

# Reabilitação Energética de Edifícios Tradicionais de Habitação na Beira Interior de Portugal

*Cecília C. Rafael Martins*

*C-Made Centre of Materials and Building Technologies, Universidade da Beira Interior, Covilhã, Portugal  
m2886@ubi.pt; cila.martins@gmail.com*

*João Carlos Gonçalves Lanzinha,*

*C-Made Centre of Materials and Building Technologies, Universidade da Beira Interior, Covilhã, Portugal  
joao.lanzinha@ubi.pt*

*Miguel Costa Santos Nepomuceno*

*C-Made Centre of Materials and Building Technologies, Universidade da Beira Interior, Covilhã, Portugal  
mcsn@ubi.pt*

Área Científica - CT18

## Resumo

Este trabalho pretende analisar as condições de compatibilidade das condicionantes administrativas e regulamentares para obras de reabilitação em edifícios de habitação tradicionais localizados nos centros históricos da zona da Beira Interior, com a regulamentação térmica e de certificação energética. Nesse sentido, foi feita uma análise da legislação e demais disposições regulamentares em vigor e foram caracterizadas do ponto de vista arquitectónico e construtivo as tipologias dos edifícios existentes. Partindo da definição de um edifício-tipo e da sua caracterização térmica e energética, fez-se uma avaliação das suas necessidades energéticas globais e definiram-se prioridades de intervenção nos elementos construtivos menos eficientes. A partir da implementação de medidas de melhoria energética nesses elementos, foram tiradas conclusões sobre as melhorias energéticas alcançadas. Este estudo foi ainda alargado para os restantes centros históricos da área em estudo, sendo avaliado o desempenho energético do edifício-tipo em função da localização territorial e o potencial de redução das necessidades energéticas.

**Palavras-chave:** Centros Históricos, Reabilitação, Certificação Energética

## 1. INTRODUÇÃO

A reabilitação de edifícios, através da aplicação de medidas de melhoria sustentáveis na reconstrução de um edifício, permite não só reutilizar e qualificar um espaço, como também representa um menor consumo de materiais e energia incorporada, comparativamente à construção de raiz, pelo que a reabilitação, sempre que possível, é a opção mais acertada. A reabilitação dos edifícios existentes contribui ainda para a preservação de marcos arquitectónicos importantes para a história das cidades, resultando em benefícios culturais e sociais.

Os projectistas têm grande responsabilidade na selecção e desenvolvimento de soluções construtivas que apresentem maior desempenho ambiental e funcional, tendo como objectivo uma construção cada vez mais sustentável e energeticamente eficiente. Neste sentido têm de ter em consideração as políticas específicas relativas à eficiência energética dos edifícios, nomeadamente o Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios - RCCTE (1). Contudo, constata-se que as políticas energéticas estão de certa forma orientadas para o edificado recente, pelo que se colocam constantes desafios às obras de reabilitação a levar a cabo, motivadas pela complexidade que envolve a reabilitação energética habitacional (2).

A reabilitação e regeneração dos centros históricos é imprescindível para evitar o seu abandono e degradação. Têm sido realizados estudos em várias zonas históricas de Portugal que necessitam de uma intervenção para a recuperação dos seus edifícios, alguns em estado avançado de degradação (3). Dos projectos de edifícios habitacionais situados em zonas históricas, em processo inicial de requalificação, que foram objecto de análise à luz do

RCCTE, verificou-se que algumas das intervenções não demonstravam qualquer preocupação no cumprimento do regulamento, reconhecendo-se à partida pontos de conflito entre os edifícios e o regulamento (4).

Nos aglomerados populacionais da Beira Interior onde existem centros históricos, encontram-se edifícios de valor arquitectónico por qualificar. Foram alguns destes edifícios que se estudaram com vista à sua reabilitação, aliando-lhe as vantagens da melhoria da eficiência energética (5).

## 2. CARACTERÍSTICAS ARQUITECTÓNICAS E CONSTRUTIVAS MAIS RELEVANTES DOS EDIFÍCIOS TRADICIONAIS DA BEIRA INTERIOR

### 2.1 Levantamento das principais soluções construtivas

Numa fase inicial foi realizado em toda a área de estudo (Figura 1) um levantamento fotográfico exaustivo dos edifícios de habitação tradicionais nas zonas urbanas consolidadas de cada sede de concelho, mais precisamente nos Centros/Núcleos Históricos, e posteriormente nas Aldeias Históricas e nas Aldeias de Xisto existentes na área de estudo, para assim se caracterizar com uma maior abrangência o tipo de construção tradicional dos edifícios de habitação da Beira Interior. Em todos estes núcleos históricos foi possível encontrar edifícios de grande valor arquitectónico por qualificar, particularmente os de arquitectura tradicional, mais antigos e muitos deles em avançado estado de degradação.



Figura 1 - A área de estudo na Região Centro, com as 4 NUT III e os 19 concelhos considerados

Do levantamento das soluções construtivas dos edifícios tradicionais de habitação observados resultou um conjunto de características arquitectónicas e construtivas mais relevantes e frequentes, nomeadamente em termos de elementos e materiais construtivos:

- Paredes exteriores em alvenaria de pedra de granito ordinária e de pedra seca, existindo em algumas zonas soluções mistas, com as paredes de alvenaria ordinária no rés-do-chão e os pisos superiores em tabique;
- Paredes divisórias interiores por vezes em alvenaria de pedra no rés-do-chão, e de madeira ou tabique nos pisos superiores;
- Coberturas de telha de canudo, com estrutura de suporte em madeira;
- Pavimentos de madeira com e sem forro de tecto, separando dois pisos de habitação ou a loja da habitação;
- Janelas com caixilharia em madeira, com quadrícula e vidros simples, de guilhotina ou 2 folhas de abrir, e portadas interiores em madeira;
- Portas em madeira, com ou sem postigo, e menos frequente em ferro.

Foi de entre os edifícios observados que se seleccionou um edifício-tipo que pudesse representar o edifício de habitação tradicional da Beira Interior.

## 2.2 Definição do edifício-tipo

O edifício-tipo alvo de estudo é uma habitação tradicional situada numa banda de edifícios no centro histórico da Covilhã (Figura 2), no distrito de Castelo Branco. O edifício, ladeado por edifícios de ambos os lados, excepto na fachada SE do 1º piso, localiza-se a uma altitude média de 681 m.

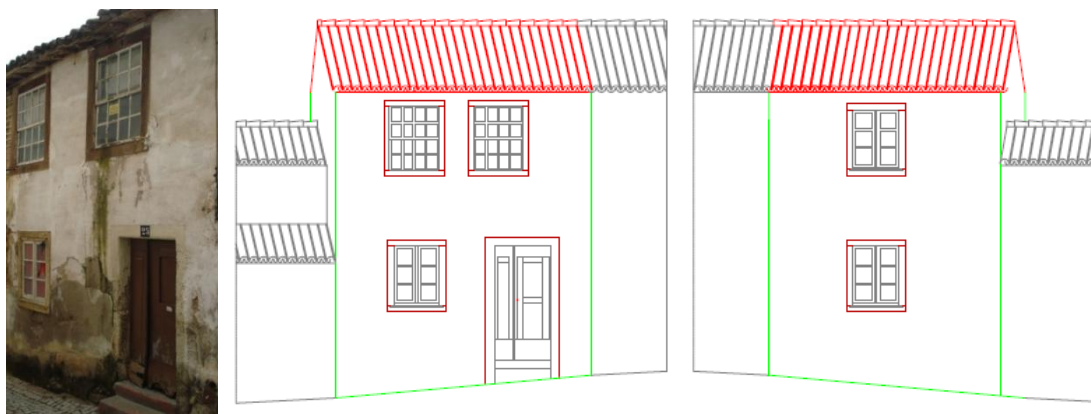


Figura 2 - Edifício-tipo alvo de estudo, no centro histórico da Covilhã

As suas paredes exteriores são em alvenaria de pedra ordinária de granito, funcionando como estrutura autoportante, rebocadas e pintadas em ambas as faces. O edifício é constituído por dois pisos, separados por um pavimento em “soalho” de madeira, sobre vigas de madeira, tabicado pelo lado inferior, sendo que o acesso ao piso superior é feito através de uma escadaria de madeira. As paredes interiores são de ripado de madeira e tabique, rebocadas e pintadas em ambas as faces. A sua cobertura é de duas águas, revestida com telha canudo assente sobre ripado e estrutura de suporte de madeira. As aberturas de vãos para as janelas são delimitadas por molduras de madeira, e para a porta por ombreira e padieira de pedras de granito. As portas e janelas são em madeira, apresentando uma das janelas mais comuns da região - de guilhotina com duas folhas, com quadrícula e vidros simples, tendo apenas cortinas de cor clara como dispositivo de sombreamento. A porta também tem um desenho tradicional de duas folhas com um pequeno postigo na folha principal.

## 3. CONDICIONANTES À IMPLEMENTAÇÃO DO RCCTE NOS CENTROS HISTÓRICOS DA BEIRA INTERIOR

### 3.1 Exigências da regulamentação térmica e certificação energética nos edifícios de habitação - RCCTE

O RCCTE (1) veio estabelecer requisitos de qualidade para os novos edifícios de habitação, ou existentes sujeitos a grandes remodelações, e de pequenos serviços sem sistemas de climatização, nomeadamente ao nível das características da envolvente (paredes, envidraçados, pavimentos e coberturas), limitando as perdas térmicas e controlando os ganhos solares excessivos.

Para os edifícios existentes, a determinação do valor das necessidades globais de energia primária, Ntc, poderá ser efectuada de acordo com as simplificações estabelecidas na Nota Técnica NT-SCE-01, publicada pela ADENE - Agência para a Energia, através do Despacho n.º 11020/2009, de 30 de Abril.

Se se tratar de um edifício situado em zonas históricas, ou de um edifício classificado ou em vias de classificação, sempre que se verifiquem incompatibilidades com as exigências do RCCTE, devidamente justificadas, as intervenções de remodelação, recuperação e ampliação

nesse edifício estão isentas da aplicação deste regulamento. Compete à entidade licenciadora, normalmente as Câmaras Municipais, aceitar a verificação da situação para o efeito da não aplicação do regulamento.

Uma das chaves de sucesso para a sustentabilidade reside na aplicação do RCCTE na fase de licenciamento, pelo que se torna premente não só a formação e informação dos projectistas mas também das entidades licenciadoras, nem sempre tão despertas para as nuances do regulamento (4), em especial perante as situações de isenção e verificação das alegadas incompatibilidades, sobretudo nas intervenções nas zonas históricas.

### **3.2 Principais condicionantes ao cumprimento do RCCTE nos edifícios tradicionais em estudo**

A viabilização das intervenções nas construções em centros históricos está condicionada à verificação de um conjunto de regras e pareceres a nível arquitectónico, devendo respeitar ainda as características urbanísticas da área envolvente, de acordo com os regulamentos dos Planos Municipais de Ordenamento do Território em vigor na respectiva área, em particular o Plano de Pormenor. Este regime impossibilita algumas das estratégias de melhoria do desempenho térmico dos edifícios tradicionais em estudo, nomeadamente:

- Constrangimento arquitectónico que obriga à preservação integral da imagem preexistente do edifício, ao nível dos materiais, desenho, forma, cores e volumetria, da fachada, vãos e cobertura;
- Impedimento da correcção térmica pelo exterior, pela colocação do isolamento térmico pelo exterior das paredes exteriores, obriga que este seja aplicado pelo interior, menos eficiente;
- Proibição de instalação de dispositivos adequados de sombreamento e de oclusão nocturna pelo exterior, nomeadamente os estores exteriores e respectivas caixas de estore, obriga à sua instalação pelo interior, menos eficiente;
- Obrigatoriedade de preservação do material e geometria originais das caixilharias, pela manutenção da madeira e da quadrícula das caixilharias, impede a melhoria de desempenho térmico com introdução de materiais mais eficientes, com corte térmico;
- Impacte visual provocado pela instalação de equipamentos no exterior dos edifícios, como colectores solares térmicos e AC, impede a sua instalação para alcançar um melhor desempenho energético.

## **4. ANÁLISE DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DAS SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS DO EDIFÍCIO-TIPO TRADICIONAL EM ESTUDO**

Para a avaliação do desempenho térmico do edifício-tipo seleccionado foi aplicada a metodologia de cálculo estipulada pelo RCCTE, com recurso a uma Folha de Cálculo de Desempenho Energético de Edifícios Existentes no âmbito do RCCTE, a ferramenta de cálculo que possibilita a adopção das regras de simplificação em edifícios existentes, previstas na Nota Técnica NT-SCE-01.

O edifício-tipo, localizado no centro histórico da Covilhã, enquadra-se na zona climática de Inverno I3 e na zona climática de Verão V2N, nos termos do Anexo III do RCCTE. Como sistema de produção de águas quentes sanitárias (AQS) tem um esquentador a gás (de botija) na cozinha, e para aquecimento ambiente é utilizado um aquecedor de resistência eléctrica. Como não existem meios mecânicos de insuflação ou extracção de ar, à excepção do exaustor da cozinha, considera-se que o edifício tem ventilação natural.

### **4.1 Requisitos mínimos**

Os requisitos mínimos de qualidade térmica impostos pelo RCCTE envolvem a definição de dois parâmetros: os coeficientes de transmissão térmica superficial máximos admissíveis para a envolvente opaca (interior e exterior) e o factor solar máximo admissível para os vãos

envidraçados. Para a definição dos requisitos mínimos para o edifício-tipo em análise foi necessário, para além do conhecimento da zona climática, caracterizar previamente a inércia térmica e o coeficiente de redução de perdas para os edifícios adjacentes ou espaços não úteis:

- Coeficientes de redução das perdas térmicas para os edifícios adjacentes ou espaços não úteis:  $\tau=0.75$ , de acordo com o Quadro II da NT-SCE-01;
- Inércia Térmica: depois de analisado um conjunto de considerações definidas na Nota Técnica, estimou-se que o edifício-tipo teria uma inércia térmica interior Média;
- Após a qualificação da inércia térmica e considerando que o edifício-tipo se localiza na zona climática V2N, determinou-se o valor do factor solar máximo admissível dos vãos envidraçados não orientados a Norte e considerando o sistema de protecção activo a 100%, resultando num valor de 0,56.

Assim, os valores dos coeficientes de transmissão térmica determinados para os elementos da envolvente do edifício-tipo foram comparados com os respectivos valores máximos admissíveis impostos pelo RCCTE, conforme se ilustra na tabela seguinte (Tabela 1). De notar que aos envidraçados não se aplicam requisitos mínimos em termos de coeficiente de transmissão térmica superficial, tendo-se optado por incluir na Tabela 1, a título indicativo, os valores de referência para efeitos de dispensa da verificação detalhada impostos pelo RCCTE.

Tabela 1 - Coeficientes de transmissão térmica da envolvente do edifício-tipo na situação actual

ELEMENTOS DA ENVOLVENTE OPACA EXTERIOR	U [W/(m <sup>2</sup> .°C)]	U <sub>máx</sub> [W/(m <sup>2</sup> .°C)]
<b>Paredes exteriores</b>		
Parede de pedra de granito, esp. média 62cm, rebocada	2.08	1.45
Parede de pedra de granito, esp. média 37cm, rebocada	2.82	1.45
ELEMENTOS DA ENVOLVENTE OPACA INTERIOR	U [W/(m <sup>2</sup> .°C)]	U <sub>máx</sub> [W/(m <sup>2</sup> .°C)]
<b>Paredes de separação com edifícios contíguos (<math>\tau =0.75</math>, valor simplificado)</b>		
Parede de pedra de granito, esp. média 62cm, rebocada	1.74	1.45
Parede de pedra de granito, esp. média 37cm, rebocada	2.22	1.45
<b>Cobertura interior sob desvão (laje de esteira horizontal) (<math>\tau =0.75</math>, valor simplificado)</b>		
Estrutura de suporte de madeira tabicada inferiormente (laje de esteira horizontal)	3.8	0.90
Espaço não útil fortemente ventilado (f. ascendente)	Quadro II.17 ITE 50	
VÃOS ENVIDRAÇADOS	U [W/(m <sup>2</sup> .°C)]	U <sub>ref</sub> [W/(m <sup>2</sup> .°C)]
Vidro simples incolor corrente	4.3	3.3
Caixilharia simples de madeira com quadrícula	Quadro III.1 ITE 50	
Cortina opaca de cor branca		

Da observação da tabela anterior, pode concluir-se que os coeficientes de transmissão térmica máximos admissíveis são excedidos por todos os elementos da envolvente opaca. Os vãos envidraçados do edifício-tipo incluem vidro simples com protecção interior de cortinas opacas brancas, proporcionando um factor solar de 0,33 com o sistema activo a 100%. Nesta medida, os vãos envidraçados do edifício-tipo não excedem o valor máximo admissível do factor solar para a inércia média (0,56).

## 4.2 Requisitos energéticos

Os requisitos energéticos resultam directamente de limitações ao consumo de energia nos edifícios necessária para garantia das condições de conforto. Assim, para o edifício-tipo, e para que o edifício-tipo cumpra o RCCTE, é necessário que as suas necessidades nominais anuais de energia (N<sub>ic</sub>, N<sub>vc</sub>, N<sub>ac</sub> e N<sub>tc</sub>) não excedam os valores máximos admissíveis N<sub>i</sub>, N<sub>v</sub>, N<sub>a</sub> e N<sub>t</sub>, respectivamente. Previamente foram calculados alguns parâmetros dos quais depende o cálculo dos requisitos energéticos:

- Pontes térmicas planas e lineares: Sendo a envolvente do edifício-tipo em pedra de granito, e não existindo pilares ou talões de vigas, nem caixas de estores, é de salientar a não existência de pontes térmicas planas, pelo que apenas se têm pontes térmicas lineares, e sendo um edifício existente, foram utilizadas as regras de simplificação da Nota Técnica,  $\Psi = 0.75 [W/(m \cdot ^\circ C)]$ , conforme o Quadro III da NT-SCE-01;
- Taxas de renovação de ar do espaço interior: resultou o valor de  $1.00 h^{-1}$  para a taxa de renovação de ar utilizado para cálculo das perdas térmicas associadas à ventilação. De notar que o RCCTE impõe uma taxa mínima obrigatória de 0,6 renovações horárias para garantia da qualidade do ar interior.

Tendo em conta os valores referidos anteriormente, foi analisado o edifício-tipo através da quantificação dos requisitos energéticos Nic, Nvc, Nac e Ntc apresentados de seguida (Tabelas 2 a 5). Este cálculo foi efectuado com base na Folha de Cálculo do ITeCons.

Tabela 2 - Necessidades nominais de energia útil para aquecimento, Nic, para o edifício-tipo - Situação Actual

Nic [kWh/(m <sup>2</sup> .ano)]	Ni [kWh/(m <sup>2</sup> .ano)]	Nic / Ni (%)	Nic / Ni $\leq$ 100%
439.19	127.07	346 %	NÃO VERIFICA

Tabela 3 - Necessidades nominais de energia útil para arrefecimento, Nvc, para o edifício-tipo - Situação Actual

Nvc [kWh/(m <sup>2</sup> .ano)]	Nv [kWh/(m <sup>2</sup> .ano)]	Nvc / Nv (%)	Nvc / Nv $\leq$ 100%
4.83	18	26 %	VERIFICA

Tabela 4 - Necessidades nominais de energia para preparação de águas quentes sanitárias, Nac, para o edifício-tipo - Situação Actual

Nac [kWh/(m <sup>2</sup> .ano)]	Na [kWh/(m <sup>2</sup> .ano)]	Nac / Na (%)	Nac / Na $\leq$ 100%
86.50	52.21	166 %	NÃO VERIFICA

Tabela 5 - Necessidades nominais globais de energia primária, Ntc, para o edifício-tipo - Situação Actual

Ntc [kgep/(m <sup>2</sup> .ano)]	Nt [kgep/(m <sup>2</sup> .ano)]	Ntc / Nt (%)	Ntc / Nt $\leq$ 100%
20.20	8.40	240 % => Classe E	NÃO VERIFICA

Temos assim que na situação actual, tendo em conta as soluções construtivas existentes, o edifício-tipo apenas satisfaz as necessidades de arrefecimento, sendo que lhe é atribuída a Classe Energética E, muito abaixo do mínimo aceitável para os requisitos dos edifícios actuais.

## 5. MEDIDAS DE MELHORIA ENERGÉTICA APLICADAS NA ENVOLVENTE DO EDIFÍCIO-TIPO SELECIONADO

As intervenções de reabilitação energética num edifício de habitação tradicional existente podem ser realizadas através do reforço da sua protecção térmica, controlo das infiltrações de ar e o recurso a tecnologias solares passivas (6). A melhoria do desempenho térmico de um edifício existente não implica a sua renovação total, podendo limitar-se à substituição dos componentes mais relevantes. É portanto fundamental encontrar soluções que satisfaçam o nível de melhoria da qualidade térmica pretendido, que deve ficar associado à intervenção, e ao nível de investimento que proprietário está disposto a fazer (7).

Tendo em conta os valores apresentados anteriormente, verifica-se que o edifício tipo não cumpre os requisitos mínimos, nomeadamente os coeficientes de transmissão térmica máximos admissíveis para a envolvente opaca exterior vertical e horizontal, assim como alguns elementos da envolvente interior. Para o edifício-tipo preconizou-se uma intervenção de reabilitação térmica em todos os elementos da envolvente exterior, através da introdução de medidas de melhoria de eficiência térmica/energética, sendo que em termos de prioridade de intervenção deverá intervir-se no reforço da protecção térmica conferida pela

envolvente opaca (paredes, cobertura, pavimentos) através da introdução de isolamento térmico, e melhoria do desempenho térmico dos vãos envidraçados e porta exterior (6). Assim, e tendo em conta o Regulamento Municipal de Urbanização e de Edificação da Covilhã, que não permite alterações que adulterem as características arquitectónicas das fachadas em edifícios antigos, foram sugeridas as seguintes medidas de melhoria energética para alcançar maiores poupanças energéticas e melhorar os níveis de qualidade térmica da envolvente do edifício tradicional seleccionado:

- introdução de isolamento térmico nos elementos da envolvente, paredes exteriores e cobertura;
- melhoria do desempenho e classe das caixilharias;
- introdução de portadas interiores nos vãos envidraçados;
- alteração para portas com vedação de frinchas.

Pela análise da Tabela 6, verifica-se que todos os elementos da envolvente opaca (interior e exterior) conseguem satisfazer os requisitos mínimos de qualidade térmica da envolvente do edifício no respeitante aos coeficientes de transmissão térmica, após a implementação das medidas de melhoria de eficiência energética preconizadas. Também neste caso se incluiu na Tabela 6, a título indicativo, os valores obtidos para os envidraçados por comparação com os valores de referência para efeitos de dispensa da verificação detalhada impostos pelo RCCTE.

Tabela 6 - Coeficientes de transmissão térmica dos elementos construtivos com a implementação das medidas de melhoria energética

ELEMENTOS DA ENVOLVENTE OPACA EXTERIOR	U [W/(m <sup>2</sup> .°C)]	U <sub>máx</sub> [W/(m <sup>2</sup> .°C)]
<b>Paredes exteriores</b>		
Parede de pedra de granito, 62cm, rebocada ambas faces Isolamento XPS - 6cm Placas gesso cartonado - 1.3cm	0.464	1.45
Parede de pedra de granito, 37cm, rebocada ambas faces Isolamento XPS - 6cm Placas gesso cartonado - 1.3cm	0.493	1.45
ELEMENTOS DA ENVOLVENTE OPACA INTERIOR	U [W/(m <sup>2</sup> .°C)]	U <sub>máx</sub> [W/(m <sup>2</sup> .°C)]
<b>Paredes de separação com edifícios contíguos (τ =0.75, valor simplificado)</b>		
Parede de pedra de granito, 62cm, rebocada Isolamento XPS - 6cm Placas gesso cartonado - 1.3cm	0.445	1.45
Parede de pedra de granito, 37cm, rebocada Isolamento XPS - 6cm Placas gesso cartonado - 1.3cm	0.471	1.45
<b>Cobertura interior sob desvão (laje de esteira horizontal) (τ =0.75, valor simplificado)</b>		
Estrutura de suporte de madeira tabicada inferiormente (laje de esteira horizontal) Espaço não útil fortemente ventilado Isolamento XPS - 10cm na esteira leve horizontal	0.44	0.90
VÃOS ENVIDRAÇADOS	U [W/(m <sup>2</sup> .°C)]	U <sub>ref</sub> [W/(m <sup>2</sup> .°C)]
Vidro duplo incolor (lâmina de ar de 16mm) Caixilharia de madeira com quadrícula (Classe 3) Portadas interiores de madeira pintadas de branco	2.2	3.3

De seguida analisaram-se as alterações (redução) dos requisitos energéticos do edifício-tipo localizado na Covilhã, resultantes da introdução das medidas de melhoria de eficiência energética preconizadas (Tabela 7).

Analisados os resultados da Tabela 7, continua a verificar-se o incumprimento das necessidades de energia para aquecimento (N<sub>ic</sub>), para preparação de AQS (N<sub>ac</sub>) e também para as necessidades globais de energia primária (N<sub>tc</sub>). Ainda assim, consegue-se uma clara melhoria nesses mesmos valores, sendo que esta medida de melhoria proporcionou uma subida para uma “quase positiva” Classe Energética C.

Tabela 7 - Requisitos Energéticos com a introdução das medidas de melhoria energética

Nic [kWh/(m <sup>2</sup> .ano)]	Ni [kWh/(m <sup>2</sup> .ano)]	Nic / Ni (%)	Nic / Ni ≤ 100% ?
145.25	127.07	114%	NÃO VERIFICA
Nvc [kWh/(m <sup>2</sup> .ano)]	Nv [kWh/(m <sup>2</sup> .ano)]	Nvc / Nv	Nvc / Nv ≤ 100% ?
9.56	18	53%	VERIFICA
Nac [kWh/(m <sup>2</sup> .ano)]	Na [kWh/(m <sup>2</sup> .ano)]	Nac / Na	Nac / Na ≤ 100% ?
86.50	52.21	166%	NÃO VERIFICA
Ntc [kgep/(m <sup>2</sup> .ano)]	Nt [kgep / (m <sup>2</sup> .ano)]	Ntc / Nt	Ntc / Nt ≤ 100% ?
11.70	8.40	139% => Classe C	NÃO VERIFICA

Salienta-se o facto de não terem sido alterados os sistemas de aquecimento, de arrefecimento ou de preparação de águas quentes sanitárias existentes, sendo a intervenção apenas a nível dos elementos passivos, isto é, da envolvente do edifício.

## 6. ANÁLISE DO IMPACTO DAS MELHORIAS IMPLEMENTADAS

Com a intervenção de reabilitação energética anterior, verificou-se o incumprimento de alguns requisitos energéticos, mas como o objectivo deste trabalho é o de estudar a introdução de medidas de melhoria energética apenas na envolvente e não muito dispendiosas, estudou-se a implementação desta medida no edifício-tipo inicialmente localizado na Covilhã e posteriormente nos restantes centros históricos da área de estudo.

### 6.1 Edifício-tipo localizado no centro histórico da Covilhã

Analisadas as melhorias energéticas globais com a introdução das medidas de melhoria do edifício-tipo localizado na Covilhã, resultaram os valores apresentados da Tabela 8, e verificando-se:

- Melhoria no desempenho energético no que respeita às necessidades de energia para aquecimento de 67%;
- Melhoria em termos de necessidades globais de energia primária de 42%;
- Evolução da Classe Energética E para C.

Tabela 8 - Melhorias energéticas globais com a introdução das medidas de melhoria do edifício-tipo, na Covilhã

Nic Actual [kWh/(m <sup>2</sup> .ano)]	Nic Melhoria [kWh/(m <sup>2</sup> .ano)]	% Melhoria (Nic Actual - Nic melhoria) / Nic Actual
439.69	145.25	67%
Nvc Actual [kWh/(m <sup>2</sup> .ano)]	Nvc Melhoria [kWh/(m <sup>2</sup> .ano)]	% Melhoria (Nvc Actual - Nvc melhoria) / Nvc Actual
4.83	9.56	- 98%
Nac Actual [kWh/(m <sup>2</sup> .ano)]	Nac Melhoria [kWh/(m <sup>2</sup> .ano)]	% Melhoria (Nac Actual - Nac melhoria) / Nac Actual
86.50	86.50	0%
Ntc Actual [kgep / (m <sup>2</sup> .ano)]	Ntc Melhoria [kgep / (m <sup>2</sup> .ano)]	% Melhoria (Ntc Actual - Ntc melhoria) / Ntc Actual
20.20	11.70	42%
Classe E	Classe C	Classe E => Classe C

### 6.2 Edifício-tipo localizado nos restantes centros históricos da área de estudo

De seguida fez-se a análise do desempenho do edifício-tipo para as várias localizações,

utilizando o mesmo processo, na situação actual, para os diferentes centros históricos da área de estudo, sendo esta acompanhada pelas alterações que isso acarreta, isto é, a altitude e a zona climática em função da sua localização territorial. Analisadas as melhorias energéticas globais com a introdução das medidas de melhoria energética ao edifício-tipo localizado em cada um dos centros históricos estudados, resultaram os valores apresentados na Tabela 9:

Tabela 9 - Melhorias energéticas globais com a introdução das medidas de melhoria energética do edifício-tipo, na área em estudo

Nic Actual [kWh/(m <sup>2</sup> .ano)]	Nic Melhoria [kWh/(m <sup>2</sup> .ano)]	% Melhoria (Nic Actual - Nic melhoria) / Nic Actual
459.93	152.18	67%
Nvc Actual [kWh/(m <sup>2</sup> .ano)]	Nvc Melhoria [kWh/(m <sup>2</sup> .ano)]	% Melhoria (Nvc Actual - Nvc melhoria) / Nvc Actual
4.92	9.56	- 94%
Nac Actual [kWh/(m <sup>2</sup> .ano)]	Nac Melhoria [kWh/(m <sup>2</sup> .ano)]	% Melhoria (Nac Actual - Nac melhoria) / Nac Actual
86.50	86.50	0%
Ntc Actual [kgep / (m <sup>2</sup> .ano)]	Ntc Melhoria [kgep / (m <sup>2</sup> .ano)]	% Melhoria (Ntc Actual - Ntc melhoria) / Ntc Actual
20.80	11.90	42%
Classe E	Classe C	Classe E => Classe C

Em termos de necessidades energéticas do edifício-tipo, na área em estudo, comparando a situação actual com a pós-melhoria, verifica-se que a implementação das medidas de melhoria da eficiência energética se traduziu num incremento ao nível do desempenho energético do edifício-tipo, conseguindo-se progredir das Classes D e F para a Classe C, em quase toda a região, à excepção de Manteigas e Guarda, que apenas conseguem atingir a Classe D, conforme se pode visualizar graficamente na Figura 3.

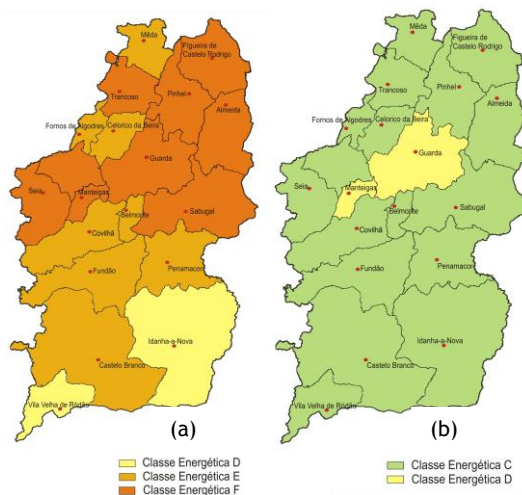


Figura 3 - Classes Energéticas do edifício-tipo, na área de estudo: Actual (a) vs Melhoria (b)

## 7. CONCLUSÕES

No final do trabalho, conclui-se que a introdução das medidas de melhoria do desempenho energético no edifício-tipo localizado nos vários centros históricos da área em estudo, traduziu-se em:

- Redução das necessidades nominais de energia útil para aquecimento, de 67% em média;
- Aumento das necessidades nominais de energia útil para arrefecimento, ainda assim não excedendo o valor máximo admissível regulamentar;
- Redução das necessidades globais de energia primária de 43% em média e consequente redução das taxas de emissão de CO<sub>2</sub> em igual proporção;
- Melhoria no desempenho energético global do edifício-tipo passando duma maioria de Classes Energéticas F iniciais para uma Classe C em praticamente toda a região, com excepção de Manteigas e Guarda que ficam pela Classe Energética D.

O presente estudo mostrou que, com a introdução de algumas medidas de melhoria do desempenho energético apenas nos elementos construtivos da envolvente, se pode proporcionar uma melhoria significativa na qualidade térmica dos edifícios tradicionais/existentes, assegurando o nível de conforto no seu interior com menor dispêndio de energia e, conseqüentemente, uma melhor qualidade de vida dos seus ocupantes. De salientar ainda que, como não houve intervenção ao nível dos sistemas de aquecimento, arrefecimento ou de preparação de águas quentes sanitárias existentes, em nenhum dos edifícios foi possível obter Classes Energéticas A ou B, o que de certa forma penaliza as situações em que apenas se podem realizar intervenções mais simples.

Estas simples medidas de melhoria do desempenho energético preconizadas para a reabilitação de edifícios existentes nos centros históricos da Beira Interior permitem simultaneamente uma melhoria na qualidade geral da construção, sem negligenciar o estabelecido na legislação e regulamentação em vigor a nível urbanístico e arquitectónico, tanto no âmbito nacional como municipal.

Com a elaboração deste trabalho espera-se também chamar a atenção dos projectistas para a necessidade de regeneração dos centros históricos, importante tarefa para evitar o seu abandono e degradação cada vez mais característico do centro de algumas cidades portuguesas, e simultaneamente preservar o património arquitectónico tradicional, fundamental para a manutenção da identidade cultural da Beira Interior.

## REFERÊNCIAS

- (1) RCCTE - Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios. Decreto-Lei n.º 80/2006, de 4 de Abril. CSOPT, Lisboa, Portugal 2006.
- (2) Cruz, N., Torres, M., Mendes da Silva, J., Reabilitação Urbana do Centro Histórico da “Baixinha” de Coimbra, 3.ª Encontro sobre Patologia e Reabilitação de Edifícios - PATORREB 2009, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, Março, 2009.
- (3) Luso, E., Lourenço, P. B., Almeida, M., Centro Histórico de Bragança: Caracterização do edificado, aspectos arquitectónicos e anomalias, Faculdade de Engenharia da Universidade do Minho, Portugal, 2009.
- (4) Craveiro, F., Estudo das possibilidades de intervenção face ao RCCTE na reabilitação de edifícios na zona histórica do Porto e suas conseqüências na etiquetagem energética, Relatório do Projecto de Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal, 2008.
- (5) Martins, C. R., Condicionantes e medidas de melhoria na certificação energética de edifícios tradicionais de habitação localizados em centros históricos da Beira Interior, Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil e Arquitectura, Universidade da Beira Interior, Covilhã, Portugal, 2010.
- (6) Anselmo, I., Nascimento, C., et al., Reabilitação energética da envolvente de edifícios habitacionais, Iniciativa Pública sobre Eficiência Energética de Edifícios, Edição DGGE/IP-3E, Lisboa, Portugal, Nov. 2004.
- (7) Henriques, F., Reabilitação Térmica de Edifícios, Alambi, 2007.