

## SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL DE PONTES TÉRMICAS: PROBABILIDADE DA FORMAÇÃO DE FUNGOS FILAMENTOSOS

JULYE RAMALHO DE FREITAS<sup>1</sup>; EDUARDO GRALA DA CUNHA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Faculdade de Arquitetura e Urbanismo UFPEL – juramalhof@hotmail.com

<sup>2</sup>Faculdade de Arquitetura e Urbanismo UFPEL – eduardogralacunha@yahoo.com.br

### 1. INTRODUÇÃO

A partir do ano de 2001, devido a grande crise no setor energético, as preocupações com eficiência energética no Brasil começaram a ganhar importância. Em outubro de 2001 publicou-se a lei 10.295 (BRASIL, Lei n. 10.295) que definiu políticas nacionais sobre conservação e uso nacional de energia no país.

Em 2005, surgiram as primeiras normas de avaliação de desempenho térmico no país. A primeira foi a NBR 15.220, a qual avalia o desempenho térmico de edificações de interesse social, na sua segunda parte apresenta métodos de cálculo que possibilitam avaliar o desempenho térmico e nesta mesma norma, na sua terceira parte, encontra-se o zoneamento bioclimático brasileiro, o qual estabelece diretrizes e estratégias bioclimáticas para as oito diretentes zonas no país. Logo depois, em 2008, foi publicada a primeira versão da NBR 15.575, que avalia o desempenho de edificações residenciais e define 13 aspectos a serem considerados durante a análise do edifício residencial, esta norma foi atualizada em 2013, quando efetivamente passou a vigorar.

Nenhuma das duas normas apresenta qualquer consideração sobre pontes térmicas nos cálculos de transmitância térmica. A existência de pontes térmicas nas edificações pode promover o aumento das trocas de calor na envoltória, por serem pontos fracos, onde o fluxo de calor passa de maneira diferente e com mais facilidade. Isso conduz diretamente ao comportamento do consumo energético da edificação e ainda pode gerar impactos no envelope da edificação.

Ponte térmica é um termo que designa toda e qualquer zona da envolvente dos edifícios em que a resistência térmica é significativamente alterada em relação a zona corrente.

Uma das principais consequências das pontes térmicas no envelope da edificação, acordando com EVANS e SCHILLER (2010) é o favorecimento da condensação superficial, a condensação tem como consequência direta a formação de bolor, as pontes térmicas proporcionam a condensação da umidade nas superfícies dos fechamentos em decorrência da baixa temperatura da superfície estar menor do que a temperatura do ponto de orvalho. Kiessl e Sedlbauer (2001) afirmam ainda que, a umidade é dada como a principal condição à formação de bolor. Quando a superfície da parede apresentar uma umidade superior ou igual a 80% por mais de 6 horas por dia poderá surgir mofo. A umidade relativa do ar ótima para o crescimento de mofo fica entre 90% e 98%. Ainda assim é comprovado que o fungo *xerophile* pode desenvolver-se com uma umidade relativa do ar na faixa de 65% e o substrato ou a presença de nutrientes orgânicos presentes em partículas de sujeiras aderidas a ele são suficientes para o seu metabolismo.

Este trabalho é um estudo piloto e tem como objetivo determinar o número de horas sujeitas à formação de bolor numa superfície interna de uma parede externa, através de simulação computacional, para a zona bioclimática 2.

## 2. METODOLOGIA

A pesquisa tem um enfoque quantitativo, e utiliza a simulação computacional como estratégia de desenvolvimento. O Estudo Piloto foi desenvolvido em 6 etapas: revisão de literatura sobre o tema Pontes Térmicas, modelagem da zona térmica a ser estudada, no program SketchUp 2015 com o plugin Legacy Open Studio, configuração do modelo com o *IDF Editor* (*Software EnergyPlus versão 8.3*), análise das condições termohigrométricas da superfície interna de uma parede externa, definição do período sujeito a formação de fungos filamentosos e discussão dos resultados.

### 2.1. Revisão de literatura

Segundo a norma EN ISO 10.211-1 (1995), as pontes térmicas caracterizam uma parte envolvente dos edifícios onde a resistência térmica é modificada por:

- Uma penetração total ou parcial da envolvente do edifício por materiais de condutividade térmica diferente;
- Uma mudança na espessura da estrutura;
- Uma diferença entre as estruturas externas e internas, como ocorre nas ligações parede/piso/teto.

Em todos esses casos o fluxo de calor procura o caminho no qual a resistência térmica seja menor. Sendo essa em função da distância entre pontos e da condutividade térmica do material.

Pessoa (2011) em sua dissertação mostra três tipos diferentes de pontes térmicas que podem ocorrer nas edificações:

- a) Corte vertical de uma ponte térmica devido à ligação da fachada com a laje;
- b) E c) corte horizontal de uma ponte térmica devido a ligação entre duas paredes verticais com transmitâncias diferentes.

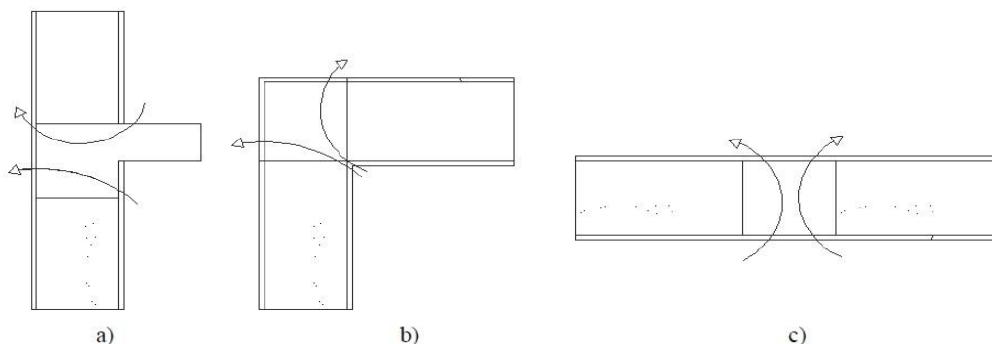


Figura 1: Tipos de pontes térmicas  
Fonte: Pessoa (2011)

Se tratando do caminho percorrido pelo fluxo de calor, as pontes térmicas ainda podem ser classificadas em três diferentes tipos: pontes térmicas tridimensionais, pontes térmicas bidimensionais e pontes térmicas pontuais.

As pontes térmicas bidimensionais são constituídas pela ligação de dois ou mais elementos construtivos e caracterizam-se por um coeficiente de transmissão térmica linear (W/m.K). As pontes térmicas tridimensionais na maioria das vezes são resultado da união de duas pontes térmicas bidimensionais, como por exemplo a zona dos vértices da envolvente (intersecção de dois elementos planos verticais e um horizontal). As pontes térmicas pontuais são aquelas cujo as três dimensões são da mesma ordem de grandeza, como por exemplo o vértice de união entre três elementos planos (duas paredes e um pavimento por exemplo).

## 2.2 Modelagem da Zona Térmica

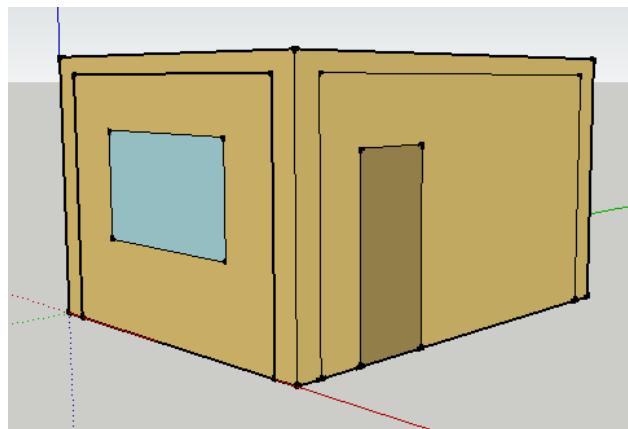


Figura 1- Zona Térmica Modelada

A zona térmica comporta a distância das superfície externa das paredes externas. Para o Estudo Piloto foi modelada uma zona térmica com área de 20m<sup>2</sup>. (5m x 4m). Nesta zona foram demarcados os limites entre a estrutura e a composição da parede, que é onde ocorre a ponte térmica.

## 2.3. Configuração do modelo

O modelo teve suas agendas de uso e ocupação e ventilação configuradas seguindo os parâmetros preconizados pelo RTQ-R (Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais).

Os materiais utilizados nos fechamentos verticais foram concreto na parte estrutural e tijolo cerâmico de 6 furos no restante da composição da parede.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após aplicadas as duas primeiras etapas do método: modelagem e configuração, e, apartir de equações com base na temperatura do ar externa, pressão atmosférica e umidade relativa conseguimos chegar a umidade absoluta do ambiente. De posse da temperatura da superfície interna da parede externa e a umidade absoluta do ambiente chegamos no valor da umidade relativa próxima da superfície, esta irá determinar a probabilidade de formação de fungos filamentosos.

Foi constatado que em 54,53% das 8.763 horas do ano há a possibilidade de formação de fungos filamentosos na parede da zona térmica testada, ou seja, em 4.779 horas do ano a umidade relativa próxima da superfície da parede é igual ou superior a 80%. A ocorrência de seis horas consecutivas com probabilidade de formação de fungos filamentosos ocorre 273 vezes ao longo do ano.

#### 4. CONCLUSÕES

Através deste Estudo Piloto, concluiu-se que há possibilidade de análise da probabilidade de formação de fungos filamentosos através da simulação computacional. O estudo também evidencia a importância da consideração das pontes térmicas na simulação computacional de edificações.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220-3: desempenho térmico de edificações - Parte 3: zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social.** Rio de Janeiro. 2005.

— **NBR 15575: Desempenho de edifícios de até cinco pavimentos: parte 1: requisitos gerais.** Rio de Janeiro, 2008.

EVANS, John M.; DE SCHILLER, Silvia. **Verificación de puentes térmicos normas para definir soluciones admisibles.** 2010. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, v.14 p. 51-58.

INMETRO - Instituto Nacional de Metereologia, Normalização e Qualidade Industrial. **RTQ-R. Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Residenciais.** Eletrobrás, 2012.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 10211 - Thermal bridges in building construction — Heat flows and surface temperatures — Detailed calculations.** Suiça: ISO, 2007.

PESSOA, Júlio Henrique Marques. **Análise da influência das pontes térmicas nos edifícios residenciais.** Dissertação de Mestrado. Lisboa: Universidade Nova de Lisboa, 2011.

SEDLBAUER, K. **Prediction of Mould Fungus Formation on the Surface of and Inside Building Components.** Holzkirchen: Fraunhofer Institute for Building Physics, 2001.