



# AVALIAÇÃO EXPERIMENTAL DO COMPORTAMENTO TÉRMICO DE EDIFÍCIOS. APLICAÇÃO A UM EDIFÍCIO GAIOLEIRO

Armando Pinto <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Av. Brasil 101, apinto@lnec.pt

**Palavras-chave:** Conservação e reabilitação do património edificado; avaliação experimental, porta ventiladora, método fluxímetro, gás traçador.

**Sumário:** Os edifícios existentes apresentam diversas insuficiências face aos atuais padrões de desempenho exigidos para a construção nova. Na generalidade das situações não existe informação suficiente sobre os materiais e características da construção e das instalações, o que limita a qualidade dos estudos de viabilidade técnica e económica de reabilitação. Neste contexto, devem ser previstas avaliações experimentais que permitam caracterizar o desempenho real da construção e das instalações. Neste resumo apresentam-se as técnicas utilizadas no estudo do comportamento térmico de um edifício Gaioleiro.

## 1. INTRODUÇÃO

No contexto da identificação de proposta de conservação ou de reabilitação de edifícios, os aspetos da eficiência energética são centrais. Uma avaliação fiável de propostas de melhoria requer modelos de simulação e de previsão adequados, bem como informação fiável das características do edifício e das suas instalações.

Na avaliação de edifícios de habitação existentes usualmente são realizadas visitas para recolher informação acerca do edifício, sendo realizada uma observação visual de locais acessíveis e são recolhidas características dimensionais. Em relação ao isolamento térmico da envolvente são adotados valores convencionais com base na época de construção do edifício e nas características dimensionais ( Despacho n.º 11020/2009). No caso dos sistemas de ventilação natural a análise circunscreve-se à identificação de componentes da envolvente, podendo existir discrepâncias relevantes em relação ao comportamento real. As condutas de evacuação, como não estão acessíveis, usualmente não são identificadas as suas características, o que inviabiliza uma estimativa adequada das taxas de renovação de ar para assegurar a qualidade do ar interior e para determinar as perdas térmicas do edifício. Trabalhos anteriores [1], mostram que a elevada permeabilidade ao ar pode ser responsável por perdas térmicas relevantes, bem como envolventes “estanques” e sem dispositivos de ventilação podem conduzir a problemas de qualidade do ar interior.

Face à limitada informação sobre as características reais de desempenho, considera-se pertinente a existência de métodos não destrutivos para a sua avaliação. Nos pontos seguintes são enunciadas as técnicas utilizadas no estudo de um edifício de habitação do tipo Gaioleiro e são perspectivados desenvolvimentos futuros.

## 2. MÉTODOS

### 2.1 Isolamentos térmico de elementos opacos

No estudo das características de comportamento térmico de um edifício Gaioleiro [2 e 3], foi necessário determinar experimentalmente a resistência térmica de paredes, atendendo à ausência de trabalhos precedentes sobre este tipo de paredes, bem como ao facto destas paredes terem uma constituição heterogénea. Neste trabalho foi utilizado o método do fluxímetro. Este método requer uma diferença de temperatura relevante entre o interior e o exterior (conseguida normalmente através do aquecimento ambiente), um período de ensaio de dias e a ausência de radiação solar incidente no paramento exterior. Os resultados obtidos foram consistentes com a gama de valores prevista, sendo o valor U obtido 30% inferior ao valor aplicável por defeito.

## 2.2 Permeabilidade ao ar da envolvente e características de componentes do sistema de ventilação

A renovação do ar é responsável por uma parte relevante (50%) das perdas térmicas dos edifícios. Ao caudal de ventilação do sistema crescem as infiltrações indesejadas de ar pelas frinchas da envolvente [1]. Na generalidade dos casos as frinchas não são visíveis sendo necessário recorrer ao ensaio de pressurização. Para identificar os principais locais de infiltração de ar podem ser utilizados anemómetros, fumo ou termografia. O ensaio global de pressurização da habitação fornece um indicador sobre a qualidade da mesma, existindo valores de referência propostos [1]. Através de ensaios sucessivos, em que são vedados alguns elementos da envolvente e do sistema de ventilação natural, é possível determinar as curvas de características dos mesmos [1]. Os resultados obtidos no estudo permitiram evidenciar a elevada permeabilidade ao ar da caixilharia exterior e que a sua reabilitação poderia reduzir em cerca de 1/3 as perdas térmicas por renovação do ar.

## 2.3 Taxas de renovação de ar pelo método dos gases traçadores

Com os resultados dos ensaios de pressurização é possível caracterizar os componentes do sistema de ventilação de uma habitação. Contudo, para avaliar a adequação do sistema de ventilação é necessário recorrer a modelos numéricos de simulação para prever as taxas de renovação de ar ao longo do tempo. Face às incertezas inerentes aos diversos dados de entrada do modelo, estes podem ser validados realizando determinações das taxas de renovação de ar com base no método do decaimento, por exemplo do CO<sub>2</sub> antropogénico ou utilizando CO<sub>2</sub> ou outro gás traçador injetado nos espaços. No estudo foram realizados três ensaios que permitiram validar o modelo numérico da ventilação para o estudo da situação atual, para um cenário de reabilitação de janelas e para um cenário complementar em que também era aplicado um exaustor que obstruía a conduta da chaminé. Estes resultados experimentais comprovaram as previsões numéricas, de que no primeiro caso as taxas de renovação de ar existentes eram excessivas (1,4 h<sup>-1</sup>, n50=16), que a substituição das janelas permite diminuir essa permeabilidade ao ar excessiva (1,0 h<sup>-1</sup>, n50=7) e que a oclusão da conduta da chaminé reduz a taxa de ventilação a um valor insuficiente de 0,2 h<sup>-1</sup>.

## 2.4 Características de comportamento térmico do edifício

Com base nos dados anteriores e utilizando métodos de cálculo normalizados é possível obter uma estimativa fiável do comportamento térmico do edifício e avaliar o impacto das oportunidades de melhoria. Neste trabalho, precedeu-se à validação do modelo realizando o aquecimento do espaço durante um período superior a um mês. Este ensaio é demorado e intrusivo, mas permitiu mostrar a adequação do modelo. Os resultados deste trabalho suportaram também a apreciação da utilização da temperatura de equilíbrio para estimar as características de comportamento térmico do edifício.

## 3. PERSPETIVAS DE TRABALHOS FUTUROS

Neste estudo foram utilizadas técnicas normalizadas de ensaio in situ para caracterizar o U de paredes, as características de permeabilidade ao ar da envolvente e que podem ser aplicados noutros edifícios e em ensaios de receção de obra nova ou de reabilitação.

Considera-se pertinente o desenvolvimento de métodos aplicáveis à determinação de U em regime free-float dos edifícios e para paramentos sujeitos à incidência da radiação solar. O método de ensaio da porta ventiladora é fiável e existem recomendações para valores n50 destinados a limitar as infiltrações indesejáveis de ar. Considera-se pertinente a utilização deste método para apoiar o desenvolvimento de soluções de baixo custo e fiáveis para melhorar a vedação da envolvente e para assegurar a ventilação das habitações. Considera-se necessário estender os estudos de avaliação das condições ambientais interiores de edifício, para se robustecer o conceito de temperatura de equilíbrio como critério de avaliação da qualidade térmica de edifícios passivos.

- [1] Pinto, A.– Aplicação da avaliação de ciclo de vida à análise energética e ambiental de edifícios. Lisboa, IST, Dezembro de 2008.
- [2] Mamede, M. - Caracterização Experimental e numérica do Desempenho Térmico de um Edifício Gaioleiro. Identificação de Oportunidades de Melhoria. Lisboa, ISEL, 2011.
- [3] Silva, F. - Caracterização experimental e numérica da permeabilidade ao ar da envolvente e do sistema de ventilação de um edifício Gaioleiro. Lisboa, ISEL, 2011.