

Guia SCE – Medidas de Melhoria (RECS)

Medidas de Melhoria (RECS)

13-Mar-20



ÍNDICE

1.	INTRODUÇÃO.....	1
2.	IDENTIFICAÇÃO DAS MEDIDAS DE MELHORIA.....	2
2.1	Correção de patologias construtivas.....	3
2.2	Redução das necessidades de energia pela melhoria da envolvente.....	6
2.3	Melhoria da eficiência dos sistemas técnicos.....	7
2.4	Implementação de sistemas com recurso a fontes de energia renováveis.....	8
3.	IMPACTO DAS MEDIDAS DE MELHORIA NO CONSUMO DE ENERGIA	9
4.	IMPACTO DAS MEDIDAS DE MELHORIA NA CLASSE ENERGÉTICA	15
5.	CERTIFICADO ENERGÉTICO APÓS IMPLEMENTAÇÃO DE MEDIDAS DE MELHORIA.....	26

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Hierarquia de apresentação das medidas, Despacho n.º 7113/2015, de 29 de junho.....	3
Figura 2 – Metodologia de cálculo dos custos de exploração no âmbito do RECS.	10

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Exemplos de patologias construtivas.	4
Tabela 2 – Cenário inicial – consumo previsto vs referência.....	17
Tabela 3 – Classes Energéticas - SCE.....	18
Tabela 4 – Exemplo: implementação da MM1 – consumo previsto.	19
Tabela 5 – Exemplo: implementação da MM2 – consumo previsto	21
Tabela 6 – Exemplo: implementação da MM3 – consumo previsto.	22
Tabela 7 – Cenário inicial vs final (implementação do conjunto de MM) – consumo previsto.	23
Tabela 8 – Resumo do impacto das MM no consumo do edifício e análise económica.	25

1. INTRODUÇÃO

Para efeitos de emissão do certificado energético (CE) é obrigatória a identificação de medidas de melhoria sempre que exista potencial para a sua implementação, salvo justificação com base em critérios técnicos, funcionais ou arquitetónicos.

O histórico da construção em Portugal, e a ausência de legislação que regulamentasse as condições térmicas dos edifícios até à década de 90, contribuíram para um parque edificado com condições deficientes de qualidade térmica. Estima-se que cerca de 3,8 milhões de fogos tenham sido construídos até à entrada em vigor da primeira legislação da térmica em edifícios, o primeiro Regulamento das Características do Comportamento Térmico em Edifícios (RCCTE) publicado pelo Decreto-Lei n.º 40/90, de 6 de fevereiro.

No entanto, o aumento das exigências de conforto térmico, em particular nos edifícios de serviços e comércio, tem vindo a contribuir para o aumento do consumo de energia associado a equipamentos de climatização e, nesse sentido, é necessário cada vez mais dotar os edifícios de soluções construtivas e sistemas técnicos mais eficientes, e que promovam as condições de conforto e salubridade.

Em suma, Portugal apresenta ainda um parque edificado com enorme potencial para aumento da eficiência energética e melhoria do conforto dos seus utilizadores. Nesse sentido, as medidas de melhoria identificadas no certificado energético surgem como uma ferramenta de reabilitação, servindo esta obrigatoriedade para que o proprietário, caso pretenda, consiga melhorar o seu imóvel, com os seguintes objetivos: anular patologias existentes, aumentar o conforto dos utilizadores, diminuir os custos de exploração, e como consequência aumentar a classe energética do edifício.

2. IDENTIFICAÇÃO DAS MEDIDAS DE MELHORIA

Onde atuar? Como atuar? Quais as vantagens? Quais as dificuldades? Qual o custo, a poupança e o período de retorno do investimento? São algumas das questões que os proprietários querem ver esclarecidas e a que o CE deve ajudar a responder.

Na identificação das medidas de melhoria deverá ter-se em conta a viabilidade técnica e legal de cada medida, tendo sempre de cumprir os requisitos mínimos para o desempenho energético dos edifícios à data da sua apresentação. Contudo, a identificação das medidas de melhoria não deve ter em conta a sua viabilidade económica, isto é, caso seja identificada uma medida que contribua para o aumento do conforto térmico, ou melhoria da qualidade do ar, mesmo que o período de retorno do investimento seja elevado, esta deve ser identificada no CE, cabendo ao proprietário a decisão de a implementar ou não.

Obrigatoriamente, na proposta de medidas de melhoria o Perito Qualificado (PQ) deve ter em conta os requisitos aplicáveis, não podendo em circunstância alguma propor uma medida que não cumpra requisitos, salvo nas situações de impossibilidade técnica ou funcional, ou em edifícios em que o PQ preveja a existência de eventuais constrangimentos, como é o caso dos imóveis classificados ou inseridos em zonas classificadas, devendo as situações de exceção serem validadas pela entidade licenciadora.

Para cada medida de melhoria e para o global das medidas, deveram ser apresentadas as seguintes informações:

- Descrição de forma detalhada, sugerindo-se a referência a toda a informação relevante para a caracterização da medida com elementos que sejam úteis e orientadores no sentido da respetiva implementação, nomeadamente:
 - Características técnicas e/ou propriedades dos materiais ou sistemas;
 - Quantidades, dimensões e/ou capacidades;
 - aspetos prévios e eventuais condicionantes técnicas, legais ou práticas à execução da medida como o caso de licenças, autorizações, ou outros elementos relevantes;
 - Requisitos ou recomendações de instalação, operação e manutenção;
- Indicadores de eficiência energética e informações sobre o investimento – Novo $IEE_{pr,s}$, Novo $IEE_{ref,s}$, Novo IEE_{ren} , Novo R_{IEE} , nova classe energética e custo de investimento (sem IVA) e redução anual da fatura energética (sem IVA). Estas informações devem ser apresentadas por medida e também o somatório do impacto da aplicação de todas as medidas propostas.

Na sugestão ou descrição de qualquer medida de melhoria, não deve ser feita referência explícita a marcas e/ou modelos de materiais, equipamentos ou sistemas.

Seguidamente, apresenta-se a hierarquia pela qual as medidas de melhoria devem ser estudadas e apresentadas pelo PQ (Despacho n.º 7113/2015, de 29 de junho):

- 1) Correção de patologias construtivas que possam comprometer o conforto térmico ou a salubridade dos espaços;
- 2) Melhoria da envolvente (incluindo paredes, coberturas, pavimentos e janelas) que permita uma redução das necessidades de energia útil;
- 3) Melhoria da eficiência dos sistemas técnicos;
- 4) Implementação de sistemas com recurso a fontes de energia renovável.

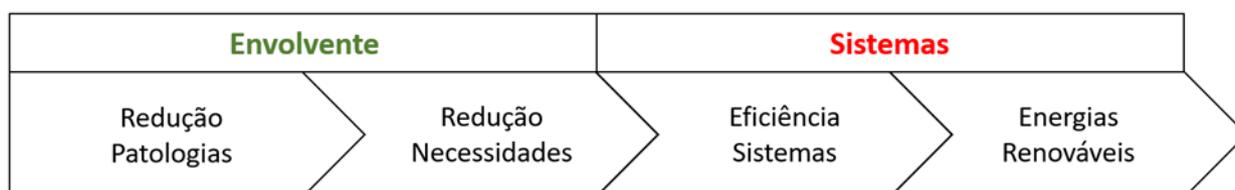


Figura 1 – Hierarquia de apresentação das medidas, Despacho n.º 7113/2015, de 29 de junho.

O PQ deverá alertar o proprietário para que, aquando da implementação da(s) medida(s) de melhoria, deverá confirmar eventuais alterações à legislação com impacto nos requisitos dos elementos a intervencionar, de forma a adaptar a medida de melhoria proposta aos requisitos mínimos em vigor na data da sua implementação.

2.1 CORREÇÃO DE PATOLOGIAS CONSTRUTIVAS

Ao realizar a visita obrigatória ao edifício ou à fração, são muitas vezes evidentes patologias resultantes de uma construção menos eficiente, como por exemplo as patologias decorrentes de condensações provenientes da ausência ou de uma espessura inadequada de isolamento térmico, ou de uma renovação do ar insuficiente.

As patologias em elementos construtivos deverão, sem dúvida, ser alvo de intervenções por parte dos proprietários ou futuros proprietários. Desta forma, já que o elemento vai ser intervencionado, pretende-se que o desempenho energético seja uma preocupação. Por outro lado, desde a entrada em vigor do Decreto-Lei n.º 194/2015 as intervenções nos edifícios, quer sejam na envolvente térmica ou nos sistemas, têm obrigatoriamente de cumprir requisitos em vigor e, face ao desconhecimento técnico por parte dos proprietários que pretendem realizar obras, as medidas de melhoria identificadas no CE são essenciais para evitar situações de incumprimento. Neste sentido,

as medidas de melhoria devem ser descritas de forma a conter indicações claras, como por exemplo o valor mínimo da espessura de isolamento a colocar, sendo que, em caso de colocação de uma espessura inferior, a intervenção será considerada não regulamentar e não poderá ser emitido o respetivo CE.

Na tabela seguinte, são apresentados alguns exemplos de patologias construtivas, podendo estas ser corrigidas através da aplicação de isolamento térmico na envolvente, da impermeabilização da envolvente, substituição de vãos envidraçados degradados, da instalação ou reforço da ventilação existente, consoante o tipo de patologia.

Tabela 1 – Exemplos de patologias construtivas.

<p>Fungos na cobertura e paredes exteriores</p>	
<p>Infiltrações/acumulação de água</p>	
<p>Deterioração de coberturas e paredes em madeira</p>	

<p>Destacamento ou deformações no revestimento</p>	
<p>Degradação de caixilharia do vão envidraçado por perda de estanquicidade</p>	

Exemplo: Descrever a medida de melhoria para a instalação de ventiladores axiais em instalações sanitárias (I.S.) e balneários de um pavilhão desportivo que apresenta fungos na cobertura dessas divisões.

Resolução:

Instalação de um ventilador axial em cada uma das instalações sanitárias do pavilhão desportivo, com uma potência elétrica de 20 W, contribuindo para a renovação do ar, através da extração de caudal volúmico de 98 m³/h, associado a um relógio com programador horário instalado no quadro elétrico, com um funcionamento diário de 8 horas.

O custo de investimento estimado para a instalação de cada ventilador e as obras de adaptação das instalações associadas é de 150 €, conduzindo a um valor global da aplicação desta medida de 1500 € (10 I.S.). A aplicação desta medida de melhoria, apesar de conduzir a um aumento do consumo de energia elétrica do edifício, permite melhorar as condições de conforto e de salubridade no mesmo, e simultaneamente, corrigir a patologia existente. Uma ventilação adequada permite prevenir situações de doenças ao nível do foro respiratório e consequentemente uma redução indireta nas despesas de saúde.

Antes da implementação desta medida, deve o proprietário confirmar se existiu alguma alteração da legislação relacionada com os requisitos mínimos aplicáveis.

2.2 REDUÇÃO DAS NECESSIDADES DE ENERGIA PELA MELHORIA DA ENVOLVENTE

Posteriormente à correção de patologias no imóvel, a prioridade será a intervenção na sua envolvente, a fim de serem reduzidas as necessidades de energia útil para aquecimento e arrefecimento dos espaços interiores, diminuindo, conseqüentemente, a necessidade de atuação nos sistemas técnicos e o consumo de energia associado, que traduz na diminuição dos custos relativos à fatura energética e emissões de CO₂.

Este tipo de intervenção deverá ser efetuado ao nível da envolvente opaca exterior e interior com a aplicação/reforço de isolamento térmico nos elementos opacos verticais e horizontais, correção de pontes térmicas planas, pintura de elementos opacos exteriores de cor clara para aumento da reflexão solar, ou instalação/substituição de portas com melhor desempenho térmico. Ao nível da envolvente envidraçada, as intervenções deverão ser efetuadas através da instalação/substituição de vãos envidraçados com coeficientes de transmissão térmica com melhor desempenho energético, instalação/substituição de vidros com fatores solares com melhor desempenho energético, instalação/substituição de dispositivos de sombreamento (fixos ou móveis).

Seguidamente é apresentado um exemplo da aplicação da descrição de medida de melhoria que permite reduzir as necessidades de aquecimento pela melhoria da envolvente.

Exemplo: *Descrever a medida de melhoria para a aplicação de isolamento térmico pelo exterior das paredes exteriores de um edifício de escritórios, situado na zona climática II, com revestimento aplicado sobre o isolante em paredes exteriores. O coeficiente de transmissão térmica das paredes existentes em questão é de 1,39 W/(m².°C).*

Resolução:

Aplicação de 5 cm de isolamento térmico poliestireno extrudido (XPS) ($\lambda = 0,037 \text{ W/(m} \cdot \text{°C)}$) nas paredes exteriores, reduzindo o valor do coeficiente de transmissão térmica em $0,91 \text{ W/(m} \cdot \text{°C)}$. A solução consiste no tratamento prévio da superfície (limpeza e tratamento das irregularidades) para aplicação do isolamento com fixação mecânica. O acabamento é constituído por duas camadas de argamassa com 2 mm cada, armadas com rede de fibra de vidro. O acabamento é em pintura de cor branca. O custo de investimento estimado para esta medida de melhoria foi de 27 600€, sendo a redução anual de energia correspondente a 1 350 €. Esta medida reduz as perdas térmicas e elimina as condensações verificadas no interior do edifício, melhorando as condições de conforto e salubridade dos espaços, podendo, como tal, contribuir para a prevenção de doenças ao nível do foro respiratório e, conseqüentemente, conduzir a uma redução indireta nas despesas de saúde. A implementação desta medida enquadra-se numa intervenção pelo que, antes da operação, deve o proprietário confirmar se existiu alguma alteração da legislação relacionada com os requisitos mínimos aplicáveis.

2.3 MELHORIA DA EFICIÊNCIA DOS SISTEMAS TÉCNICOS

Após a apresentação de medidas de melhoria que permitem a redução das necessidades de energia pela melhoria da envolvente deverá ser avaliada a intervenção nos sistemas técnicos, melhorando a sua eficiência ou reduzindo as perdas de energia associadas ao sistema, de forma a diminuir o consumo de energia final, os custos de operação e das emissões de CO₂ associadas.

Estas medidas referem-se mais concretamente à instalação/substituição de sistemas técnicos mais eficientes para aquecimento, arrefecimento, ventilação e preparação das águas quentes sanitárias (AQS), à aplicação/reforço de isolamento nas tubagens do sistema ou nos depósitos de acumulação, instalação/substituição de chuveiros ou sistemas de duche de elevada eficiência hídrica e a realização da manutenção preventiva dos sistemas técnicos. Adicionalmente, poderão ainda ser consideradas medidas que incluam a instalação/melhoria do sistema de gestão técnica do consumo (GTC), instalação de sistemas de iluminação mais eficientes (lâmpadas e/ou balastro), onde se incluem também medidas como a instalação de sensores de deteção de presença ou regulação do controlo fluxo lumínico.

Caso não existam sistemas técnicos instalados deverá ser equacionada a proposta de instalação dos mesmos, a fim de contribuir para a melhoria do conforto térmico na fração ou edifício. A proposta de instalação de sistemas técnicos informa o proprietário sobre a solução mais adequada em termos de eficiência, além de dar garantia de que os equipamentos a instalar cumprem os requisitos regulamentares em vigor.

Exemplo: *Descrever a medida de melhoria para a substituição de um esquentador a gás propano por um equipamento com melhor eficiência para preparação das águas quentes sanitárias.*

Resolução:

Substituição do atual sistema para preparação das águas quentes sanitárias por um novo esquentador estanque com tecnologia de condensação, alimentado a gás propano, com 23,6 kW de potência nominal e eficiência de 1,01 (101%). Deve dispor de ignição eletrónica e modulação automática de chama. O controlo do equipamento deve ser efetuado através de um display digital LCD para seleção de temperatura e diagnóstico de anomalia. O custo de investimento para esta medida de melhoria será aproximadamente de 780 € e a redução anual estimada nos custos de energia de 210 €. A implementação desta medida enquadra-se numa intervenção pelo que, antes da operação, deve o proprietário confirmar se existiu alguma alteração da legislação relacionada com os requisitos mínimos aplicáveis.

2.4 IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMAS COM RECURSO A FONTES DE ENERGIA RENOVÁVEIS

Por fim, deverão ser propostas medidas de melhoria para a instalação de sistemas com recurso a fontes de energia renovável, promovendo a produção de energia localmente (principalmente para autoconsumo) e a redução de utilização de energia proveniente da rede, diminuindo as emissões de CO₂ associadas e os custos de exploração do edifício.

Estas medidas incluem a proposta de sistemas de produção de energia térmica para aquecimento, arrefecimento e AQS, como por exemplo a instalação de sistema solar térmico, caldeira a biomassa ou bombas de calor. Similarmente, também podem ser identificadas medidas de melhoria que proponham sistemas exclusivamente destinados para produção de energia elétrica para autoconsumo, incluindo a instalação de sistemas fotovoltaicos, aerogeradores e/ou sistemas de aproveitamento da energia geotérmica ou hídrica.

Exemplo: *Descrever a medida de melhoria para a instalação de sistema solar térmico.*

Resolução:

Instalação de sistema solar térmico individual termossifão, para produção de AQS, composto por 20 coletores solares planos perfazendo uma área total de 45 m², instalados na cobertura plana com azimute sul e inclinação de 35°, acoplado a um depósito com capacidade de acumulação de aproximadamente 1000 litros, com permutador de calor em camisa, com eficácia de 35%, localizado no exterior da fração e instalado na posição horizontal. Os coletores deverão ser certificados segundo a Norma EN 12976 ou a norma EN 12975. O custo de investimento para a implementação desta medida será de aproximadamente 25 000 €, estimando-se uma redução anual nos custos associados ao consumo de energia de 3 500 €. A implementação desta medida enquadra-se numa intervenção pelo que, antes da operação, deve o proprietário confirmar se existiu alguma alteração da legislação relacionada com os requisitos mínimos aplicáveis.

3. IMPACTO DAS MEDIDAS DE MELHORIA NO CONSUMO DE ENERGIA

Para a determinação do período de retorno da implementação das medidas de melhoria propostas é necessário estimar o custo do investimento, a poupança de energia associada e a consequente redução de custos de exploração.

Assim, e de acordo com o ponto 2, do anexo I, do Despacho n.º 15793-L/2013, o período de retorno simples (PRS) do investimento é calculado através da relação entre o custo da totalidade do investimento (C) [€] e a poupança anual (P) [€/ano] resultante da aplicação da medida de melhoria em estudo, ou seja, da diferença entre o custo de exploração inicial (cenário existente, anterior à implementação da medida de melhoria) e o custo de exploração final (cenário após a implementação das medidas). Desta forma, o proprietário poderá analisar o impacto da implementação de cada uma das medidas propostas.

$$PRS = \frac{C}{P} = \frac{C}{(\text{Custo exploração}_{\text{inicial}} - \text{Custo exploração}_{\text{final}})} \text{ [anos]}$$

O custo da implementação das medidas de melhoria (C) deverá ser baseado em valores atuais de mercado, para as soluções previstas, não devendo ser considerado o valor do IVA. Os custos de exploração deverão ser estimados com base nos consumos de energia final e nos respetivos custos associados a cada forma de energia consumida no edifício.

Os custos de exploração resultam da diferença entre os custos associados ao consumo de energia final (obtida através da contabilização da eficiência dos sistemas nas necessidades de energia útil) e os custos associados à produção de energia com recurso renovável. Nos custos relativos ao consumo de energia final do edifício, incluem-se os custos referentes ao aquecimento, arrefecimento, preparação das águas quentes sanitárias e outros equipamentos, onde se incluem bombas, ventiladores, elevadores, etc..

As poupanças geradas pela implementação das medidas de melhoria resultam da diferença entre os custos de exploração, antes e após a implementação das medidas. Assim, reduzindo as necessidades de energia útil do edifício, e/ou aumentando a eficiência dos sistemas através da implementação das medidas de melhoria será possível obter menores consumos de energia final do edifício, menores custos de exploração e, conseqüentemente, maiores poupanças serão geradas.

$$\text{Custo exploração [€/ano]} =$$

$$\begin{aligned} & \text{Energia Final Aquecimento} \quad \sum_j (EF_{\text{aquec.},j} \times A_p \times \text{custo energia}_j) \\ & + \\ & \text{Energia Final Arrefecimento} \quad \sum_j (EF_{\text{arrefec.},j} \times A_p \times \text{custo energia}_j) \\ & + \\ & \text{Energia Final AQS} \quad \sum_j \left(\sum_k \left(\frac{f_{a,k} \times Q_a / A_p}{\eta_k} \right) \times A_p \times \text{custo energia}_j \right) \\ & + \\ & \text{Energia Final Outros Consumos} \quad \sum_j (EF_j \times A_p \times \text{custo energia}_j) \\ & - \\ & \text{Energia Renovável} \quad \sum_p (E_{\text{ren},p} \times \text{custo energia}_p) \end{aligned}$$

Figura 2 – Metodologia de cálculo dos custos de exploração no âmbito do RECS.

Onde:

$EF_{\text{aquec.},j}$ – Necessidades nominais anuais de energia final para aquecimento [kWh/(m².ano)];

$EF_{\text{arrefec.},j}$ – Necessidades nominais anuais de energia final para arrefecimento [kWh/(m².ano)];

Q_a / A_p – Necessidades de energia útil para preparação de AQS por área interior útil de pavimento [kWh/(m².ano)];

EF_j – Necessidades nominais anuais de energia final associada a bombas, ventiladores, elevadores e outros consumos [kWh/(m².ano)];

$f_{a,k}$ – Parcela das necessidades de energia útil para preparação de AQS supridas pelo sistema k;

η_k – Eficiência do sistema de AQS k;

j – Todas as fontes de energia, incluindo as de origem renovável;

p – Fontes de energia renovável;

$E_{\text{ren},p}$ – Energia produzida a partir da fonte de energia renovável p [kWh/ano];

A_p – Área interior útil de pavimento [m²].

Relativamente ao custo da energia, a aplicar nos cálculos da análise económica das medidas de melhoria, recomenda-se a utilização dos tarifários associados a cada uma das formas de energia consumida no edifício (em vigor à data da emissão do CE).

No entanto, caso o PQ não tenha acesso aos tarifários associados ao consumo das diferentes formas de energia no edifício, poderá utilizar os seguintes valores, tratando-se apenas de preços indicativos e que deverão ser objeto de verificação.

- Eletricidade: 0,16 €/kWh;
- Gasóleo: 0,15 €/kWh;
- Gás natural: 0,09 €/kWh;
- Gás propano: 0,19 €/kWh;
- Gás butano: 0,19 €/kWh;
- Lenha: 0,03 €/kWh;
- Pellets: 0,06 €/kWh;
- Outras renováveis: 0,00 €/kWh.

Poderão ainda ser consultadas outras fontes de informação, nomeadamente, o Observatório da Energia¹, o site da DGEG² ou a base de dados (tarifa regulada) do portal Poupa Energia³.

Sempre que se justifique, o PQ poderá informar o proprietário sobre a existência de programas de incentivos que se encontrem em vigor para o apoio à implementação das medidas de melhoria propostas. Os programas de carácter nacional podem ser consultados no site⁴ do SCE, sendo que o proprietário poderá sempre informar-se junto do seu município de forma a verificar a existência de benefícios fiscais (IMI e IMT) apenas de aplicação local.

1 <https://www.observatoriodaenergia.pt/pt/energia-em-numeros/>

2 <http://www.dgeg.gov.pt/>

3 <https://poupaenergia.pt/tarifarios>

4 <https://www.sce.pt/certificacao-energetica-de-edificios/investidores/>

Exemplo: Durante a vistoria a um GES foi possível identificar algumas patologias ao nível dos revestimentos interiores nas paredes exteriores. Calcular o investimento, a redução do consumo de energia, dos custos associados e o período de retorno simples do investimento resultante da aplicação da medida de melhoria na envolvente pela colocação de 5 cm de isolamento poliestireno extrudido (XPS), pelo interior das paredes exteriores e acabamento a placa de gesso cartonado com 16 mm. Este elemento passa a ter o coeficiente de transmissão térmica superficial de $0,37 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$. A medida de melhoria será aplicada à envolvente de um edifício de escritórios composto por 5 pisos ($A_p = 5500 \text{ m}^2$), climatizado por bomba de calor ($\text{EER} = 2,8$; $\text{COP} = 3,2$), cuja área de intervenção é de 2800 m^2 . Considera-se que preço do isolamento é de 2 €/m^2 e o do acabamento 27 €/m^2 .

Necessidades de Energia útil Situação inicial [kWh/(m ² .ano)]			Necessidades de Energia útil Situação final [kWh/(m ² .ano)]	
Aquecimento	85,0		Aquecimento	72,3
Arrefecimento	329,5	Arrefecimento	339,4	
AQS	0	AQS	0	
Outros consumos	560,0	Outros consumos	560,0	
Eren	0	Eren	0	

Resolução:

1º Passo – Calcular o valor do investimento

$$\begin{aligned} \text{Custo investimento} &= \text{Área de intervenção} \times \text{Custo da intervenção por unidade de área} \\ &= 2800 \text{ m}^2 \times [(2 \text{ €/m}^2 \text{ isolamento}) + (27 \text{ €/m}^2 \text{ acabamento})] = \mathbf{81\ 200 \text{ €}} \end{aligned}$$

2º Passo – Calcular a energia final antes da implementação da medida de melhoria

A aplicação de isolamento nas paredes exteriores permite melhorar o desempenho térmico do edifício durante a estação de aquecimento, no entanto, na estação de arrefecimento o edifício tem menos perdas para o exterior conduzindo a um aumento das necessidades de arrefecimento.

Assim, a energia final é obtida conforme as expressões apresentadas na figura 2:

$$\text{Energia Final}_{\text{inicial}} = \left(\frac{85}{3,2} + \frac{329,5}{2,8} + 0 + 560 - 0 \right) \times 5500 = \mathbf{3\ 873\ 326\ kWh/ano}$$

3º Passo – Calcular o custo de exploração antes da implementação da medida de melhoria

O custo de exploração é obtido multiplicando o custo específico de energia para cada forma de energia pelo respetivo consumo de energia final. Neste caso, todos os consumos de energia do edifício são sob a forma de energia elétrica, pelo que o preço de referência, apresentado anteriormente (0,16€/kWh), é aplicado ao valor de energia final (cenário inicial) calculado no ponto anterior.

$$\text{Custo exploração}_{\text{cenário inicial}} = 3\ 873\ 326 \times 0,16 = \mathbf{619\ 732\ €/ano}$$

4º passo – Calcular a energia final após a implementação da medida de melhoria

À semelhança do que foi efetuado no 2º passo, a energia final após a implementação da medida de melhoria é obtida conforme a expressão apresentada na figura 1:

$$\text{Energia Final}_{\text{final}} = \left(\frac{72,3}{3,2} + \frac{339,4}{2,8} + 0 + 560 - 0 \right) \times 5500 = \mathbf{3\ 870\ 944\ kWh/ano}$$

5º Passo – Calcular o custo de exploração após a implementação da medida de melhoria

$$\text{Custo exploração}_{\text{cenário final}} = 3\ 870\ 944 \times 0,16 = \mathbf{619\ 351€/ano}$$

6º passo – Calcular a redução no consumo de energia do edifício

$$\begin{aligned} \text{Redução consumo energia} &= \text{Energia final}_{\text{inicial}} - \text{Energia final}_{\text{final}} = (3\ 873\ 326 - 3\ 870\ 944) \\ &= \mathbf{2\ 382\ kWh/ano} \end{aligned}$$

7º passo – Calcular a redução na fatura energética (poupanças)

$$\begin{aligned} \text{Redução fatura energética} &= \text{Custo exploração}_{\text{inicial}} - \text{Custo exploração}_{\text{final}} = (619\,732 - 619\,351) \\ &= \mathbf{381 \text{ €/ano}} \end{aligned}$$

8º passo – Calcular o período de retorno simples do investimento

$$PRS = \frac{C}{P} = \frac{81\,200}{381} = \mathbf{213 \text{ anos}}$$

Através do resultado da simulação é possível verificar que o edifício tem grandes necessidades de arrefecimento quando comparadas com as necessidades de aquecimento. A colocação de isolamento térmico nas paredes apesar de reduzir as necessidades de aquecimento aumenta ainda mais as necessidades de arrefecimento, além de que esta medida apresenta um PRS muito elevado. Fará sentido colocar esta medida no Certificado Energético? A resposta é sim, desde que a sua implementação não aumente os custos de exploração.

Nem sempre as medidas de melhoria apresentam uma redução significativa nos consumos ou na fatura energética do edifício. O PQ deve evidenciar que o objetivo desta medida é a de corrigir as patologias existentes bem como o de prevenir o seu reaparecimento, ou seja, é uma medida de melhoria associada à correção das patologias e às condições de salubridade do espaço.

4. IMPACTO DAS MEDIDAS DE MELHORIA NA CLASSE ENERGÉTICA

Para além da análise do impacto das medidas de melhoria no consumo de energia do edifício, e da respetiva análise económica, é também necessário verificar o impacto que a implementação de cada medida, e o conjunto destas, têm na classe energética do edifício (R_{IEE}).

$$R_{IEE} = \frac{IEE_S - IEE_{ren}}{IEE_{ref,S}}$$

$$IEE_S = \frac{1}{A_p} \sum_i (E_{S,i} \cdot F_{pu,i}) \text{ [kWh}_{EP}/m^2 \cdot \text{ano]}$$

$$IEE_{ren} = \frac{1}{A_p} \sum_i (E_{ren,i} \cdot F_{pu,i}) \text{ [kWh}_{EP}/m^2 \cdot \text{ano]}$$

Onde:

$E_{S,i}$ – Consumo de energia por fonte de energia i para os usos do tipo S , [kWh/ano];

A_p – Área interior útil de pavimento, [m²];

$F_{pu,i}$ – Fator de conversão de energia útil para energia primária [kWh_{EP}/kWh];

$E_{ren,i}$ – Produção de energia por fonte de energia i a partir de fontes de origem renovável para consumo, calculada de acordo com as regras aplicáveis previstas para o efeito em Despacho do Diretor-Geral de Energia e Geologia, [kWh/ano];

A_p – Área interior útil de pavimento, [m²];

$F_{pu,i}$ – Fator de conversão de energia útil para energia primária [kWh_{EP}/kWh].

Seguidamente será apresentado um exemplo da análise da implementação de medidas de melhoria, verificando o seu impacto na classe energética do edifício no âmbito do RECS e a análise económica da sua implementação.

Exemplo: O caso de estudo é um novo edifício de serviços, a construir, destinado a restauração com uma área interior útil de pavimento de 1360 m².

O edifício será climatizado através de um sistema constituído por um chiller de compressão ar (Parrefec.= 92kW, EER=3,04) e uma caldeira a gás natural, para aquecimento ambiente e preparação de AQS ($P_{nom}=76$ kW, $\eta=91,6$ %).

De forma a assegurar os caudais de ar novo impostos pela Portaria n.º 353-A/2013, serão instalados dois ventiladores, um de insuflação e outro de extração, $P_{abs}=1,9$ kW e 2,05 kW, respetivamente. Não estando prevista a instalação de sistema de recuperação de calor.

O PQ deverá propor as medidas de melhoria, apresentando-as pela hierarquia definida no Despacho n.º 7113/2015, de 29 de junho, bem como a classe energética, custo de investimento e as respetivas poupanças (€/ano e kWh/ano).

Resolução:

No âmbito do RECS, existe a necessidade de proceder à simulação dinâmica multizona para a obtenção dos consumos de energia do edifício, que permitem obter os consumos de energia do edifício, e posteriormente, calcular os indicadores de eficiência energética (IEE) e a respetiva classe energética. Seguidamente, são apresentados os resultados obtidos por simulação para os cenários previsto e de referência. Salienta-se, que para efeitos da emissão do CE no portal SCE é necessário converter a energia final (kWh/ano) para energia primária (kWh_{EP}/ano), devendo esta conversão ser obtida considerando os fatores de conversão publicados pelo Despacho n.º 15793-D/2013, de 3 de dezembro.

Tabela 2 – Cenário inicial – consumo previsto vs referência.

Tipo de uso	Previsto		Referência	
	Energia Final [kWh/ano]	Energia Primária [kWh _{EP} /ano]	Energia Final [kWh/ano]	Energia Primária [kWh _{EP} /ano]
Aquecimento	29 067	29 067	29 215	29 215
Arrefecimento (elect.)	17 540	43 849	24 930	62 324
Arrefecimento (aerot.)	35 781	35 781	-	-
AQS	18 604	18 604	18 876	18 876
Bombas e vent. AVAC	36 658	91 646	42 781	106 953
Iluminação interior	26 128	65 319	35 972	89 930
Equipamentos elétricos	69 448	173 621	69 448	173 621
Total	233 226	457 887	221 222	480 919
Gás Natural	47 671	47 671	48 091	48 091
Eletricidade	149 774	374 435	173 131	432 828
Aerotermia (Renovável)	35 781	35 781	-	-

$$IEE_{pr,s} = \frac{(29\,067 + 43\,849 + 35\,781 + 18\,604 + 91\,646 + 65\,319)}{1360} = 209,02 \text{ kWh}_{EP}/(\text{m}^2 \cdot \text{ano})$$

$$IEE_{ren} = \frac{35\,781}{1\,360} = 26,31 \text{ kWh}_{EP}/(\text{m}^2 \cdot \text{ano})$$

$$IEE_{ref,s} = \frac{(29\,215 + 62\,324 + 18\,876 + 106\,953 + 89\,930)}{1360} = 225,95 \text{ kWh}_{EP}/(\text{m}^2 \cdot \text{ano})$$

Tabela 3 – Classes Energéticas - SCE

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

$$R_{IEE} = \frac{IEE_S - IEE_{REN}}{IEE_{ref,S}} = \frac{209,02 - 26,31}{225,95} = 0,81$$



Classe B -

1º Passo – Definir as medidas de melhoria a propor e calcular os custos de investimento associadas

No âmbito da emissão do certificado energético foram propostas as seguintes medidas de melhorias:

- 1) MM1: Instalação de um recuperador de calor com ventilador de caudal variável e sonda de CO₂.
Custo de investimento = 12 000€;
- 2) MM2: Substituição do sistema de iluminação existente por mais eficiente.
Custo de investimento = 8 212€;
- 3) MM3: Instalação de sistema fotovoltaico para produção de energia elétrica.
Custo de investimento= 62 411€.

Com a implementação destas medidas, reduzem-se as necessidades de energia (aquecimento e ventiladores) inicialmente determinadas, através da instalação do recuperador de calor e sistema de controlo de caudal de insuflação. Posteriormente, ao substituir o sistema de iluminação conseguem-se reduzir os consumos de energia por aumento da eficiência do sistema. Por fim, propõe-se a instalação de sistema de produção de energia com recurso renovável, diminuindo o consumo de energia da rede (custo de exploração nulo), promovendo assim a redução das emissões e dos custos associados à fatura energética. Em todas as medidas de melhoria propostas,

as soluções apresentadas cumprem, obrigatoriamente, os requisitos em vigor à data da emissão do CE.

2º passo – Calcular a classe energética após a implementação da MM1: Instalação de um recuperador de calor com ventilador de caudal variável e sonda de CO₂

Com a implementação da MM1, surge a necessidade de obter o “novo consumo de energia do edifício” por simulação dinâmica multizona, obtendo-se assim um “novo cenário previsto” e o correspondente IEE_{pr,s} e RIEE.

Tabela 4 – Exemplo: implementação da MM1 – consumo previsto.

Tipo de uso	Previsto	
	Energia Final [kWh/ano]	Energia Primária [kWh _{EP} /ano]
Aquecimento	7 860 ↓	7 860
Arrefecimento (elect.)	18 004 ↑	45 010
Arrefecimento (aerot.)	36 729 ↑	36 729
AQS	18 604 ≡	18 604
Bombas e vent. AVAC	20 949 ↓	52 373
Iluminação interior	26 128 ≡	65 319
Equipamentos elétricos	69 448 ≡	173 620
Total	197 722 ↓	399 515
Gás Natural	26 464 ↓	26 464
Eletricidade	134 529 ↓	336 322
Aerotermia (Renovável)	36 729 ↑	36 729

$$IEE_{pr,s} = \frac{(7\,860 + 45\,010 + 36\,729 + 18\,604 + 52\,373 + 65\,319)}{1360} = 166,10 \text{ kWh}_{EP}/(m^2 \cdot \text{ano})$$

$$IEE_{ren} = \frac{36\,729}{1\,360} = 27,01 \text{ kWh}_{EP}/(\text{m}^2 \cdot \text{ano})$$

$$R_{IEE} = \frac{IEE_S - IEE_{REN}}{IEE_{ref,S}} = \frac{166,10 - 27,01}{225,95} = 0,62$$



Classe B

3º passo – Calcular a classe energética após a implementação da MM2: Substituição do sistema de iluminação existente por mais eficiente

Tabela 5 – Exemplo: implementação da MM2 – consumo previsto

Tipo de uso	Previsto	
	Energia Final [kWh/ano]	Energia Primária [kWh _{EP} /ano]
Aquecimento	33 218 ↑	33 218
Arrefecimento (elect.)	17 116 ↓	42 790
Arrefecimento (aerot.)	35 357 ↓	35 357
AQS	18 604 =	18 604
Bombas e vent. AVAC	39 234 ↓	98 585
Iluminação interior	14 234 ↓	35 585
Equipamentos elétricos	69 448 =	173 620
Total	227 211 ↓	437 259
Gás Natural	51 822 ↑	51 822
Eletricidade	140 032 ↓	350 080
Aerotermia (Renovável)	35 357 ↓	35 357

$$IEE_{pr,S} = \frac{(33\,218 + 42\,790 + 35\,357 + 18\,604 + 98\,585 + 35\,585)}{1360} = 194,22 \text{ kWh}_{EP}/(\text{m}^2 \cdot \text{ano})$$

$$IEE_{ren} = \frac{35\,357}{1\,360} = 26,00 \text{ kWh}_{EP}/(\text{m}^2 \cdot \text{ano})$$

$$R_{IEE} = \frac{IEE_S - IEE_{REN}}{IEE_{ref,S}} = \frac{194,22 - 26,00}{225,95} = 0,75$$



Classe B

4º passo – Calcular a classe energética após a implementação da MM3: Instalação de sistema fotovoltaico para produção de energia elétrica

Tabela 6 – Exemplo: implementação da MM3 – consumo previsto.

Tipo de uso	Previsto	
	Energia Final [kWh/ano]	Energia Primária [kWh _{EP} /ano]
Aquecimento	29 067 	29 067
Arrefecimento (elect.)	17 540 	43 849
Arrefecimento (aerot.)	35 781 	35 781
AQS	18 604 	18 604
Bombas e vent. AVAC	36 658 	91 646
Iluminação interior	26 128 	65 319
Equipamentos elétricos	69 448 	173 621
Total	233 226 	457 887
Gás Natural	47 671 	47 671
Eletricidade	149 774 	374 435
Aerotermia (Renovável)	35 781 	35 781
Produção de energia com recurso solar (Renovável)	55 000  89% autoconsumo	137 500

$$IEE_{pr,s} = \frac{(29\,067 + 43\,849 + 35\,781 + 18\,604 + 91\,646 + 65\,319)}{1360} = 209,02 \text{ kWh}_{EP}/(\text{m}^2 \cdot \text{ano})$$

No cálculo do IEE_{ren} , apenas deverá ser contabilizada a fração de energia elétrica produzida pelo sistema solar fotovoltaico que foi consumida no edifício em análise (autoconsumo).

$$IEE_{ren} = \frac{35\,781 + (0,89 \times 137\,500)}{1\,360} = 116,29 \text{ kWh}_{EP}/(\text{m}^2 \cdot \text{ano})$$

$$R_{IEE} = \frac{IEE_s - IEE_{REN}}{IEE_{ref,s}} = \frac{209,02 - 116,29}{225,95} = 0,41$$

 **Classe A**

5º passo – Calcular a classe energética após a implementação das três medidas de melhoria: cenário final (MM1+MM2+MM3)

Por fim, e refeito o cálculo do desempenho energético com a implementação de todas as medidas de melhoria em simultâneo, foram obtidos os resultados apresentados na tabela abaixo.

Tabela 7 – Cenário inicial vs final (implementação do conjunto de MM) – consumo previsto.

Tipo de uso	Previsto – Cenário inicial		Previsto – Cenário após implementação de MM1+MM2+MM3	
	Energia Final [kWh/ano]	Energia Primária [kWh _{EP} /ano]	Energia Final [kWh/ano]	Energia Primária [kWh _{EP} /ano]
Aquecimento	29 067	29 067	12 011 ↓	12 011
Arrefecimento (elect.)	17 540	43 849	17 580 ↑	43 950
Arrefecimento (aerot.)	35 781	35 781	36 305 ↑	36 305
AQS	18 604	18 604	18 604 =	18 604
Bombas e vent. AVAC	36 658	91 646	23 525 ↓	58 813
Iluminação interior	26 128	65 319	14 234 ↓	35 585
Equipamentos elétricos	69 448	173 621	69 448 =	173 621
Total	233 226	457 887	191 707 ↓	378 888
Gás Natural	47 671	47 671	30 615 ↓	30 615
Eletricidade	149 774	374 435	124 787 ↓	311 968
Aerotermia (Renovável)	35 781	35 781	36 305 ↑	36 305
Produção de energia com recurso solar (Renovável)	0	0	55 000 89% ↑ autoconsumo	137 500

$$IEE_{pr,S} = \frac{(12\,011 + 43\,950 + 36\,305 + 18\,604 + 58\,813 + 35\,585)}{1360} = 150,93 \text{ kWh}_{EP}/(\text{m}^2 \cdot \text{ano})$$

$$IEE_{ren} = \frac{36\,305 + (0,89 \times 137\,500)}{1\,360} = 116,68 \text{ kWh}_{EP}/(\text{m}^2 \cdot \text{ano})$$

$$R_{IEE} = \frac{IEE_S - IEE_{REN}}{IEE_{ref,S}} = \frac{150,93 - 116,68}{225,95} = 0,15$$



Classe A+

5º passo – Calcular a redução de energia, custos de operação e o período de retorno simples do investimento para cada medida de melhoria e para o global das medidas.

Seguidamente, é apresentado a análise do impacto económico e energético da implementação das medidas de melhoria no edifício, com base nos passos anteriores. A tabela de resumo é similar à que deve ser preenchida no portal SCE, aquando da emissão do CE. Os resultados de redução da fatura energética foram obtidos considerando os preços indicativos por forma de energia, apresentados na secção 3 do presente guia.

Tabela 8 – Resumo do impacto das MM no consumo do edifício e análise económica.

	Consumo total [kWh/Ano]	Valor Total [€/ano]	Eletricidade		Gás natural		Investimento [€]	Poupança [€/ano]	Payback [Ano]
			Custo (€/kWh) = 0,16		Custo (€/kWh) = 0,09				
			Consumo [kWh/ano]	Custo [€/ano]	Consumo [kWh/ano]	Custo [€/ano]			
Inicial	197 445	28 254	149 774	23 964	47 671	4 290	-	-	-
MM1	160 993	23 907	134 529	21 525	26 464	2 382	12 000	4 347	2,8
MM2	191 854	27 069	140 032	22 405	51 822	4 664	8 212	1 185	6,9
MM3	148 495	20 422	100 824	16 132	47 671	4 290	62 411	7 832	8,0
Final	106 452	14 889	75 837	12 134	30 615	2 755	82 623	13 365	6,2

5. CERTIFICADO ENERGÉTICO APÓS IMPLEMENTAÇÃO DE MEDIDAS DE MELHORIA

Após a implementação das medidas de melhoria identificadas no certificado energético de um imóvel é possível efetuar a renovação do CE por implementação de medidas de melhoria, sem custos associados à taxa de registo, desde que sejam cumpridas, cumulativamente, as condições, constantes no ponto 3.1, do Anexo IV, da Portaria n.º 349-A/2013:

- 1) O certificado original ainda se encontre dentro do respetivo prazo de validade;
- 2) A(s) medida(s) implementada(s) tenha(m) levado a uma melhoria da classe energética;
- 3) A classificação final, após as medidas implementadas, seja igual ou melhor que B-.

A renovação do certificado energético nestas condições encontra-se isenta de pagamento da respetiva taxa de registo, ficando o CE renovado com validade de 10 anos no caso de Pequenos Edifícios de Serviços (PES) e 8 anos no caso dos Grandes Edifícios de Serviços (GES), a contabilizar a partir da data de emissão

Ciclo de validação do documento

Histórico de Alterações

Versão	Data de aprovação	Descrição
V1	13-03-2020	Primeira versão pública

Lista de Distribuição

Público