

ANÁLISE DOS IMPACTOS DA TRANSFERÊNCIA DE VAPOR EM PAREDES NO COMPORTAMENTO DAS SUPERFÍCIES INTERNAS DE PAREDES EXTERNAS DE EDIFICAÇÃO HISTÓRICA DO SÉC. XIX

MARITZA DA ROCHA MACARTHY¹; EDUARDO GRALA CUNHA ²

¹ Universidade Federal de Pelotas – maritzadarochamacarthy@gmail.com

² Universidade Federal de Pelotas– eduardogralacunha@yahoo.com

1. INTRODUÇÃO

A umidade presente nos materiais e componentes construtivos das edificações em forma líquida ou de vapor, pode influenciar no desempenho higrotérmico das edificações e também nas anomalias responsáveis pelo desconforto dos usuários, deterioração, desenvolvimento de patologias, mofo e fungos filamentosos nos elementos construtivos. O calor e a umidade relativa do ar provocam o vapor que se acumula nos materiais da parede e causam patologias como mofo, 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. Os materiais comumente usados em construção civil são porosos, 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).

Nessa abordagem de estudos sobre umidade na envoltória das edificações, alguns autores como de Pescaru et al (2020) na Romênia, realizaram um estudo da influência da colocação interior ou exterior de camadas de isolamento térmico de diferentes materiais no comportamento higrotérmico do elemento do envelope de um prédio histórico com uso do software Wufi Pro. No Brasil algumas pesquisas destacam-se nos estudos de comportamento higrotérmico nos revestimentos das fachadas das paredes de alvenaria realizados por Zanoni et al (2020), Nascimento (2016). Em se tratando de edificações históricas Guerra (2012), desenvolveu pesquisa, na cidade de Pelotas no RS, em três edificações históricas, restritas às manifestações patológicas relacionadas à formação de 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. Observa-se a escassez de trabalhos que abordam a natureza onde o transporte de vapor e umidade na superfície interna 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.

Atualmente já existem ferramentas de simulação higrotérmica que permitem simular a transferência de umidade em regime variável, a exemplo o *software* Wufi Pro, com base na EN 15026 (2007) e avaliar o comportamento das condensações internas. Diante do que foi exposto, justifica-se esta pesquisa por apresentar uma contribuição ao estudo associada ao transporte de umidade e vapor, condensações nas superfícies internas das paredes e formação de fungos filamentosos utilizando o *software* Wufi Pro como ferramenta para as análises.

O presente trabalho, aborda questões sobre o comportamento higrotérmico nas paredes de uma edificação histórica do século XIX, sob o ponto de vista da análise dos processos que antecedem os riscos de condensação e formação de mofo. Desta maneira, o objetivo do estudo do desempenho higrotérmico busca analisar o comportamento do transporte de vapor nas superfícies internas das paredes externas e os riscos de condensações e formações de mofo que uma edificação histórica pode sofrer quando exposta as condições climáticas e ambientais de temperatura e umidade na zona bioclimática 2.

Como objeto de análise para o desenvolvimento da pesquisa foi escolhido o segundo pavimento do Casarão 02, uma edificação histórica na cidade de Pelotas, RS, localizada no centro histórico, na Praça Coronel Pedro Osório. A edificação foi construída na década de 30, passou por diversas restaurações, anos depois foi tombada pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN). A escolha deste estudo por essa edificação se deu por ser um prédio histórico com características de elementos construtivos próprios da sua época e apresenta sinais de patologias causados pela umidade e clima da região. o que permite obter dados para analisar seu desempenho higrotérmico, riscos de condensações e formação de mofo que compromete a qualidade do ar interior, saúde e conforto dos usuários.

2. METODOLOGIA

O método desta pesquisa foi dividido em 3 etapas caracterizadas abaixo: na primeira etapa foi definida a tipologia a ser adotada como objeto de estudo, o Casarão 02. Apresentando a tipologia da edificação, materiais e características construtivas, implantação e orientação geográfica e características da zona bioclimática de Pelotas, RS.

Na segunda etapa foram realizadas duas simulações computacionais. Inicialmente a modelagem da tipologia do segundo pavimento do Casarão 02 com auxílio do programa de simulação computacional Sketchup e do plugin Euclid para o uso do software Energy Plus 9.0. para serem adotadas as condições de contorno quanto ao uso e ocupação de acordo com o RTQ-C (INMETRO, 2012). Após a simulação no Energy Plus, os dados de saída da temperatura operativa horária interna e umidade relativa do ar, para criação de um arquivo com dados da temperatura interior para inserção no *software* WUFI Pro 6.5 e assim realizar os estudos do comportamento higrotérmico nas transferências de umidade e vapor nas superfícies das paredes. Para as simulações de com WUFI o objetivo foi identificar os fenômenos nas paredes quanto à condução e permanência de umidade, assim como, os riscos de formação de fungos filamentosos. Para isso, foram consideradas em duas condições; ventilada naturalmente, com a abertura das janelas de acordo com a ocupação estipulada pelo RTQ-C (INMETRO, 2012) e condicionada artificialmente, com as configurações de acionamento do ar-condicionado com os *setpoints* de 21,5 °C e 25,5 °C.

Na terceira etapa, foram apresentados os critérios adotados para a análise de todos os resultados acerca do comportamento higrotérmico das paredes estudadas e as condições de formação de mofo e fungos nas superfícies internas da parede. Foram analisados os resultados dos meses de janeiro, para a condição de verão, e junho para a condição de inverno, embora as simulações tenham sido realizadas para todo o ano.

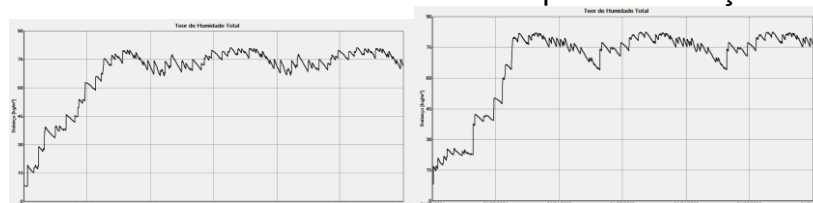
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Até o presente momento foram realizadas as simulações para o sistema condicionalmente ventilado (AC) para as duas orientações Norte e Sul. Com resultados que a tendam os objetivos propostos.

Teor de Umidade:

Observa-se que os sistemas simulador apresentaram teor de umidade total final maiores que o inicial, indicando o acúmulo de água no seu interior. Os teores também aumentaram com a orientação, o que já era esperado, pois a orientação sul representa a fachada com menor radiação solar incidente.

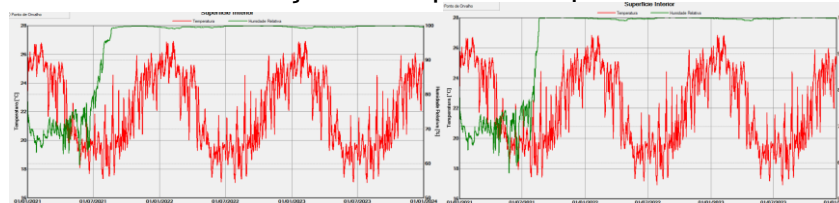
Figura 1 – Teor de Umidade Total do Sistema para Orientações N / S.



Risco de condensação de vapor:

Os ambientes correspondentes ao sistema com tijolo maciço apresentaram umidade relativa de 100%, indicando o risco de condensação no sistema construtivo em nas duas orientações situações simuladas para a condição condicionada artificialmente.

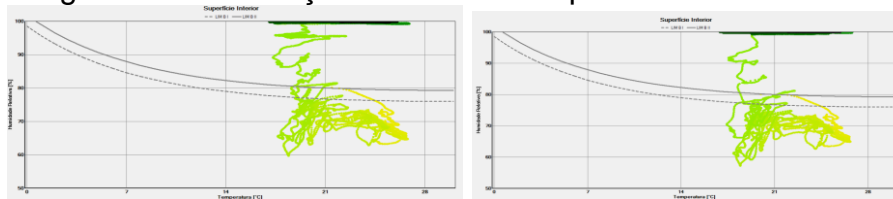
Figura 2 – Risco de Condensação de Vapor na Superfície Interior da Parede N/S



Formação de fungos filamentosos:

As paredes não garantiram a minimização da umidade nas superfícies internas, nem mesmo evitaram a formação de fungos filamentosos para nenhuma das duas orientações.

Figura 3 – Formação de Mofo na Superfície Interior Parede N / S



4. CONCLUSÕES

A pesquisa se encontra no presente momento em fase de simulações e a utilização do software wufi tem apresentado um bom resultado para as de análise de desempenho higrotermico com diferentes saídas que proporciona uma verificar o comportamento da transferencia de vapor em todas as camadas do sistema

construtivo. E poder inserir dados da temperatura interior do software EnergyPlus no Wufi, tem possibilitado analisar as condições do ambiente interno.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220, Parte 2: Desempenho Térmico de Edificações**. Rio de Janeiro, 2005

_____. **15220, Parte 3: Desempenho Térmico de Edificações**. Rio de Janeiro, 2005.

ASHRAE 160. ASHRAE Standard 160: Criteria for Moisture - Control Design Analysis in Buildings. Atlanta, USA, 2016.

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**. Dissertação de Mestrado pela IPT- Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo São Paulo, 2018.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA - INMETRO. **Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Comerciais**, RTQ-C, 2012. Online disponível em <<http://site>> consultado em dia mês ano.

JORNE, F. J. F. **Análise do comportamento higrotérmico de soluções construtivas de paredes em regime variável**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Ciências e Tecnologia – Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2010.

MENDES, N.; WINKELMANN, F.C.; LAMBERTS, R.; PHILIPPI, P.C. **Moisture effects on conduction loads**. *Energy and Buildings*, v.35, p.631–644, 2003.

PESCARU, R. A.; DUMITRESCU, L.; BARAN, I.; GRĂDINARU, C. M. Comparative Analysis of Hygrothermal Behaviour of the Exterior Walls in Transient Regime. **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, v. 586, 2019.

SANTOS, Almaí. **Comportamento Higrotérmico de paredes em gesso - Avaliação da adequabilidade a zonas climáticas do Brasil**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2017.

ZANONI, Vanda A. G.; DANTAS, André L. DE F.; NUNES, L. S.; RIOS, R. B. Estudo higrotérmico na autoconstrução: simulação computacional e medições em campo. **Ambiente Construído**, v. 20, p. 109–120, 2020.