                           | Energia Final Por hora | Investimento | Retorno por hora de funcionamento | Retorno em anos de funcionamento 24h/dia |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|--------------|-----------------------------------|------------------------------------------|
| Sistema                                                                                   | (kWh)                  | (€)          | (h)                               | (anos)                                   |
| a) 2 Bombas de veloc. fixa de 200 kW e válvulas de 3 vias                                 | 75,35                  | 50 887.20    | -                                 | -                                        |
| b) 2 Bombas com regulação de veloc. de 200 kW e válvulas de 3 vias                        | 60,31                  | 73 169.20    | 4 864                             | 0.56                                     |
| c) 2 Bombas de veloc. fixa de 200 kW e válvulas de 2 vias                                 | 67,92                  | 50 887.20    | 6 847                             | 0.79                                     |
| d) 3 Bombas com regulação de veloc. de 132 kW e válvulas de 2 vias                        | 52,20                  | 78 515.16    | 3 392                             | 0.39                                     |
| e) 3 Bombas com regulação de veloc. de 132 kW e válvulas de 2 vias (pressão proporcional) | 27,44                  | 78 515.16    | 1 639                             | 0.19                                     |

Tabela 86 – Sistema de Ar Condicionado: Bombas principais: Investimento e retorno

#### 4.2.6. Retificação de fator de potência

##### 4.2.6.1. Identificação e caracterização de medidas de eficiência e sustentabilidade ambiental:

É vulgar encontrar-se nas faturas do comercializador de energia custos com energia reativa consumida.

| Detalhe da Fatura                                    |                 |                   |            |              |            |       |                   |                        |
|------------------------------------------------------|-----------------|-------------------|------------|--------------|------------|-------|-------------------|------------------------|
|                                                      | Tipo<br>Lectura | Período facturado |            | Cálculo      | Quantidade | Unid. | Preço<br>Unitário | Taxa<br>de IVA         |
|                                                      |                 | Início            | Fim        |              |            |       |                   | Valorização<br>(Euros) |
| Energia – Reactiva – Escalão 1 – Cons. Fora do Vazio |                 | 01-09-2014        | 30-09-2014 | KVAh x €KVAh | 15.447,00  | KVAh  | 0,00810           | 23%                    |
| Energia – Reactiva – Escalão 2 – Cons. Fora do Vazio |                 | 01-09-2014        | 30-09-2014 | KVAh x €KVAh | 15.447,00  | KVAh  | 0,02460           | 23%                    |
| Energia – Reactiva – Escalão 3 – Cons. Fora do Vazio |                 | 01-09-2014        | 30-09-2014 | KVAh x €KVAh | 16.002,00  | KVAh  | 0,07380           | 23%                    |

Figura 31 – Exemplo de fatura:

A energia reativa resulta da existência de equipamentos que usam magnetismo nos seus acionamentos, como os motores presentes nos ventiladores e nas bombas. Estes equipamentos provocam um desfasamento (“ruído”) que é contabilizado e cobrado pelas distribuidoras de energia elétrica.

A sua retificação através da instalação de baterias de condensadores, convenientemente dimensionados, pode resolver este problema. A bateria de condensadores é um equipamento que anula/retifica o desfasamento (“ruído”) provocado pelos elementos indutivos (motores), introduzindo elementos capacitivos (condensadores). Desta forma, é possível reduzir praticamente a zero o gasto desnecessário todos os meses com este tipo de energia.

##### 4.2.6.2. Aplicabilidade

Estes consumos que resultam do tipo de equipamento utilizado geram defeitos na instalação que podem representar perigo real para a instalação e equipamentos, como risco de incêndio e vulgarmente avarias precoces.

##### 4.2.6.3. Potencial de redução de custos e/ou impactos ambientais

A título de exemplo, no caso apresentado em acima, o valor somado dos 3 escalões 1686€ é o valor pago neste mês. Se este consumo for semelhante ao longo do ano, significa uma poupança aproximada de 20 200€

##### 4.2.6.4. Investimento e retorno

Estamos a falar de um investimento vulgarmente com retorno no primeiro ano.

É portanto um investimento incontornável, com reflexo direto na disponibilidade de potência na instalação de distribuição e na qualidade da energia utilizada.

#### 4.2.7. Contribuição de Fontes Renováveis de Energia Elétrica para o melhoramento do índice de eficiência energética.

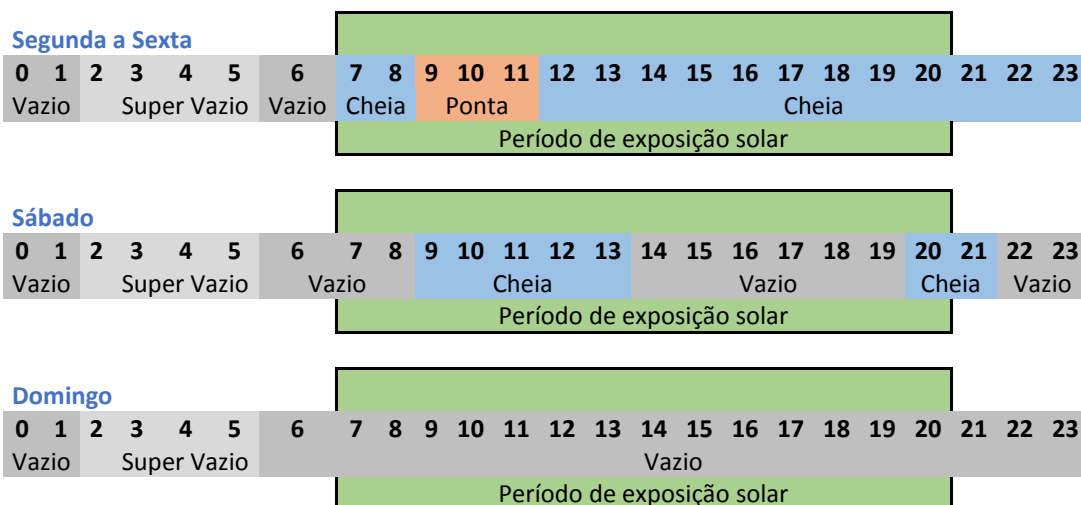
##### 4.2.7.1. Solar fotovoltaico

##### 4.2.7.1.1. Identificação e caracterização de medidas de eficiência e sustentabilidade ambiental.

Pretende-se, com o próximo exercício demonstrar a possibilidade de satisfazer uma demanda de consumo de eletricidade de uma unidade hoteleira.

Para o efeito, vamos estudar 3 perfis de consumo que se podem encontrar do interior, litoral e sul do País.

#### VERÃO - Exposição/Produção Solar: 07:00h-20:00h



#### INVERNO - Exposição/Produção Solar: 08:00h-17:00h

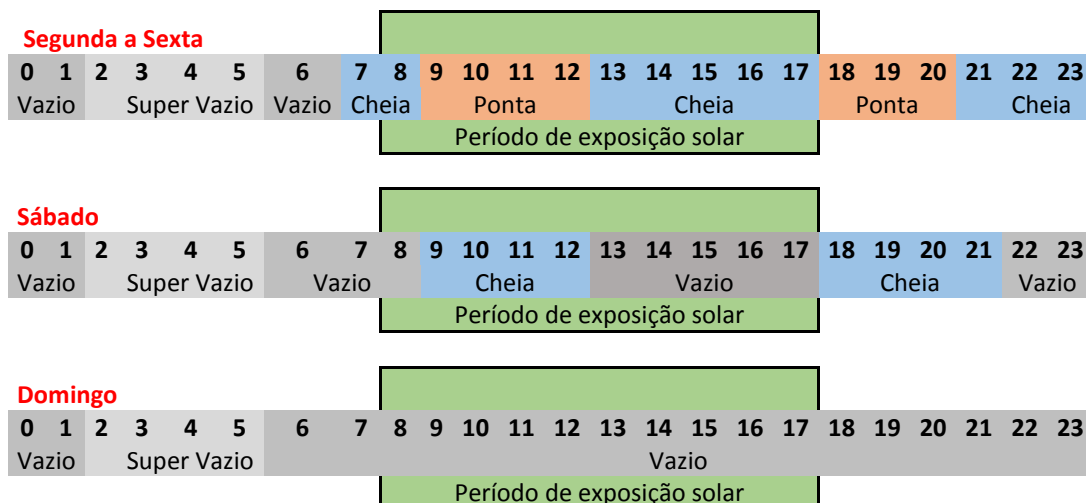


Figura 32 – Esquema tarifário vs exposição solar

Como se pode verificar pela representação em cima, as horas de exposição solar não coincidem com os períodos horários da tarifa da energia elétrica disponibilizada pela rede, razão pela qual teremos de proceder a ajustamentos de forma a coincidirem os consumos a satisfazer com os períodos de exposição solar. Desta forma, podemos dimensionar a potência solar fotovoltaica a instalar para a sua melhor rentabilidade.

4.2.7.1.2. Aplicabilidade: Exemplo de uma unidade hoteleira do interior do país

| Mês do Ano    | Total Consumido na instalação Ponta+Cheia+Vazio (*) | Total Consumido na instalação durante a exposição solar | Produção de 360 Módulos (90 kWp) |
|---------------|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|----------------------------------|
|               | (kWh)                                               | (kWh)                                                   | (kWh)                            |
| Jan           | 44 654                                              | 27 851                                                  | 8 124                            |
| Fev           | 44 797                                              | 28 136                                                  | 9 126                            |
| Mar           | 51 894                                              | 32 117                                                  | 12 810                           |
| Abr           | 34 763                                              | 21 629                                                  | 14 070                           |
| Mai           | 26 104                                              | 16 189                                                  | 15 564                           |
| Jun           | 25 940                                              | 15 844                                                  | 16 632                           |
| Jul           | 27 997                                              | 17 388                                                  | 18 360                           |
| Ago           | 32 201                                              | 20 076                                                  | 17 160                           |
| Set           | 28 278                                              | 17 543                                                  | 14 892                           |
| Out           | 30 996                                              | 19 477                                                  | 10 890                           |
| Nov           | 35 243                                              | 22 071                                                  | 8 394                            |
| Dez           | 49 052                                              | 30 521                                                  | 6 672                            |
| <b>TOTAIS</b> | <b>431 918</b>                                      | <b>268 842</b>                                          | <b>152 694</b>                   |

Tabela 87 - distribuição de consumos no período de exposição solar

(\*) Não se consideraram os consumos em s/vazio devido a não haver exposição solar durante este período do dia.

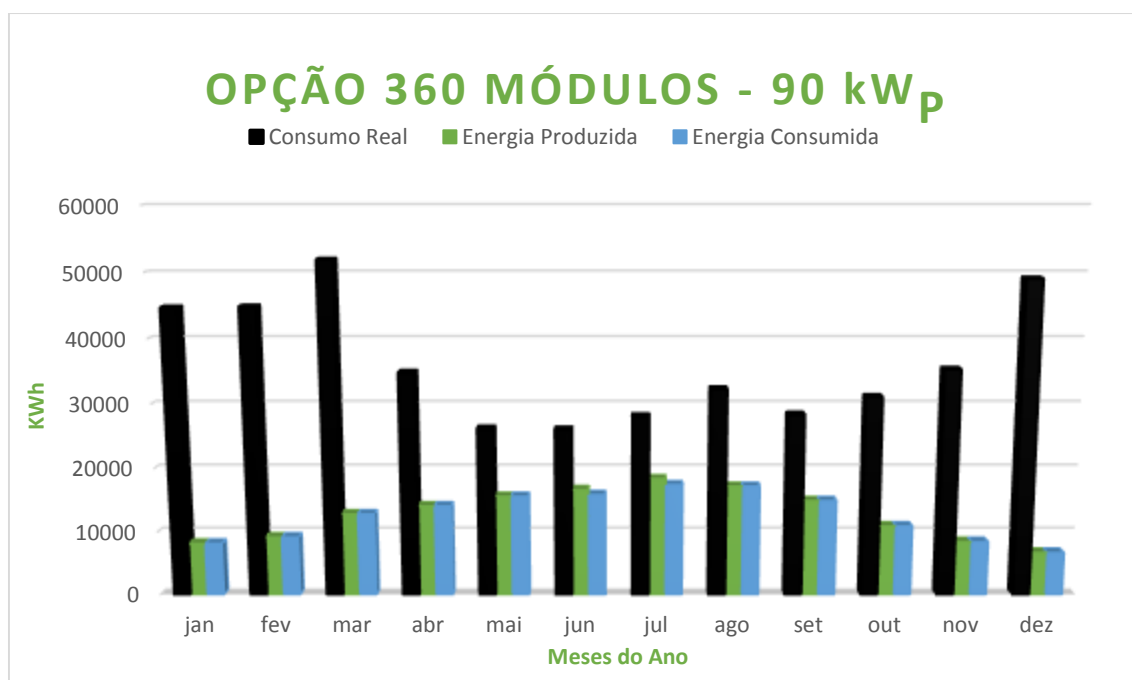


Gráfico 58 – Consumo vs. produção

| Mês do Ano | Consumo Real (kWh) | Energia Produzida (kWh) | Energia Consumida (kWh) | Excesso de Energia (kWh) | Poupança Estimada | % Consumida Sobre Produzida | Poupança % |
|------------|--------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------|-----------------------------|------------|
| Jan        | 44654              | 8124                    | 8124                    | 0                        | 812 €             | 100%                        | 18%        |
| Fev        | 44797              | 9126                    | 9126                    | 0                        | 913 €             | 100%                        | 20%        |
| Mar        | 51894              | 12810                   | 12810                   | 0                        | 1 281 €           | 100%                        | 25%        |
| Abr        | 34763              | 14070                   | 14070                   | 0                        | 1 407 €           | 100%                        | 40%        |
| Mai        | 26104              | 15564                   | 15564                   | 0                        | 1 556 €           | 100%                        | 60%        |
| Jun        | 25940              | 16632                   | 15844                   | 788                      | 1 624 €           | 95%                         | 64%        |
| Jul        | 27997              | 18360                   | 17388                   | 972                      | 1 787 €           | 95%                         | 66%        |
| Ago        | 32201              | 17160                   | 17160                   | 0                        | 1 716 €           | 100%                        | 53%        |
| Set        | 28278              | 14892                   | 14892                   | 0                        | 1 489 €           | 100%                        | 53%        |
| Out        | 30996              | 10890                   | 10890                   | 0                        | 1 089 €           | 100%                        | 35%        |
| Nov        | 35243              | 8394                    | 8394                    | 0                        | 839 €             | 100%                        | 24%        |
| Dez        | 49052              | 6672                    | 6672                    | 0                        | 667 €             | 100%                        | 14%        |
| TOTAIS     | 431918             | 152694                  | 150935                  | 1759                     | 15 181 €          | 99%                         | 39%        |

Tabela 88 – Estimativa de poupança ao longo do ano

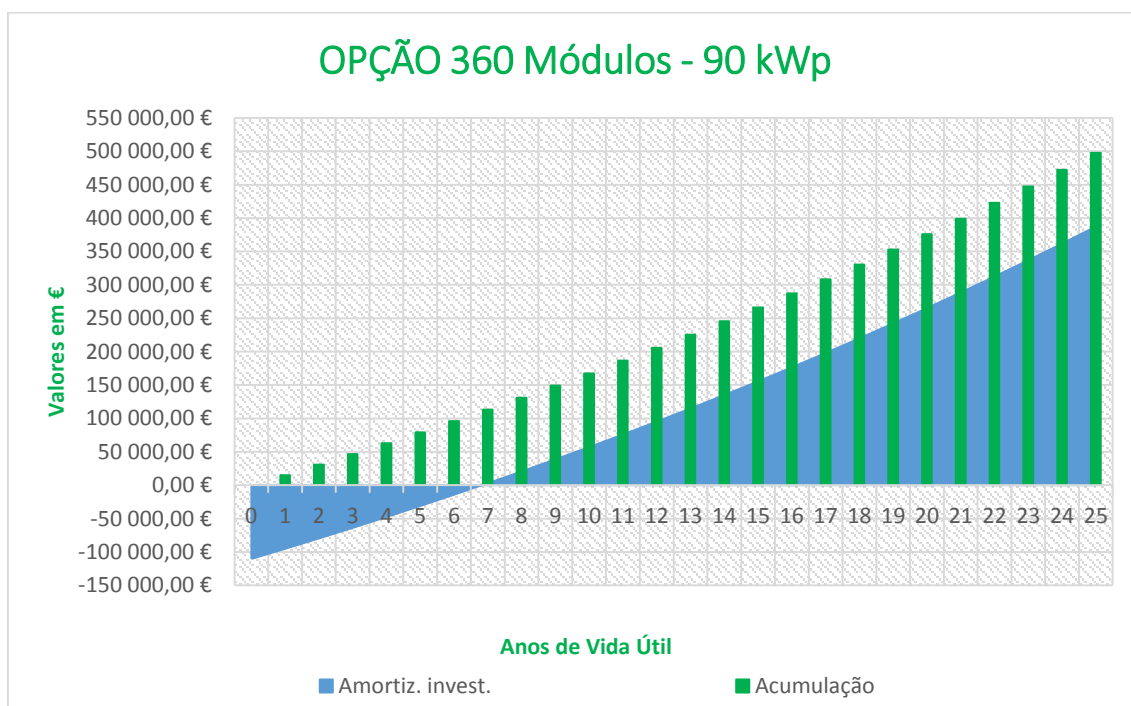


Gráfico 59 – Poupança acumulada

|                                           |              |
|-------------------------------------------|--------------|
| Taxa de Rentabilidade                     | 13,9%        |
| Payback - Retorno do Investimento em anos | 6,76         |
| Total das Receitas Anuais em 25 anos (*)  | 490 200,11 € |

Tabela 89 – Payback

(\*) Valor calculado considerando tarifa para o 1º ano de 0,1€/kWh, atualizada 3% ao ano e considerando uma perda de eficiência nos módulos para os 25 anos de 20% (0,8%/ano)

4.2.7.1.3. Aplicabilidade: Exemplo de uma unidade hoteleira no litoral Oeste do país

| Mês do Ano    | Total Consumido Ponta+Cheia+Vazio (*) | Total Consumido durante a exposição solar | Produção 2520 Módulos (630 kWp) |
|---------------|---------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------|
|               | (kWh)                                 | (kWh)                                     | (kWh)                           |
| Jan           | 109 768                               | 63 794                                    | 56 868                          |
| Fev           | 133 754                               | 77 168                                    | 63 882                          |
| Mar           | 147 168                               | 85 520                                    | 89 670                          |
| Abr           | 147 762                               | 80 718                                    | 98 490                          |
| Mai           | 157 049                               | 89 860                                    | 108 948                         |
| Jun           | 170 477                               | 98 587                                    | 116 424                         |
| Jul           | 188 498                               | 107 316                                   | 128 520                         |
| Ago           | 189 647                               | 108 676                                   | 120 120                         |
| Set           | 181 324                               | 104 203                                   | 104 244                         |
| Out           | 162 700                               | 93 469                                    | 76 230                          |
| Nov           | 136 234                               | 78 631                                    | 58 758                          |
| Dez           | 109 768                               | 63 794                                    | 46 704                          |
| <b>TOTAIS</b> | <b>1 068 858</b>                      | <b>1 051 737</b>                          | <b>1 068 858</b>                |

Tabela 90 – distribuição de consumos no período de exposição solar

(\*) Não se consideraram os consumos em s/vazio devido a não haver exposição solar durante este período do dia.

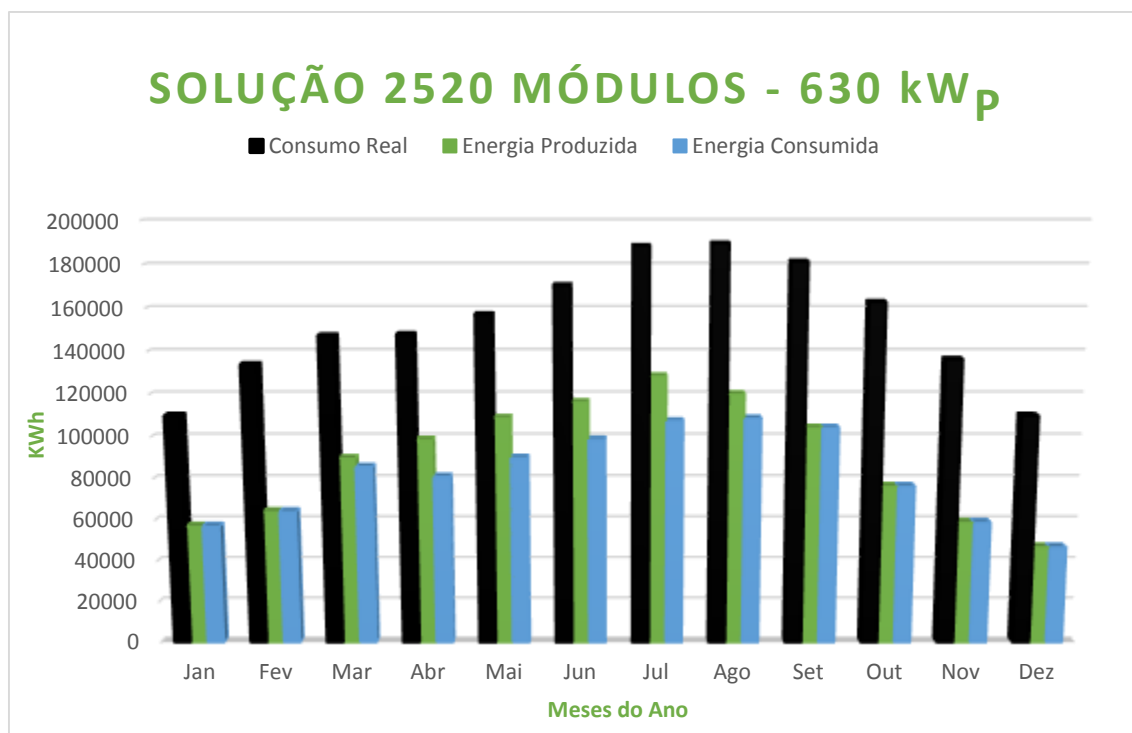


Gráfico 60 – Consumo vs. produção

| Mês do Ano   | Consumo Real (kW) | Energia Produzida (kW) | Energia Consumida (kW) | Excesso de Energia (kW) | Poupança Estimada | % Consumida Sobre Produzida | Poupança % |
|--------------|-------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------|-----------------------------|------------|
| Jan          | 109768            | 56868                  | 56868                  | 0                       | 5 687 €           | 100%                        | 52%        |
| Fev          | 133754            | 63882                  | 63882                  | 0                       | 6 388 €           | 100%                        | 48%        |
| Mar          | 147168            | 89670                  | 85520                  | 4150                    | 8 776 €           | 95%                         | 61%        |
| Abr          | 147762            | 98490                  | 80718                  | 17772                   | 9 031 €           | 82%                         | 67%        |
| Mai          | 157049            | 108948                 | 89860                  | 19088                   | 10 017 €          | 82%                         | 69%        |
| Jun          | 170477            | 116424                 | 98587                  | 17837                   | 10 822 €          | 85%                         | 68%        |
| Jul          | 188498            | 128520                 | 107316                 | 21204                   | 11 877 €          | 84%                         | 68%        |
| Ago          | 189647            | 120120                 | 108676                 | 11444                   | 11 486 €          | 90%                         | 63%        |
| Set          | 181324            | 104244                 | 104203                 | 41                      | 10 423 €          | 100%                        | 57%        |
| Out          | 162700            | 76230                  | 76230                  | 0                       | 7 623 €           | 100%                        | 47%        |
| Nov          | 136234            | 58758                  | 58758                  | 0                       | 5 876 €           | 100%                        | 43%        |
| Dez          | 109768            | 46704                  | 46704                  | 0                       | 4 670 €           | 100%                        | 43%        |
| <b>Total</b> | <b>1834149</b>    | <b>1068858</b>         | <b>977323</b>          | <b>91535</b>            | <b>102 675 €</b>  | <b>93%</b>                  | <b>57%</b> |

Tabela 91 – Estimativa de poupança ao longo do ano

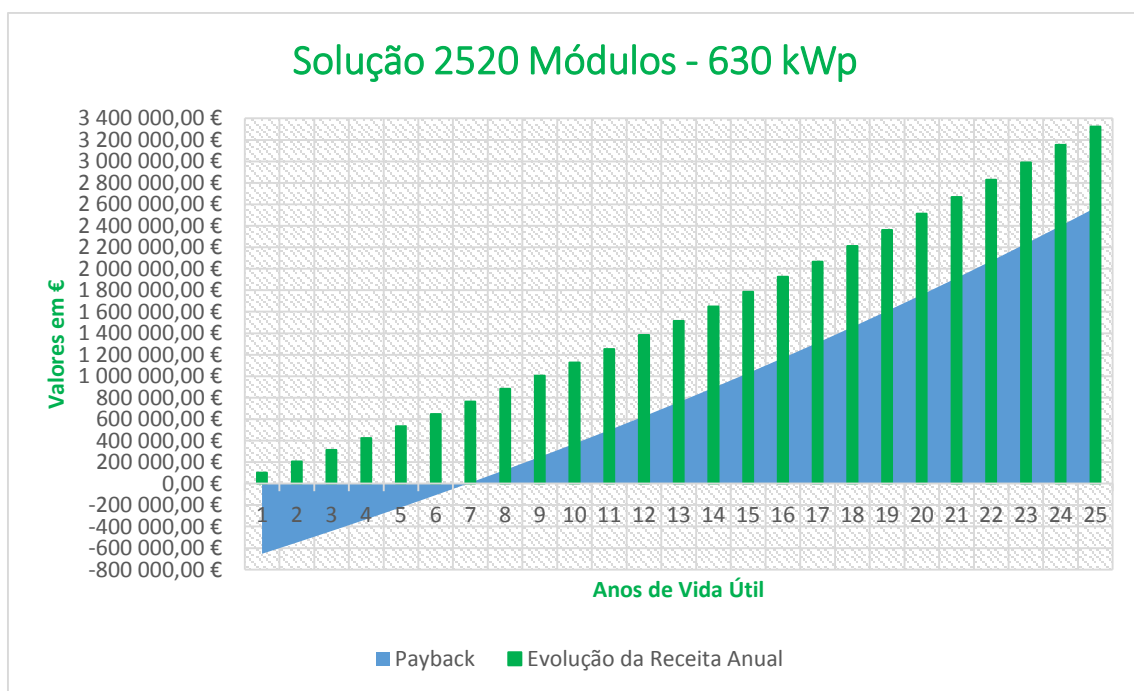


Gráfico 61 – Poupança acumulada

|                                           |                |
|-------------------------------------------|----------------|
| Taxa de Rentabilidade                     | 12,3%          |
| Payback - Retorno do Investimento em anos | 6,92           |
| Total das Receitas Anuais em 25 anos (*)  | 3 324 017,19 € |

Tabela 92 – Payback

(\*) Valor calculado considerando tarifa para o 1º ano de 0,1€/kWh, atualizada 3% ao ano e considerando uma perda de eficiência nos módulos para os 25 anos de 20% (0,8%/ano)

4.2.7.1.4. Aplicabilidade: Exemplo de uma unidade hoteleira do sul do país

| Mês do Ano    | Total Consumido Ponta+Cheia+Vazio (*) | Total Consumido durante a exposição solar | Produção 600 Módulos (150 kWp) |
|---------------|---------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------|
|               | (kWh)                                 | (kWh)                                     | (kWh)                          |
| Jan           | 11 922                                | 6 914                                     | 16 248                         |
| Fev           | 21 335                                | 12 670                                    | 18 252                         |
| Mar           | 56 225                                | 33 719                                    | 25 620                         |
| Abr           | 51 477                                | 30 831                                    | 28 140                         |
| Mai           | 59 168                                | 35 547                                    | 31 128                         |
| Jun           | 65 672                                | 39 419                                    | 33 264                         |
| Jul           | 42 386                                | 25 442                                    | 36 720                         |
| Ago           | 74 105                                | 44 359                                    | 34 320                         |
| Set           | 64 504                                | 38 859                                    | 29 784                         |
| Out           | 59 789                                | 35 969                                    | 21 780                         |
| Nov           | 39 060                                | 23 224                                    | 16 788                         |
| Dez           | 9 494                                 | 5 525                                     | 13 344                         |
| <b>TOTAIS</b> | <b>555 137</b>                        | <b>332 479</b>                            | <b>305 388</b>                 |

Tabela 93 – distribuição de consumos no período de exposição solar

(\*) Não se consideraram os consumos em s/vazio devido a não haver exposição solar durante este período do dia.

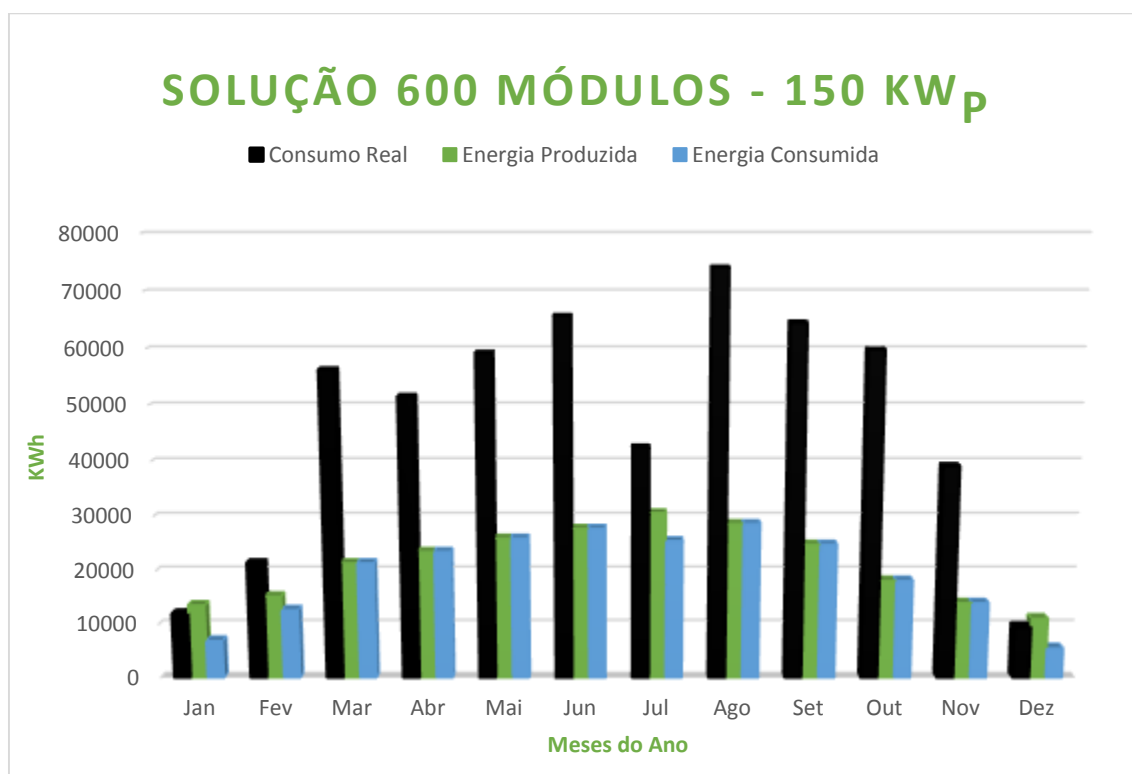


Gráfico 62 – Consumo vs. produção

| Mês do Ano | Consumo Real (kW) | Energia Produzida (kW) | Energia Consumida (kW) | Excesso de Energia (kW) | Poupança Estimada | % Consumida Sobre Produzida | Poupança % |
|------------|-------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------|-----------------------------|------------|
| Jan        | 11922             | 13540                  | 6914                   | 6626                    | 1 049.22 €        | 51%                         | 114%       |
| Fev        | 21335             | 15210                  | 12670                  | 2540                    | 1 404.18 €        | 83%                         | 71%        |
| Mar        | 56225             | 21350                  | 21350                  | 0                       | 2 135.00 €        | 100%                        | 38%        |
| Abr        | 51477             | 23450                  | 23450                  | 0                       | 2 345.00 €        | 100%                        | 46%        |
| Mai        | 59168             | 25940                  | 25940                  | 0                       | 2 594.00 €        | 100%                        | 44%        |
| Jun        | 65672             | 27720                  | 27720                  | 0                       | 2 772.00 €        | 100%                        | 42%        |
| Jul        | 42386             | 30600                  | 25442                  | 5158                    | 2 822.73 €        | 83%                         | 72%        |
| Ago        | 74105             | 28600                  | 28600                  | 0                       | 2 860.00 €        | 100%                        | 39%        |
| Set        | 64504             | 24820                  | 24820                  | 0                       | 2 482.00 €        | 100%                        | 38%        |
| Out        | 59789             | 18150                  | 18150                  | 0                       | 1 815.00 €        | 100%                        | 30%        |
| Nov        | 39060             | 13990                  | 13990                  | 0                       | 1 399.00 €        | 100%                        | 36%        |
| Dez        | 9494              | 11120                  | 5525                   | 5595                    | 854.61 €          | 50%                         | 117%       |
| Total      | 555137            | 254490                 | 234571                 | 19919                   | 24 533 €          | 89%                         | 55%        |

Tabela 94 – Estimativa de poupança ao longo do ano

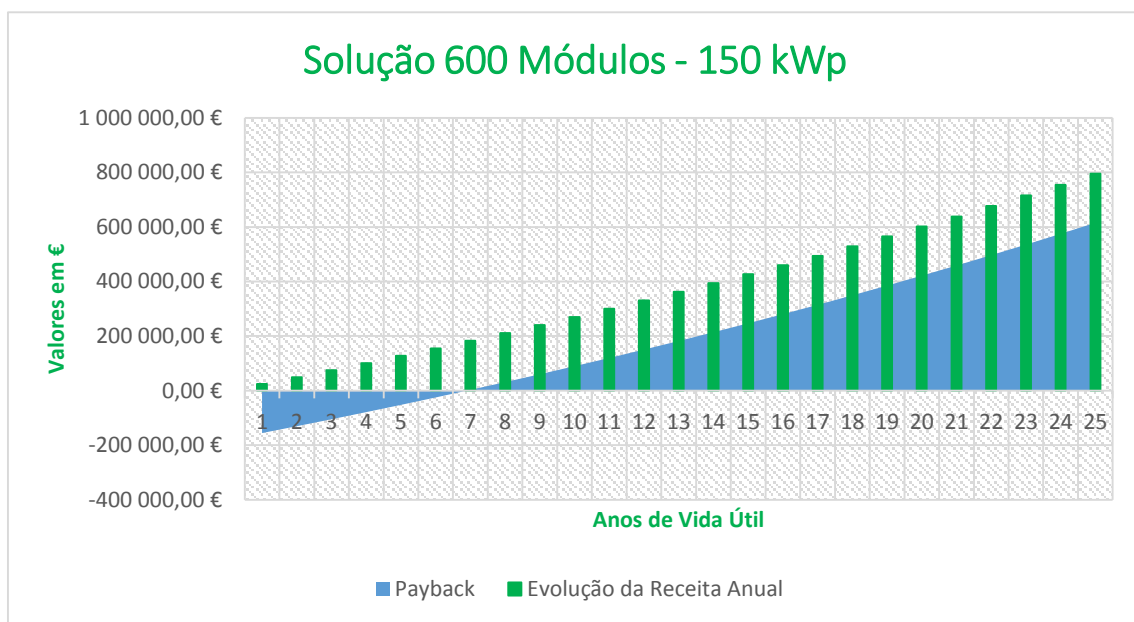


Gráfico 63 – Poupança acumulada

|                                           |              |
|-------------------------------------------|--------------|
| Taxa de Rentabilidade                     | 13,6%        |
| Payback - Retorno do Investimento em anos | 6,90         |
| Total das Receitas Anuais em 25 anos (*)  | 795 292,74 € |

Tabela 95 – Payback

(\*) Valor calculado considerando tarifa para o 1º ano de 0,1€/kWh, atualizada 3% ao ano e considerando uma perda de eficiência nos módulos para os 25 anos de 20% (0,8%/ano)

4.2.7.1.5. Impactos  
ambientais e potencial de redução de custos

|                      | Energia primária | Emissões         | Energia Final | Poupança por ano | Poupança por ano |
|----------------------|------------------|------------------|---------------|------------------|------------------|
| Sistema              | (kgep/ano)       | (kg CO2 eq /ano) | (kWh/ano)     | (kWh/ano)        | (€/ano)          |
| Interior 360 Módulos | 32 829.21        | 71 766.18        | 152 694.00    | 147 071.19       | 15 011 €         |
| Litoral 2520 Módulos | 229 804.47       | 502 363.26       | 1 068 858.00  | 977 322.77       | 102 675 €        |
| Sul 600 Módulos      | 54 715.35        | 119 610.30       | 254 490.00    | 234 571.43       | 24 532.7 €       |

Tabela 96 – Sistema solar fotovoltaico: impactos ambientais

4.2.7.1.6. Investimento e retorno;

|                      | Energia Poupada | Investimento | Período de retorno simples | Poupança em 25 anos |
|----------------------|-----------------|--------------|----------------------------|---------------------|
| Sistema              | (KWh/ano)       | (€)          | (anos)                     | (€)                 |
| Interior 360 Módulos | 147 071         | 108 000.00 € | 6.76                       | 382 200.11 €        |
| Litoral 2520 Módulos | 977 323         | 756 000.00 € | 6.92                       | 2 568 017.19 €      |
| Sul 600 Módulos      | 234 571         | 180 000.00 € | 6.90                       | 615 292.74 €        |

Tabela 97 – Sistema solar fotovoltaico: Investimento e retorno

## 5. Boas práticas

### 5.1. Escolha de equipamentos eficientes

Frigoríficos e arcas de classe energética A+, A++ ou A+++ proporcionam uma poupança de cerca de 20%, 40% e 60%, em comparação com os de classe A.

Preferir os ecrãs de LCD ou LED aos de Plasma

Comprar sempre equipamento com a etiqueta Energy Star e verificar também se tem a etiqueta ECO ou etiquetagem energética. Escolher sempre equipamentos da classe de eficiência mais elevada

Evitar o uso de aquecedores (radiadores) elétricos. Bombas de calor eficientes são mais caras, mas reduzem o consumo de eletricidade entre 65% a 80%;

Se possível, combinar o termoacumulador com a instalação de painéis solares térmicos, que podem garantir entre 60% a 80% da energia necessária ao aquecimento de águas;

## 5.2. Utilização eficiente da água

A Captação própria de água é uma técnica usada por 20% dos empreendimentos turísticos. Destes, cerca de 94% recorrem a águas Subterrâneas.

Esta técnica que requer bombas com potências elevadas, embora seja uma poupança significativa em água, pode ter um peso relevante em eletricidade.

No entanto, recorrendo a bombas alimentadas a energia solar (bombas solares) e fazer a elevação da água para depósitos a cotas mais elevadas, desde que devidamente dimensionados, estes custos podem ser praticamente eliminados.

### Conselhos Para Poupar Água

#### O autoclismo

Devem-se evitar descargas supérfluas, uma vez que cada descarga consome cerca de 10l de água;

Alguns autoclismos permitem interromper a descarga completa, permitindo a poupança de metade do volume do autoclismo;

Já existe uma variedade de dispositivos que permitem a poupança de água no autoclismo: sistemas de regulação de volumes ou contrapesos, que se introduzem dentro do autoclismo, sem interferir com os sistemas de descarga;

Também já se encontram disponíveis no mercado alguns modelos de autoclismo de dupla descarga, que permitem fazer descargas diferenciadas: uma menor, para fezes líquidas, e outra maior, para fezes sólidas.

#### O banho

Poupe água quando se lava. Tome um duche e não um banho de imersão, ou tome banho em conjunto.

O duche é melhor do que o banho de imersão: enquanto que uma banheira cheia consome cerca de 300l de água, um duche de 5 minutos gasta entre 50 a 60l, desde que se fechem as torneiras enquanto nos ensaboamos;

Podemos substituir a cabeça do chuveiro por um outro de baixo caudal (com arejador), que mistura ar à água, mantendo a pressão e o conforto. Assim podemos poupar até 50% da água gasta;

Com uma torneira misturadora também é possível diminuir o fluxo, pois é mais fácil controlar a temperatura da água.

#### Os lavatórios

As torneiras abertas podem gastar até 12l/minuto;

Instalar arejadores ou economizadores nas torneiras pode reduzir o fluxo do caudal da água, limitando-o até apenas 6l/minuto.

Fugas de água: Uma torneira a perder uma gota/segundo representa um consumo até 1.000l/mês;

#### A máquina de lavar roupa

Deve-se encher a máquina de lavar roupa na sua carga máxima, antes de a pôr a funcionar e selecionar o programa adequado, bem como a temperatura da lavagem, em função do tipo de roupa e do seu grau de sujidade;

#### A máquina de lavar louça

A máquina de lavar louça só deve ser posta a trabalhar quando estiver completamente cheia: assim, poupa-se até 25% de água; As máquinas de lavar louça modernas, de baixo consumo, gastam apenas entre 11 a 14l por lavagem.

### Que mais poderemos fazer para poupar água?

Para reduzir o consumo de água potável, é possível planear a utilização de água não apta para consumo humano, mas apta para outros usos, como a utilização de água depurada, que pode ser utilizada para regar os jardins. Aproveitamento de águas pluviais, ou a reutilização de “águas cinzentas”, técnicas estas que se começam agora a introduzir.

### Aproveitar as águas pluviais

A reutilização de águas pluviais baseia-se na recolha das águas dos telhados, ou dos terraços, em reservatórios (que poderão até ser enterrados); esta água serve para regar os jardins exteriores. Em alguns países do Centro da Europa também já se utilizam estas águas para encher os autoclismos.

### Reutilização das “águas cinzentas”

As “águas cinzentas” são aquelas que sobram dos banhos, das máquinas de lavar roupa, das máquinas de lavar louça, dos lavatórios, e que depois de uma depuração simples podem ser reutilizadas por exemplo nos autoclismos. A dificuldade desta medida reside na necessidade de se instalar um sistema secundário de canalização, independente do sistema que abastece as máquinas e as torneiras.

### As sanitas e os lava-louças não são um caixote do lixo!

Um dos males que podemos evitar é a utilização das sanitas ou lava-louças como escurredouro de lixos diversos (pontas de cigarros, restos de comida, guardanapos de papel, cotonetes).

### Use produtos de limpeza mais amigos do ambiente!

Na limpeza da casa, utilizamos um conjunto de produtos de limpeza com um elevado grau de toxicidade, tanto para a saúde humana, como para os sistemas naturais. Para substituir estes produtos, já se vendem outros que respeitam o meio ambiente, com reduzido teor de fosfatos e outros químicos poluentes, responsáveis por contaminar rios e lagos. Observem bem as etiquetas, e escolham os detergentes que tenham o mais baixo teor de fosfatos.

Além disso, é muito importante utilizar os detergentes apenas nas quantidades necessárias, não excedendo as doses recomendadas pelos fabricantes.

### Vamos escrever em papel reciclado!

A produção de papel reciclado utiliza muito menos água e elimina menos contaminantes para as águas residuais do que quando se fabrica papel novo. (cm-alvaizere)

### 5.3. Intervenções informadas e Técnicos qualificados

Um resultado incontornável deste estudo é o carácter profundamente técnico do tipo de intervenções que podem contribuir para a eficiência no setor do Turismo e, em particular, nas instalações hoteleiras.

A fim de assegurar os resultados pretendidos com essas intervenções e otimizar o retorno dos investimentos, é da maior importância que todas as fases do processo sejam conduzidas por técnicos devidamente qualificados e suportadas em análises rigorosas do potencial de melhoria de cada intervenção. Assim:

- A análise e caracterização das medidas a implementar, deve ser realizada por técnicos habilitados para o efeito (Técnicos reconhecidos para a realização de auditorias, Peritos Qualificados);
- E ser suportada em Relatórios de Auditoria e/ou Certificados Energéticos devidamente documentados;
  - Para além de a Certificação Energética assumir carácter obrigatório, no caso de muitas instalações hoteleiras, a generalização deste Sistema de Certificação permitirá apurar gradualmente dados mais concretos e fiáveis sobre o parque edificado,
    - contribuindo para futuras ações a nível nacional;
    - e assumindo-se como um instrumento de valorização dos próprios empreendimentos hoteleiros;
- Sempre que aplicável – por exemplo, no caso de intervenções em centrais térmicas ou sistemas de AVAC – as intervenções devem ser alvo de projeto de execução; Com estes projetos pretende-se:
  - Acautelar o bom funcionamento e os resultados esperados com as alterações introduzidas;
    - Muitas intervenções que pretendem melhorar a eficiência, ao substituir ou acrescentar equipamentos, não têm os resultados esperados porque a interligação e princípio de funcionamento da nova solução não foram claramente pensados e concebidos;
  - Mas também a existência de estimativas orçamentais que permitam balizar os investimentos de forma realista, limitando “derrapagens” de custos em obra;
- Por outro lado, as intervenções e obras, propriamente ditas, devem ser realizadas, no terreno, por técnicos e empresas idóneos, de forma a assegurar uma correta implementação e um funcionamento adequado;
  - A garantia de qualidade em obra é tão importante como a garantia de qualidade nas fases de análise e projeto.

## 5.4. Monitorização e Gestão de Recursos

A identificação dos principais focos e formas de consumo (de energia, água, ou outros recursos) é o primeiro passo – indispensável – de um longo caminho para a utilização eficiente desses recursos.

No entanto, se uma auditoria pode ser considerada uma “fotografia” da utilização de recursos num dado momento, e como tal um ponto de partida para potenciais melhorias, o ideal é dispor de um “filme”, que permita visualizar e compreender como esses recursos são utilizados ao longo do tempo.

Nesse sentido, a monitorização e gestão de recursos – de energia, de água, de papel, de resíduos, ou qualquer outro recurso relevante – assume-se como uma ferramenta muito poderosa para otimizar investimentos, quer antes, quer após a implementação de medidas de melhoria.

Um sistema de monitorização de energia, por exemplo, pode permitir:

- Detetar consumos em períodos desnecessários, eliminando-os, com as consequentes poupanças;
- Visualizar variações de perfil que podem conduzir à identificação, em pouco tempo, de falhas ou avarias que, de outra forma, poderiam não ser detetadas durante muito tempo;
- Ou apontar parâmetros suscetíveis de otimização em sistemas complexos, como sistemas centralizados de climatização e ventilação, sistemas com domótica integrada, p.e., a o nível de proteções solares reguláveis, e muitos outros;

A existência de um sistema de monitorização não assegura, por si só, qualquer retorno económico. Os resultados que se poderão alcançar irão depender da situação de partida, da forma como são geridos os aspetos comportamentais dos utilizadores, e da existência de pessoas dedicadas à análise e atuação sobre os dados disponibilizados pelo sistema.

No entanto, vários estudos apontam para que, em média, a implementação de sistemas de monitorização, possa contribuir para reduzir em 5% a 15% os consumos energéticos de uma instalação, o que pode representar poupanças consideráveis.

## 6. Casos de estudo.

### 6.1. A auditoria energética realizada a um hotel em Lisboa

“

A auditoria energética realizada ao hotel em Lisboa deu origem à substituição do equipamento existente por um mais eficiente do ponto de vista energético.

#### A situação

Dos dados fornecidos pelo cliente, o consumo médio de água na unidade, tendo em conta os últimos 3 anos de exploração é de 77 m<sup>3</sup>/dia, o que perfaz 28.105 m<sup>3</sup> ao final do ano. A solução instalada era constituída por 3 grupos multicelulares de eixo vertical de marca reconhecida no mercado. Estando os coletores da central no fim do seu Ciclo de Vida e levantando-se questões relacionadas com a sua substituição, a empresa auditora propôs a realização de uma auditoria energética, de modo a não colocar em risco o abastecimento de água do Hotel.

#### A solução

Foi analisado e registado entre as 16h44 do dia 4 de Agosto de 2009 e as 10h50 do dia seguinte, o consumo elétrico da instalação, assim como o volume de água bombeado. Esta análise foi efetuada através de uma ferramenta de aquisição de dados apropriada. A ocupação da unidade, que possui 221 quartos, era na altura de 90%. Dos dados obtidos com a ferramenta e das necessidades referenciadas pelo cliente, foi selecionada a central com variação de velocidade e um depósito de 200 litros.

#### O resultado

“Com o equipamento anterior para elevar 1 m<sup>3</sup> de água o consumo era de 3,25 kW/h. Agora para a mesma quantidade consumimos 0,66 kW/h”, afirma o Responsável pela Manutenção do Hotel, em Lisboa, referindo-se ao valor médio de Abril a Novembro de 2010. Em relação às vantagens do novo equipamento com variação de velocidade, afirma que não tem dúvidas em salientar a redução substancial do consumo de energia. “A antiga central da mesma marca assegurava o desempenho necessário para as exigências do Hotel, mas a um custo energético extremamente elevado”, aponta.

“ (CASE STORY 1)

## 6.2. Hotel de Lisboa

### AÇÕES DESENVOLVIDAS

#### CONSUMOS DE ÁGUA

- Contagens setoriais
- Redutores de caudal
- Medições de caudal
- Reutilização de toalhas e lençóis

#### QUALIDADE DA ÁGUA

- Análises a águas
- Limpeza dos depósitos



Gráfico 64 – Consumos de água ao longo do ano

#### CONSUMOS DE ENERGIA

- Energia solar
- 85% de LEDs
- Contagens setoriais
- Corte de energia nos quartos
- Sistema Gestão Técnica do Edifício (Domótica);
- Isolamento térmico do edifício;
- Sistema de Ar condicionado – VRV (baixo consumo);
- Sensores de movimento, em torneiras e para iluminação
- Formação



Gráfico 65 – Consumos de eletricidade ao longo do ano

|                     | 2012   | 2013   | 2014   |
|---------------------|--------|--------|--------|
| Total consumido kWh | 387832 | 399987 | 390674 |
| Consumido kWh/m2    | 153.78 | 158.60 | 154.91 |

Tabela 98 – Consumos de eletricidade por ano

(Sustainability has another meaning, 2015)

## 6.3. Hotel de Lisboa 2

O Hotel de Lisboa em estudo investe em estratégias sustentáveis e infraestruturas tecnológicas diferenciadoras, serviços e operações dos seus hotéis de forma a minimizar o impacto ambiental das suas ações, funcionários e clientes.

### Energia

- Energia 100% de fontes renováveis;
- Painéis solares termoacumuladores;
- Iluminação LED e de baixo consumo energético;
- Equipamentos Energy Star;
- Sensores de movimento;
- Economizadores de energia nos quartos / Sistemas de chave RFID;
- Isolamento lã de rocha;
- Vidros duplos em todos os quartos;
- Película solar refletora;
- Quartos com chão de cortiça – o que reduz o consumo de energia pelas suas características térmicas
- Programa de compensação de emissões de CO2
- Gestão Técnica Centralizada.

|                        | kWh consumidos | Total clientes | kWh por cliente |
|------------------------|----------------|----------------|-----------------|
| <b>Consumo em 2012</b> | 1014789        | 85142          | 11.92           |
| <b>Consumo em 2013</b> | 948307         | 83676          | 11.33           |
| <b>Consumo em 2014</b> | 910844         | 99393          | 9.16            |

Tabela 99 – Consumos em kWh de eletricidade

### Água

- Sistemas de limpeza com mopas;
- Produtos de limpeza e amenities ecolabel e biodegradáveis;
- Redutores de caudal / Torneiras com sensor;
- Sistemas de dosagem de detergentes;
- Autoclismos dupla descarga.

| Água                   | m³ consumidos | Total clientes | m³ por cliente |
|------------------------|---------------|----------------|----------------|
| <b>Consumo em 2012</b> | 8310          | 85142          | 0.1            |
| <b>Consumo em 2013</b> | 8460          | 83676          | 0.1            |
| <b>Consumo em 2014</b> | 8424          | 99393          | 0.08           |

Tabela 100 – Consumos em m³ da água

| Gás                    | m³ consumidos | Total clientes | m³ por cliente |
|------------------------|---------------|----------------|----------------|
| <b>Consumo em 2012</b> | 61406         | 85142          | 0.72           |
| <b>Consumo em 2013</b> | 59637         | 83676          | 0.71           |
| <b>Consumo em 2014</b> | 53536         | 99393          | 0.54           |

Tabela 101 – Consumos em m³ da Gás

Evolução x/clientes

|                       | 2012  | 2013  | 2014 | 2012-2013 | 2013-2014 | 2012-2014 |
|-----------------------|-------|-------|------|-----------|-----------|-----------|
| Gás m3 / cliente      | 0.72  | 0.71  | 0.54 | 1.18%     | 24.43%    | 25.32%    |
| Energia KWH / cliente | 11.92 | 11.33 | 9.16 | 4.91%     | 19.14%    | 23.11%    |
| Água m3 / cliente     | 0.10  | 0.10  | 0.08 | -3.59%    | 16.17%    | 13.16%    |

Tabela 102 – Evolução dos consumos/poupanças com a aplicação das medidas de melhoria

|            | 2012      | 2013   | 2014   |
|------------|-----------|--------|--------|
| Total kWh  | 1 014 789 | 948307 | 948307 |
| kWh/m2     | 199.92    | 186.82 | 186.82 |
| Gás m3     | 61406     | 59637  | 53536  |
| Gás m3/m2  | 12.10     | 11.75  | 10.55  |
| Água m3    | 8310      | 8460   | 8310   |
| Água m3/m2 | 1.64      | 1.67   | 1.64   |

Tabela 103 – Consumos por área

(inspira, 2014)

## 6.4. Hotel de Vendas Novas

### Eficiência Energética

#### Fatura Eletricidade

- Fornecedor
- Potência contratada/necessária
- Ciclo horário
- Energia reativa

#### Corte Geral de Energia (quartos)

- Acendem 2 lâmpadas

#### Sensores de Movimento nos Corredores

- Sensibilidade / tempo

#### Lâmpadas de Baixo Consumo (2006) – micro LEDs (Fev/11)

#### Redução de Iluminação nos Corredores

- Eliminação de 85 lâmpadas (4.468 kWh/ano)
- Inversão de fases

#### Substituição de 404 Lâmpadas Dicroicas por LED's (20.055 kWh/ano = 4%)

#### Manutenção preventiva dos equipamentos

- limpeza de filtros: Ar Condicionado
- limpeza dos motores: Armários/Câmaras Frigoríficas

#### Gestão dos pisos/alas na distribuição dos clientes

#### Máquinas com Carga Máxima

#### Computadores configurados para desligar o monitor

#### Sensibilização do Staff

- gestão de pisos
- horas de ponta (Verão/Inverno): rega, piscina, lavandaria
- "lightbuster's"

#### Iluminação exterior comandada por células fotoelétricas

- após encerramento dos serviços: redução ao mínimo

#### Redução nas iluminárias de Natal (Dez/10)

#### Ecube nas câmaras e armários frigoríficos (Jan/11)

#### Arrefecedores de garrafas desligados (Fev/11)

| Valores por quarto ocupado | 2003       | 2004       | 2005   | 2006        | 2007             | 2008        | 2009       | 2010   | 2011 SET             |
|----------------------------|------------|------------|--------|-------------|------------------|-------------|------------|--------|----------------------|
| Água (m3)                  | 1,81<br>a) | 0,61       | 0,59   | 0,50<br>c)  | 0,52<br>e) f) g) | 0,51        | 0,47       | 0,48   | 0,4                  |
| Eletricidade (kWh)         | 50,57      | 32,81      | 37,49  | 33,99<br>d) | 29,16            | 25,96<br>h) | 30,59      | 29,64  | 21,07<br>h) j) k) l) |
| Gás (kg)                   | 4,36       | 2,69<br>b) | 2,48   | 2,32        | 1,75             | 1,59        | 1,81<br>i) | 1,75   | 1,47                 |
| Quartos Ocupados           | 6.461      | 12.764     | 11.812 | 12.666      | 14.051           | 16.006      | 13.19      | 13.567 | 14.816               |

a) Enchimento das piscinas (1º ano)

b) Implementação dos painéis solares

c) Autoclismos dupla descarga

d) Substituição das lâmpadas incandescentes por baixo consumo

e) Enchimento da piscina (Março)

f) Redutores de caudal (Maio)

g) Fuga de água estimada em 400 m3 (Setembro);

h) Lâmpadas dicroicas por LEDs (Dezembro);

- i) Avaria nos painéis solares
- j) Ecube nas câmaras e armários frigoríficos (Janeiro)
- k) Substituição de lâmpadas de baixo consumo por micro LED (Fevereiro)
- l) Arrefecedores de garrafas desligados (Fevereiro)

Tabela 104 – Evolução dos consumos/poupanças com a aplicação das medidas de melhoria



Gráfico 66 – Evolução dos consumos ao longo dos anos

(vilapark, 2011)

### 6.5. Hotel Lisboa 3

Foram utilizadas torneiras com redutor e autoclismos com dupla descarga.

Foi implementado um sistema de climatização ativo, com possibilidade de acionamento central ou local, de modo a ser mantida uma temperatura no interior de acordo com as necessidades específicas de cada utilizador e, em simultâneo, possibilitar a monitorização de modo a evitar consumos de energia desnecessários.

A iluminação artificial encontra-se adequadamente distribuída, tendo havido especial cuidado na escolha dos mecanismos de comando para serem intuitivos e de fácil acesso.

### 6.6. Análise custo-benefício de medidas de eficiência energética

Este estudo sintetiza um conjunto de medidas e propostas de soluções encontradas na literatura, para a redução de consumos e melhoria da eficiência energética em 10 unidades hoteleiras em Portugal. A contribuição destas medidas foi caracterizada de uma forma simplificada em termos de redução do consumo por unidade energética anual (kWh), redução percentual, poupança monetária anual e payback simplificado.

As seguintes 5 unidades analisadas referem-se a grandes unidades hoteleiras. Os resultados das medidas encontradas na literatura encontram-se sistematizados nas Tabelas. O preenchimento destes campos foi condicionado pelo detalhe de informação encontrado na literatura.

| Hotel A                                                                    |                                 |                      |                               |                   |
|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|----------------------|-------------------------------|-------------------|
|                                                                            | Redução do Consumo<br>[kWh/ano] | % Redução Energética | Poupança monetária<br>[€/ano] | Payback<br>[anos] |
| Instalação de um Sistema Solar Térmico                                     | 161.857                         | 17,9%                | 14.475                        | 8,7               |
| Isolamento da Central Térmica                                              | 40.189                          | 3,6%                 | 2.974                         | -                 |
| Instalação de Caldeiras de Condensação                                     | 510.616                         | 45%                  | 26.118                        | -                 |
| Sistema LumiSmart no parque de estacionamento                              | 32.862                          | 40%                  | 2.519                         | 2,8               |
| Alteração da iluminação nas escadas de emergência (T8-36W para LED T5-28W) | 14.826                          | 0,4%                 | 1.616                         | 4,4               |
| Substituição integral da iluminação dos quartos para LED                   | 133.337                         | 3,2%                 | 15.608                        | 2,2               |

Tabela 105 – Medidas de melhoria propostas para o Hotel A

| Hotel B                                                                                             |                                 |                                   |                               |                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|-------------------|
|                                                                                                     | Redução do Consumo<br>[kWh/ano] | % Redução Energética              | Poupança monetária<br>[€/ano] | Payback<br>[anos] |
| Implementação do sistema Cheetah na ventilação e extração da Cozinha e Pastelaria                   | 26.253                          | +/- 50%                           | 2.284                         | 3,06              |
| Alteração das misturadoras na Copa, Refeitório e Planche                                            | 2.802 m3 água<br>128.276 kWh_GN | 26% de redução de consumo de água | 6.445                         | 0,22              |
| Alteração de iluminação em zonas técnicas e zonas públicas do Hotel, Foyer e zonas de administração | 153.859                         | -                                 | 13.385                        | 1,24              |

Tabela 106 – Medidas de melhoria propostas para o Hotel B

| Hotel C                                                                                                            |                    |                      |                    |         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------|--------------------|---------|
|                                                                                                                    | Redução do Consumo | % Redução Energética | Poupança monetária | Payback |
|                                                                                                                    | [kWh/ano]          |                      | [€/ano]            | [anos]  |
| Recuperação da energia de condensação dos chillers para AQS                                                        | 236.704            | 2,5%                 | 10.971             | -       |
| Recuperação da energia de condensação dos chillers para Piscinas                                                   | 118.911            | 1,3%                 | 5.512              | -       |
| Instalação Sistema Solar Térmico                                                                                   | 48.854             | 0,5%                 | 2.264              | -       |
| Substituição de iluminação para LED                                                                                | 143.801            | 1,5%                 | 10.966             | -       |
| Substituição dos Chillers existentes e introdução de variadores de frequência nas bombas das linhas de condensação | 374.5              | 4,0%                 | 28.559             | -       |
| Montagem de variadores de frequência nas bombas de distribuição de água refrigerada                                | 33.5               | 0,4%                 | 2.845              | -       |

Tabela 107 – Medidas de melhoria propostas para o Hotel C

| Hotel D                                  |                    |                      |                    |         |
|------------------------------------------|--------------------|----------------------|--------------------|---------|
|                                          | Redução do Consumo | % Redução Energética | Poupança monetária | Payback |
|                                          | [kWh/ano]          |                      | [€/ano]            | [anos]  |
| Cobertura para piscina exterior aquecida | 153.091            | 3,8%                 | 1.183              | 6,9     |
| Substituição de dois chillers            | 13.276             | -                    | 22.442             | 3,85    |
| Instalação Sistema Solar para AQS        | 65.7               | -                    | 1.738              | 6,9     |

Tabela 108 – Medidas de melhoria propostas para o Hotel D

| Hotel E                                                                                                |                     |                             |                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------------------------|--------------------|
|                                                                                                        | Poupança monetária  | Custo estimado investimento | Payback            |
|                                                                                                        | [€/ano]             | [€/ano]                     |                    |
| Modificação do fluido refrigerante dos Chillers para melhoria do desempenho do sistema de climatização | Mais de 10.000      | Mais de 50.000 €            | Entre 5 e 10 anos  |
| Instalação de sondas de CO2 nos ventiladores das UTA's                                                 | Entre 1.000 e 4.999 | Entre 2.000 e 9.999 €       | Inferior a 5 anos  |
| Instalação de Sistema Solar Térmico                                                                    | Mais de 10.000      | Mais de 50.000 €            | Entre 10 e 15 anos |

Tabela 109 – Medidas de melhoria propostas para o Hotel E

As seguintes 5 unidades consideradas no estudo são de pequena dimensão. Para estas, foi feita uma análise mais detalhada relativamente à implementação de sistemas solares térmicos para geração de águas quentes sanitárias

| Projetos Solar Térmico                        |                      |                      |                      |                      |
|-----------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|                                               | Hotel F              | Hotel G              | Hotel H              | Hotel I              |
| Área instalação/Número de unidades            | 200 m2 / 84 unidades | 100 m2 / 42 unidades | 100 m2 / 42 unidades | 100 m2 / 42 unidades |
| % Redução gás natural                         | 40%                  | 34%                  | 46%                  | 14,4%                |
| Poupança monetária [€/ano]                    | 9.781                | 5.014                | 4.702                | 4.622                |
| Payback [anos]                                | 13                   | 14                   | 15                   | 15                   |
| TIR                                           | 15,4%                | 15,7%                | 14,6%                | 14,2%                |
| VAL [€]                                       | 29.108               | 15.454               | 12.609               | 11.874               |
| (Nota: Taxa de atualização considerada de 9%) |                      |                      |                      |                      |

Tabela 110 – Medidas de melhoria propostas para os hotéis de pequena dimensão  
(Carlos S., 2015)

## 7. Portugal 2020,

As melhorias apresentadas nos capítulos anteriores são propostas que podem ser consideradas como eventuais referenciais para a análise de projetos que apresentem soluções técnicas de eficiência energética e de sustentabilidade. Assim, no presente capítulo destacamos de forma sucinta a legislação referente aos fundos comunitários que, nos parece, podem vir a enquadrar o financiamento do investimento em algumas das soluções de melhoria apontadas nos capítulos anteriores.

A este propósito sinalizamos desde já que o processo conducente à melhoria em matéria de eficiência energética se for considerada por etapas – do estudo ou do projeto, passando pela etapa investimento em equipamento e por fim a etapa de obras de adaptação ou instalação, - poderá vir a enquadrar-se em diferentes tipologias de investimento traduzindo-se em benefícios para o promotor.

### 7.1.Regulamento específico do domínio da Competitividade e Internacionalização

Portaria n.º 57-A/2015 - D.R. n.º 41/2015, 1º Suplemento, Série 1 de 2015-02-27

#### SECÇÃO I

#### Inovação empresarial e empreendedorismo

##### Artigo 19.º

##### Objeto

1- A tipologia de investimento inovação empresarial e empreendedorismo estrutura-se em três áreas com o respetivo enquadramento nas prioridades de investimento e objetivos temáticos dos programas operacionais financiadores:

a) Inovação produtiva Não PME, enquadrado na prioridade de investimento 1.2. “Promoção do investimento das empresas na I&D, desenvolvimento de ligações e sinergias entre empresas, centros e investigação e desenvolvimento e o setor do ensino superior, em especial promoção do investimento no desenvolvimento de produtos e serviços, na transferência de tecnologia, na inovação social, na ecoinovação, em aplicações de interesse público, no estímulo da procura, em redes, *clusters* e na inovação aberta através de especialização inteligente, e o apoio à investigação tecnológica e aplicada, linhas-piloto, ações de validação precoce dos produtos, capacidades avançadas de produção e primeira produção, em especial no que toca às tecnologias facilitadoras essenciais, e à difusão de tecnologias de interesse geral”, do objetivo temático 1;

##### Artigo 28.º

##### Beneficiários

- 1- São beneficiários as empresas de qualquer natureza e sob qualquer forma jurídica.
- 2- No caso da inovação produtiva Não PME são beneficiários apenas as Não PME.
- 3- Na inovação produtiva PME, empreendedorismo qualificado e criativo e vale empreendedorismo são beneficiários apenas as PME.

##### Artigo 30.º

##### Forma, montante e limites dos incentivos

1- Os incentivos a conceder no âmbito da inovação empresarial e empreendedorismo revestem a forma reembolsável, exceto no caso dos incentivos previstos para as despesas elegíveis referidas na alínea d) do n.º 1 do artigo 32.º e dos atribuídos aos projetos no âmbito do vale empreendedorismo, os quais constituem a forma de incentivo não reembolsável.

2- O plano de reembolso do incentivo obedece às seguintes condições:

a) Pela utilização do incentivo reembolsável, não são cobrados ou devidos juros ou quaisquer outros encargos;

b) O prazo total de reembolso é de oito anos, constituído por um período de carência de dois anos e por um período de reembolso de seis anos, à exceção de projetos de criação de novos estabelecimentos hoteleiros e conjuntos turísticos em que o plano total de reembolso é de 10 anos, constituído por um período de carência de três anos e por um período de reembolso de sete anos;

c) Os reembolsos são efetuados, por princípio, com uma periodicidade semestral, em montantes iguais e sucessivos;

d) O prazo de reembolso inicia-se no primeiro dia do mês seguinte ao do primeiro pagamento do incentivo, ou no primeiro dia do sétimo mês após a data do termo de aceitação ou do contrato, consoante o que ocorrer em primeiro lugar.

#### Artigo 32.º

##### **Despesas elegíveis**

1- À exceção do vale empreendedorismo, consideram-se elegíveis as seguintes despesas, desde que diretamente relacionadas com o desenvolvimento do projeto:

a) Ativos corpóreos constituídos por:

i) Custos de aquisição de máquinas e equipamentos, custos diretamente atribuíveis para os colocar na localização e condições necessárias para os mesmos serem capazes de funcionar;

ii) Custos de aquisição de equipamentos informáticos, incluindo o *software* necessário ao seu funcionamento.

(...)

c) Outras despesas de investimento, até ao limite de 20%, ou 35% no caso dos projetos do empreendedorismo, do total das despesas elegíveis do projeto:

(...)

ii) Serviços de engenharia relacionados com a implementação do projeto;

iii) Estudos, diagnósticos, auditorias, planos de *marketing* e projetos de arquitetura e de engenharia, associados ao projeto de investimento.

e) Aquisição de serviços de execução de cadastro predial do prédio ou prédios em que incide a operação ou o projeto, incluindo aluguer de equipamento.

(Portaria n.º 57-A/2015 )

##### **Nota:**

“O conceito de ecoinovação remete para todas as formas de inovação, tecnológica ou não, que criam oportunidades de negócio e beneficiam o ambiente, evitando ou reduzindo o impacto ambiental ou otimizando a utilização dos recursos. A ecoinovação está estreitamente relacionada com o modo de utilização dos recursos naturais e os padrões de produção e consumo, e também com os conceitos de «ecoeficiência» e «ecoindústria». A ecoinovação encoraja as empresas transformadoras a passarem de soluções de «fim de linha» para abordagens «em circuito fechado», que minimizam os fluxos de materiais e de energia através da mudança dos produtos e dos métodos de produção, proporcionando assim vantagens a muitas empresas e setores.” (<http://ec.europa.eu/environment>)

Podemos dizer que todas as propostas de melhoria deste trabalho se enquadram no conceito de eco inovação, reduzem o impacto ambiental, otimizam a utilização de recursos e reduzem o impacto ambiental.

Nesta secção, parece-nos possível submeter a eventuais candidaturas os equipamentos que vão ao encontro dos princípios da eco inovação, passando pela aquisição ou substituição de equipamentos mais eficientes que se traduzam em processos que garantam os princípios da eco inovação. São também financiáveis os serviços de engenharia como as auditorias e projetos associados aos investimentos.

| Disposição legal:      | Interpretação ENFORCE                                                                                              | Soluções identificadas                                                           |
|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| Artigo 32 nº 1 a) i)   | Aquisição e instalação de equipamentos.                                                                            | Ponto 4.2 Soluções ativas.                                                       |
| Artigo 32 nº 1 a) ii)  | <i>Software</i> e hardware de controlo de equipamento. <i>Software</i> e hardware de monitorização de equipamento. | Estes Softwares e <i>hardwares</i> permitem o melhor ajuste das soluções ativas. |
| Artigo 32 nº 1 c) ii)  | Estudos de especialidade de projeto de engenharia.                                                                 | Projeto elétrico, projeto de iluminação. Ponto 4.2.3                             |
| Artigo 32 nº 1 c) iii) | Estudos de diagnóstico de consumos de energia, auditorias das necessidades particulares de cada estabelecimento.   | Identificar as melhorias que o estabelecimento tem interesse em fazer primeiro.  |

Tabela 111 – Enquadramento das soluções identificadas

São financiamentos com prazos de reembolso, logo, as melhorias que se candidatem a este financiamento devem, sempre que possível, ter em conta no cálculo do período de retorno do investimento, a recuperação do valor do reembolso antes de este ocorrer.

## SECÇÃO II

### Qualificação e internacionalização das PME

#### Artigo 40.º

##### Objeto

1- A tipologia de investimento qualificação e internacionalização das PME estrutura-se em duas áreas com o respetivo enquadramento nas prioridades de investimento e objetivos temáticos dos programas operacionais financiadores:

a) Internacionalização das PME, enquadrado na prioridade de investimento 3.2. “Desenvolvimento e aplicação de novos modelos empresariais para as PME, especialmente no que respeita à internacionalização”, do objetivo temático 3;

b) Qualificação das PME, enquadrado na prioridade de investimento 3.3. “Concessão de apoio à criação e ao alargamento de capacidades avançadas de desenvolvimento de produtos e serviços”, do objetivo temático 3.

2- Às áreas definidas no número anterior podem estar associadas componentes de formação, ou de contratação de recursos humanos altamente qualificados nas empresas, as quais se enquadram na prioridade de investimento 8.5. “Adaptação à mudança dos trabalhadores, das empresas e dos empresários” do objetivo temático 8.

#### Artigo 42.º

##### Tipologia de projetos

1- No âmbito da área de investimento internacionalização das PME são suscetíveis de financiamento os projetos de promoção da internacionalização que visem:

(...)

2- Na área de investimento qualificação das PME são apoiados projetos de qualificação das estratégias de PME que concorrem para o aumento da sua competitividade, flexibilidade e capacidade de resposta ao mercado global, nos seguintes domínios imateriais de competitividade:

(...)

i) Ecoinovação – incorporação nas empresas dos princípios da ecoeficiência e da economia circular, com vista a promover uma utilização mais eficiente dos recursos, incentivar a redução e reutilização de desperdícios e minimizar a extração e o recurso a matérias-primas. Inclui a certificações de sistemas, serviços e produtos na área do ambiente, obtenção do Rótulo Ecológico e sistema de ecogestão e auditoria (EMAS);

(...)

Artigo 47.º

**Beneficiários**

1- São beneficiários as PME de qualquer natureza e sob qualquer forma jurídica.

Artigo 49.º

**Forma, montante e limites do incentivo**

1- Os incentivos a conceder aos projetos no âmbito da qualificação das PME e internacionalização das PME revestem a forma não reembolsável.

2- Aos projetos referidos no número anterior são aplicados os seguintes limites de incentivo de acordo com as modalidades de candidatura:

(...)

Artigo 51.º

**Despesas elegíveis**

1- No âmbito das áreas de investimento qualificação das PME e internacionalização das PME, consideram-se elegíveis as seguintes despesas desde que diretamente relacionadas com o desenvolvimento do projeto:

(...)

c) Serviços de consultoria especializados, prestados por consultores externos, relacionados com:

(...)

v) Assistência técnica, estudos, diagnósticos e auditorias;

vi) Custos com a entidade certificadora e com a realização de testes e ensaios em laboratórios acreditados;

(Portaria n.º 57-A/2015 )

Nesta secção deverá ser possível candidatar os serviços de consultoria com auditorias e estudos técnicos especializados desde que sejam integrados num projeto de internacionalização.

| Disposição legal:     | Interpretação ENFORCE                                             | Soluções identificadas                                                       |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Artigo 51 nº 1 c) v)  | Custos com trabalhos de diagnóstico e auditorias são financiados  | Aconselhamento técnico fundamental para priorizar as melhorias é incentivado |
| Artigo 51 nº 1 c) vi) | Custos com entidades certificadoras dos projetos são financiados. | Despesas com certificação de projeto elétrico, ponto 4.2.3.                  |

Tabela 112 – Enquadramento das soluções identificadas

## 7.2.Regulamento

### Específico Sustentabilidade e Eficiência no Uso de Recursos

Portaria n.º 57-B/2015 – D.R. n.º 41/2015, 1º Suplemento, Série 1 de 2015-02-27

#### SECÇÃO 2

#### Promoção da eficiência energética e da utilização das energias renováveis nas empresas

##### Artigo 21.º

##### Objetivos Específicos

Os apoios têm como objetivo específico a implementação de ações que visem aumentar a eficiência energética e a utilização de energias renováveis para autoconsumo nas empresas, contribuindo assim para a promoção da eficiência energética das empresas e para o aumento da competitividade da economia através da redução da fatura energética.

##### Artigo 22.º

##### Tipologias das operações

As operações abrangidas são as que se revelem indispensáveis para a prossecução da Prioridade de Investimento «Promoção da eficiência energética e da utilização das energias renováveis nas empresas», podendo assumir as seguintes tipologias:

1 — Intervenção nos processos produtivos das empresas que se encontrem previstas na auditoria ou estudo de eficiência energética e que demonstrem os respetivos ganhos financeiros líquidos, sendo nomeadamente as seguintes:

a) Otimização e instalação de tecnologias e sistemas energeticamente eficientes ao nível dos processos produtivos;

b) Otimização e instalação de tecnologias e sistemas energeticamente eficientes ao nível de sistemas de suporte aos processos produtivos, entre os quais se salientam as centrais de ar comprimido, geradores de vapor, caldeiras, instalações frigoríficas, iluminação, entre outros;

c) Intervenções na envolvente opaca de edifícios climatizados ou refrigerados, com o objetivo de proceder à instalação de isolamento térmico em paredes, pavimentos e coberturas, e assim potenciar reduções do consumo de energia;

d) Intervenções na envolvente envidraçada de edifícios climatizados ou refrigerados, nomeadamente através da substituição de caixilharia com vidro simples, e caixilharia com vidro duplo sem corte térmico, por caixilharia com vidro duplo e corte térmico, ou solução equivalente em termos de desempenho energético, e respetivos dispositivos de sombreamento;

e) Intervenções nos sistemas técnicos instalados, através da substituição dos sistemas existentes por sistemas de elevada eficiência, ou através de intervenções nos sistemas existentes que visem aumentar a sua eficiência energética;

f) Intervenções ao nível da implementação de sistemas de gestão técnica de energia, enquanto ferramentas de gestão operacional capazes de induzir economias de energia nos equipamentos por estes monitorizados e geridos;

(...)

2 — Intervenções ao nível da promoção de energias renováveis nas empresas para autoconsumo, desde que façam parte de soluções integradas que visem a eficiência energética nas quais se inclui:

a) Instalação de painéis solares térmicos para produção de água quente sanitária;

b) Instalação de sistemas de produção de energia para autoconsumo a partir de fontes de energia renovável.

3 — Auditorias, diagnósticos e outros estudos e trabalhos necessários à realização do investimento, desde que não sejam obrigatórios por lei, bem como a avaliação «*ex-post*» independente que permita a avaliação e o acompanhamento do desempenho e da eficiência energética do investimento.

##### Artigo 23.º

### **Beneficiários**

Para os efeitos previstos na presente secção são beneficiários os seguintes tipos de entidades:

- a) As instituições particulares de solidariedade social;
- b) As empresas de qualquer dimensão e setor de atividade;
- (...)

### **Artigo 24.º**

#### **CrITÉRIOS EspecÍficos de Elegibilidade das Operações**

(...)

b) O investimento a realizar deve estar suportado em auditoria ou diagnóstico energético, que demonstre os ganhos financeiros líquidos resultantes das respetivas operações;

(...)

### **Artigo 25.º**

#### **Despesas ElegÍveis**

1 — Para além das despesas referidas no artigo 7.º do presente Regulamento Específico, as operações a que se refere a presente secção devem ainda satisfazer os seguintes critérios:

(...)

c) A despesa elegível com investimento em produção de energia elétrica para autoconsumo a partir de fontes de energias renováveis está limitada a 20 % do montante de investimento total da candidatura, não considerando o montante de investimento em produção de energia em fontes de energia renováveis;

d) Todos os estudos, planos e auditorias só podem ser cofinanciados desde que se concretizem as respetivas operações de eficiência energética, não sendo apoiadas as auditorias obrigatórias por lei;

e) Só serão apoiados projetos com produção de energia a partir de fontes de energias renováveis para autoconsumo desde que façam parte de soluções integradas que visem maioritariamente a eficiência energética;

f) As despesas com estudos, diagnóstico e auditorias energéticas estão limitadas a 5 % do valor do investimento elegível e apenas são elegíveis caso o investimento seja concretizado.

2 — Não são elegíveis as seguintes despesas:

a) Investimentos em produção de energia para venda;

c) Despesas associadas a outras intervenções em edifícios que não se encontrem relacionadas com o aumento do desempenho energético, como sejam:

i) Pintura, exceto nos casos em que seja promovida a instalação de isolamento térmico pelo exterior da fachada;

ii) Reforço estrutural;

iii) Intervenções nas redes elétricas, de abastecimento de água, de saneamento, de infraestruturas de telecomunicações em edifícios (ITED), ou outras;

iv) Outras pequenas reparações.

### **Artigo 27.º**

#### **Taxas de financiamento das despesas elegÍveis**

1 — As taxas máximas de financiamento sobre o investimento elegível são as seguintes, desde que observados os limites de intensidade de auxílio em caso de Ajudas de Estado:

a) POR Norte — 70 %;

b) POR Centro — 70 %;

c) POR Alentejo — 70 %;

d) POR Lisboa — 50 %;

e) POR Algarve — 70 %.

2 — No apoio às ESE enquanto veículos promotores da eficiência energética a taxa máxima de cofinanciamento sobre o investimento elegível é de 45 %.

(Portaria n.º 57-B/2015)

Nesta secção será possível candidatar os equipamentos para produção de energia a partir de fontes de energias renováveis para autoconsumo. São também financiáveis os serviços de engenharia como os estudos de eficiência energética e auditorias não obrigatórias por lei.

| Disposição legal: | Interpretação ENFORCE                                                      | Soluções identificadas                   |
|-------------------|----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| Artigo 22 nº 1 a) | Instalação de sistemas energeticamente eficientes nos processos produtivos | Ponto 4.2.1 - Ponto 4.2.5                |
| Artigo 22 nº 1 b) | Instalação sistemas de suporte ao processo produtivos                      | Ponto 4.2.3 - Ponto 4.2.6                |
| Artigo 22 nº 1 c) | Intervenções na envolvente opaca                                           | Ponto 4.1.1.1                            |
| Artigo 22 nº 1 d) | Intervenções na envolvente envidraçada                                     | Ponto 4.1.1.2                            |
| Artigo 22 nº 1 e) | Substituição dos sistemas existentes por sistemas de elevada eficiência    | Ponto 4.2.1 - Ponto 4.2.5 - Ponto 4.2.6  |
| Artigo 22 nº 1 f) | Sistemas de gestão técnica de energia                                      | Equipamentos de monitorização e controlo |
| Artigo 22 nº 2 a) | Painéis solares térmicos                                                   | Ponto 4.2.1                              |
| Artigo 22 nº 2 b) | Sistema de produção de energia para autoconsumo                            | Ponto 4.2.7.1                            |
| Artigo 22 nº 3    | Auditorias necessários à realização do investimento                        | Auditorias energéticas                   |

Tabela 113 – Enquadramento das soluções identificadas

Artigo 7.º

**Elegibilidade das despesas**

- a) Realização de estudos, planos, projetos, atividades preparatórias e assessorias diretamente ligados à operação, incluindo a elaboração da Análise Custo-Benefício, quando aplicável;
  - b) Aquisição de terrenos e constituição de servidões indispensáveis à realização da operação, por expropriação ou negociação direta, bem como eventuais indemnizações a arrendatários, de acordo com os limites e condições fixados nos n.ºs 2, 3 e 4 do presente artigo;
  - c) Trabalhos de construção civil e outros trabalhos de engenharia;
  - d) Aquisição de equipamentos, sistemas de monitorização, informação, tecnológicos, material e *software*;
  - e) Fiscalização, coordenação de segurança e assistência técnica;
  - f) Testes e ensaios;
- (Portaria n.º 57-B/2015)

## 8. Conclusões

Conseguem-se identificar os focos de consumo menos eficientes ou com maior potencial de redução de consumos. É possível concluir quais as medidas de melhoria que devem merecer mais atenção. Deve-se considerar também as boas práticas que, embora com impacto menor, têm também tipicamente investimentos menores e/ou devem ser tidos em conta na hora de planear os investimentos. No entanto, é claro que o parque instalado é muito diversificado e as medidas de maior retorno estão diretamente relacionadas com a arquitetura, localização e/ou ocupação.

É evidente que para se poder ter uma atuação adequada é fundamental ter conhecimento dos consumos do estabelecimento em particular. Logo, uma melhoria significativa é a integração de um sistema de aquisição de dados detalhados dos consumos. Um sistema de monitorização e controlo, embora com impacto de forma indireta, permite identificar desperdícios e potenciais poupanças na operação diária que, de outra forma, passam despercebidas. Permite ainda detetar erros e falhas em espaços de tempo mais reduzidos (como fugas de água ou consumos desnecessários) e, com isso, impedir que as despesas se acumulem.

É portanto fundamental que, antes de cada investimento, seja feito um estudo técnico, auditoria, pormenorizada com foco na melhoria pretendida.

As medidas identificadas ao longo do relatório são resumidas no quadro seguinte:

| Descrição medida                             | Potencial de poupança por ano |       |        |             | Investimento (€) | Período retorno (anos) | Poupança % |
|----------------------------------------------|-------------------------------|-------|--------|-------------|------------------|------------------------|------------|
|                                              | (kWh)<br>Elét./<br>Comb       | (€)   | (kgep) | (kg eq CO2) |                  |                        |            |
| Envolvente opaca                             | 69168                         | 9 356 | 91 428 | 24 411      | 66 300           | 7.1                    | -          |
| Envolvente envidraçada                       | 31310                         | 2 847 | 23 342 | 6 232       | 58 200           | 20.4                   | -          |
| Iluminação                                   | 7600                          | 760   | 19000  | 2736        | 2180             | 2.9                    | 85         |
| Controlo de iluminação (50%)                 | 4500                          | 450   | 11250  | 1620        | 320              | 0.7                    | 50         |
| VEV (5-11kW)                                 | 25500                         | 2550  | 63750  | 9180        | 11560            | 4.5                    | 50         |
| Retificação do fator de potência             | -                             | 20200 | -      | -           | 20000            | 1                      | -          |
| Climatização aquecimento                     | -66600<br>+261400             | 26799 | 94900  | 45818       | 75790            | 2.8                    | 78         |
| Climatização arrefecimento                   | 65800                         | 6580  | 164500 | 23688       | 96850            | 14.7                   | 70         |
| AQS                                          | -26573<br>+186474             | 21211 | 120043 | 40223       | 89375            | 4.2                    | 90         |
| Sistema combinado de climatização e AQS      | -59471<br>+447474             | 51330 | 298797 | 98066       | 211380           | 4.1                    | 80         |
| Produção de energia elétrica em auto consumo | 234571                        | 24532 | 54 715 | 119 610     | 180000           | 6.9                    | 30         |
| Sistema de monitorização de consumos         |                               |       |        |             | 2500             |                        | 30         |

Tabela 114 – Resumo de medidas de melhoria

Verificamos que o setor do Turismo em Portugal está sensibilizado para a utilização racional da energia e, desta forma, ter um contributo para o aumento da sua competitividade a nível Europeu. A opção por lâmpadas mais eficientes, assim como o recurso a tecnologias de controlo e de corte geral dos consumos desnecessários, são bons exemplos que já se podem encontrar na oferta existente. É também possível verificar que a utilização de iluminação eficiente não é uma prática alargada em Portugal, nem generalizada dentro dos estabelecimentos. É portanto recomendável incentivar o investimento informado em tecnologias de poupança de consumos energético em iluminação.

Os motores com solicitações variáveis, como bombas e ventiladores, devem ser alvo de atenção. Têm um potencial de poupança normalmente acima de 30% para potências superiores a 3kWh na aplicação de um variador eletrónico de velocidade (VEV). Por norma, uma redução para 80% no ponto de funcionamento traduz-se numa redução de 50% nos consumos.

A combinação de bombas de elevação de água com a produção de energia fotovoltaica é uma solução que pode ser economicamente vantajosa. Com aplicação em sistemas de captação própria, usado por 28% dos empreendimentos ou em sistemas de reservatórios elevados, onde se pode regular horários de funcionamento em função da dimensão dos reservatórios. Posteriormente, usufruindo da gravidade, a mesma água pode ficar disponível nos vários pontos de consumo.

Podemos concluir que a substituição de sistemas de climatização para efeitos exclusivamente de refrigeração não apresentam tempos de retorno atrativos. No entanto, quando se combina vários tipos de funcionalidade e tecnologias, como é o exemplo de usar um Multisplit para aquecimento e arrefecimento, combinado com painéis solares térmicos e com apoio de uma caldeira a pellets, os retornos tornam-se muito mais interessantes.

Um ponto sensível na alteração dos sistemas de climatização podem ser as alterações construtivas/estruturais envolvidas nas mudanças de tecnologia e respetivas adaptações. Estas alterações podem elevar consideravelmente o investimento, dependendo da especificidade de cada caso. Neste ponto, foi também possível verificar que eventuais alterações de especialidade de engenharia, projetos e construções (despesas de instalação), são financiáveis. Desta forma, investimentos específicos que não configuram uma melhoria na eficiência, quando integradas num projeto de eficiência energética, são apoiados.

As melhorias das características passivas têm tempos de retorno mais alargados, mas também são caracterizadas por tempos de vida (com desempenho eficiente) mais alargados. Estas medidas com impacto de longo prazo e retornos mais tardios podem ser menos interessantes do ponto de vista económico. São ainda medidas que, do ponto de vista da operação, podem representar um incómodo significativo, com reflexo na disponibilidade da oferta e na estética da mesma, durante o período de intervenção. Considerando o seu impacto de longo prazo, entendemos que se deve ter especial atenção em tornar os incentivos das medidas passivas atrativos, possibilitando que os investimentos possam ter retornos igualmente interessantes às restantes melhorias.

A principal conclusão a que se chega é que a diversidade de soluções de melhorias existentes no mercado é grande. Existe também um leque alargado de necessidades ou prioridades que variam com a localização geográfica, orientação, contexto estrutural, equipamento existente ou com a oferta do estabelecimento em estudo. A complexidade da decisão de como se deve priorizar um investimento, de forma a maximizar a eficiência energética e a sustentabilidade ambiental, é muito elevada. Por esta razão é fundamental recorrer-se a apoio especializado nas várias áreas de especialidade, incentivar a procura informada de aconselhamento para se fazer investimentos sustentáveis. Para o efeito, são financiadas as medidas de eficiência energética e sustentabilidade ambiental que estão devidamente documentadas e sustentadas nas auditorias da especialidade.

Recordemos sempre que a verdadeira sustentabilidade resulta do conjunto da aplicação de todas as medidas de eficiência e redução de consumos, bem como na procura constante da eliminação dos desperdícios ou dos consumos evitáveis.

**Recomendações:**

No que concerne ao Regulamento Específico do Domínio da Sustentabilidade e Eficiência no Uso de Recursos (PO SEUR), designadamente na Seção 2 – Promoção de Eficiência Energética e da Utilização das Energias Renováveis nas Empresas, suscitam-se as seguintes dúvidas e recomendações:

1. A delimitação em aviso de abertura da elegibilidade quer das atividades quer das despesas, a candidatar a Seção 2 – Promoção de Eficiência Energética e da Utilização das Energias Renováveis nas Empresas, condiciona o planeamento dos investimentos no médio/ longo prazo;
2. Tratando-se de apoios do tipo reembolsável, não está claro no regulamento o período de reembolso.
3. Períodos de reembolso inferiores aos períodos de retorno médio, resultante das medidas enunciadas no presente estudo, não se revelam adequados;
4. Não existe uma correspondência entre as Tipologias das operações (artigo 22º) e as despesas Elegíveis (artigo 25º), nomeadamente, intervenções com a envolvente opaca e envidraçada dos edifícios;
5. Na alínea b) do artigo 25º (Despesas Elegíveis), estão previstas intervenções com sistemas tipificáveis, que se desconhece ao que aludem;
6. A limitação de 20%, prevista na alínea c) do artigo 25º (Despesas Elegíveis), como montante admissível sobre o investimento total da candidatura no âmbito da Seção 2 – Promoção de Eficiência Energética e da Utilização das Energias Renováveis nas Empresas, é manifestamente desajustada. A produção de energia para autoconsumo tem níveis de eficiência energética inalcançáveis por outras tecnologias, pelo que se entende que esta é uma área onde não deveria existir quaisquer limitações ao investimento.

Covilhã, 31 de Março de 2015

## 9. Bibliografia

**ADENE** Histórico de certificados submetidos [Relatório]. - posterior a 12/2013.

**Carlos S.** Eficiência Energética no Setor da Hotelaria [Relatório]. - EnergyIN, pólo de competitividade e tecnologia de energia : Carlos A. Santos Silva, Instituto Superior Técnico, 2015.

**CASE STORY 1 GRUNDFOS CASE STORY** [Online] // pt.grundfos.com. -  
[http://pt.grundfos.com/obras/find-case/Hotel\\_Radisson\\_Blu.pdf](http://pt.grundfos.com/obras/find-case/Hotel_Radisson_Blu.pdf).

**cm-alvaiazere** Conselhos Para Poupar Água [Online] // cm-alvaiazere. - 2015. - <http://www.cm-alvaiazere.pt/default.aspx?module=ArtigoDisplay&ID=263>.

**http://ec.europa.eu/environment** <http://ec.europa.eu/> [Online] // Comissão Europeia. - 04 de 2015. - <http://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/econnovation/pt.pdf>.

**inspira** inspira, engaging your senses [Relatório]. - Santa Marta Hotel, Lisboa : [s.n.], 2014.

**Luz Pedro** Tese de Mestrado - Gestão de Energia no Ramo da Hotelaria [Relatório]. - Instituto Superior Técnico : [s.n.], 2015.

**Portaria n.º 57-A/2015** Regulamento específico do domínio da Competitividade e Internacionalização [Conferência]. - [s.l.] : Diário da República, 1.ª série — N.º 41 — 27 de fevereiro de 2015. - Vols. Portaria n.º 57-A/2015 – D.R. n.º 41/2015, 1º Suplemento, Série 1 de 2015-02-27.

**Portaria n.º 57-B/2015** Regulamento Específico Sustentabilidade e Eficiência no Uso de Recursos [Conferência]. - [s.l.] : Diário da República, 1.ª série — N.º 41 — 27 de fevereiro de 2015. - Vols. Portaria n.º 57-B/2015 – D.R. n.º 41/2015, 1º Suplemento, Série 1 de 2015-02-27.

**Sist. AC** sistemas-de-ar-condicionado.pdf [Online] // www.google.pt. - 2015. - <http://www.google.pt/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=20&ved=0CHAQFjAJOAo&url=http%3A%2F%2Fwww.resumos.net%2Fficheiros%2Fensino-superior%2Farquitetura%2Fiscite%2Ftecnologias-da-construcao-iii%2Fsistemas-de-ar-condicionado.pdf&ei=cqORVdqTLcncUb-QgLAI&>.

**Sustainability has another meaning** NEYA Hotels, Sustainability has another meaning [Relatório]. - Lisboa : [s.n.], 2015.

**Turismo de Portugal** Boas práticas ambientais, Empreendimentos turísticos 2012 [Relatório]. - 2012.

**Turismo de Portugal** Desempenho ambiental do alojamento em Portugal 2013, boas práticas nos estabelecimentos hoteleiros, aldeamentos e apartamentos turísticos [Relatório]. - 2013.

**vilapark** Eficiência Energética no Setor Hoteleiro [Relatório]. - Hotel Vila Park, Vendas Novas : [s.n.], 2011.

**web site: Entranze Enerdata** Entranze Enerdata [Online]. - 2015. - <http://www.entranze.enerdata.eu>.

**web site: eurostat** eurostat [Online] // European Commission, Eurostat, Statistics Explained. - 2015. - <http://ec.europa.eu/eurostat/>.

**web site: INE** ET\_2013.pdf [Online] // Portal do Instituto Nacional de Estatística. - 2015. - [www.ine.pt/](http://www.ine.pt/).

**web site: thermowatt** <http://www.thermowatt.pt> [Online] // thermowatt. - 2015. - [http://www.thermowatt.pt/linked/qual\\_o\\_melhor\\_sistema\\_de\\_aquecimento\\_central\\_para\\_a\\_minha\\_casa.pdf](http://www.thermowatt.pt/linked/qual_o_melhor_sistema_de_aquecimento_central_para_a_minha_casa.pdf).

**web site:iea** iea, International Energy Agency [Online] // iea, International Energy Agency. - Map energy indicators. - 2015. - <http://www.iea.org>.

**web site:Pordata** <http://www.pordata.pt> [Online] // Pordata, base de dados Portugal contemporâneo. - Fundação, Francisco Manuel dos Santos. - 2015. - <http://www.pordata.pt>.

## 10. Agradecimentos

Queremos agradecer a colaboração de todos os que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho, nomeadamente:

- Nuno Fazenda, Diretor, Turismo de Portugal
- Isabel Feijão Ferreira, Chefe de Equipa Multidisciplinar, Departamento de Gestão de Programas Comunitários, Turismo de Portugal, I. P.
- Rita Duarte, Coordenadora do projeto TTT, Tourism Think Tank, AHP – Associação da Hotelaria de Portugal
- Dr. Pedro Ramos, CEO's Advisor and Projects Developer at AHP, Associação da Hotelaria de Portugal
- Prof. João Lanzinha, Universidade da Beira Interior
- Prof. Miguel Nepomuceno, Universidade da Beira Interior
- Prof. Manuel Pinheiro, Instituto Superior Técnico
- Pedro Brito Luz, Mestrando, Instituto Superior Técnico
- Victor Ferreira, Entidade gestora do Cluster Habitat Sustentável, Cluster Habitat Sustentável
- Teresa Bertrand, Diretora Executiva, EnergyIn, Polo de Competitividade e Tecnologia da Energia
- Ana Tavares, Coordenadora de Projecto Sustentabilidade, Inspira – Santa Marta Hotel – Lisboa
- Pedro Teixeira, Responsável QAS, Neya Hotels
- Luís Moreira da Silva, Complex Chief Engineer, Sheraton Porto Hotel & SPA
- Dr. Pedro Farinha, Grupo Natura IMB Hotels – Hotel Turismo da Covilhã
- Luís Veiga, Administrador Executivo do Grupo Natura IMB Hotels e Presidente da AHP
- Sr. Fernando Reis Filipe, Director Geral, Hotel PortoBay Fálésia
- Sr. Nelson Ganhão, Chefe de Manutenção, Hotel PortoBay Fálésia
- José Manuel Inácio, Diretor Geral, Certus Hotéis – Hotel Real d'Óbidos
- Paula Mangericão, Dir. Serviços Técnicos, Altis Hotels
- Alberto Ribeiro Carlos, Diretor geral, Alambique de Ouro Hotel
- ADENE – Agência para a energia

## 11. Anexos

| Parede existente          | Concelho  | GDA<br>(graus.dia/ano) | Zona climática | Zona climática | Redução anual de cargas aquecimento | Redução anual de cargas arrefecimento | Período de retorno simples<br>Arrefecimento: sistemas BC<br>Aquecimento: diferentes soluções (anos) |                      |                      | Resultado ao fim de 25 anos:<br>Poupança<br>– Investimento para isolamento pelo interior (€) |                      |                      |
|---------------------------|-----------|------------------------|----------------|----------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|
|                           |           |                        |                |                | Energia útil (kWh/ano)              | Energia útil (kWh/ano)                | Aquec. BC                                                                                           | Aquec. GN / Biomassa | Aquec. GPL / Gasóleo | Aquec. BC                                                                                    | Aquec. GN / Biomassa | Aquec. GPL / Gasóleo |
| Anterior a 1918 ou pedra  | Funchal   | 923                    | I1             | V1             | 13 153                              | -8 324                                | NA                                                                                                  | >100                 | 26.6                 | -42 700 €                                                                                    | -32 700 €            | -2 600 €             |
|                           | Lisboa    | 1071                   | I1             | V2             | 28 990                              | -734                                  | 46                                                                                                  | 24                   | 10                   | -19 400 €                                                                                    | 2 600 €              | 69 100 €             |
|                           | Porto     | 1250                   | I1             | V2             | 37 277                              | -213                                  | 35                                                                                                  | 18                   | 7.4                  | -11 800 €                                                                                    | 16 500 €             | 102 000 €            |
|                           | Faro      | 762                    | I1             | V3             | 9 886                               | 4 125                                 | 78                                                                                                  | 50                   | 24                   | -28 900 €                                                                                    | -21 300 €            | 1 300 €              |
|                           | Évora     | 1150                   | I1             | V3             | 32 331                              | 13 246                                | 24                                                                                                  | 15                   | 7.4                  | 2 000 €                                                                                      | 26 600 €             | 100 700 €            |
|                           | Pombal    | 1464                   | I2             | V1             | 35 156                              | -3 219                                | 43                                                                                                  | 21                   | 8.0                  | -17 600 €                                                                                    | 9 100 €              | 89 700 €             |
|                           | Coimbra   | 1337                   | I2             | V2             | 38 422                              | -516                                  | 34                                                                                                  | 18                   | 7.2                  | -11 300 €                                                                                    | 17 900 €             | 106 000 €            |
|                           | C. Branco | 1404                   | I2             | V3             | 31 710                              | 15 894                                | 22                                                                                                  | 15                   | 7.4                  | 5 000 €                                                                                      | 29 100 €             | 101 800 €            |
|                           | Covilhã   | 2517                   | I3             | V1             | 78 935                              | -2 217                                | 17                                                                                                  | 9                    | 3.5                  | 20 200 €                                                                                     | 80 200 €             | 261 100 €            |
|                           | Guarda    | 1924                   | I3             | V2             | 67 347                              | 4 252                                 | 17                                                                                                  | 9                    | 4.0                  | 19 200 €                                                                                     | 70 400 €             | 224 700 €            |
| Pós 1918; Anterior a 1990 | Funchal   | 923                    | I1             | V1             | 10 311                              | -2 727                                | >100                                                                                                | 83                   | 29                   | -37 600 €                                                                                    | -29 800 €            | -6 200 €             |
|                           | Lisboa    | 1071                   | I1             | V2             | 18 894                              | 1 261                                 | 61                                                                                                  | 33                   | 14                   | -25 200 €                                                                                    | -10 800 €            | 32 500 €             |
|                           | Porto     | 1250                   | I1             | V2             | 23 693                              | 1 510                                 | 49                                                                                                  | 27                   | 11.3                 | -20 800 €                                                                                    | -2 800 €             | 51 500 €             |
|                           | Faro      | 762                    | I1             | V3             | 8 490                               | 4 504                                 | 81                                                                                                  | 55                   | 27                   | -29 500 €                                                                                    | -23 100 €            | -3 600 €             |
|                           | Évora     | 1150                   | I1             | V3             | 20 389                              | 8 646                                 | 37                                                                                                  | 24                   | 12                   | -14 100 €                                                                                    | 1 400 €              | 48 100 €             |
|                           | Pombal    | 1464                   | I2             | V1             | 23 056                              | -404                                  | 57                                                                                                  | 29                   | 12                   | -23 900 €                                                                                    | -6 400 €             | 46 400 €             |
|                           | Coimbra   | 1337                   | I2             | V2             | 24 622                              | 1 376                                 | 48                                                                                                  | 26                   | 11                   | -20 200 €                                                                                    | -1 500 €             | 54 900 €             |
|                           | C. Branco | 1404                   | I2             | V3             | 21 613                              | 9 652                                 | 34                                                                                                  | 23                   | 11                   | -11 700 €                                                                                    | 4 700 €              | 54 200 €             |
|                           | Covilhã   | 2517                   | I3             | V1             | 48 980                              | -208                                  | 26                                                                                                  | 14                   | 5.6                  | -2 100 €                                                                                     | 35 200 €             | 147 400 €            |
|                           | Guarda    | 1924                   | I3             | V2             | 40 701                              | 3 415                                 | 28                                                                                                  | 15                   | 6.5                  | -4 100 €                                                                                     | 26 800 €             | 120 100 €            |
| Pós 1990; Anterior a 2006 | Funchal   | 923                    | I1             | V1             | 7 854                               | -2 556                                | >100                                                                                                | >100                 | 39                   | -39 500 €                                                                                    | -33 500 €            | -15 500 €            |
|                           | Lisboa    | 1071                   | I1             | V2             | 14 723                              | 645                                   | 81                                                                                                  | 44                   | 18                   | -29 500 €                                                                                    | -18 300 €            | 15 500 €             |
|                           | Porto     | 1250                   | I1             | V2             | 18 543                              | 810                                   | 64                                                                                                  | 35                   | 15                   | -26 100 €                                                                                    | -12 000 €            | 30 500 €             |
|                           | Faro      | 762                    | I1             | V3             | 6 402                               | 3 091                                 | >100                                                                                                | 74                   | 37                   | -33 100 €                                                                                    | -28 300 €            | -13 600 €            |
|                           | Évora     | 1150                   | I1             | V3             | 15 870                              | 6 547                                 | 49                                                                                                  | 31                   | 15                   | -20 600 €                                                                                    | -8 600 €             | 27 800 €             |
|                           | Pombal    | 1464                   | I2             | V1             | 17 896                              | -779                                  | 77                                                                                                  | 39                   | 16                   | -28 700 €                                                                                    | -15 100 €            | 25 900 €             |
|                           | Coimbra   | 1337                   | I2             | V2             | 19 256                              | 658                                   | 63                                                                                                  | 34                   | 14                   | -25 700 €                                                                                    | -11 000 €            | 33 100 €             |
|                           | C. Branco | 1404                   | I2             | V3             | 16 824                              | 7 359                                 | 45                                                                                                  | 29                   | 14                   | -18 800 €                                                                                    | -6 000 €             | 32 600 €             |
|                           | Covilhã   | 2517                   | I3             | V1             | 38 634                              | -525                                  | 34                                                                                                  | 17                   | 7.1                  | -11 100 €                                                                                    | 18 300 €             | 106 800 €            |
|                           | Guarda    | 1924                   | I3             | V2             | 32 064                              | 2 414                                 | 36                                                                                                  | 20                   | 8.3                  | -12 700 €                                                                                    | 11 700 €             | 85 200 €             |
| Já com algum isolamento   | Funchal   | 923                    | I1             | V1             | 1 608                               | -2 420                                | NA                                                                                                  | NA                   | >100                 | -40 200 €                                                                                    | -39 000 €            | -35 300 €            |
|                           | Lisboa    | 1071                   | I1             | V2             | 4 246                               | -1 154                                | >100                                                                                                | >100                 | 64                   | -36 300 €                                                                                    | -33 100 €            | -23 400 €            |
|                           | Porto     | 1250                   | I1             | V2             | 5 635                               | -1 239                                | >100                                                                                                | >100                 | 47                   | -35 300 €                                                                                    | -31 000 €            | -18 100 €            |
|                           | Faro      | 762                    | I1             | V3             | 949                                 | -667                                  | NA                                                                                                  | >100                 | >100                 | -38 400 €                                                                                    | -37 700 €            | -35 500 €            |
|                           | Évora     | 1150                   | I1             | V3             | 4 614                               | 1 152                                 | >100                                                                                                | >100                 | 49                   | -33 000 €                                                                                    | -29 500 €            | -18 900 €            |
|                           | Pombal    | 1464                   | I2             | V1             | 4 851                               | -1 932                                | >100                                                                                                | >100                 | 59                   | -36 900 €                                                                                    | -33 200 €            | -22 100 €            |
|                           | Coimbra   | 1337                   | I2             | V2             | 5 803                               | -1 444                                | >100                                                                                                | >100                 | 46                   | -35 400 €                                                                                    | -31 000 €            | -17 700 €            |
|                           | C. Branco | 1404                   | I2             | V3             | 4 708                               | 1 555                                 | >100                                                                                                | 100                  | 47                   | -32 300 €                                                                                    | -28 800 €            | -18 000 €            |
|                           | Covilhã   | 2517                   | I3             | V1             | 12 675                              | -1 520                                | >100                                                                                                | 53                   | 20                   | -29 800 €                                                                                    | -20 200 €            | 8 900 €              |
|                           | Guarda    | 1924                   | I3             | V2             | 10 588                              | -258                                  | >100                                                                                                | 58                   | 23                   | -29 900 €                                                                                    | -21 800 €            | 2 500 €              |

Tabela 115 - Retorno económico de medidas de isolamento de fachadas exteriores

| Parede | Redução anual de | Redução anual de | Período de retorno simples<br>Arrefecimento: sistemas BC | Resultado ao fim de 25 anos:<br>Poupança |
|--------|------------------|------------------|----------------------------------------------------------|------------------------------------------|
|--------|------------------|------------------|----------------------------------------------------------|------------------------------------------|

|                                 | GDA<br>(graus.dia/ano) | cargas<br>aquecimento     | cargas<br>arrefecimento   | Aquecimento: diferentes<br>soluções (anos) |                            |                            | – Investimento para isolamento pelo<br>interior (€) |                            |                         |
|---------------------------------|------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------------|-------------------------|
|                                 |                        | Energia útil<br>(kWh/ano) | Energia útil<br>(kWh/ano) | Aquec.<br>BC                               | Aquec.<br>GN /<br>Biomassa | Aquec.<br>GPL /<br>Gasóleo | Aquec.<br>BC                                        | Aquec.<br>GN /<br>Biomassa | Aquec. GPL /<br>Gasóleo |
| Anterior a<br>1918 ou<br>pedra  | < 1000                 | 11 519                    | -2 099                    | NA                                         | 79                         | 25                         | -35 800 €                                           | -27 000 €                  | -650 €                  |
|                                 | 1000 - 1100            | 28 990                    | -734                      | 46                                         | 24                         | 10                         | -19 400 €                                           | 2 600 €                    | 69 100 €                |
|                                 | 1100 - 1800            | 34 979                    | 5 038                     | 31                                         | 17                         | 7                          | -6 740 €                                            | 19 840 €                   | 100 040 €               |
|                                 | > 1800                 | 73 141                    | 1 017                     | 17                                         | 9                          | 4                          | 19 700 €                                            | 75 300 €                   | 242 900 €               |
| Pós 1918;<br>Anterior a<br>1990 | < 1000                 | 9 401                     | 889                       | >100                                       | 69                         | 28                         | -33 550 €                                           | -26 450 €                  | -4 900 €                |
|                                 | 1000 - 1100            | 18 894                    | 1 261                     | 61                                         | 33                         | 14                         | -25 200 €                                           | -10 800 €                  | 32 500 €                |
|                                 | 1100 - 1800            | 22 675                    | 4 156                     | 45                                         | 26                         | 11                         | -18 140 €                                           | -920 €                     | 51 020 €                |
|                                 | > 1800                 | 44 840                    | 1 604                     | 27                                         | 15                         | 6                          | -3 100 €                                            | 31 000 €                   | 133 750 €               |
| Pós 1990;<br>Anterior a<br>2006 | < 1000                 | 7 128                     | 267                       | >100                                       | 96                         | 38                         | -36 300 €                                           | -30 900 €                  | -14 550 €               |
|                                 | 1000 - 1100            | 14 723                    | 645                       | 81                                         | 44                         | 18                         | -29 500 €                                           | -18 300 €                  | 15 500 €                |
|                                 | 1100 - 1800            | 17 678                    | 2 919                     | 59                                         | 34                         | 15                         | -23 980 €                                           | -10 540 €                  | 29 980 €                |
|                                 | > 1800                 | 11 631                    | -889                      | 35                                         | 19                         | 8                          | -11 900 €                                           | 15 000 €                   | 96 000 €                |
| Já com<br>algum<br>isolamento   | < 1000                 | 1 278                     | -1 544                    | NA                                         | NA                         | >100                       | -39 300 €                                           | -38 350 €                  | -35 400 €               |
|                                 | 1000 - 1100            | 4 246                     | -1 154                    | >100                                       | >100                       | 64                         | -36 300 €                                           | -33 100 €                  | -23 400 €               |
|                                 | 1100 - 1800            | 5 122                     | -382                      | >100                                       | >100                       | 50                         | -34 580 €                                           | -30 700 €                  | -18 960 €               |
|                                 | > 1800                 | 11 631                    | -889                      | >100                                       | 55                         | 22                         | -29 850 €                                           | -21 000 €                  | 5 700 €                 |

Tabela 116 - Retorno económico médio de medidas de isolamento de fachadas exteriores, por zonas climáticas (caraterizadas por gamas de GDA)

| Parede existente          | Concelho                                                                 | Redução Anual de Energia Primária<br>kWhEP / (m² de parede a intervencionar) |       |       |         |          | Redução Anual de Emissões de CO <sub>2</sub><br>kgCO <sub>2</sub> / (m² de parede a intervencionar) |      |      |         |          |
|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|---------|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|---------|----------|
|                           | GDA<br>(graus.dia/ano)                                                   | BC Ele.                                                                      | GN    | GPL   | Gasóleo | Biomassa | BC Ele.                                                                                             | GN   | GPL  | Gasóleo | Biomassa |
| Anterior a 1918 ou pedra  | Funchal<br>Faro<br>< 1000 GDA                                            | 3.38                                                                         | 5.56  | 5.34  | 5.41    | 6.48     | 0.49                                                                                                | 1.12 | 0.91 | 1.45    | 0.00     |
|                           | Lisboa<br>1000 - 1100 GDA                                                | 10.48                                                                        | 15.96 | 15.42 | 15.60   | 18.29    | 1.51                                                                                                | 3.22 | 2.62 | 4.17    | 0.00     |
|                           | Porto<br>Évora<br>Pombal<br>Coimbra<br>Castelo Branco<br>1100 - 1800 GDA | 15.22                                                                        | 21.83 | 21.19 | 21.40   | 24.64    | 2.19                                                                                                | 4.41 | 3.60 | 5.71    | 0.00     |
|                           | Covilhã<br>Guarda<br>> 1800 GDA                                          | 27.69                                                                        | 41.52 | 40.16 | 40.60   | 47.38    | 3.99                                                                                                | 8.39 | 6.83 | 10.84   | 0.00     |
|                           |                                                                          |                                                                              |       |       |         |          |                                                                                                     |      |      |         |          |
| Pós 1918; Anterior a 1990 | Funchal<br>Faro<br>< 1000 GDA                                            | 3.89                                                                         | 5.67  | 5.49  | 5.55    | 6.42     | 0.56                                                                                                | 1.14 | 0.93 | 1.48    | 0.00     |
|                           | Lisboa<br>1000 - 1100 GDA                                                | 7.59                                                                         | 11.16 | 10.81 | 10.92   | 12.67    | 1.09                                                                                                | 2.25 | 1.84 | 2.92    | 0.00     |
|                           | Porto<br>Évora<br>Pombal<br>Coimbra<br>Castelo Branco<br>1100 - 1800 GDA | 10.26                                                                        | 14.54 | 14.12 | 14.26   | 16.36    | 1.48                                                                                                | 2.94 | 2.40 | 3.81    | 0.00     |
|                           | Covilhã<br>Guarda<br>> 1800 GDA                                          | 17.40                                                                        | 25.88 | 25.05 | 25.32   | 29.48    | 2.51                                                                                                | 5.23 | 4.26 | 6.76    | 0.00     |
|                           |                                                                          |                                                                              |       |       |         |          |                                                                                                     |      |      |         |          |
| Pós 1990; Anterior a 2006 | Funchal<br>Faro<br>< 1000 GDA                                            | 2.77                                                                         | 4.12  | 3.99  | 4.03    | 4.69     | 0.40                                                                                                | 0.83 | 0.68 | 1.08    | 0.00     |
|                           | Lisboa<br>1000 - 1100 GDA                                                | 5.77                                                                         | 8.55  | 8.28  | 8.36    | 9.73     | 0.83                                                                                                | 1.73 | 1.41 | 2.23    | 0.00     |
|                           | Porto<br>Évora<br>Pombal<br>Coimbra<br>Castelo Branco<br>1100 - 1800 GDA | 7.86                                                                         | 11.20 | 10.87 | 10.98   | 12.61    | 1.13                                                                                                | 2.26 | 1.85 | 2.93    | 0.00     |
|                           | Covilhã<br>Guarda<br>> 1800 GDA                                          | 3.95                                                                         | 6.15  | 5.93  | 6.00    | 7.08     | 0.57                                                                                                | 1.24 | 1.01 | 1.60    | 0.00     |
|                           |                                                                          |                                                                              |       |       |         |          |                                                                                                     |      |      |         |          |
| Já com algum isolamento   | Funchal<br>Faro<br>< 1000 GDA                                            | -0.19                                                                        | 0.05  | 0.02  | 0.03    | 0.15     | -0.03                                                                                               | 0.01 | 0.00 | 0.01    | 0.00     |
|                           | Lisboa<br>1000 - 1100 GDA                                                | 1.08                                                                         | 1.88  | 1.80  | 1.83    | 2.22     | 0.16                                                                                                | 0.38 | 0.31 | 0.49    | 0.00     |
|                           | Porto<br>Évora<br>Pombal<br>Coimbra<br>Castelo Branco<br>1100 - 1800 GDA | 1.74                                                                         | 2.71  | 2.62  | 2.65    | 3.12     | 0.25                                                                                                | 0.55 | 0.44 | 0.71    | 0.00     |
|                           | Covilhã<br>Guarda<br>> 1800 GDA                                          | 3.95                                                                         | 6.15  | 5.93  | 6.00    | 7.08     | 0.57                                                                                                | 1.24 | 1.01 | 1.60    | 0.00     |
|                           |                                                                          |                                                                              |       |       |         |          |                                                                                                     |      |      |         |          |

Tabela 117 – Impacto energético e ambiental de isolamento de fachadas exteriores (por m² área intervencionada)

| Parede existente          | Concelho<br>GDA<br>(graus.dia/ano)                                       | Redução Anual de Energia Primária |       |       |         |          | Redução Anual de Emissões de CO <sub>2</sub> |       |       |         |          |
|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------|-------|---------|----------|----------------------------------------------|-------|-------|---------|----------|
|                           |                                                                          | kWhEP / (€ investido)             |       |       |         |          | kgCO <sub>2</sub> / (€ investido)            |       |       |         |          |
|                           |                                                                          | BC Ele.                           | GN    | GPL   | Gasóleo | Biomassa | BC Ele.                                      | GN    | GPL   | Gasóleo | Biomassa |
| Anterior a 1918 ou pedra  | Funchal<br>Faro<br>< 1000 GDA                                            | 0.169                             | 0.278 | 0.267 | 0.271   | 0.324    | 0.024                                        | 0.056 | 0.045 | 0.072   | 0.000    |
|                           | Lisboa<br>1000 - 1100 GDA                                                | 0.524                             | 0.798 | 0.771 | 0.780   | 0.914    | 0.075                                        | 0.161 | 0.131 | 0.208   | 0.000    |
|                           | Porto<br>Évora<br>Pombal<br>Coimbra<br>Castelo Branco<br>1100 - 1800 GDA | 0.761                             | 1.092 | 1.059 | 1.070   | 1.232    | 0.110                                        | 0.221 | 0.180 | 0.286   | 0.000    |
|                           | Covilhã<br>Guarda<br>> 1800 GDA                                          | 1.385                             | 2.076 | 2.008 | 2.030   | 2.369    | 0.199                                        | 0.419 | 0.341 | 0.542   | 0.000    |
| Pós 1918; Anterior a 1990 | Funchal<br>Faro<br>< 1000 GDA                                            | 0.194                             | 0.283 | 0.275 | 0.277   | 0.321    | 0.028                                        | 0.057 | 0.047 | 0.074   | 0.000    |
|                           | Lisboa<br>1000 - 1100 GDA                                                | 0.379                             | 0.558 | 0.540 | 0.546   | 0.634    | 0.055                                        | 0.113 | 0.092 | 0.146   | 0.000    |
|                           | Porto<br>Évora<br>Pombal<br>Coimbra<br>Castelo Branco<br>1100 - 1800 GDA | 0.513                             | 0.727 | 0.706 | 0.713   | 0.818    | 0.074                                        | 0.147 | 0.120 | 0.190   | 0.000    |
|                           | Covilhã<br>Guarda<br>> 1800 GDA                                          | 0.870                             | 1.294 | 1.252 | 1.266   | 1.474    | 0.125                                        | 0.261 | 0.213 | 0.338   | 0.000    |
| Pós 1990; Anterior a 2006 | Funchal<br>Faro<br>< 1000 GDA                                            | 0.139                             | 0.206 | 0.199 | 0.202   | 0.235    | 0.020                                        | 0.042 | 0.034 | 0.054   | 0.000    |
|                           | Lisboa<br>1000 - 1100 GDA                                                | 0.288                             | 0.427 | 0.414 | 0.418   | 0.486    | 0.042                                        | 0.086 | 0.070 | 0.112   | 0.000    |
|                           | Porto<br>Évora<br>Pombal<br>Coimbra<br>Castelo Branco<br>1100 - 1800 GDA | 0.393                             | 0.560 | 0.543 | 0.549   | 0.631    | 0.057                                        | 0.113 | 0.092 | 0.147   | 0.000    |
|                           | Covilhã<br>Guarda<br>> 1800 GDA                                          | 0.219                             | 0.341 | 0.329 | 0.333   | 0.393    | 0.032                                        | 0.069 | 0.056 | 0.089   | 0.000    |
| Já com algum isolamento   | Funchal<br>Faro<br>< 1000 GDA                                            | -0.011                            | 0.003 | 0.001 | 0.002   | 0.008    | -0.002                                       | 0.001 | 0.000 | 0.000   | 0.000    |
|                           | Lisboa<br>1000 - 1100 GDA                                                | 0.060                             | 0.105 | 0.100 | 0.102   | 0.124    | 0.009                                        | 0.021 | 0.017 | 0.027   | 0.000    |
|                           | Porto<br>Évora<br>Pombal<br>Coimbra<br>Castelo Branco<br>1100 - 1800 GDA | 0.097                             | 0.151 | 0.145 | 0.147   | 0.173    | 0.014                                        | 0.030 | 0.025 | 0.039   | 0.000    |
|                           | Covilhã<br>Guarda<br>> 1800 GDA                                          | 0.219                             | 0.341 | 0.329 | 0.333   | 0.393    | 0.032                                        | 0.069 | 0.056 | 0.089   | 0.000    |

Tabela 118 – Impacto energético e ambiental de isolamento de fachadas exteriores (por € investido)

| Solução existente -<br>melhoria             | Concelho  | GDA (graus.dia/ano) | Zona climática Inverno | Zona climática Verão | Redução anual de cargas aquecimento | Redução anual de cargas arrefecimento | Período de retorno simples                                            |                      |                      | Resultado ao fim de 25 anos:<br>Poupança<br>– Investimento para isolamento térmico (€) |                      |                      |
|---------------------------------------------|-----------|---------------------|------------------------|----------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|
|                                             |           |                     |                        |                      |                                     |                                       | Arrefecimento: sistemas BC<br>Aquecimento: diferentes soluções (anos) |                      |                      |                                                                                        |                      |                      |
|                                             |           |                     |                        |                      | Energia útil (kWh/ano)              | Energia útil (kWh/ano)                | Aquec. BC                                                             | Aquec. GN / Biomassa | Aquec. GPL / Gasóleo | Aquec. BC                                                                              | Aquec. GN / Biomassa | Aquec. GPL / Gasóleo |
| Cobertura exterior –<br>Isolamento exterior | Funchal   | 923                 | I1                     | V1                   | 23 447                              | 17 716                                | 38                                                                    | 27                   | 14                   | -23 100 €                                                                              | -5 300 €             | 114 700 €            |
|                                             | Lisboa    | 1071                | I1                     | V2                   | 46 451                              | 40 067                                | 18                                                                    | 13                   | 7.1                  | 25 800 €                                                                               | 61 200 €             | 233 900 €            |
|                                             | Porto     | 1250                | I1                     | V2                   | 56 335                              | 42 459                                | 16                                                                    | 11                   | 6.0                  | 37 300 €                                                                               | 80 100 €             | 275 500 €            |
|                                             | Faro      | 762                 | I1                     | V3                   | 21 003                              | 52 868                                | 19                                                                    | 16                   | 11                   | 21 700 €                                                                               | 37 700 €             | 152 100 €            |
|                                             | Évora     | 1150                | I1                     | V3                   | 49 952                              | 59 697                                | 14                                                                    | 10                   | 6.1                  | 54 900 €                                                                               | 92 900 €             | 273 700 €            |
|                                             | Pombal    | 1464                | I2                     | V1                   | 50 300                              | 34 634                                | 19                                                                    | 13                   | 6.9                  | 21 800 €                                                                               | 60 000 €             | 241 600 €            |
|                                             | Coimbra   | 1337                | I2                     | V2                   | 58 178                              | 44 255                                | 15                                                                    | 11                   | 5.8                  | 41 200 €                                                                               | 85 400 €             | 285 100 €            |
|                                             | C. Branco | 1404                | I2                     | V3                   | 49 033                              | 57 890                                | 14                                                                    | 11                   | 6.2                  | 51 700 €                                                                               | 89 000 €             | 267 700 €            |
|                                             | Covilhã   | 2517                | I3                     | V1                   | 99 432                              | 28 756                                | 14                                                                    | 8.4                  | 3.9                  | 54 900 €                                                                               | 130 500 €            | 424 700 €            |
|                                             | Guarda    | 1924                | I3                     | V2                   | 89 601                              | 40 248                                | 13                                                                    | 8.4                  | 4.1                  | 62 000 €                                                                               | 130 200 €            | 401 800 €            |
| Cobertura interior –<br>Isolamento interior | Funchal   | 923                 | I1                     | V1                   | 9 652                               | -1 686                                | 65                                                                    | 29                   | 11                   | 5 800 €                                                                                | 13 100 €             | 20 200 €             |
|                                             | Lisboa    | 1071                | I1                     | V2                   | 18 568                              | 2 378                                 | 20                                                                    | 12                   | 5.0                  | 18 600 €                                                                               | 32 800 €             | 60 200 €             |
|                                             | Porto     | 1250                | I1                     | V2                   | 22 779                              | 3 883                                 | 16                                                                    | 9.1                  | 4.0                  | 24 200 €                                                                               | 41 500 €             | 78 600 €             |
|                                             | Faro      | 762                 | I1                     | V3                   | 9 204                               | 4 962                                 | 26                                                                    | 18                   | 8.9                  | 14 300 €                                                                               | 21 300 €             | 27 300 €             |
|                                             | Évora     | 1150                | I1                     | V3                   | 20 276                              | 9 766                                 | 13                                                                    | 8.3                  | 4.1                  | 29 900 €                                                                               | 45 300 €             | 76 700 €             |
|                                             | Pombal    | 1464                | I2                     | V1                   | 23 134                              | 933                                   | 18                                                                    | 10                   | 4.1                  | 20 500 €                                                                               | 38 100 €             | 76 000 €             |
|                                             | Coimbra   | 1337                | I2                     | V2                   | 23 896                              | 3 851                                 | 15                                                                    | 8.7                  | 3.9                  | 25 000 €                                                                               | 43 200 €             | 82 900 €             |
|                                             | C. Branco | 1404                | I2                     | V3                   | 21 582                              | 9 747                                 | 12                                                                    | 8.0                  | 3.9                  | 31 000 €                                                                               | 47 400 €             | 81 800 €             |
|                                             | Covilhã   | 2517                | I3                     | V1                   | 46 105                              | 1 656                                 | 9                                                                     | 5.0                  | 2.1                  | 40 600 €                                                                               | 75 700 €             | 166 200 €            |
|                                             | Guarda    | 1924                | I3                     | V2                   | 37 839                              | 4 726                                 | 10                                                                    | 5.7                  | 2.5                  | 37 800 €                                                                               | 66 600 €             | 138 200 €            |
| Cobertura interior –<br>Isolamento exterior | Funchal   | 923                 | I1                     | V1                   | 9 945                               | -997                                  | 150                                                                   | 72                   | 28                   | -34 700 €                                                                              | -27 200 €            | 37 300 €             |
|                                             | Lisboa    | 1071                | I1                     | V2                   | 18 536                              | 3 301                                 | 53                                                                    | 31                   | 14                   | -21 900 €                                                                              | -7 800 €             | 76 400 €             |
|                                             | Porto     | 1250                | I1                     | V2                   | 22 633                              | 4 947                                 | 41                                                                    | 24                   | 11                   | -16 200 €                                                                              | 1 000 €              | 94 500 €             |
|                                             | Faro      | 762                 | I1                     | V3                   | 9 401                               | 6 320                                 | 64                                                                    | 45                   | 23                   | -25 400 €                                                                              | -18 300 €            | 45 000 €             |
|                                             | Évora     | 1150                | I1                     | V3                   | 20 224                              | 10 833                                | 33                                                                    | 22                   | 11                   | -10 400 €                                                                              | 5 000 €              | 93 000 €             |
|                                             | Pombal    | 1464                | I2                     | V1                   | 23 120                              | 1 807                                 | 48                                                                    | 27                   | 11                   | -20 000 €                                                                              | -2 400 €             | 92 200 €             |
|                                             | Coimbra   | 1337                | I2                     | V2                   | 23 783                              | 4 842                                 | 40                                                                    | 24                   | 11                   | -15 400 €                                                                              | 2 700 €              | 98 900 €             |
|                                             | C. Branco | 1404                | I2                     | V3                   | 21 551                              | 10 763                                | 32                                                                    | 21                   | 11                   | -9 400 €                                                                               | 7 000 €              | 98 100 €             |
|                                             | Covilhã   | 2517                | I3                     | V1                   | 45 686                              | 2 324                                 | 25                                                                    | 14                   | 5.8                  | -500 €                                                                                 | 34 200 €             | 180 600 €            |
|                                             | Guarda    | 1924                | I3                     | V2                   | 37 489                              | 5 501                                 | 27                                                                    | 16                   | 6.8                  | -3 100 €                                                                               | 25 400 €             | 153 000 €            |

Tabela 119 - Retorno económico de medidas de isolamento de coberturas

| Solução existente - Melhoria             | GDA (graus.dia/ano) | Redução anual de cargas aquecimento | Redução anual de cargas arrefecimento | Período de retorno simples<br>Arrefecimento: sistemas BC<br>Aquecimento: diferentes soluções (anos) |                      |                      | Resultado ao fim de 25 anos:<br>Poupança<br>- Investimento para isolamento pelo interior (€) |                      |                      |
|------------------------------------------|---------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|
|                                          |                     | Energia útil (kWh/ano)              | Energia útil (kWh/ano)                | Aquec. BC                                                                                           | Aquec. GN / Biomassa | Aquec. GPL / Gasóleo | Aquec. BC                                                                                    | Aquec. GN / Biomassa | Aquec. GPL / Gasóleo |
| Cobertura exterior - Isolamento exterior | < 1000              | 22 225                              | 35 292                                | 29                                                                                                  | 22                   | 13                   | -700 €                                                                                       | 16 200 €             | 67 100 €             |
|                                          | 1000 - 1100         | 18 568                              | 2 378                                 | 18                                                                                                  | 13                   | 7                    | 25 800 €                                                                                     | 61 200 €             | 167 600 €            |
|                                          | 1100 - 1800         | 52 760                              | 47 787                                | 16                                                                                                  | 11                   | 6                    | 41 380 €                                                                                     | 81 480 €             | 202 420 €            |
|                                          | > 1800              | 94 517                              | 34 502                                | 13                                                                                                  | 8                    | 4                    | 58 450 €                                                                                     | 130 350 €            | 346 950 €            |
| Cobertura interior - Isolamento interior | < 1000              | 9 428                               | 1 638                                 | 46                                                                                                  | 23                   | 10                   | -5 050 €                                                                                     | 2 100 €              | 23 750 €             |
|                                          | 1000 - 1100         | 18 568                              | 2 378                                 | 20                                                                                                  | 12                   | 5                    | 3 500 €                                                                                      | 17 700 €             | 60 200 €             |
|                                          | 1100 - 1800         | 22 333                              | 5 636                                 | 15                                                                                                  | 9                    | 4                    | 11 020 €                                                                                     | 28 000 €             | 79 200 €             |
|                                          | > 1800              | 41 972                              | 3 191                                 | 10                                                                                                  | 5                    | 2                    | 24 100 €                                                                                     | 56 050 €             | 152 200 €            |
| Cobertura interior - Isolamento exterior | < 1000              | 9 673                               | 2 662                                 | >100                                                                                                | 58                   | 26                   | -30 050 €                                                                                    | -22 750 €            | -550 €               |
|                                          | 1000 - 1100         | 18 536                              | 3 301                                 | 53                                                                                                  | 31                   | 14                   | -21 900 €                                                                                    | -7 800 €             | 34 700 €             |
|                                          | 1100 - 1800         | 22 262                              | 6 639                                 | 39                                                                                                  | 24                   | 11                   | -14 280 €                                                                                    | 2 660 €              | 53 640 €             |
|                                          | > 1800              | 41 588                              | 3 913                                 | 26                                                                                                  | 15                   | 6                    | -1 800 €                                                                                     | 29 800 €             | 125 100 €            |

Tabela 120 - Retorno económico médio de medidas de isolamento de coberturas, por zonas climáticas (caraterizadas por gamas de GDA)

| Solução existente -<br>Melhoria          |                                                                                | Redução Anual de Energia Primária                      |       |       |         |          | Redução Anual de Emissões de CO <sub>2</sub>                       |       |       |         |          |
|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-------|-------|---------|----------|--------------------------------------------------------------------|-------|-------|---------|----------|
|                                          | Concelho                                                                       | kWhEP / (m <sup>2</sup> de cobertura a intervencionar) |       |       |         |          | kgCO <sub>2</sub> / (m <sup>2</sup> de cobertura a intervencionar) |       |       |         |          |
|                                          | GDA<br>(graus.dia/ano)                                                         | BC Ele.                                                | GN    | GPL   | Gasóleo | Biomassa | BC Ele.                                                            | GN    | GPL   | Gasóleo | Biomassa |
| Cobertura exterior - Isolamento exterior | Funchal<br>Faro<br>< 1000 GDA                                                  | 22.77                                                  | 26.82 | 26.42 | 26.55   | 28.53    | 3.28                                                               | 5.42  | 4.49  | 7.09    | 0.00     |
|                                          | Lisboa<br>1000 - 1100<br>GDA                                                   | 33.47                                                  | 41.93 | 41.10 | 41.37   | 45.52    | 4.82                                                               | 8.47  | 6.99  | 11.05   | 0.00     |
|                                          | Porto<br>Évora<br>Pombal<br>Coimbra<br>Castelo<br>Branco<br>1100 - 1800<br>GDA | 38.97                                                  | 48.58 | 47.64 | 47.94   | 52.66    | 5.61                                                               | 9.81  | 8.10  | 12.80   | 0.00     |
|                                          | Covilhã<br>Guarda<br>> 1800 GDA                                                | 48.40                                                  | 65.61 | 63.93 | 64.48   | 72.92    | 6.97                                                               | 13.25 | 10.87 | 17.22   | 0.00     |
| Cobertura interior - Isolamento interior | Funchal<br>Faro<br>< 1000 GDA                                                  | 7.14                                                   | 10.15 | 9.86  | 9.96    | 11.43    | 1.03                                                               | 2.05  | 1.68  | 2.66    | 0.00     |
|                                          | Lisboa<br>1000 - 1100<br>GDA                                                   | 13.44                                                  | 19.38 | 18.79 | 18.98   | 21.89    | 1.94                                                               | 3.91  | 3.19  | 5.07    | 0.00     |
|                                          | Porto<br>Évora<br>Pombal<br>Coimbra<br>Castelo<br>Branco<br>1100 - 1800<br>GDA | 18.21                                                  | 25.34 | 24.64 | 24.87   | 28.37    | 2.62                                                               | 5.12  | 4.19  | 6.64    | 0.00     |
|                                          | Covilhã<br>Guarda<br>> 1800 GDA                                                | 28.78                                                  | 42.19 | 40.88 | 41.31   | 47.88    | 4.14                                                               | 8.52  | 6.95  | 11.03   | 0.00     |
| Cobertura interior - Isolamento exterior | Funchal<br>Faro<br>< 1000 GDA                                                  | 6.63                                                   | 9.18  | 8.93  | 9.01    | 10.26    | 0.96                                                               | 1.85  | 1.52  | 2.41    | 0.00     |
|                                          | Lisboa<br>1000 - 1100<br>GDA                                                   | 11.62                                                  | 16.50 | 16.02 | 16.18   | 18.57    | 1.67                                                               | 3.33  | 2.72  | 4.32    | 0.00     |
|                                          | Porto<br>Évora<br>Pombal<br>Coimbra<br>Castelo<br>Branco<br>1100 - 1800<br>GDA | 15.58                                                  | 21.44 | 20.86 | 21.05   | 23.92    | 2.24                                                               | 4.33  | 3.55  | 5.62    | 0.00     |
|                                          | Covilhã<br>Guarda<br>> 1800 GDA                                                | 23.96                                                  | 34.90 | 33.83 | 34.18   | 39.55    | 3.45                                                               | 7.05  | 5.75  | 9.13    | 0.00     |

Tabela 121 – Impacto energético e ambiental de medidas de isolamento de coberturas (por m<sup>2</sup> área intervencionada)

| Solução existente -<br>Melhoria          | Concelho                                                                       | Redução de Energia Primária |       |       |         |          | Redução de Emissões de CO <sub>2</sub> |       |       |         |          |
|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-------|-------|---------|----------|----------------------------------------|-------|-------|---------|----------|
|                                          |                                                                                | kWhEP / (€ investido)       |       |       |         |          | kgCO <sub>2</sub> / (€ investido)      |       |       |         |          |
|                                          | GDA<br>(graus.dia/ano)                                                         | BC Ele.                     | GN    | GPL   | Gasóleo | Biomassa | BC Ele.                                | GN    | GPL   | Gasóleo | Biomassa |
| Cobertura exterior - Isolamento exterior | Funchal<br>Faro<br>< 1000 GDA                                                  | 0.759                       | 0.894 | 0.881 | 0.885   | 0.951    | 0.109                                  | 0.181 | 0.150 | 0.236   | 0.000    |
|                                          | Lisboa<br>1000 - 1100<br>GDA                                                   | 1.116                       | 1.398 | 1.370 | 1.379   | 1.517    | 0.161                                  | 0.282 | 0.233 | 0.368   | 0.000    |
|                                          | Porto<br>Évora<br>Pombal<br>Coimbra<br>Castelo<br>Branco<br>1100 - 1800<br>GDA | 1.299                       | 1.619 | 1.588 | 1.598   | 1.755    | 0.187                                  | 0.327 | 0.270 | 0.427   | 0.000    |
|                                          | Covilhã<br>Guarda<br>> 1800 GDA                                                | 1.613                       | 2.187 | 2.131 | 2.149   | 2.431    | 0.232                                  | 0.442 | 0.362 | 0.574   | 0.000    |
|                                          |                                                                                |                             |       |       |         |          |                                        |       |       |         |          |
| Cobertura interior - Isolamento interior | Funchal<br>Faro<br>< 1000 GDA                                                  | 0.596                       | 0.847 | 0.823 | 0.831   | 0.954    | 0.086                                  | 0.171 | 0.140 | 0.222   | 0.000    |
|                                          | Lisboa<br>1000 - 1100<br>GDA                                                   | 1.122                       | 1.617 | 1.568 | 1.584   | 1.827    | 0.162                                  | 0.327 | 0.267 | 0.423   | 0.000    |
|                                          | Porto<br>Évora<br>Pombal<br>Coimbra<br>Castelo<br>Branco<br>1100 - 1800<br>GDA | 1.519                       | 2.115 | 2.056 | 2.075   | 2.368    | 0.219                                  | 0.427 | 0.350 | 0.554   | 0.000    |
|                                          | Covilhã<br>Guarda<br>> 1800 GDA                                                | 2.402                       | 3.521 | 3.411 | 3.447   | 3.996    | 0.346                                  | 0.711 | 0.580 | 0.920   | 0.000    |
|                                          |                                                                                |                             |       |       |         |          |                                        |       |       |         |          |
| Cobertura exterior - Isolamento exterior | Funchal<br>Faro<br>< 1000 GDA                                                  | 0.243                       | 0.337 | 0.327 | 0.330   | 0.376    | 0.035                                  | 0.068 | 0.056 | 0.088   | 0.000    |
|                                          | Lisboa<br>1000 - 1100<br>GDA                                                   | 0.426                       | 0.605 | 0.587 | 0.593   | 0.681    | 0.061                                  | 0.122 | 0.100 | 0.158   | 0.000    |
|                                          | Porto<br>Évora<br>Pombal<br>Coimbra<br>Castelo<br>Branco<br>1100 - 1800<br>GDA | 0.571                       | 0.786 | 0.765 | 0.772   | 0.877    | 0.082                                  | 0.159 | 0.130 | 0.206   | 0.000    |
|                                          | Covilhã<br>Guarda<br>> 1800 GDA                                                | 0.878                       | 1.280 | 1.241 | 1.253   | 1.450    | 0.126                                  | 0.259 | 0.211 | 0.335   | 0.000    |
|                                          |                                                                                |                             |       |       |         |          |                                        |       |       |         |          |

Tabela 122 – Impacto energético e ambiental de medidas de isolamento de coberturas (por € investido)

| Pavimento existente | Concelho  | GDA (graus.dia/ano) | Zona climática Inverno | Zona climática Verão | Redução anual de cargas aquecimento | Redução anual de cargas arrefecimento | Período de retorno simples<br>Arrefecimento: sistemas BC<br>Aquecimento: diferentes soluções (anos) |                      |                      | Resultado ao fim de 25 anos:<br>Poupança<br>– Investimento para isolamento térmico (€) |                      |                      |
|---------------------|-----------|---------------------|------------------------|----------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|
|                     |           |                     |                        |                      | Energia útil (kWh/ano)              | Energia útil (kWh/ano)                | Aquec. BC                                                                                           | Aquec. GN / Biomassa | Aquec. GPL / Gasóleo | Aquec. BC                                                                              | Aquec. GN / Biomassa | Aquec. GPL / Gasóleo |
| Pavimento exterior  | Funchal   | 923                 | I1                     | V1                   | 4174.77                             | -1674.35                              | >100                                                                                                | 34                   | 11                   | -4 800 €                                                                               | -1 600 €             | 14 000 €             |
|                     | Lisboa    | 1071                | I1                     | V2                   | 6130.01                             | -2141.09                              | 67                                                                                                  | 22                   | 7.2                  | -3 700 €                                                                               | 900 €                | 21 000 €             |
|                     | Porto     | 1250                | I1                     | V2                   | 7126.15                             | -2130.05                              | 48                                                                                                  | 18                   | 6.0                  | -2 900 €                                                                               | 2 500 €              | 24 800 €             |
|                     | Faro      | 762                 | I1                     | V3                   | 3943.47                             | -2029.42                              | >100                                                                                                | 42                   | 12                   | -5 400 €                                                                               | -2 400 €             | 12 600 €             |
|                     | Évora     | 1150                | I1                     | V3                   | 6520.6                              | -829.64                               | 35                                                                                                  | 16                   | 6.2                  | -1 700 €                                                                               | 3 300 €              | 24 200 €             |
|                     | Pombal    | 1464                | I2                     | V1                   | 8334.5                              | -2195.88                              | 37                                                                                                  | 14                   | 5.1                  | -2 000 €                                                                               | 4 400 €              | 29 500 €             |
|                     | Coimbra   | 1337                | I2                     | V2                   | 7526.99                             | -2064.24                              | 43                                                                                                  | 16                   | 5.7                  | -2 500 €                                                                               | 3 200 €              | 26 500 €             |
|                     | C. Branco | 1404                | I2                     | V3                   | 7527.13                             | -577.42                               | 27                                                                                                  | 13                   | 5.3                  | -500 €                                                                                 | 5 200 €              | 28 500 €             |
|                     | Covilhã   | 2517                | I3                     | V1                   | 15252.3                             | -1586.05                              | 14                                                                                                  | 6.8                  | 2.6                  | 4 600 €                                                                                | 16 200 €             | 57 100 €             |
|                     | Guarda    | 1924                | I3                     | V2                   | 11625.07                            | -1369.81                              | 19                                                                                                  | 9.0                  | 3.5                  | 1 900 €                                                                                | 10 700 €             | 43 300 €             |
| Pavimento interior  | Funchal   | 923                 | I1                     | V1                   | -4925.59                            | -16870.7                              | NA                                                                                                  | NA                   | NA                   | -26 600 €                                                                              | -30 300 €            | -51 200 €            |
|                     | Lisboa    | 1071                | I1                     | V2                   | 693.21                              | -21420.9                              | NA                                                                                                  | NA                   | NA                   | -28 000 €                                                                              | -27 500 €            | -35 400 €            |
|                     | Porto     | 1250                | I1                     | V2                   | 3344.94                             | -20472.6                              | NA                                                                                                  | NA                   | NA                   | -24 500 €                                                                              | -22 000 €            | -23 900 €            |
|                     | Faro      | 762                 | I1                     | V3                   | -5790.17                            | -28774                                | NA                                                                                                  | NA                   | NA                   | -43 200 €                                                                              | -47 600 €            | -70 400 €            |
|                     | Évora     | 1150                | I1                     | V3                   | 1506.26                             | -22373.7                              | NA                                                                                                  | NA                   | NA                   | -28 600 €                                                                              | -27 400 €            | -33 500 €            |
|                     | Pombal    | 1464                | I2                     | V1                   | 2471.72                             | -17961.4                              | NA                                                                                                  | NA                   | NA                   | -21 900 €                                                                              | -20 000 €            | -23 900 €            |
|                     | Coimbra   | 1337                | I2                     | V2                   | 3224.53                             | -19795.1                              | NA                                                                                                  | NA                   | NA                   | -23 700 €                                                                              | -21 300 €            | -23 400 €            |
|                     | C. Branco | 1404                | I2                     | V3                   | 2119.66                             | -21831.5                              | NA                                                                                                  | NA                   | NA                   | -27 300 €                                                                              | -25 700 €            | -30 400 €            |
|                     | Covilhã   | 2517                | I3                     | V1                   | 12486.12                            | -12069.9                              | NA                                                                                                  | 63                   | 7.4                  | -5 700 €                                                                               | 3 800 €              | 22 900 €             |
|                     | Guarda    | 1924                | I3                     | V2                   | 9963.1                              | -16091.1                              | NA                                                                                                  | NA                   | 14                   | -13 200 €                                                                              | -5 600 €             | 7 700 €              |

Tabela 123 - Retorno económico de medidas de isolamento de pavimentos

| Pavimento existente | GDA<br>(graus.dia/ano)                                                         | Redução<br>anual de<br>cargas<br>aquecimento | Redução<br>anual de<br>cargas<br>arrefecimento | Período de retorno simples<br>Arrefecimento: sistemas<br>BC<br>Aquecimento: diferentes<br>soluções (anos) |                            |                            | Resultado ao fim de 25 anos:<br>Poupança<br>– Investimento para isolamento térmico (€) |                            |                         |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-------------------------|
|                     |                                                                                | Energia útil<br>(kWh/ano)                    | Energia útil<br>(kWh/ano)                      | Aquec.<br>BC                                                                                              | Aquec.<br>GN /<br>Biomassa | Aquec.<br>GPL /<br>Gasóleo | Aquec.<br>BC                                                                           | Aquec.<br>GN /<br>Biomassa | Aquec. GPL /<br>Gasóleo |
| Pavimento exterior  | Funchal<br>Faro<br>< 1000 GDA                                                  | 4 059                                        | -1 852                                         | >100                                                                                                      | 38                         | 11                         | -5 100 €                                                                               | -2 000 €                   | 7 300 €                 |
|                     | Lisboa<br>1000 - 1100<br>GDA                                                   | 693                                          | -21 421                                        | 67                                                                                                        | 22                         | 7.2                        | -3 700 €                                                                               | 900 €                      | 15 000 €                |
|                     | Porto<br>Évora<br>Pombal<br>Coimbra<br>Castelo<br>Branco<br>1100 - 1800<br>GDA | 7 407                                        | -1 559                                         | 38                                                                                                        | 16                         | 5.6                        | -1 920 €                                                                               | 3 720 €                    | 20 700 €                |
|                     | Covilhã<br>Guarda<br>> 1800 GDA                                                | 13 439                                       | -1 478                                         | 17                                                                                                        | 7.9                        | 3.0                        | 3 250 €                                                                                | 13 450 €                   | 44 200 €                |
| Pavimento interior  | Funchal<br>Faro<br>< 1000 GDA                                                  | -5 358                                       | -22 822                                        | NA                                                                                                        | NA                         | NA                         | -44 400 €                                                                              | -48 500 €                  | -60 800 €               |
|                     | Lisboa<br>1000 - 1100<br>GDA                                                   | 693                                          | -21 421                                        | NA                                                                                                        | NA                         | NA                         | -37 500 €                                                                              | -37 000 €                  | -35 400 €               |
|                     | Porto<br>Évora<br>Pombal<br>Coimbra<br>Castelo<br>Branco<br>1100 - 1800<br>GDA | 2 533                                        | -20 487                                        | NA                                                                                                        | NA                         | NA                         | -34 760 €                                                                              | -32 840 €                  | -27 020 €               |
|                     | Covilhã<br>Guarda<br>> 1800 GDA                                                | 11 225                                       | -14 081                                        | NA                                                                                                        | NA                         | 11                         | -18 950 €                                                                              | -10 400 €                  | 15 300 €                |

Tabela 124 - Retorno económico médio de medidas de isolamento de pavimentos, por zonas climáticas  
(caraterizadas por gamas de GDA)

| Pavimento existente |                                                                                | Redução Anual de Energia Primária                      |        |        |         |          | Redução Anual de Emissões de CO <sub>2</sub>                       |        |        |         |          |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------|--------|---------|----------|--------------------------------------------------------------------|--------|--------|---------|----------|
|                     | Concelho                                                                       | kWhEP / (m <sup>2</sup> de pavimento a intervencionar) |        |        |         |          | kgCO <sub>2</sub> / (m <sup>2</sup> de pavimento a intervencionar) |        |        |         |          |
|                     | GDA (graus.dia/ano)                                                            | BC Ele.                                                | GN     | GPL    | Gasóleo | Biomassa | BC Ele.                                                            | GN     | GPL    | Gasóleo | Biomassa |
| Pavimento exterior  | Funchal<br>Faro<br>< 1000 GDA                                                  | 8.76                                                   | 18.26  | 17.33  | 17.63   | 22.29    | 1.26                                                               | 3.69   | 2.95   | 4.71    | 0.00     |
|                     | Lisboa<br>1000 - 1100<br>GDA                                                   | 16.76                                                  | 31.10  | 29.70  | 30.16   | 37.20    | 2.41                                                               | 6.28   | 5.05   | 8.05    | 0.00     |
|                     | Porto<br>Évora<br>Pombal<br>Coimbra<br>Castelo<br>Branco<br>1100 - 1800<br>GDA | 25.78                                                  | 43.12  | 41.42  | 41.97   | 50.48    | 3.71                                                               | 8.71   | 7.04   | 11.21   | 0.00     |
|                     | Covilhã<br>Guarda<br>> 1800 GDA                                                | 54.05                                                  | 85.50  | 82.42  | 83.43   | 98.85    | 7.78                                                               | 17.27  | 14.01  | 22.27   | 0.00     |
|                     |                                                                                |                                                        |        |        |         |          |                                                                    |        |        |         |          |
| Pavimento interior  | Funchal<br>Faro<br>< 1000 GDA                                                  | -61.17                                                 | -66.36 | -65.85 | -66.02  | -68.57   | -8.81                                                              | -13.41 | -11.20 | -17.63  | 0.00     |
|                     | Lisboa<br>1000 - 1100<br>GDA                                                   | -46.47                                                 | -45.79 | -45.86 | -45.84  | -45.51   | -6.69                                                              | -9.25  | -7.80  | -12.24  | 0.00     |
|                     | Porto<br>Évora<br>Pombal<br>Coimbra<br>Castelo<br>Branco<br>1100 - 1800<br>GDA | -40.86                                                 | -38.41 | -38.65 | -38.57  | -37.36   | -5.88                                                              | -7.76  | -6.57  | -10.30  | 0.00     |
|                     | Covilhã<br>Guarda<br>> 1800 GDA                                                | -9.95                                                  | 0.94   | -0.13  | 0.22    | 5.56     | -1.43                                                              | 0.19   | -0.02  | 0.06    | 0.00     |
|                     |                                                                                |                                                        |        |        |         |          |                                                                    |        |        |         |          |

Tabela 125 – Impacto energético e ambiental de medidas de isolamento de pavimentos (por m<sup>2</sup> área intervencionada)

| Pavimento existente |                                                                                | Redução Anual de Energia Primária                      |        |        |         |          | Redução Anual de Emissões de CO <sub>2</sub>                       |        |        |         |          |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------|--------|---------|----------|--------------------------------------------------------------------|--------|--------|---------|----------|
|                     | Concelho                                                                       | kWhEP / (m <sup>2</sup> de pavimento a intervencionar) |        |        |         |          | kgCO <sub>2</sub> / (m <sup>2</sup> de pavimento a intervencionar) |        |        |         |          |
|                     | GDA (graus.dia/ano)                                                            | BC Ele.                                                | GN     | GPL    | Gasóleo | Biomassa | BC Ele.                                                            | GN     | GPL    | Gasóleo | Biomassa |
| Pavimento exterior  | Funchal<br>Faro<br>< 1000 GDA                                                  | 0.251                                                  | 0.523  | 0.497  | 0.505   | 0.639    | 0.036                                                              | 0.106  | 0.084  | 0.135   | 0.000    |
|                     | Lisboa<br>1000 - 1100<br>GDA                                                   | 0.480                                                  | 0.892  | 0.851  | 0.865   | 1.066    | 0.069                                                              | 0.180  | 0.145  | 0.231   | 0.000    |
|                     | Porto<br>Évora<br>Pombal<br>Coimbra<br>Castelo<br>Branco<br>1100 - 1800<br>GDA | 0.739                                                  | 1.236  | 1.187  | 1.203   | 1.447    | 0.106                                                              | 0.250  | 0.202  | 0.321   | 0.000    |
|                     | Covilhã<br>Guarda<br>> 1800 GDA                                                | 1.550                                                  | 2.451  | 2.363  | 2.392   | 2.834    | 0.223                                                              | 0.495  | 0.402  | 0.639   | 0.000    |
| Pavimento interior  | Funchal<br>Faro<br>< 1000 GDA                                                  | -2.658                                                 | -2.884 | -2.862 | -2.869  | -2.980   | -0.383                                                             | -0.583 | -0.486 | -0.766  | 0.000    |
|                     | Lisboa<br>1000 - 1100<br>GDA                                                   | -2.019                                                 | -1.990 | -1.993 | -1.992  | -1.978   | -0.291                                                             | -0.402 | -0.339 | -0.532  | 0.000    |
|                     | Porto<br>Évora<br>Pombal<br>Coimbra<br>Castelo<br>Branco<br>1100 - 1800<br>GDA | -1.776                                                 | -1.669 | -1.679 | -1.676  | -1.624   | -0.256                                                             | -0.337 | -0.286 | -0.448  | 0.000    |
|                     | Covilhã<br>Guarda<br>> 1800 GDA                                                | -0.432                                                 | 0.041  | -0.006 | 0.009   | 0.242    | -0.062                                                             | 0.008  | -0.001 | 0.003   | 0.000    |

Tabela 126 – Impacto energético e ambiental de medidas de isolamento de pavimentos (por € investido)

| Melhoria Proposta                                    | Concelho       | I  | V  | Redução anual de cargas aquecimento | Redução anual de cargas arrefecimento | Período de retorno simples<br>Arrefecimento: sistemas BC<br>Aquecimento: diferentes soluções (anos) |                      |                      | Resultado ao fim de 25 anos:<br>Poupança – Investimento para isolamento pelo interior (€) |                      |                      |
|------------------------------------------------------|----------------|----|----|-------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|
|                                                      |                |    |    | Energia útil (kWh/ano)              | Energia útil (kWh/ano)                | Aquec. BC                                                                                           | Aquec. GN / Biomassa | Aquec. GPL / Gasóleo | Aquec. BC                                                                                 | Aquec. GN / Biomassa | Aquec. GPL / Gasóleo |
| Aplicação de proteções solares exteriores reguláveis | Funchal        | I1 | V1 | -19                                 | 9 811                                 | 33                                                                                                  | 34                   | 34                   | -4 400 €                                                                                  | -4 400 €             | -4 500 €             |
|                                                      | Lisboa         | I1 | V2 | -6                                  | 27 278                                | 12                                                                                                  | 12                   | 12                   | 18 900 €                                                                                  | 18 900 €             | 18 800 €             |
|                                                      | Porto          | I1 | V2 | -16                                 | 26 968                                | 12                                                                                                  | 12                   | 12                   | 18 400 €                                                                                  | 18 400 €             | 18 400 €             |
|                                                      | Faro           | I1 | V3 | -3                                  | 26 559                                | 12                                                                                                  | 12                   | 12                   | 17 900 €                                                                                  | 17 900 €             | 17 900 €             |
|                                                      | Évora          | I1 | V3 | -3                                  | 28 961                                | 11                                                                                                  | 11                   | 11                   | 21 100 €                                                                                  | 21 100 €             | 21 100 €             |
|                                                      | Pombal         | I2 | V1 | -50                                 | 24 711                                | 13                                                                                                  | 13                   | 13                   | 15 400 €                                                                                  | 15 400 €             | 15 300 €             |
|                                                      | Coimbra        | I2 | V2 | -23                                 | 26 650                                | 12                                                                                                  | 12                   | 12                   | 18 000 €                                                                                  | 18 000 €             | 17 900 €             |
|                                                      | Castelo Branco | I2 | V3 | 0                                   | 27 438                                | 12                                                                                                  | 12                   | 12                   | 19 100 €                                                                                  | 19 100 €             | 19 100 €             |
|                                                      | Covilhã        | I3 | V1 | -259                                | 20 595                                | 16                                                                                                  | 16                   | 17                   | 9 700 €                                                                                   | 9 500 €              | 9 000 €              |
|                                                      | Guarda         | I3 | V2 | -31                                 | 26 078                                | 13                                                                                                  | 13                   | 13                   | 17 200 €                                                                                  | 17 200 €             | 17 100 €             |

Tabela 127 - Retorno económico de medidas de intervenção nas proteções solares

| Melhoria Proposta                             | Concelho  | GDA (graus.dia/ano) | Zona climática Inverno | Zona climática Verão | Redução anual de cargas aquecimento | Redução anual de cargas arrefecimento | Período de retorno simples<br>Arrefecimento: sistemas BC<br>Aquecimento: diferentes soluções (anos) |                      |                      | Resultado ao fim de 25 anos:<br>Poupança – Investimento para isolamento térmico (€) |                      |                      |
|-----------------------------------------------|-----------|---------------------|------------------------|----------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|
|                                               |           |                     |                        |                      | Energia útil (kWh/ano)              | Energia útil (kWh/ano)                | Aquec. BC                                                                                           | Aquec. GN / Biomassa | Aquec. GPL / Gasóleo | Aquec. BC                                                                           | Aquec. GN / Biomassa | Aquec. GPL / Gasóleo |
| Aplicação de 2ª caixilharia com vidro simples | Funchal   | 923                 | I1                     | V1                   | 9 544                               | 236                                   | 176                                                                                                 | 94                   | 39                   | -49 900 €                                                                           | -42 700 €            | -20 800 €            |
|                                               | Lisboa    | 1071                | I1                     | V2                   | 17 062                              | 3 657                                 | 76                                                                                                  | 45                   | 20                   | -39 100 €                                                                           | -26 100 €            | 13 000 €             |
|                                               | Porto     | 1250                | I1                     | V2                   | 21 243                              | 2 600                                 | 69                                                                                                  | 39                   | 17                   | -37 000 €                                                                           | -20 900 €            | 27 800 €             |
|                                               | Faro      | 762                 | I1                     | V3                   | 9 225                               | 9 989                                 | 69                                                                                                  | 52                   | 30                   | -37 200 €                                                                           | -30 200 €            | -9 000 €             |
|                                               | Évora     | 1150                | I1                     | V3                   | 18 790                              | 10 919                                | 48                                                                                                  | 33                   | 17                   | -28 000 €                                                                           | -13 700 €            | 29 400 €             |
|                                               | Pombal    | 1464                | I2                     | V1                   | 21 428                              | 2 165                                 | 70                                                                                                  | 39                   | 17                   | -37 500 €                                                                           | -21 200 €            | 27 900 €             |
|                                               | Coimbra   | 1337                | I2                     | V2                   | 22 462                              | 2 894                                 | 64                                                                                                  | 37                   | 16                   | -35 600 €                                                                           | -18 500 €            | 32 900 €             |
|                                               | C. Branco | 1404                | I2                     | V3                   | 19 878                              | 11 655                                | 45                                                                                                  | 31                   | 16                   | -26 100 €                                                                           | -11 000 €            | 34 600 €             |
|                                               | Covilhã   | 2517                | I3                     | V1                   | 38 808                              | 446                                   | 44                                                                                                  | 23                   | 10                   | -25 300 €                                                                           | 4 200 €              | 93 200 €             |
|                                               | Guarda    | 1924                | I3                     | V2                   | 35 281                              | 3 814                                 | 42                                                                                                  | 24                   | 10                   | -23 700 €                                                                           | 3 100 €              | 84 000 €             |

| Melhoria Proposta                                                                       | Concelho  | GDA (graus.dia/ano) | Zona climática Inverno | Zona climática Verão | Redução anual de cargas aquecimento | Redução anual de cargas arrefecimento | Período de retorno simples<br>Arrefecimento: sistemas BC<br>Aquecimento: diferentes soluções (anos) |                      |                      | Resultado ao fim de 25 anos:<br>Poupança<br>– Investimento para isolamento térmico (€) |                      |                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------|---------------------|------------------------|----------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|
|                                                                                         |           |                     |                        |                      | Energia útil (kWh/ano)              | Energia útil (kWh/ano)                | Aquec. BC                                                                                           | Aquec. GN / Biomassa | Aquec. GPL / Gasóleo | Aquec. BC                                                                              | Aquec. GN / Biomassa | Aquec. GPL / Gasóleo |
| Substituição integral de envidraçados por novos com vidro duplo corrente                | Funchal   | 923                 | I1                     | V1                   | 9 544                               | 236                                   | 264                                                                                                 | 141                  | 58                   | -79 000 €                                                                              | -71 800 €            | -49 900 €            |
|                                                                                         | Lisboa    | 1071                | I1                     | V2                   | 17 062                              | 3 657                                 | 114                                                                                                 | 68                   | 31                   | -68 200 €                                                                              | -55 200 €            | -16 100 €            |
|                                                                                         | Porto     | 1250                | I1                     | V2                   | 21 243                              | 2 600                                 | 103                                                                                                 | 58                   | 25                   | -66 100 €                                                                              | -50 000 €            | -1 300 €             |
|                                                                                         | Faro      | 762                 | I1                     | V3                   | 9 225                               | 9 989                                 | 104                                                                                                 | 78                   | 44                   | -66 300 €                                                                              | -59 300 €            | -38 100 €            |
|                                                                                         | Évora     | 1150                | I1                     | V3                   | 18 790                              | 10 919                                | 72                                                                                                  | 49                   | 25                   | -57 100 €                                                                              | -42 800 €            | 300 €                |
|                                                                                         | Pombal    | 1464                | I2                     | V1                   | 21 428                              | 2 165                                 | 105                                                                                                 | 59                   | 25                   | -66 600 €                                                                              | -50 300 €            | -1 200 €             |
|                                                                                         | Coimbra   | 1337                | I2                     | V2                   | 22 462                              | 2 894                                 | 97                                                                                                  | 55                   | 24                   | -64 700 €                                                                              | -47 600 €            | 3 800 €              |
|                                                                                         | C. Branco | 1404                | I2                     | V3                   | 19 878                              | 11 655                                | 68                                                                                                  | 46                   | 24                   | -55 200 €                                                                              | -40 100 €            | 5 500 €              |
|                                                                                         | Covilhã   | 2517                | I3                     | V1                   | 38 808                              | 446                                   | 66                                                                                                  | 35                   | 14                   | -54 400 €                                                                              | -24 900 €            | 64 100 €             |
|                                                                                         | Guarda    | 1924                | I3                     | V2                   | 35 281                              | 3 814                                 | 63                                                                                                  | 36                   | 15                   | -52 800 €                                                                              | -26 000 €            | 54 900 €             |
| Substituição integral de envidraçados por novos com vidro duplo de fator solar reduzido | Funchal   | 923                 | I1                     | V1                   | -17 470                             | 37 507                                | 72                                                                                                  | 115                  | -142                 | -66 400 €                                                                              | -79 700 €            | -119 700 €           |
|                                                                                         | Lisboa    | 1071                | I1                     | V2                   | -20 761                             | 60 946                                | 40                                                                                                  | 53                   | 4288                 | -37 900 €                                                                              | -53 700 €            | -101 300 €           |
|                                                                                         | Porto     | 1250                | I1                     | V2                   | -18 534                             | 56 370                                | 43                                                                                                  | 56                   | 810                  | -42 200 €                                                                              | -56 300 €            | -98 800 €            |
|                                                                                         | Faro      | 762                 | I1                     | V3                   | -21 179                             | 89 075                                | 25                                                                                                  | 30                   | 70                   | -800 €                                                                                 | -16 900 €            | -65 400 €            |
|                                                                                         | Évora     | 1150                | I1                     | V3                   | -19 771                             | 75 242                                | 30                                                                                                  | 37                   | 108                  | -18 100 €                                                                              | -33 100 €            | -78 400 €            |
|                                                                                         | Pombal    | 1464                | I2                     | V1                   | -31 918                             | 53 489                                | 57                                                                                                  | 125                  | -48                  | -57 200 €                                                                              | -81 500 €            | -154 600 €           |
|                                                                                         | Coimbra   | 1337                | I2                     | V2                   | -18 960                             | 55 787                                | 43                                                                                                  | 58                   | 3573                 | -43 300 €                                                                              | -57 700 €            | -101 200 €           |
|                                                                                         | C. Branco | 1404                | I2                     | V3                   | -25 336                             | 77 875                                | 31                                                                                                  | 40                   | 472                  | -19 200 €                                                                              | -38 400 €            | -96 500 €            |
|                                                                                         | Covilhã   | 2517                | I3                     | V1                   | -39 691                             | 36 316                                | 166                                                                                                 | -172                 | -24                  | -86 600 €                                                                              | -116 700 €           | -207 700 €           |
|                                                                                         | Guarda    | 1924                | I3                     | V2                   | -18 563                             | 51 179                                | 48                                                                                                  | 66                   | -656                 | -49 100 €                                                                              | -63 200 €            | -105 800 €           |
| Substituição integral de envidraçados por novos com vidro duplo de baixa emissividade   | Funchal   | 923                 | I1                     | V1                   | 6 408                               | 11 884                                | 120                                                                                                 | 98                   | 63                   | -80 700 €                                                                              | -75 800 €            | -61 200 €            |
|                                                                                         | Lisboa    | 1071                | I1                     | V2                   | 13 143                              | 21 108                                | 65                                                                                                  | 52                   | 32                   | -62 800 €                                                                              | -52 800 €            | -22 700 €            |
|                                                                                         | Porto     | 1250                | I1                     | V2                   | 17 589                              | 18 630                                | 64                                                                                                  | 48                   | 27                   | -62 400 €                                                                              | -49 000 €            | -8 700 €             |
|                                                                                         | Faro      | 762                 | I1                     | V3                   | 5 569                               | 36 148                                | 48                                                                                                  | 45                   | 36                   | -49 100 €                                                                              | -44 800 €            | -32 100 €            |
|                                                                                         | Évora     | 1150                | I1                     | V3                   | 15 039                              | 31 378                                | 47                                                                                                  | 39                   | 25                   | -47 500 €                                                                              | -36 100 €            | -1 600 €             |
|                                                                                         | Pombal    | 1464                | I2                     | V1                   | 15 434                              | 18 651                                | 68                                                                                                  | 52                   | 30                   | -64 200 €                                                                              | -52 400 €            | -17 100 €            |
|                                                                                         | Coimbra   | 1337                | I2                     | V2                   | 18 720                              | 18 952                                | 62                                                                                                  | 46                   | 26                   | -61 000 €                                                                              | -46 800 €            | -3 900 €             |
|                                                                                         | C. Branco | 1404                | I2                     | V3                   | 15 345                              | 33 925                                | 44                                                                                                  | 37                   | 24                   | -43 900 €                                                                              | -32 200 €            | 3 000 €              |
|                                                                                         | Covilhã   | 2517                | I3                     | V1                   | 31 163                              | 11 645                                | 61                                                                                                  | 39                   | 19                   | -60 400 €                                                                              | -36 700 €            | 34 700 €             |
|                                                                                         | Guarda    | 1924                | I3                     | V2                   | 31 565                              | 17 857                                | 51                                                                                                  | 34                   | 17                   | -51 800 €                                                                              | -27 800 €            | 44 600 €             |
| Substituição de envidraçados por novos com vidro duplo e proteções solares exteriores   | Funchal   | 923                 | I1                     | V1                   | 9 528                               | 10 012                                | 123                                                                                                 | 92                   | 52                   | -83 500 €                                                                              | -76 300 €            | -54 400 €            |
|                                                                                         | Lisboa    | 1071                | I1                     | V2                   | 17 057                              | 30 180                                | 48                                                                                                  | 39                   | 25                   | -50 300 €                                                                              | -37 400 €            | 1 700 €              |
|                                                                                         | Porto     | 1250                | I1                     | V2                   | 21 230                              | 28 990                                | 46                                                                                                  | 36                   | 22                   | -48 500 €                                                                              | -32 300 €            | 16 300 €             |
|                                                                                         | Faro      | 762                 | I1                     | V3                   | 9 223                               | 35 185                                | 48                                                                                                  | 43                   | 32                   | -50 200 €                                                                              | -43 200 €            | -22 100 €            |
|                                                                                         | Évora     | 1150                | I1                     | V3                   | 18 788                              | 38 358                                | 39                                                                                                  | 32                   | 21                   | -38 000 €                                                                              | -23 700 €            | 19 300 €             |
|                                                                                         | Pombal    | 1464                | I2                     | V1                   | 21 386                              | 26 345                                | 49                                                                                                  | 38                   | 22                   | -51 900 €                                                                              | -35 600 €            | 13 400 €             |
|                                                                                         | Coimbra   | 1337                | I2                     | V2                   | 22 442                              | 28 895                                | 46                                                                                                  | 35                   | 21                   | -47 600 €                                                                              | -30 500 €            | 20 900 €             |
|                                                                                         | C. Branco | 1404                | I2                     | V3                   | 19 878                              | 37 570                                | 39                                                                                                  | 32                   | 21                   | -38 100 €                                                                              | -23 000 €            | 22 500 €             |
|                                                                                         | Covilhã   | 2517                | I3                     | V1                   | 38 583                              | 20 910                                | 44                                                                                                  | 29                   | 15                   | -44 800 €                                                                              | -15 400 €            | 73 000 €             |
|                                                                                         | Guarda    | 1924                | I3                     | V2                   | 35 254                              | 29 093                                | 38                                                                                                  | 28                   | 15                   | -36 600 €                                                                              | -9 800 €             | 71 000 €             |

Tabela 128 - Retorno económico de medidas de intervenção em envidraçados

| Melhoria Proposta                                                                                | GDA<br>(graus.dia/ano) | Redução anual<br>de cargas<br>aquecimento | Redução anual<br>de cargas<br>arrefecimento | Período de retorno simples<br>Arrefecimento: sistemas BC<br>Aquecimento: diferentes<br>soluções (anos) |                            |                            | Resultado ao fim de 25 anos:<br>Poupança<br>– Investimento para isolamento pelo<br>interior (€) |                            |                         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-------------------------|
|                                                                                                  |                        | Energia útil<br>(kWh/ano)                 | Energia útil<br>(kWh/ano)                   | Aquec.<br>BC                                                                                           | Aquec.<br>GN /<br>Biomassa | Aquec.<br>GPL /<br>Gasóleo | Aquec.<br>BC                                                                                    | Aquec.<br>GN /<br>Biomassa | Aquec. GPL /<br>Gasóleo |
| Aplicação de 2ª caixilharia com<br>vidro simples                                                 | < 1000                 | 9 385                                     | 5 113                                       | >100                                                                                                   | 73                         | 34                         | -43 550                                                                                         | -36 450                    | -14 900                 |
|                                                                                                  | 1000 - 1100            | 17 062                                    | 3 657                                       | 76                                                                                                     | 45                         | 20                         | -39 100                                                                                         | -26 100                    | 13 000                  |
|                                                                                                  | 1100 - 1800            | 20 760                                    | 6 046                                       | 59                                                                                                     | 36                         | 16                         | -32 840                                                                                         | -17 060                    | 30 520                  |
|                                                                                                  | > 1800                 | 37 044                                    | 2 130                                       | 43                                                                                                     | 24                         | 10                         | -24 500                                                                                         | 3 650                      | 88 600                  |
| Substituição integral de<br>envidraçados por novos<br>com vidro duplo corrente                   | < 1000                 | 9 385                                     | 5 113                                       | >100                                                                                                   | 109                        | 51                         | -72 650                                                                                         | -65 550                    | -44 000                 |
|                                                                                                  | 1000 - 1100            | 17 062                                    | 3 657                                       | >100                                                                                                   | 68                         | 31                         | -68 200                                                                                         | -55 200                    | -16 100                 |
|                                                                                                  | 1100 - 1800            | 20 760                                    | 6 046                                       | 89                                                                                                     | 54                         | 25                         | -61 940                                                                                         | -46 160                    | 1 420                   |
|                                                                                                  | > 1800                 | 37 044                                    | 2 130                                       | 65                                                                                                     | 35                         | 15                         | -53 600                                                                                         | -25 450                    | 59 500                  |
| Substituição integral de<br>envidraçados por novos<br>com vidro duplo de fator<br>solar reduzido | < 1000                 | -19 324                                   | 63 291                                      | 49                                                                                                     | 72                         | NA                         | -33 600                                                                                         | -48 300                    | -92 550                 |
|                                                                                                  | 1000 - 1100            | -20 761                                   | 60 946                                      | 40                                                                                                     | 53                         | >100                       | -37 900                                                                                         | -53 700                    | -101 300                |
|                                                                                                  | 1100 - 1800            | -22 904                                   | 63 753                                      | 41                                                                                                     | 63                         | 983                        | -36 000                                                                                         | -53 400                    | -105 900                |
|                                                                                                  | > 1800                 | -29 127                                   | 43 748                                      | >100                                                                                                   | NA                         | NA                         | -67 850                                                                                         | -89 950                    | -156 750                |
| Substituição integral de<br>envidraçados por novos com<br>vidro duplo de baixa<br>emissividade   | < 1000                 | 5 988                                     | 24 016                                      | 84                                                                                                     | 71                         | 50                         | -64 900                                                                                         | -60 300                    | -46 650                 |
|                                                                                                  | 1000 - 1100            | 13 143                                    | 21 108                                      | 65                                                                                                     | 52                         | 32                         | -62 800                                                                                         | -52 800                    | -22 700                 |
|                                                                                                  | 1100 - 1800            | 16 425                                    | 24 307                                      | 57                                                                                                     | 44                         | 27                         | -55 800                                                                                         | -43 300                    | -5 660                  |
|                                                                                                  | > 1800                 | 31 364                                    | 14 751                                      | 56                                                                                                     | 37                         | 18                         | -56 100                                                                                         | -32 250                    | 39 650                  |
| Substituição de envidraçados<br>por novos com vidro duplo e<br>proteções solares exteriores      | < 1000                 | 9 376                                     | 22 599                                      | 86                                                                                                     | 67                         | 42                         | -66 850                                                                                         | -59 750                    | -38 250                 |
|                                                                                                  | 1000 - 1100            | 17 057                                    | 30 180                                      | 48                                                                                                     | 39                         | 25                         | -50 300                                                                                         | -37 400                    | 1 700                   |
|                                                                                                  | 1100 - 1800            | 20 744                                    | 32 032                                      | 44                                                                                                     | 35                         | 21                         | -44 820                                                                                         | -29 020                    | 18 480                  |
|                                                                                                  | > 1800                 | 36 919                                    | 25 001                                      | 41                                                                                                     | 28                         | 15                         | -40 700                                                                                         | -12 600                    | 72 000                  |

Tabela 129 - Retorno económico médio de medidas de intervenção nos envidraçados, por zonas climáticas (caraterizadas por gamas de GDA)

| Melhoria Proposta                                               | Concelho  | GDA (graus.dia/ano) | Zona climática Inverno | Zona climática Verão | Redução Anual de Energia Primária                           |      |      |         |          | Redução Anual de Emissões de CO <sub>2</sub>                            |      |      |         |          |
|-----------------------------------------------------------------|-----------|---------------------|------------------------|----------------------|-------------------------------------------------------------|------|------|---------|----------|-------------------------------------------------------------------------|------|------|---------|----------|
|                                                                 |           |                     |                        |                      | kWhEP /<br>(m <sup>2</sup> de envidraçado a intervencionar) |      |      |         |          | kgCO <sub>2</sub> /<br>(m <sup>2</sup> de envidraçado a intervencionar) |      |      |         |          |
|                                                                 |           |                     |                        |                      | BC Ele.                                                     | GN   | GPL  | Gasóleo | Biomassa | BC Ele.                                                                 | GN   | GPL  | Gasóleo | Biomassa |
| Aplicação de proteções solares exteriores reguláveis            | Funchal   | 923                 | I1                     | V1                   | 15.6                                                        | 15.6 | 15.6 | 15.6    | 15.6     | 2.2                                                                     | 3.1  | 2.6  | 4.2     | 0.0      |
|                                                                 | Lisboa    | 1071                | I1                     | V2                   | 43.4                                                        | 43.4 | 43.4 | 43.4    | 43.4     | 6.2                                                                     | 8.8  | 7.4  | 11.6    | 0.0      |
|                                                                 | Porto     | 1250                | I1                     | V2                   | 42.9                                                        | 42.9 | 42.9 | 42.9    | 42.9     | 6.2                                                                     | 8.7  | 7.3  | 11.4    | 0.0      |
|                                                                 | Faro      | 762                 | I1                     | V3                   | 42.3                                                        | 42.2 | 42.2 | 42.2    | 42.2     | 6.1                                                                     | 8.5  | 7.2  | 11.3    | 0.0      |
|                                                                 | Évora     | 1150                | I1                     | V3                   | 46.1                                                        | 46.1 | 46.1 | 46.1    | 46.1     | 6.6                                                                     | 9.3  | 7.8  | 12.3    | 0.0      |
|                                                                 | Pombal    | 1464                | I2                     | V1                   | 39.2                                                        | 39.2 | 39.2 | 39.2    | 39.2     | 5.7                                                                     | 7.9  | 6.7  | 10.5    | 0.0      |
|                                                                 | Coimbra   | 1337                | I2                     | V2                   | 42.4                                                        | 42.4 | 42.4 | 42.4    | 42.3     | 6.1                                                                     | 8.6  | 7.2  | 11.3    | 0.0      |
|                                                                 | C. Branco | 1404                | I2                     | V3                   | 43.7                                                        | 43.7 | 43.7 | 43.7    | 43.7     | 6.3                                                                     | 8.8  | 7.4  | 11.7    | 0.0      |
|                                                                 | Covilhã   | 2517                | I3                     | V1                   | 32.4                                                        | 32.2 | 32.3 | 32.2    | 32.2     | 4.7                                                                     | 6.5  | 5.5  | 8.6     | 0.0      |
|                                                                 | Guarda    | 1924                | I3                     | V2                   | 41.4                                                        | 41.4 | 41.4 | 41.4    | 41.4     | 6.0                                                                     | 8.4  | 7.0  | 11.1    | 0.0      |
| Aplicação de 2ª caixilharia                                     | Funchal   | 923                 | I1                     | V1                   | 13.4                                                        | 20.0 | 19.3 | 19.6    | 22.8     | 1.9                                                                     | 4.0  | 3.3  | 5.2     | 0.0      |
|                                                                 | Lisboa    | 1071                | I1                     | V2                   | 29.1                                                        | 40.9 | 39.7 | 40.1    | 45.9     | 4.2                                                                     | 8.3  | 6.8  | 10.7    | 0.0      |
|                                                                 | Porto     | 1250                | I1                     | V2                   | 33.1                                                        | 47.8 | 46.4 | 46.8    | 54.0     | 4.8                                                                     | 9.7  | 7.9  | 12.5    | 0.0      |
|                                                                 | Faro      | 762                 | I1                     | V3                   | 28.5                                                        | 34.9 | 34.2 | 34.4    | 37.6     | 4.1                                                                     | 7.0  | 5.8  | 9.2     | 0.0      |
|                                                                 | Évora     | 1150                | I1                     | V3                   | 43.0                                                        | 56.0 | 54.7 | 55.1    | 61.5     | 6.2                                                                     | 11.3 | 9.3  | 14.7    | 0.0      |
|                                                                 | Pombal    | 1464                | I2                     | V1                   | 32.7                                                        | 47.5 | 46.0 | 46.5    | 53.8     | 4.7                                                                     | 9.6  | 7.8  | 12.4    | 0.0      |
|                                                                 | Coimbra   | 1337                | I2                     | V2                   | 35.2                                                        | 50.8 | 49.2 | 49.7    | 57.4     | 5.1                                                                     | 10.3 | 8.4  | 13.3    | 0.0      |
|                                                                 | C. Branco | 1404                | I2                     | V3                   | 45.6                                                        | 59.4 | 58.0 | 58.5    | 65.2     | 6.6                                                                     | 12.0 | 9.9  | 15.6    | 0.0      |
|                                                                 | Covilhã   | 2517                | I3                     | V1                   | 53.6                                                        | 80.5 | 77.8 | 78.7    | 91.9     | 7.7                                                                     | 16.3 | 13.2 | 21.0    | 0.0      |
|                                                                 | Guarda    | 1924                | I3                     | V2                   | 54.2                                                        | 78.6 | 76.2 | 77.0    | 88.9     | 7.8                                                                     | 15.9 | 13.0 | 20.6    | 0.0      |
| Substituição de caixilharias por novas com vidro duplo corrente | Funchal   | 923                 | I1                     | V1                   | 13.4                                                        | 20.0 | 19.3 | 19.6    | 22.8     | 1.9                                                                     | 4.0  | 3.3  | 5.2     | 0.0      |
|                                                                 | Lisboa    | 1071                | I1                     | V2                   | 29.1                                                        | 40.9 | 39.7 | 40.1    | 45.9     | 4.2                                                                     | 8.3  | 6.8  | 10.7    | 0.0      |
|                                                                 | Porto     | 1250                | I1                     | V2                   | 33.1                                                        | 47.8 | 46.4 | 46.8    | 54.0     | 4.8                                                                     | 9.7  | 7.9  | 12.5    | 0.0      |
|                                                                 | Faro      | 762                 | I1                     | V3                   | 28.5                                                        | 34.9 | 34.2 | 34.4    | 37.6     | 4.1                                                                     | 7.0  | 5.8  | 9.2     | 0.0      |
|                                                                 | Évora     | 1150                | I1                     | V3                   | 43.0                                                        | 56.0 | 54.7 | 55.1    | 61.5     | 6.2                                                                     | 11.3 | 9.3  | 14.7    | 0.0      |
|                                                                 | Pombal    | 1464                | I2                     | V1                   | 32.7                                                        | 47.5 | 46.0 | 46.5    | 53.8     | 4.7                                                                     | 9.6  | 7.8  | 12.4    | 0.0      |
|                                                                 | Coimbra   | 1337                | I2                     | V2                   | 35.2                                                        | 50.8 | 49.2 | 49.7    | 57.4     | 5.1                                                                     | 10.3 | 8.4  | 13.3    | 0.0      |
|                                                                 | C. Branco | 1404                | I2                     | V3                   | 45.6                                                        | 59.4 | 58.0 | 58.5    | 65.2     | 6.6                                                                     | 12.0 | 9.9  | 15.6    | 0.0      |
|                                                                 | Covilhã   | 2517                | I3                     | V1                   | 53.6                                                        | 80.5 | 77.8 | 78.7    | 91.9     | 7.7                                                                     | 16.3 | 13.2 | 21.0    | 0.0      |
|                                                                 | Guarda    | 1924                | I3                     | V2                   | 54.2                                                        | 78.6 | 76.2 | 77.0    | 88.9     | 7.8                                                                     | 15.9 | 13.0 | 20.6    | 0.0      |

| Melhoria Proposta                                                                                   | Concelho  | GDA (graus.dia/ano) | Zona climática Inverno | Zona climática Verão | Redução Anual de Energia Primária                           |       |       |         |          | Redução Anual de Emissões de CO <sub>2</sub>                            |      |      |         |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|---------------------|------------------------|----------------------|-------------------------------------------------------------|-------|-------|---------|----------|-------------------------------------------------------------------------|------|------|---------|----------|
|                                                                                                     |           |                     |                        |                      | kWhEP /<br>(m <sup>2</sup> de envidraçado a intervencionar) |       |       |         |          | kgCO <sub>2</sub> /<br>(m <sup>2</sup> de envidraçado a intervencionar) |      |      |         |          |
|                                                                                                     |           |                     |                        |                      | BC Ele.                                                     | GN    | GPL   | Gasóleo | Biomassa | BC Ele.                                                                 | GN   | GPL  | Gasóleo | Biomassa |
| Substituição de caixilharias por novas com vidro duplo com fator solar reduzido                     | Funchal   | 923                 | I1                     | V1                   | 35.8                                                        | 23.8  | 24.9  | 24.6    | 18.6     | 5.2                                                                     | 4.8  | 4.2  | 6.6     | 0.0      |
|                                                                                                     | Lisboa    | 1071                | I1                     | V2                   | 68.6                                                        | 54.3  | 55.7  | 55.2    | 48.2     | 9.9                                                                     | 11.0 | 9.5  | 14.7    | 0.0      |
|                                                                                                     | Porto     | 1250                | I1                     | V2                   | 64.4                                                        | 51.6  | 52.8  | 52.4    | 46.1     | 9.3                                                                     | 10.4 | 9.0  | 14.0    | 0.0      |
|                                                                                                     | Faro      | 762                 | I1                     | V3                   | 112.8                                                       | 98.2  | 99.6  | 99.2    | 92.0     | 16.2                                                                    | 19.8 | 16.9 | 26.5    | 0.0      |
|                                                                                                     | Évora     | 1150                | I1                     | V3                   | 92.7                                                        | 79.1  | 80.4  | 80.0    | 73.3     | 13.4                                                                    | 16.0 | 13.7 | 21.4    | 0.0      |
|                                                                                                     | Pombal    | 1464                | I2                     | V1                   | 41.6                                                        | 19.5  | 21.7  | 21.0    | 10.1     | 6.0                                                                     | 3.9  | 3.7  | 5.6     | 0.0      |
|                                                                                                     | Coimbra   | 1337                | I2                     | V2                   | 62.9                                                        | 49.8  | 51.1  | 50.7    | 44.2     | 9.1                                                                     | 10.1 | 8.7  | 13.5    | 0.0      |
|                                                                                                     | C. Branco | 1404                | I2                     | V3                   | 89.3                                                        | 71.8  | 73.5  | 73.0    | 64.4     | 12.9                                                                    | 14.5 | 12.5 | 19.5    | 0.0      |
|                                                                                                     | Covilhã   | 2517                | I3                     | V1                   | 3.7                                                         | -23.8 | -21.1 | -22.0   | -35.5    | 0.5                                                                     | -4.8 | -3.6 | -5.9    | 0.0      |
|                                                                                                     | Guarda    | 1924                | I3                     | V2                   | 56.1                                                        | 43.3  | 44.5  | 44.1    | 37.8     | 8.1                                                                     | 8.7  | 7.6  | 11.8    | 0.0      |
| Substituição de caixilharias por novas com vidro duplo com fator solar reduzido                     | Funchal   | 923                 | I1                     | V1                   | 27.6                                                        | 32.1  | 31.6  | 31.8    | 34.0     | 4.0                                                                     | 6.5  | 5.4  | 8.5     | 0.0      |
|                                                                                                     | Lisboa    | 1071                | I1                     | V2                   | 51.5                                                        | 60.6  | 59.7  | 60.0    | 64.5     | 7.4                                                                     | 12.2 | 10.1 | 16.0    | 0.0      |
|                                                                                                     | Porto     | 1250                | I1                     | V2                   | 53.6                                                        | 65.8  | 64.6  | 65.0    | 71.0     | 7.7                                                                     | 13.3 | 11.0 | 17.4    | 0.0      |
|                                                                                                     | Faro      | 762                 | I1                     | V3                   | 65.1                                                        | 69.0  | 68.6  | 68.7    | 70.6     | 9.4                                                                     | 13.9 | 11.7 | 18.3    | 0.0      |
|                                                                                                     | Évora     | 1150                | I1                     | V3                   | 70.4                                                        | 80.8  | 79.8  | 80.1    | 85.2     | 10.1                                                                    | 16.3 | 13.6 | 21.4    | 0.0      |
|                                                                                                     | Pombal    | 1464                | I2                     | V1                   | 50.7                                                        | 61.4  | 60.3  | 60.7    | 65.9     | 7.3                                                                     | 12.4 | 10.3 | 16.2    | 0.0      |
|                                                                                                     | Coimbra   | 1337                | I2                     | V2                   | 55.7                                                        | 68.6  | 67.4  | 67.8    | 74.1     | 8.0                                                                     | 13.9 | 11.5 | 18.1    | 0.0      |
|                                                                                                     | C. Branco | 1404                | I2                     | V3                   | 74.9                                                        | 85.5  | 84.5  | 84.8    | 90.0     | 10.8                                                                    | 17.3 | 14.4 | 22.6    | 0.0      |
|                                                                                                     | Covilhã   | 2517                | I3                     | V1                   | 61.0                                                        | 82.6  | 80.5  | 81.2    | 91.7     | 8.8                                                                     | 16.7 | 13.7 | 21.7    | 0.0      |
|                                                                                                     | Guarda    | 1924                | I3                     | V2                   | 71.5                                                        | 93.3  | 91.1  | 91.8    | 102.6    | 10.3                                                                    | 18.8 | 15.5 | 24.5    | 0.0      |
| Substituição de caixilharias por novas com vidro duplo corrente e aplicação de proteções exteriores | Funchal   | 923                 | I1                     | V1                   | 28.9                                                        | 35.5  | 34.9  | 35.1    | 38.3     | 4.2                                                                     | 7.2  | 5.9  | 9.4     | 0.0      |
|                                                                                                     | Lisboa    | 1071                | I1                     | V2                   | 71.3                                                        | 83.1  | 81.9  | 82.3    | 88.1     | 10.3                                                                    | 16.8 | 13.9 | 22.0    | 0.0      |
|                                                                                                     | Porto     | 1250                | I1                     | V2                   | 75.1                                                        | 89.8  | 88.3  | 88.8    | 96.0     | 10.8                                                                    | 18.1 | 15.0 | 23.7    | 0.0      |
|                                                                                                     | Faro      | 762                 | I1                     | V3                   | 68.6                                                        | 74.9  | 74.3  | 74.5    | 77.6     | 9.9                                                                     | 15.1 | 12.6 | 19.9    | 0.0      |
|                                                                                                     | Évora     | 1150                | I1                     | V3                   | 86.6                                                        | 99.6  | 98.4  | 98.8    | 105.2    | 12.5                                                                    | 20.1 | 16.7 | 26.4    | 0.0      |
|                                                                                                     | Pombal    | 1464                | I2                     | V1                   | 71.1                                                        | 85.9  | 84.4  | 84.9    | 92.1     | 10.2                                                                    | 17.3 | 14.4 | 22.7    | 0.0      |
|                                                                                                     | Coimbra   | 1337                | I2                     | V2                   | 76.6                                                        | 92.1  | 90.6  | 91.1    | 98.7     | 11.0                                                                    | 18.6 | 15.4 | 24.3    | 0.0      |
|                                                                                                     | C. Branco | 1404                | I2                     | V3                   | 86.9                                                        | 100.6 | 99.3  | 99.7    | 106.5    | 12.5                                                                    | 20.3 | 16.9 | 26.6    | 0.0      |
|                                                                                                     | Covilhã   | 2517                | I3                     | V1                   | 85.9                                                        | 112.6 | 110.0 | 110.8   | 123.9    | 12.4                                                                    | 22.7 | 18.7 | 29.6    | 0.0      |
|                                                                                                     | Guarda    | 1924                | I3                     | V2                   | 94.4                                                        | 118.7 | 116.4 | 117.1   | 129.1    | 13.6                                                                    | 24.0 | 19.8 | 31.3    | 0.0      |

Tabela 130 – Impacto energético e ambiental de medidas de intervenção em envidraçados (por m<sup>2</sup> área intervencionada)

| Melhoria Proposta                                               | Concelho  | GDA (graus.dia/ano) | Zona climática Inverno | Zona climática Verão | Redução Anual de Energia Primária |       |       |         |          | Redução Anual de Emissões de CO <sub>2</sub> |       |       |         |          |
|-----------------------------------------------------------------|-----------|---------------------|------------------------|----------------------|-----------------------------------|-------|-------|---------|----------|----------------------------------------------|-------|-------|---------|----------|
|                                                                 |           |                     |                        |                      | kWhEP / (€ investido)             |       |       |         |          | kgCO <sub>2</sub> / (€ investido)            |       |       |         |          |
|                                                                 |           |                     |                        |                      | BC Ele                            | GN    | GPL   | Gasóleo | Biomassa | BC Ele                                       | GN    | GPL   | Gasóleo | Biomassa |
| Aplicação de proteções solares exteriores reguláveis            | Funchal   | 923                 | I1                     | V1                   | 0.518                             | 0.518 | 0.518 | 0.518   | 0.518    | 0.075                                        | 0.105 | 0.088 | 0.138   | 0.000    |
|                                                                 | Lisboa    | 1071                | I1                     | V2                   | 1.443                             | 1.443 | 1.443 | 1.443   | 1.443    | 0.208                                        | 0.291 | 0.245 | 0.385   | 0.000    |
|                                                                 | Porto     | 1250                | I1                     | V2                   | 1.426                             | 1.426 | 1.426 | 1.426   | 1.426    | 0.205                                        | 0.288 | 0.242 | 0.381   | 0.000    |
|                                                                 | Faro      | 762                 | I1                     | V3                   | 1.405                             | 1.405 | 1.405 | 1.405   | 1.405    | 0.202                                        | 0.284 | 0.239 | 0.375   | 0.000    |
|                                                                 | Évora     | 1150                | I1                     | V3                   | 1.532                             | 1.532 | 1.532 | 1.532   | 1.532    | 0.221                                        | 0.309 | 0.260 | 0.409   | 0.000    |
|                                                                 | Pombal    | 1464                | I2                     | V1                   | 1.305                             | 1.304 | 1.304 | 1.304   | 1.304    | 0.188                                        | 0.263 | 0.222 | 0.348   | 0.000    |
|                                                                 | Coimbra   | 1337                | I2                     | V2                   | 1.409                             | 1.408 | 1.409 | 1.409   | 1.408    | 0.203                                        | 0.285 | 0.239 | 0.376   | 0.000    |
|                                                                 | C. Branco | 1404                | I2                     | V3                   | 1.452                             | 1.452 | 1.452 | 1.452   | 1.452    | 0.209                                        | 0.293 | 0.247 | 0.388   | 0.000    |
|                                                                 | Covilhã   | 2517                | I3                     | V1                   | 1.078                             | 1.072 | 1.073 | 1.072   | 1.069    | 0.155                                        | 0.217 | 0.182 | 0.286   | 0.000    |
|                                                                 | Guarda    | 1924                | I3                     | V2                   | 1.378                             | 1.378 | 1.378 | 1.378   | 1.377    | 0.198                                        | 0.278 | 0.234 | 0.368   | 0.000    |
| Aplicação de 2ª caixilharia                                     | Funchal   | 923                 | I1                     | V1                   | 0.134                             | 0.200 | 0.193 | 0.196   | 0.228    | 0.019                                        | 0.040 | 0.033 | 0.052   | 0.000    |
|                                                                 | Lisboa    | 1071                | I1                     | V2                   | 0.291                             | 0.409 | 0.397 | 0.401   | 0.459    | 0.042                                        | 0.083 | 0.068 | 0.107   | 0.000    |
|                                                                 | Porto     | 1250                | I1                     | V2                   | 0.331                             | 0.478 | 0.464 | 0.468   | 0.540    | 0.048                                        | 0.097 | 0.079 | 0.125   | 0.000    |
|                                                                 | Faro      | 762                 | I1                     | V3                   | 0.285                             | 0.349 | 0.342 | 0.344   | 0.376    | 0.041                                        | 0.070 | 0.058 | 0.092   | 0.000    |
|                                                                 | Évora     | 1150                | I1                     | V3                   | 0.430                             | 0.560 | 0.547 | 0.551   | 0.615    | 0.062                                        | 0.113 | 0.093 | 0.147   | 0.000    |
|                                                                 | Pombal    | 1464                | I2                     | V1                   | 0.327                             | 0.475 | 0.460 | 0.465   | 0.538    | 0.047                                        | 0.096 | 0.078 | 0.124   | 0.000    |
|                                                                 | Coimbra   | 1337                | I2                     | V2                   | 0.352                             | 0.508 | 0.492 | 0.497   | 0.574    | 0.051                                        | 0.103 | 0.084 | 0.133   | 0.000    |
|                                                                 | C. Branco | 1404                | I2                     | V3                   | 0.456                             | 0.594 | 0.580 | 0.585   | 0.652    | 0.066                                        | 0.120 | 0.099 | 0.156   | 0.000    |
|                                                                 | Covilhã   | 2517                | I3                     | V1                   | 0.536                             | 0.805 | 0.778 | 0.787   | 0.919    | 0.077                                        | 0.163 | 0.132 | 0.210   | 0.000    |
|                                                                 | Guarda    | 1924                | I3                     | V2                   | 0.542                             | 0.786 | 0.762 | 0.770   | 0.889    | 0.078                                        | 0.159 | 0.130 | 0.206   | 0.000    |
| Substituição de caixilharias por novas com vidro duplo corrente | Funchal   | 923                 | I1                     | V1                   | 0.089                             | 0.133 | 0.129 | 0.130   | 0.152    | 0.013                                        | 0.027 | 0.022 | 0.035   | 0.000    |
|                                                                 | Lisboa    | 1071                | I1                     | V2                   | 0.194                             | 0.273 | 0.265 | 0.267   | 0.306    | 0.028                                        | 0.055 | 0.045 | 0.071   | 0.000    |
|                                                                 | Porto     | 1250                | I1                     | V2                   | 0.221                             | 0.319 | 0.309 | 0.312   | 0.360    | 0.032                                        | 0.064 | 0.053 | 0.083   | 0.000    |
|                                                                 | Faro      | 762                 | I1                     | V3                   | 0.190                             | 0.232 | 0.228 | 0.230   | 0.250    | 0.027                                        | 0.047 | 0.039 | 0.061   | 0.000    |
|                                                                 | Évora     | 1150                | I1                     | V3                   | 0.287                             | 0.373 | 0.365 | 0.368   | 0.410    | 0.041                                        | 0.075 | 0.062 | 0.098   | 0.000    |
|                                                                 | Pombal    | 1464                | I2                     | V1                   | 0.218                             | 0.317 | 0.307 | 0.310   | 0.358    | 0.031                                        | 0.064 | 0.052 | 0.083   | 0.000    |
|                                                                 | Coimbra   | 1337                | I2                     | V2                   | 0.235                             | 0.338 | 0.328 | 0.332   | 0.382    | 0.034                                        | 0.068 | 0.056 | 0.089   | 0.000    |
|                                                                 | C. Branco | 1404                | I2                     | V3                   | 0.304                             | 0.396 | 0.387 | 0.390   | 0.435    | 0.044                                        | 0.080 | 0.066 | 0.104   | 0.000    |
|                                                                 | Covilhã   | 2517                | I3                     | V1                   | 0.358                             | 0.536 | 0.519 | 0.525   | 0.612    | 0.051                                        | 0.108 | 0.088 | 0.140   | 0.000    |
|                                                                 | Guarda    | 1924                | I3                     | V2                   | 0.361                             | 0.524 | 0.508 | 0.513   | 0.593    | 0.052                                        | 0.106 | 0.086 | 0.137   | 0.000    |

| Melhoria Proposta                                                                                   | Concelho  | GDA (graus.dia/ano) | Zona climática Inverno | Zona climática Verão | Redução Anual de Energia Primária |       |       |         |          | Redução Anual de Emissões de CO <sub>2</sub> |       |       |         |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|---------------------|------------------------|----------------------|-----------------------------------|-------|-------|---------|----------|----------------------------------------------|-------|-------|---------|----------|
|                                                                                                     |           |                     |                        |                      | kWhEP / (€ investido)             |       |       |         |          | kgCO <sub>2</sub> / (€ investido)            |       |       |         |          |
|                                                                                                     |           |                     |                        |                      | BC Ele                            | GN    | GPL   | Gasóleo | Biomassa | BC Ele                                       | GN    | GPL   | Gasóleo | Biomassa |
| Substituição de caixilharias por novas com vidro duplo com fator solar reduzido                     | Funchal   | 923                 | I1                     | V1                   | 0.205                             | 0.136 | 0.143 | 0.140   | 0.106    | 0.029                                        | 0.027 | 0.024 | 0.037   | 0.000    |
|                                                                                                     | Lisboa    | 1071                | I1                     | V2                   | 0.392                             | 0.310 | 0.318 | 0.315   | 0.275    | 0.056                                        | 0.063 | 0.054 | 0.084   | 0.000    |
|                                                                                                     | Porto     | 1250                | I1                     | V2                   | 0.368                             | 0.295 | 0.302 | 0.299   | 0.264    | 0.053                                        | 0.060 | 0.051 | 0.080   | 0.000    |
|                                                                                                     | Faro      | 762                 | I1                     | V3                   | 0.644                             | 0.561 | 0.569 | 0.566   | 0.525    | 0.093                                        | 0.113 | 0.097 | 0.151   | 0.000    |
|                                                                                                     | Évora     | 1150                | I1                     | V3                   | 0.530                             | 0.452 | 0.459 | 0.457   | 0.418    | 0.076                                        | 0.091 | 0.078 | 0.122   | 0.000    |
|                                                                                                     | Pombal    | 1464                | I2                     | V1                   | 0.237                             | 0.111 | 0.124 | 0.120   | 0.058    | 0.034                                        | 0.022 | 0.021 | 0.032   | 0.000    |
|                                                                                                     | Coimbra   | 1337                | I2                     | V2                   | 0.359                             | 0.284 | 0.292 | 0.289   | 0.253    | 0.052                                        | 0.057 | 0.050 | 0.077   | 0.000    |
|                                                                                                     | C. Branco | 1404                | I2                     | V3                   | 0.510                             | 0.410 | 0.420 | 0.417   | 0.368    | 0.073                                        | 0.083 | 0.071 | 0.111   | 0.000    |
|                                                                                                     | Covilhã   | 2517                | I3                     | V1                   | 0.021                             | 0.136 | 0.121 | -0.126  | -0.202   | 0.003                                        | 0.027 | 0.020 | -0.034  | 0.000    |
|                                                                                                     | Guarda    | 1924                | I3                     | V2                   | 0.320                             | 0.247 | 0.254 | 0.252   | 0.216    | 0.046                                        | 0.050 | 0.043 | 0.067   | 0.000    |
| Substituição de caixilharias por novas com vidro duplo com fator solar reduzido                     | Funchal   | 923                 | I1                     | V1                   | 0.158                             | 0.183 | 0.181 | 0.182   | 0.194    | 0.023                                        | 0.037 | 0.031 | 0.048   | 0.000    |
|                                                                                                     | Lisboa    | 1071                | I1                     | V2                   | 0.294                             | 0.346 | 0.341 | 0.343   | 0.368    | 0.042                                        | 0.070 | 0.058 | 0.091   | 0.000    |
|                                                                                                     | Porto     | 1250                | I1                     | V2                   | 0.306                             | 0.376 | 0.369 | 0.371   | 0.405    | 0.044                                        | 0.076 | 0.063 | 0.099   | 0.000    |
|                                                                                                     | Faro      | 762                 | I1                     | V3                   | 0.372                             | 0.394 | 0.392 | 0.392   | 0.403    | 0.054                                        | 0.080 | 0.067 | 0.105   | 0.000    |
|                                                                                                     | Évora     | 1150                | I1                     | V3                   | 0.402                             | 0.462 | 0.456 | 0.458   | 0.487    | 0.058                                        | 0.093 | 0.077 | 0.122   | 0.000    |
|                                                                                                     | Pombal    | 1464                | I2                     | V1                   | 0.290                             | 0.351 | 0.345 | 0.347   | 0.377    | 0.042                                        | 0.071 | 0.059 | 0.093   | 0.000    |
|                                                                                                     | Coimbra   | 1337                | I2                     | V2                   | 0.318                             | 0.392 | 0.385 | 0.387   | 0.423    | 0.046                                        | 0.079 | 0.065 | 0.103   | 0.000    |
|                                                                                                     | C. Branco | 1404                | I2                     | V3                   | 0.428                             | 0.488 | 0.482 | 0.484   | 0.514    | 0.062                                        | 0.099 | 0.082 | 0.129   | 0.000    |
|                                                                                                     | Covilhã   | 2517                | I3                     | V1                   | 0.349                             | 0.472 | 0.460 | 0.463   | 0.524    | 0.050                                        | 0.095 | 0.078 | 0.124   | 0.000    |
|                                                                                                     | Guarda    | 1924                | I3                     | V2                   | 0.408                             | 0.533 | 0.521 | 0.525   | 0.586    | 0.059                                        | 0.108 | 0.088 | 0.140   | 0.000    |
| Substituição de caixilharias por novas com vidro duplo corrente e aplicação de proteções exteriores | Funchal   | 923                 | I1                     | V1                   | 0.161                             | 0.197 | 0.194 | 0.195   | 0.213    | 0.023                                        | 0.040 | 0.033 | 0.052   | 0.000    |
|                                                                                                     | Lisboa    | 1071                | I1                     | V2                   | 0.396                             | 0.461 | 0.455 | 0.457   | 0.489    | 0.057                                        | 0.093 | 0.077 | 0.122   | 0.000    |
|                                                                                                     | Porto     | 1250                | I1                     | V2                   | 0.417                             | 0.498 | 0.490 | 0.493   | 0.533    | 0.060                                        | 0.101 | 0.083 | 0.132   | 0.000    |
|                                                                                                     | Faro      | 762                 | I1                     | V3                   | 0.381                             | 0.416 | 0.413 | 0.414   | 0.431    | 0.055                                        | 0.084 | 0.070 | 0.110   | 0.000    |
|                                                                                                     | Évora     | 1150                | I1                     | V3                   | 0.481                             | 0.553 | 0.546 | 0.549   | 0.584    | 0.069                                        | 0.112 | 0.093 | 0.146   | 0.000    |
|                                                                                                     | Pombal    | 1464                | I2                     | V1                   | 0.395                             | 0.477 | 0.469 | 0.471   | 0.512    | 0.057                                        | 0.096 | 0.080 | 0.126   | 0.000    |
|                                                                                                     | Coimbra   | 1337                | I2                     | V2                   | 0.425                             | 0.511 | 0.503 | 0.506   | 0.548    | 0.061                                        | 0.103 | 0.086 | 0.135   | 0.000    |
|                                                                                                     | C. Branco | 1404                | I2                     | V3                   | 0.482                             | 0.559 | 0.551 | 0.554   | 0.591    | 0.069                                        | 0.113 | 0.094 | 0.148   | 0.000    |
|                                                                                                     | Covilhã   | 2517                | I3                     | V1                   | 0.477                             | 0.625 | 0.611 | 0.615   | 0.688    | 0.069                                        | 0.126 | 0.104 | 0.164   | 0.000    |
|                                                                                                     | Guarda    | 1924                | I3                     | V2                   | 0.524                             | 0.659 | 0.646 | 0.650   | 0.717    | 0.075                                        | 0.133 | 0.110 | 0.174   | 0.000    |

Tabela 131 – Impacto energético e ambiental de medidas de intervenção em envidraçados (por € investido)