

## ANÁLISE DOS IMPACTOS DA TRANSFERÊNCIAS DE VAPOR EM PAREDES NO DESEMPENHO TERMOENERGÉTICO DE UM EDIFÍCIO HISTÓRICO

Maritza da Rocha Macarthy<sup>1</sup>  
Eduardo Grala da Cunha<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Universidade Federal de Pelotas – mmacarthy2013@gmail.com*

<sup>2</sup>*Universidade Federal de Pelotas – eduardogralacunha@yahoo.com.br*

### 1. INTRODUÇÃO

O desempenho higrotérmico é caracterizado pelo estudo conjunto do comportamento térmico e do comportamento da umidade nas edificações e seus componentes (AFONSO,2018).O calor e a umidade relativa do ar provocam o vapor que se acumula nos materiais da parede e causam patologias como mofos, degradação e desconforto térmico. GUERRA et al(2012);MENDES(1997).

O problema da umidade nos edifícios é uma preocupação cada vez mais frequente nos nossos dias. O material comumente usado em construção civil é poroso, havendo no seu interior ar e água em suas diferentes fases, desta forma, as paredes estão submetidas a gradientes de temperatura e de conteúdo de umidade e os fenômenos de transferência de calor e de umidade ocorrem simultaneamente MENDES (1997).

Pesquisas realizadas em Portugal como os de FRANÇA(2013), foi realizada uma análise de comparação das potencialidades de três programas e através da simulação de vários elementos construtivos adotados pelo autor, o estudo de soluções em quatro paredes e três coberturas, obedecendo a um conjunto de regras estabelecidas, que permita minimizar e evitar os riscos de condensações internas nos elementos construtivos dos edifícios, devido aos fenómenos de difusão de vapor. No entanto, este estudo foi analisado em três cidades diferentes de Portugal, e visto qual das cidades tem maior propensão ao desenvolvimento de algas e fungos, nas fachadas externas.

No Brasil se destacam os estudos de casos de manifestações patológicas de revestimentos de fachadas realizados por ZANONI et al. (2016). No entanto, o foco foram as fachadas externas e não o desempenho no interior dos ambientes. SUPILCY(2012) abordou um estudo teórico para identificar as patologias ocasionadas pela umidade e visando técnicas de proteção que evitem as patologias. Mas, não avaliou os agentes de vapor nas superfícies internas, nem o desempenho da edificação.

GUERRA(2012) desenvolveu pesquisa, na cidade de Pelotas no RS, em edificações históricas, restritas às manifestações patológicas relacionadas aos fungos filamentosos buscando alertar a importância da caracterização e conhecimento dos problemas de forma holística, visando a apontar medidas que contenham o seu avanço acelerado e possam evitar a necessidade de novas restaurações. Todavia, não foram abordadas as questões de transporte de umidade nem seu comportamento nas paredes.

Observa-se a escassez de trabalhos que abordam a natureza onde o transporte de vapor e umidade na superfície interno são considerados em diferentes condições de temperaturas e que venham a causar o desconforto, degradação e baixo desempenho térmico. Questões como essas acima levantadas contribuem para a motivação ao desenvolvimento desta pesquisa.

No caso das edificações, além da umidade contida no ar atmosférico local, existem também fontes internas de liberação de vapor d'água, que aumentam o conteúdo de umidade do ar interior e, consequentemente, a umidade nos materiais das edificações (AFONSO,2018). O risco de ocorrência de condensações internas, a colocação de isolamento pelo exterior provoca uma redução nas flutuações dos valores de umidade relativa, uma vez que o pano de alvenaria fica sujeito a um menor gradiente de temperaturas,(JOURNE,2012),. Atualmente já existem ferramentas de simulação higrotérmica que permitem simular a transferência de umidade em regime variável, a exemplo o software Wufi Pro 6.4, com base na EN 15026 ( 2007).

Diante do que foi exposto, justifica-se esta pesquisa por apresentar uma contribuição ao estudo associada aos transporte de umidade e condensação nas superfícies e formação de fungos filamentosos utilizando o software Wufi Pro 6.4 como ferramenta para as análises . Este estudo fará parte da linha de pesquisa em Conforto e Sustentabilidade do Ambiente do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Pelotas (UFPel), com enfoque no estudo relacionado a desempenho termoenergético. Sendo o objetivo principal analisar por meio da simulação higrotérmica a transferência de vapor no interior do edifício que anteceda o surgimento de patologias como fungos filamentosos.

## 2. METODOLOGIA

Para esta pesquisa será adotado um estudo de caso e o método proposto para realizar a pesquisa é o método exploratório e que consiste se fundamentar na pesquisa bibliográfica e na análise dos resultados da simulação com o software higrotérmico Wufi Pro 6.4. O delineamento da pesquisa está em ser realizado em uma edificação histórica, localizada na cidade de Pelotas, RS.

A metodologia desta pesquisa será dividida em 4 etapas, são elas: *Etapa 1* Dá inicio a pesquisa bibliográfica e também levantado dados do objeto de estudo in loco, que ocorrerá no andar superior da edificação histórica conhecida como Casarão 2, localizada na Praça Coronel Pedro Osório em Pelotas, RS. Na *etapa 2* será construído um banco de dados dos materiais característicos da edificação para serem inseridos no software Wufi Pro 6.4 e que não constem no banco de dados do software. Esses dados básicos do material são necessários como um conjunto mínimo de dados para um cálculo e as equações de transporte possam ser totalmente definidas. A *etapa 3*, será feita a montagem das camadas que compõe o componente do edifício, onde se define os elementos construtivos, posições de monitoração, orientação e inclinação, coeficiente de transferência e condições iniciais, condições de controle como período de simulação e dados numéricos, seguidos dos dados climáticos no exterior e interior da edificação. Para a *etapa 4* será feita a simulação com diferentes temperaturas internas como condição de contorno que caracterizam um ambiente climatizado ou ventilado naturalmente, densidade aparente, capacidade térmica, condutividade térmica e

coletada todas as informações de saída tais como temperaturas superficiais, riscos de formação de fungos filamentosos.

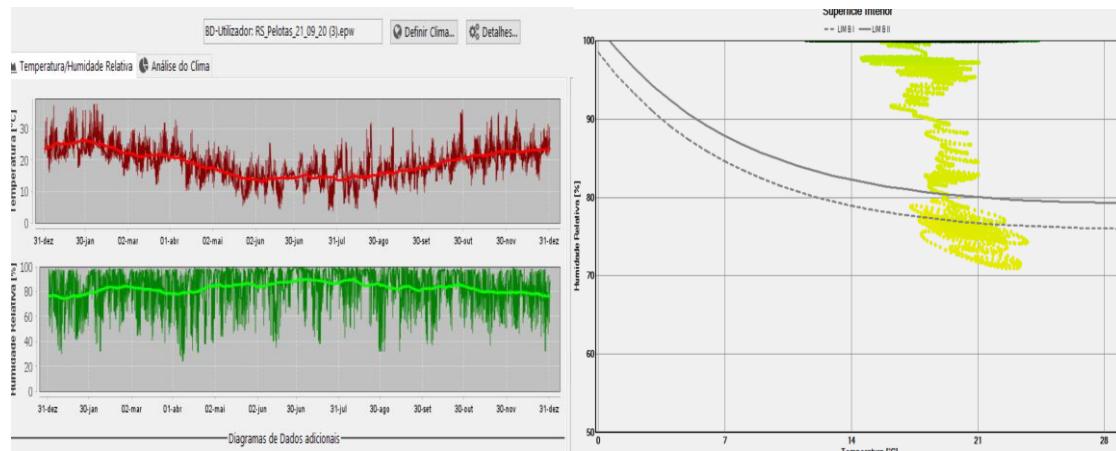
### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Até o presente momento já foram realizadas buscas na literatura encontrando um número expressivo de 348 artigos, e estão sendo lidos 71 trabalhos dos quais 46 já estão registrados. Porém as demais ainda não foram filtradas se são ou não pertinentes ao estudo, precisando um critério para seleção. Os sites e bases de dados que estão sendo consultados são Elsevier, Scielo, Direct Science, Portal Periódicos Capes, UFRGS, UFSC, UFSM, UNB, UFPEL Google acadêmico importados para a base Mendeley.

Dados referentes ao Casarão 02, se dá até o presente momento por contato telefônico e email, por onde os funcionários do setor de Memória e Patrimônio enviam informações e materiais como plantas baixas, do andar superior, fachada oeste e sul. A partir de agora começam os dados de materiais da parede para formar o banco de materiais que será implementado ao Wufi. A inserção do arquivo climático de Pelotas já foi realizada para fins da simulação. O software Wufi, tem sido estudado com exemplos fictícios com grupo de pesquisa para fins de estudo, o que tem proporcionado cada vez mais aprendizado com a simulação higrotérmica. Dessa forma a análise dos resultados será com base nos dados de saída fornecidas pela simulação higrotérmica.

Resultados de uma simulação para: Camadas da Parede: argamassa 0,25; tijolo 0,14; argamassa 0,25; Espessura total: 0,19 m;  $U = 2,923 \text{ W}/(\text{m}^2\text{k})$ ;  $T_e=20^\circ$ ;  $T_i=16^\circ$ ; Classe de umidade 1; Período de 01/01/2020 a 01/01/2022.

Gráficos da Temperatura e Umidade Relativa e da Isopleta na Superfície Interna



### 4. CONCLUSÕES

As primeiras observações foram em relação ao arquivo climático, esse deve corresponder a zona térmica da cidade a ser estudada, pois os resultados serão não corresponderão ao real. Os dados do material definem o comportamento higrotérmico dos materiais na construção escolhidos, como sua densidade aparente, condutividade térmica, calor específico, porosidade. Observou-se que os materiais de construção no Brasil não possuem os mesmos parâmetros higrotérmicos que os da Europa, convém adicioná-los no banco de dados do

software ou escolher os mais aproximados nas suas propriedades. A simulação apontou que a orientação Sul é mais propícia ao surgimento de isopletas, principalmente no período de inverno na faixa de umidade entre 70% e 99% com temperatura interna entre 15º a 19º.. O presente estudo segue a verificar as situações que podem ser críticas como a condensação do vapor na superfície interna.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFONSO, T. M. **Desempenho higrotérmico de edificações e procedimentos para previsão de ocorrência de bolores em ambientes internos: estudo de caso em habitações construídas com paredes de concreto.**2018. Dissertação (Mestrado em Habitação: Planejamento e Tecnologia) Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo.

EN 15026 ( 2007) **Desempenho higrotérmico de componentes e elementos de construção. Avaliação da transferência de umidade por simulação numérica**

GUERRA, F. **Biodeterioração de conjunto histórico do século XIX em Pelotas/RS: fungos filamentosos.**2012. Dissertação(Mestrado em Arquitetura e Urbanismo).Universidade Federal de Pelotas.

FRANÇA, C.M. **Avaliação dos Programas para Qualificar Condensações em Engenharia Civil.** 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade do Porto. Portugal.

JOURNE, F. **Análise do comportamento higrotérmico da solução ETICs na óptica da identificação e reparação de anomalias.** 4º CONGRESSO PORTUGUÊS DE ARGAMASSAS E ETICS, Lisboa, 2012.disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/267211735>. Acesso em 21/06/2020

MENDES, N. **Modelos para Previsão da Transferência de Calor e de Umidade em Elementos Porosos de Edificações.** 1997.Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis.

SUPILCY, G. **Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações.** 2012. Dissertação( Programa de Pós-Graduação Lato Sensu da Escola de Engenharia Civil) Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo.

ZANONI, V.; SÁNCHEZ, J.M.; BAUER, E.. **Desafios e contribuições: estudo de degradação das edificações por meio de simulação higrotérmica.** XVI ENCONTRO ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, Desafios e Prespectivas da Internacionalização da Construção. 16 , São Paulo. 21 a 23 de Setembro de 2016.Anais, pg 2488-2498.Porto Alegre: ANTAC, 2016.

WUFI Pro 6.4. IBP - Fraunhofer Institute for Building Physics. Holzkirchen, Germany, 2018.