XXI ENTAC – Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
14 a 16 de outubro de 2026 | Goiânia-Brasil
DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8306

# Avaliação normativa do desempenho térmico da envoltória de um edifício residencial em Amadora, Portugal

## Normative Assessment of the thermal performance of the building envelope of a residential building in Amadora, Portugal

**Izabel Medeiros Machado**
Universidade Federal do Rio Grande do Norte | Natal | Brasil | bebel.medeiros.m@gmail.com
**Bianca Carla Dantas de Araujo**
Universidade Federal do Rio Grande do Norte | Natal | Brasil | bianca.dantas@ufrn.br

### Resumo

Este artigo tem como objetivo avaliar o desempenho térmico da envoltória de um edifício residencial construído na década de 1960, localizado no município da Amadora, em Portugal. A pesquisa caracteriza-se como um estudo de caso exploratório, desenvolvido por meio de análise documental e avaliação normativa do desempenho térmico da envoltória. A análise baseou-se nos projetos da edificação disponibilizados pela Câmara Municipal da Amadora, complementados pela caracterização construtiva dos elementos da envoltória e pela aplicação dos parâmetros estabelecidos pelo REH e pela publicação ITE 50, desenvolvida pelo LNEC. Foi realizado o diagnóstico dos principais elementos da envoltória, considerando os respetivos coeficientes de transmissão térmica e sua conformidade com os limites regulamentares vigentes. Os resultados indicam que paredes exteriores, cobertura e esquadrias apresentam coeficientes superiores aos máximos admissíveis para a zona climática em que o edifício se insere. Conclui-se que intervenções na envoltória podem contribuir significativamente para a melhoria do desempenho térmico da edificação, reforçando a importância da reabilitação energética do parque edificado residencial existente.

Palavras-chave: Desempenho térmico. Envoltória. Edifícios residenciais.

### Abstract

*This article aims to evaluate the thermal performance of the building envelope of a residential building constructed in the 1960s and located in the municipality of Amadora, Portugal. The research is characterized as an exploratory case study developed through document analysis and a regulatory assessment of the thermal performance of the building envelope. The analysis was based on architectural documents provided by the Amadora City Council, complemented by the constructive characterization of the envelope elements and the application of the parameters established by the REH and the ITE 50 publication developed by LNEC. A diagnostic assessment of the main envelope components was carried out, considering their thermal transmittance coefficients and compliance with current regulatory requirements. The results indicate that external walls, roof, and windows present thermal transmittance values higher than the maximum limits established for the climatic zone in which the building is located. It is concluded that interventions in the building envelope can significantly improve the building's thermal performance, highlighting the importance of energy retrofitting within the existing residential building stock.*

*Keywords: Thermal performance. Building envelope. Residential buildings.*

## INTRODUÇÃO

O desempenho térmico da envoltória exerce influência direta sobre as condições de conforto dos ocupantes e sobre as necessidades energéticas das edificações, uma vez que paredes, coberturas e esquadrias constituem os principais elementos responsáveis pelas trocas de calor com o ambiente exterior. Em edifícios existentes, especialmente aqueles construídos antes da adoção de requisitos específicos de desempenho térmico, a ausência de isolamento e de soluções construtivas adequadas tende a resultar em maiores perdas de calor no inverno e ganhos térmicos no verão, comprometendo a eficiência da envoltória e aumentando a demanda por sistemas de climatização (Santos e Matias[1]; Rodrigues[2]).

Nesse contexto, grande parte das edificações residenciais existentes em Portugal apresenta limitações relacionadas ao desempenho térmico, não garantindo condições adequadas de conforto sem o uso ou com reduzida dependência de sistemas artificiais de aquecimento e arrefecimento. Delgado, Matos e Guimarães[3] destacam que, entre 2010 e 2022, foram emitidos mais de 1,5 milhão de Certificados de Desempenho Energético no país, dos quais aproximadamente 80% correspondem a edificações existentes e 87% receberam classificação energética C ou inferior. Os autores também apontam que cerca de 40% das habitações existentes necessitam de algum tipo de intervenção, evidenciando que apenas uma parcela reduzida do parque edificado atende plenamente aos requisitos de isolamento térmico e eficiência energética.

A preocupação com o desempenho térmico das edificações intensificou-se na Europa após a crise energética da década de 1970, quando se tornou necessário melhorar as condições de conforto sem elevar o consumo energético (Rodrigues[2]). Em Portugal, entretanto, a primeira regulamentação voltada especificamente ao comportamento térmico das edificações surgiu apenas em 1991, com a aprovação do Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE)[4]. Posteriormente, esse regulamento foi atualizado pelo Decreto-Lei n.º 80/2006[5] e, em decorrência da transposição da Diretiva 2010/31/UE[6], foi revogado e substituído pelo Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH)[7], integrado ao Decreto-Lei n.º 118/2013, que passou a estabelecer requisitos mais abrangentes relacionados ao comportamento térmico, à eficiência energética dos sistemas técnicos e à certificação energética das edificações.

Embora os regulamentos de desempenho térmico sejam relativamente recentes, Portugal já possuía legislação voltada às edificações desde 1951, com a publicação do Regulamento Geral das Edificações Urbanas (RGEU)[8], instituído pelo Decreto-Lei n.º 38.382 e ainda vigente, com alterações posteriores. Antes do RGEU, existiam apenas regulamentos direcionados às condições de salubridade das edificações urbanas, publicados em 1903, sem requisitos relacionados ao desempenho térmico.

No âmbito do REH, o território português é classificado em zonas climáticas distintas, conforme o Despacho n.º 15793-F/2013[9], considerando separadamente as necessidades de aquecimento e de arrefecimento das edificações. A estação de aquecimento é identificada pela letra I, subdividida nas classes I1, I2 e I3, enquanto a

estação de arrefecimento é representada pela letra V, com as classes V1, V2 e V3, definidas a partir das condições climáticas locais.

Nesse cenário, a avaliação normativa da envoltória constitui uma importante ferramenta de diagnóstico para identificar limitações construtivas, verificar a conformidade das edificações com os requisitos regulamentares e subsidiar estratégias de reabilitação energética. Além de avaliar o atendimento às exigências atuais, esse tipo de análise permite compreender o impacto das soluções construtivas originalmente adotadas sobre o desempenho térmico das edificações existentes.

O estudo foi desenvolvido em um edifício residencial multifamiliar localizado na freguesia da Venteira, município de Amadora, inserido em um contexto urbano caracterizado pela presença significativa de edificações construídas antes da consolidação das atuais exigências regulamentares de desempenho energético. Essas edificações refletem as práticas construtivas vigentes à época de sua construção e podem apresentar limitações relacionadas ao desempenho térmico da envoltória.

Diante desse contexto, o presente artigo tem como objetivo desenvolver um diagnóstico do desempenho térmico da envoltória de um edifício residencial localizado no município de Amadora, Portugal, por meio de uma avaliação normativa baseada nos requisitos do Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH)[7]. Além da verificação de conformidade, o estudo contribui para a compreensão das limitações térmicas presentes em edifícios residenciais portugueses construídos antes da implementação dos regulamentos de desempenho térmico, fornecendo subsídios para futuras intervenções de reabilitação energética.

## MÉTODO

A pesquisa foi desenvolvida por meio de levantamento documental em órgãos públicos, visando identificar a legislação aplicável, as condicionantes bioclimáticas do município e a documentação técnica da edificação. Para isso, foram consultados o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH)[7], publicações técnicas da Agência para a Energia (ADENE)[10–12] e os projetos arquitetônicos disponibilizados pela Câmara Municipal da Amadora, incluindo informações relativas às características do terreno, do entorno e dos sistemas construtivos do edifício.

A etapa inicial da análise consistiu no acesso às plantas da edificação, posteriormente digitalizadas pela autora para viabilizar sua utilização nas etapas subsequentes do estudo. A análise dos projetos originais indicou conformidade com os parâmetros de ventilação e iluminação natural previstos no Regulamento Geral das Edificações Urbanas (RGEU)[8] vigente à época da construção.

Em Portugal, conforme estabelecido pelo Despacho n.º 15793-F/2013[9,] o enquadramento climático para avaliação do desempenho energético dos edifícios baseia-se na Nomenclatura das Unidades Territoriais para Fins Estatísticos (NUTS) de nível III, de 3 de dezembro. O zoneamento bioclimático definido no Despacho

considera classificações distintas para as estações de aquecimento (inverno) e arrefecimento (verão), cada uma subdividida em três categorias.

Na sequência, foram realizadas análises do desempenho térmico da envoltória da edificação, com o objetivo de verificar sua conformidade em relação aos requisitos regulamentares e identificar possíveis necessidades de melhoria do isolamento térmico. Para isso, utilizaram-se os parâmetros estabelecidos pelo Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH)[7] e as publicações técnicas da Agência para a Energia (ADENE)[10–12].

O método de avaliação estabelecido pelo REH[7] considera os limites de coeficiente de transmissão térmica (U) admissíveis para cada zona bioclimática, em função da tipologia do elemento construtivo e dos materiais empregados. Para esta análise, foram adotadas as orientações técnicas desenvolvidas pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), em especial a publicação ITE 50, de Santos e Matias[1]. Os coeficientes de transmissão térmica adotados não foram calculados individualmente, sendo obtidos por equivalência construtiva a partir das soluções apresentadas na ITE 50[1], considerando a composição e a espessura dos elementos identificados nos projetos e sua compatibilidade com as tipologias construtivas predominantes em edifícios residenciais portugueses construídos antes da implementação dos regulamentos de desempenho térmico, conforme descrito por Rodrigues[3].

A avaliação foi conduzida a partir da análise das características construtivas da edificação e da verificação de conformidade dos elementos da envoltória com os requisitos estabelecidos pelo REH[7]. Dessa forma, a pesquisa caracteriza-se como um estudo de caso exploratório, desenvolvido por meio de análise documental e avaliação normativa do desempenho térmico da envoltória, com o objetivo de identificar as limitações construtivas do edifício e subsidiar futuras estratégias de reabilitação energética.

## CARACTERIZAÇÃO DO EDIFÍCIO

O edifício objeto desta análise está localizado no município de Amadora, na região de Lisboa (figura 1), com área total construída de aproximadamente 760,60m² (figura 2). A edificação foi executada em sistema construtivo convencional, composto por elementos estruturais de pilares, vigas e lajes em concreto armado, associados a vedações em alvenaria.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8306

Figura 1 – Implantação da edificação.




Legenda: Prédio com reforma completa.




Fonte: Google Maps, 2025 (adaptado).

**Figura 2: Fachada frontal.**



Fonte: a autora.

A configuração da planta arquitetônica é representativa do período em que foi construída, apresentando unidades habitacionais com unidades de um dormitório com áreas úteis de 26,19 m², 48,11 m² e 49,83 m² e dois dormitórios com área de 67,60m². O edifício é constituído por um único bloco edificado, organizado em subsolo (figura 3 – superior esquerdo), pavimento térreo (figura 3 – à direita) e três pavimentos tipo (figura 3 – inferior esquerdo), totalizando cinco pavimentos. Cada pavimento abriga

duas unidades habitacionais, resultando em um total de dez unidades residenciais no conjunto edificado. O edifício apresenta pé-direito de 2,80m.

**Figura 3: Planta baixa do subsolo (superior esquerdo); pavimento térreo (à direita); e pavimento tipo (inferior esquerdo) – sem escala.**




Fonte: Câmara Municipal da Amadora – digitalizada pela autora.

Conforme descrito na metodologia, a análise dos projetos disponibilizados pela Câmara Municipal da Amadora permitiu identificar as características construtivas da envoltória da edificação. A composição dos elementos foi definida por equivalência com as soluções construtivas apresentadas por Santos e Matias[1] e validada pela compatibilidade com as tipologias construtivas descritas por Rodrigues[2] para edifícios residenciais portugueses do mesmo período.

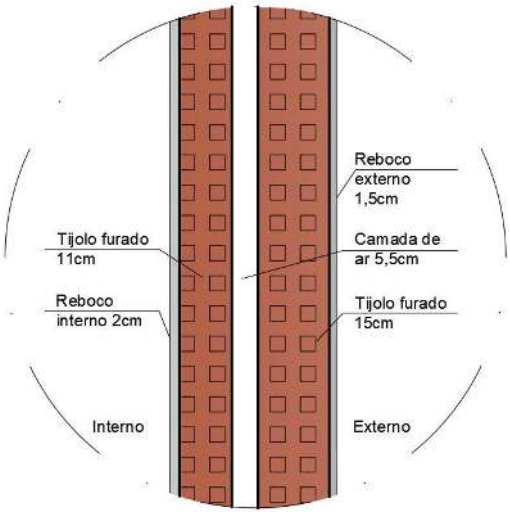
E considerando que o edifício está localizado no município de Amadora, inserido na NUTS III da Grande Lisboa, o mesmo enquadra-se na zona climática I1 para a estação de aquecimento e V2 para a estação de arrefecimento, conforme o zoneamento bioclimático estabelecido pelo Despacho n.º 15793-F/2013[9]. Isso representa invernos mais amenos que a região Norte do País e verão não tão quente quanto a Sul, na região do Algarve.

## VEDAÇÃO EXTERNA

As vedações externas da edificação são constituídas por paredes duplas, totalizando uma espessura aproximada de 35cm (Figura 4), compostas pelos seguintes elementos construtivos:

- Espessura da argamassa de reboco externo ou revestimento em pedra natural (1,5cm);
- Alvenaria em tijolo cerâmico furado (15cm);
- Camada de ar (5,5cm);
- Alvenaria em tijolo cerâmico furado (11cm);
- Espessura da argamassa de reboco interno (2cm).

**Figura 4: Croqui – Corte esquemático da parede dupla de vedação externa.**



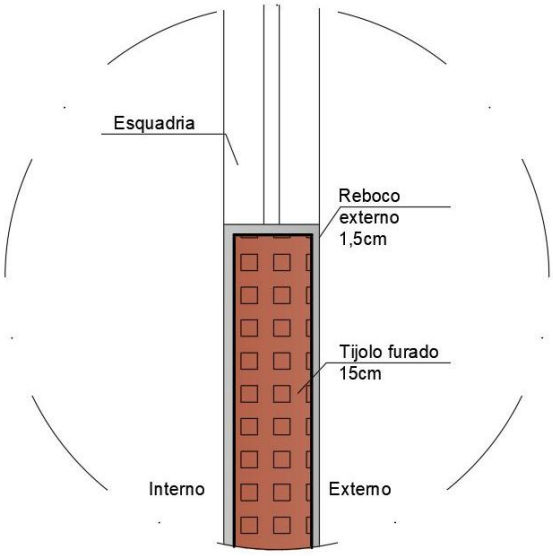

Fonte: a autora.

## VEDAÇÃO NAS ÁREAS DE ESQUADRIAS

Nas áreas correspondentes às esquadrias, a vedação apresenta composição distinta, com espessura total aproximada de 18,5cm (Figura 5), sendo composta por:

- Espessura de argamassa de reboco externo ou revestimento em pedra natural (1,5cm);
- Alvenaria em tijolo cerâmico furado (15cm);
- Espessura de argamassa de reboco interno (2cm).

**Figura 5: Corte esquemático da parede simples com esquadria.**




Fonte: a autora.

### COBERTURA

A cobertura da edificação é composta por laje de concreto, seguida por um vão ventilado não habitável e por uma cobertura inclinada em telha cerâmica apoiada em estrutura de madeira maciça. Para esse tipo de cobertura, Santos e Matias[1] indicam um coeficiente de transmissão térmica superior a 3,4 W/(m²·ºC). O conjunto inclui ainda uma área envidraçada localizada sobre o vão da escada.

### ESQUADRIAS

Para esquadrias com vidro simples, Santos e Matias[1] indicam um coeficiente de transmissão térmica de 6,5 W/(m²·ºC), enquanto para esquadrias com vidro duplo o valor indicado é 4,5 W/(m²·ºC). Por sua vez, o REH[7] estabelece, para a zona bioclimática I1, um valor máximo de 2,80 W/(m²·ºC)[8] para este elemento da envoltória.

## RESULTADOS

Os critérios avaliados referem-se à vedação externa (envoltória), às esquadrias e à cobertura, conforme estabelecido pelo REH[7] e exemplificado na publicação da ADENE referentes aos isolamentos de paredes[10], isolamento de coberturas[11] e janelas eficientes[12].

O coeficiente de transmissão térmica considerado para este diagnóstico foi obtido a partir da publicação Coeficientes de transmissão térmica de elementos da envolvente dos edifícios: versão atualizada 2006[1], de Carlos A. Pina dos Santos e Luís Matias. A publicação é também conhecida como ITE 50 e foi desenvolvida pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC).

### VEDAÇÃO EXTERNA

Para esse tipo de parede dupla sem isolamento térmico utilizado na edificação, Santos e Matias[1] indicam um coeficiente de transmissão térmica (U) de 0,96W/(m²·ºC). O REH[7, 10] estabelece o valor máximo admissível para elementos verticais opacos da envoltória é de 0,50W/(m²·ºC). Nas normas portuguesas, a cor das fachadas não é considerada, sendo analisadas apenas as características dos materiais.

A comparação evidencia a não conformidade da vedação com os requisitos regulamentares, indicando a necessidade de intervenções para melhoria do desempenho térmico. Esse resultado é compatível com as práticas construtivas predominantes em Portugal antes da implementação do RCCTE[4], caracterizadas pela ausência de isolamento térmico nas paredes exteriores3, o que favorece perdas de calor no inverno, ganhos térmicos no verão e maior necessidade de climatização.

### VEDAÇÃO NAS ÁREAS DE ESQUADRIAS

Para esse tipo de parede simples em alvenaria, Santos e Matias[1] indicam um coeficiente de transmissão térmica superior a 1,3 W/(m²·ºC). Considerando que o REH[7, 10] estabelece um limite máximo de 0,50 W/(m²·ºC) para elementos verticais opacos da envoltória, verifica-se que esse elemento apresenta desempenho térmico significativamente inferior ao exigido pela regulamentação vigente.

Tal resultado está associado à menor espessura da parede e à ausência de câmara de ar, características construtivas comuns em edifícios construídos antes da implementação dos regulamentos térmicos em Portugal. Em comparação com as vedações externas duplas, esse elemento apresenta menor resistência térmica, favorecendo as trocas de calor entre os ambientes interno e externo e contribuindo para um desempenho térmico menos eficiente.

### COBERTURA

Para esse tipo de cobertura com laje e telha cerâmica, Santos e Matias[1] indicam um coeficiente de transmissão térmica superior a 3,4 W/(m²·ºC). Entretanto, o REH[7, 11] estabelece, para edificações localizadas na zona climática I1, um valor máximo de 0,40 W/(m²·ºC)[7, 11], o que corresponde, em termos construtivos, à necessidade de uma camada de isolamento térmico com espessura aproximada entre 7 e 9 cm. Dessa forma, observa-se que a cobertura existente apresenta desempenho térmico significativamente inferior ao exigido pela regulamentação.

A diferença expressiva entre o valor observado e o limite regulamentar evidencia a cobertura como um dos elementos mais críticos da envoltória da edificação. A ausência de isolamento térmico favorece intensas trocas de calor com o ambiente exterior, comprometendo o desempenho térmico global do edifício. Nesse contexto, a reabilitação da cobertura tende a representar uma das intervenções com maior potencial de melhoria das condições de conforto térmico e de redução das necessidades energéticas associadas à climatização.

## ESQUADRIAS

Para esquadrias com vidro simples, Santos e Matias[1] indicam um coeficiente de transmissão térmica de 6,5 W/(m²·ºC), enquanto para esquadrias com vidro duplo o valor indicado é 4,5 W/(m²·ºC). Por sua vez, o REH[7, 12] estabelece, para a zona bioclimática I1, um valor máximo de 2,80 W/(m²·ºC) para este elemento da envoltória. Assim, verifica-se que nenhum dos tipos de esquadria analisados atende aos limites estabelecidos pelo regulamento.

Os resultados indicam que as esquadrias constituem um dos elementos mais críticos para o desempenho térmico da edificação. Nesse contexto, a sua substituição por sistemas mais eficientes, como caixilharias com corte térmico associadas a vidros duplos de elevado desempenho, pode representar uma estratégia eficaz para reduzir as trocas térmicas com o ambiente exterior e melhorar as condições de conforto térmico dos ocupantes.

## SÍNTESE DOS RESULTADOS

Com base nos dados apresentados acima, foi possível sintetizá-los no quadro 1, que apresenta a análise comparativa entre os valores existentes na edificação e os limites estabelecidos pelo REH[7].

**Quadro 1: Análise de conformidade entre o existente e o estabelecido no REH.**

| **Componente da edificação** | **Coeficiente de transmissão térmica (W/m².ºC)** | | **Situação** |
|---|---|---|---|
| | REH | Existente | |
| Parede dupla | Máx. 0,50 | 0,96 | Não conforme |
| Parede simples | Máx. 0,50 | >1,3 | Não conforme |
| Cobertura | Máx. 0,40 | 3,4 | Não conforme |
| Esquadria de vidro simples | Máx. 2,80 | 6,5 | Não conforme |
| Esquadria de vidro duplo | Máx. 2,80 | 4,5 | Não conforme |

Fonte: a autora.

Para compreender melhor a importância de uma reabilitação para a melhoria do desempenho térmico, a substituição das esquadrias existentes por modelos metálicos com janela com vidro duplo, corte térmico e permeabilidade ao ar elevada pode reduzir o coeficiente de transmissão térmica para aproximadamente 2,8 W/(m²·ºC)[1], valor que atende ao limite estabelecido pelo REH[7].

De modo geral, os resultados obtidos indicam que os principais elementos da envoltória da edificação apresentam coeficientes de transmissão térmica superiores aos limites estabelecidos pelo REH[7] para a zona bioclimática em que o edifício se insere.

Segundo Rodrigues[2], grande parte das edificações residenciais portuguesas construídas entre as décadas de 1960 e 1990 foi concebida sem a adoção de isolamento térmico na envoltória, o que contribui para coeficientes de transmissão térmica superiores aos atualmente exigidos pela regulamentação. Essa condição contribui para que grande parte do parque edificado residencial construído antes da implementação dos regulamentos térmicos não atenda aos requisitos atualmente

estabelecidos pelo REH[7], além de favorecer perdas de calor durante o inverno e ganhos térmicos indesejados no verão.

## CONCLUSÃO

O presente estudo teve como objetivo avaliar o desempenho térmico da envoltória de um edifício residencial localizado no município de Amadora, considerando os critérios estabelecidos pelo REH[7].

A partir da análise das características construtivas e dos coeficientes de transmissão térmica dos principais elementos da envoltória — paredes externas, cobertura e esquadrias — foi possível verificar o nível de conformidade do edifício em relação aos parâmetros definidos para a zona bioclimática I1.

Os resultados demonstram que os elementos analisados apresentam coeficientes de transmissão térmica superiores aos limites regulamentares, evidenciando limitações construtivas características de edifícios residenciais portugueses construídos antes da implementação dos regulamentos de desempenho térmico. Nesse contexto, os resultados sugerem a influência da ausência de isolamento térmico e de soluções construtivas tradicionais no comportamento térmico da envoltória, contribuindo para perdas de calor no inverno e para um desempenho inferior aos padrões atualmente exigidos.

Além da verificação normativa, os resultados evidenciam desafios ainda presentes no parque edificado residencial português, reforçando a necessidade de estratégias de reabilitação energética voltadas à melhoria do conforto térmico, à redução das necessidades energéticas e à adequação das edificações às exigências regulamentares. Nesse contexto, o estudo contribui ao demonstrar a aplicabilidade da avaliação normativa como ferramenta de diagnóstico da envoltória e ao fornecer subsídios técnicos para futuras intervenções de reabilitação.

Como estratégias de melhoria, de acordo com dados retirados de Santos e Matias[1], destaca-se a introdução de isolamento térmico na camada de ar entre panos de alvenaria, com utilização de Aglomerado de Cortiça Expandida (ICB), permitindo atingir um coeficiente de transmissão térmica aproximado de 0,45 W/(m²·ºC) nas paredes exteriores. Para a cobertura, recomenda-se a aplicação de Poliestireno Extrudado (XPS) com 10 cm de espessura, disposto de forma contínua nas vertentes, resultando em um U aproximado de 0,37 W/(m²·ºC). Adicionalmente, recomenda-se a melhoria das características térmicas das esquadrias, conforme os resultados apresentados.

Como limitação, destaca-se que a análise foi realizada com base em valores tabelados de transmitância térmica e na documentação disponível da edificação, não contemplando medições in loco ou simulações computacionais do comportamento térmico. Essa delimitação decorre do caráter exploratório e normativo desta etapa da pesquisa, inserida em um estudo mais amplo de Mestrado Profissional voltado à avaliação e reabilitação energética da edificação. Nesse contexto, a presente investigação corresponde à fase de diagnóstico normativo e caracterização da envoltória, enquanto etapas futuras contemplarão a realização de simulações

computacionais e a avaliação do impacto de diferentes estratégias de intervenção sobre o desempenho térmico do edifício.

## AGRADECIMENTOS

Câmara Municipal da Amadora.

## DECLARAÇÃO

Durante a preparação deste artigo, a primeira autora utilizou o ChatGPT para revisão e melhoria de coesão do texto. Após a utilização da ferramenta, os autores revisaram e editaram o conteúdo conforme necessário e assumem total responsabilidade pelo conteúdo do artigo publicado.

## REFERÊNCIAS

[1] SANTOS, C.; MATIAS, L. **Coeficiente de transmissão térmica e elementos da envolvente dos edifícios.** 13. Ed. Lisboa: Laboratório Nacional de Engenharia Civil – LNEC, 2006. (Informações Científicas e Técnicas, Série ITE 50). ISBN 972-49-2065-8.

[2] RODRIGUES, F. **Análise da influência dos níveis de isolamento térmico no conforto térmico e no desempenho energético dos edifícios residenciais.** 2017. 92 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Nova Lisboa. Lisboa, 2017.

[3] DELGADO, João; MATOS, Ana Mafalda; GUIMARÃES, Ana Sofia. Linking Indoor Thermal Comfort with Climate, Energy, Housing, and Living Conditions: Portuguese Case in European Context. **Energies**, 15, 6028, ago 2022. DOI: https://doi.org/10.3390/en15166028

[4] PORTUGAL. Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações. **Decreto-Lei nº 40/90 de 6 de fevereiro**. Diário da República, 6 de fevereiro de 1990. Disponível em https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/decreto-lei/40-1990-334611. Acesso em: 25 de jun. 2026.

[5] PORTUGAL. Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações. **Decreto-Lei nº 80/2006 de 4 de abril**. Diário da República, Série I-A, n. 67, 4 de abril de 2006. Disponível em: https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/decreto-lei/80-2006-672456. Acesso em 14 jun. 2026

[6] UNIÃO EUROPEIA. **Directiva 2010/31/UE, de 19 de maio de 2010**. Jornal Oficial da União Europeia: 18 jun. 2010. Disponível em: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32010L0031. Acesso em: 16 jun 2026.

[7] PORTUGAL. Ministério da Economia e do Emprego. **Decreto-Lei n.º 118, de 7 de agosto**. Diário da República: série I, 20 ago. 2013. Disponível em: https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/decreto-lei/118-2013-499237. Acesso em: 14 jun. 2026.

[8] PORTUGAL. Ministério de Obras Públicas – Gabinete do Ministro**. Decreto-Lei n.º 38.382, de 7 de agosto de 1951**. Aprova o Regulamento Geral das Edificações Urbanas (RGEU). Diário da República: 1.º suplemento, série I, n. 166, 7 ago. 1951. Versão consolidada com alterações até 8 jan. 2024. Disponível em: https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/decreto-lei/38382-1951-289214. Acesso em: 22 jun. 2025.

[9] AL. Direção-Geral de Energia e Geologia**. Despacho (extrato) n.º 15793-F/2013**, de 3 de dezembro. Diário da República, 2.ª série, n. 234, p. 35088–35091, 3 dez. 2013. Disponível em: https://dre.pt. Acesso em: 7 jul. 2025.

[10] ADENE – Agência para a Energia. **Isolamento de paredes.** Lisboa: ADENE, 2016. ISBN 978-972-8646-39-4.

[11] ADENE – AGÊNCIA PARA A ENERGIA**. Isolamento de coberturas.** Lisboa: ADENE, 2016. ISBN 978-972-8646-41-7.

[12] ADENE – AGÊNCIA PARA A ENERGIA. **Janelas eficientes.** Lisboa: ADENE, 2016. ISBN 978-972-8646-43-1.