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.v21i1.9015

Comparação de resultados entre programas para análise de desempenho higrotérmico: EnergyPlus e WUFI Pro

Comparison between outputs from softwares of hygrothermal performance analysis: EnergyPlus and WUFI Pro

Paula Naomi Yonamine
Universidade de São Paulo | São Paulo | Brasil | paula.naomi@alumni.usp.br
Carlos Akio Yonamine
Universidade Federal de Pelotas| Pelotas | Brasil | carlos.yonamine@ufpel.edu.br
Eliane Hayashi Suzuki
Universidade de São Paulo | São Paulo | Brasil | eliane.suzuki@usp.br

Resumo

O desempenho higrotérmico das edificações tem grande relevância devido aos efeitos adversos decorrentes de umidade do ar elevada no ambiente interno. No entanto, a normalização nacional que determina critérios para um desempenho satisfatório nesse quesito ainda é restrita. Diante desse cenário, foram realizadas simulações computacionais em um modelo que representa uma edificação residencial térrea em Light Wood Frame no município de São Paulo, em condições ocupada e desocupada, por meio dos softwares EnergyPlus, segundo os algoritmos de cálculo *Combined Heat and Moisture Transfer* e *Conduction Transfer Functions*, e do WUFI Pro. Foi feita a comparação entre os perfis de umidade relativa de superfície e foi observada grande diferença entre os resultados, fato que pode conduzir a equívocos em avaliações técnicas. Apesar do algoritmo de cálculo Combined Heat and Moisture Transfer representar melhor os fenômenos físicos envolvendo transporte de umidade, não é possível concluir que este seja preferível, pois não foram realizadas medições reais para validação.

Palavras-chave: Desempenho higrotérmico. Simulação computacional. Umidade.

Abstract

The hygrothermal performance of buildings is of great importance due to the adverse effects caused by high indoor humidity levels. However, national standards establishing criteria for satisfactory performance in this regard remain limited. Given this scenario, computational simulations were performed on a model representing a single-story residential building with a Light Wood Frame in the city of São Paulo, under occupied and unoccupied conditions, using EnergyPlus software, based on the Combined Heat and Moisture Transfer and Conduction Transfer Functions algorithms, and WUFI Pro. A comparison was made between the relative surface humidity profiles, and a significant difference was observed between the results, a fact that could lead to errors in technical evaluations. Although the Combined Heat and Moisture Transfer calculation algorithm better represents the physical phenomena involving moisture transport, its preference cannot be established due to a lack of measurement data.

Keywords: Hygrothermal performance. Computational simulation. Humidity.

Como citar:
YONAMINE, P.N. et al,.Comparação de resultados entre programas para análise de desempenho higrotérmico: EnergyPlus e WUFI Pro. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 21, 2026, Goiânia. **Anais**... Goiânia: ANTAC, 2026.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.9015

INTRODUÇÃO

A umidade interna à edificação tem origem durante suas fases tanto de uso quanto de ocupação. Materiais cimentícios e madeira, por exemplo, contêm uma quantidade de água inerente a seus processos produtivos. A contribuição dessa fonte de umidade, porém, é bastante limitada, pois a maior parte da água presente nesses materiais é liberada durante o primeiro ano da edificação [1]. No restante de sua vida útil, predominam os efeitos da umidade externa e de atividades decorrentes de ocupação, como banho, limpeza e cocção.

Ao entrar em contato com o vapor, ocorre a aderência das moléculas de água à superfície. Esse fenômeno, conhecido por adsorção, é influenciado pela pressão parcial de vapor e pela temperatura ambiente. Porém, para um mesmo material, considera-se uma única curva – denominada isoterma de sorção - que apresenta a capacidade de armazenamento de água dessa maneira, pois, para diferentes temperaturas, as curvas tendem a ser próximas no caso de materiais empregados na construção civil [2].

Em relação ao transporte de umidade através das superfícies, sua ocorrência em estado gasoso (difusão de vapor) é determinada pela diferença de pressão de vapor, seguindo o sentido de maior para menor valor. O transporte em estado líquido, por sua vez, está condicionado à umidade relativa da superfície e segue do ponto mais úmido para o mais seco [3].

A umidade que passa a estar disponível no ambiente interno sob diferentes estados físicos é capaz de alterar propriedades de materiais presentes na edificação, como resistência à compressão, resistência térmica e volume. Em quantidades elevadas, favorece a atuação de mecanismos de degradação, entre os quais se destacam danos por congelamento, corrosão de materiais metálicos e danos por agentes biológicos.

O aparecimento de fungos consiste no problema mais abordado pelas pesquisas que têm como foco esses efeitos adversos da umidade elevada [4]. Fungos são organismos uni ou pluricelulares que se alimentam de açúcares simples obtidos por meio da atuação de enzimas digestivas sobre diversos tipos de materiais, entre os quais estão tintas, isolantes térmicos de fibras sintéticas e naturais e madeiras, bastante comuns nas residências. Seu desenvolvimento está atrelado à quantidade de água e de soluto dissolvido, à temperatura e à luminosidade [5].

Nesse sentido, apesar da não exclusividade da umidade na proliferação de fungos, sua propagação se mostra relacionada a exacerbações de asma [6], doença respiratória crônica, que se caracteriza por um quadro clínico composto por dispneia, taquicardia, taquipneia e uso de musculatura acessória [7]. Esse quadro pode ser prevenido pela utilização de estruturas como ar-condicionado e desumidificador [6].

Além dos prejuízos respiratórios relacionados ao crescimento dos fungos, enfatizam-se consequências à conservação de alimentos, destacando-se o excesso de umidade propício à reprodução de *Aspergillus flavus*, comumente encontrado em amendoim, milho e soja, que é responsável pela produção de micotoxinas, a exemplo da aflatoxina B1 [8]. A ingestão dessa substância, em alimentos contaminados, propicia alterações

da estrutura genética, evidenciada por mutações no gene supressor de tumores p53 em pacientes cronicamente expostos a essa micotoxina e com diagnóstico de Carcinoma Hepatocelular (CHC), o que sugere correlação entre a exposição e a patologia [9].

Nota-se, portanto, a relevância de se avaliar o desempenho higrotérmico das edificações. No entanto, na norma de desempenho para edificações habitacionais, ABNT NBR 15575 [10] consta a avaliação da presença de umidade em forma líquida, mas não de vapor. Somente o Sistema Nacional de Avaliações Técnicas (SiNAT) engloba essa condição por meio de critério a respeito do risco de condensação de vapor nas superfícies do sistema construtivo sob análise [11], mas que tem validade apenas para sistemas inovadores. A fim de suprir a demanda por uma norma voltada à avaliação de desempenho higrotérmico, atualmente está em elaboração um projeto de norma por parte do grupo de trabalho de umidade da comissão de estudos de eficiência energética e desempenho térmico nas edificações (ABNT/CB-002/CE:002:135.007), sendo um dos objetivos a padronização do procedimento de avaliação por simulação computacional [12].

As ferramentas mais utilizadas com esse propósito são o EnergyPlus e o WUFI Pro. O primeiro é um programa computacional gratuito desenvolvido pelo Departamento de Energia dos Estados Unidos amplamente empregado em análises de desempenho térmico e energético. Nele é feita a modelagem completa da edificação e são configuradas diversas de suas características, tais como propriedades dos materiais, padrão de ocupação e uso de equipamentos, e podem ser extraídas variáveis como umidade relativa e temperatura do ar. Entre os diferentes algoritmos de cálculo disponíveis para realização das simulações nesse software, foram abordados neste trabalho o Conduction Transfer Functions (CTF) e o Combined Heat and Moisture Transfer (HAMT).

O CTF é o algoritmo de cálculo padrão do EnergyPlus que permite obter o fluxo de calor através das superfícies. Seu custo computacional é baixo, pois todas as propriedades dos materiais são determinadas uma única vez. Porém, não é considerada a transferência de umidade pelas superfícies e, por isso, os resultados fornecidos para umidade relativa do ar das zonas térmicas não costumam ser tão precisos.

O HAMT é o segundo algoritmo de cálculo utilizado. Representa de forma mais realista os processos físicos envolvendo o transporte de umidade em estado líquido e gasoso, mas tem um custo computacional muito elevado, pois a cada intervalo de simulação, são atualizadas as propriedades dos materiais que variam de acordo com a umidade.

O software WUFI Pro, também utilizado neste trabalho, permite ao utilizador selecionar entre diferentes modelos para a definição do clima interno ou inserir um arquivo de dados previamente obtido, em geral, por meio do algoritmo de cálculo CTF no EnergyPlus. Foi desenvolvido pelo Fraunhofer Institute for Building Physics, possui licença paga e a modelagem é feita por superfície que compõe a edificação. Por isso, a consideração de geometria e condições de ocupação, por exemplo, são feitas a partir do arquivo climático interno contendo a temperatura e a umidade relativa do

ambiente associado à superfície analisada. Este software contempla o transporte de umidade pelas superfícies, pois também tem como base o mesmo algoritmo de cálculo HAMT disponível no EnergyPlus [3].

O objetivo deste trabalho foi de comparar e avaliar o impacto de eventuais diferenças dos valores de umidade relativa de superfície obtidos por simulação computacional pelos dois procedimentos:

a) utilizando apenas o EnergyPlus segundo o algoritmo HAMT;
b) utilizando o WUFI Pro, com geração de arquivo climático interno a partir do uso EnergyPlus segundo o algoritmo CTF.

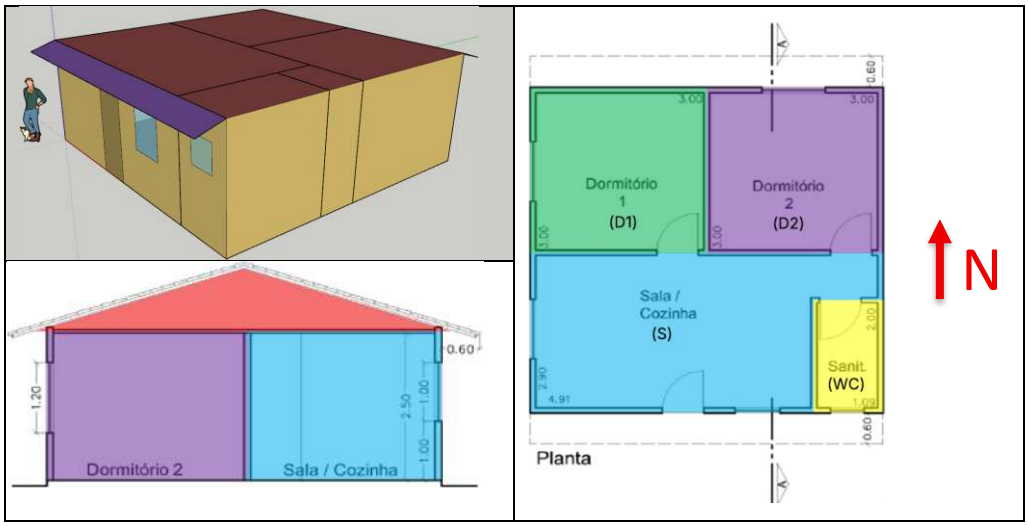
MATERIAIS E MÉTODOS

As simulações foram realizadas nos softwares WUFI Pro, versão 6.6, e EnergyPlus, versão 24.1.0, tendo como base o procedimento de avaliação de período de condensação do sistema da Diretriz SiNAT 001 [11] quanto à edificação de referência, ventilação e características de ocupação e uso de equipamentos. Porém, não foram feitas as análises segundo o critério da Diretriz Diretriz SiNAT 001 [11]. Foi extraído apenas o valor de umidade relativa média horária da superfície interna da parede sul do ambiente que compreende sala e cozinha a fim de comparação de resultados dos diferentes softwares. Optou-se por esse parâmetro por ser bastante usual a abordagem da umidade relativa de superfície em normas que estabelecem critérios para análise do risco de proliferação de fungos [13].

MODELO GEOMÉTRICO E CARACTERÍSTICAS DOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS

A casa térrea isolada foi modelada sem edificações vizinhas e é apresentada na Figura 1. No entanto, por limitação do algoritmo de cálculo HAMT no EnergyPlus, foi feita uma adaptação no ático de modo que fosse representado por uma camada de ar de espessura constante entre o forro e o telhado.

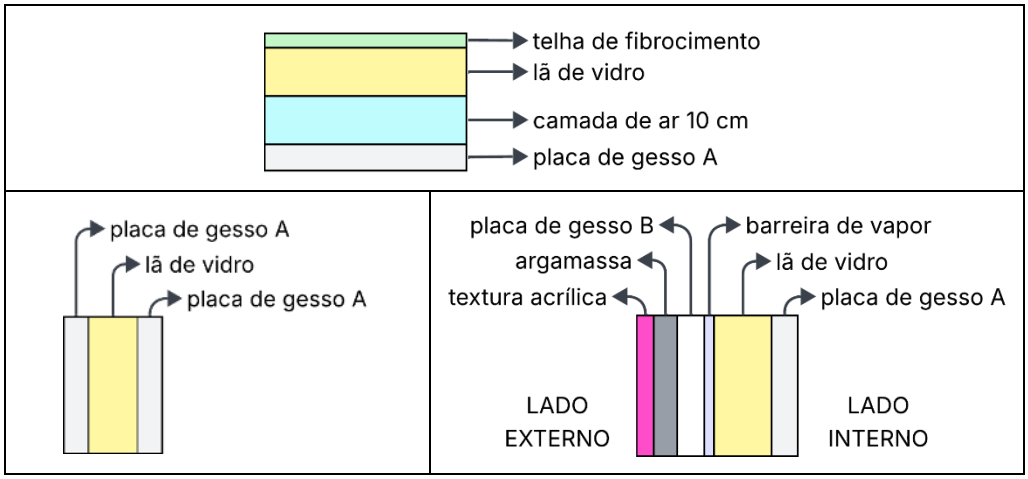
Figura 1: Modelo da casa térrea



Nota: modelo tridimensional à esquerda acima, corte à esquerda abaixo e planta baixa à direita, com indicação das zonas térmicas e orientação da edificação. Fonte: os autores.

Foi escolhido o sistema construtivo Light Wood Frame para o estudo, com paredes internas de placas de gesso e lã de vidro (Figura 2 à esquerda abaixo), paredes externas conforme Figura 2 à direita abaixo, cobertura conforme Figura 2 acima, piso de concreto, portas de madeira e miolo de placa de fibra de madeira e janelas com vidro liso incolor de transmitância térmica de 5,7 W/(m^2 K), fator solar de 0,87 e transmitância à luz visível de 0,9. As propriedades dos materiais e componentes foram obtidas da base de dados do WUFI Pro. Parte delas está contida na Tabela 1. Demais características, relevantes aos processos de transporte de umidade, não foram apresentadas em totalidade, pois trata-se de uma quantidade de informações extensa. A exemplo, são mostradas na Figura 3 demais propriedades referentes à placa de gesso A.

Figura 2: Composição dos sistemas da edificação



Nota: composição da cobertura (acima), das paredes internas (à esquerda abaixo) e das paredes externas (à direita abaixo). Fonte: os autores.

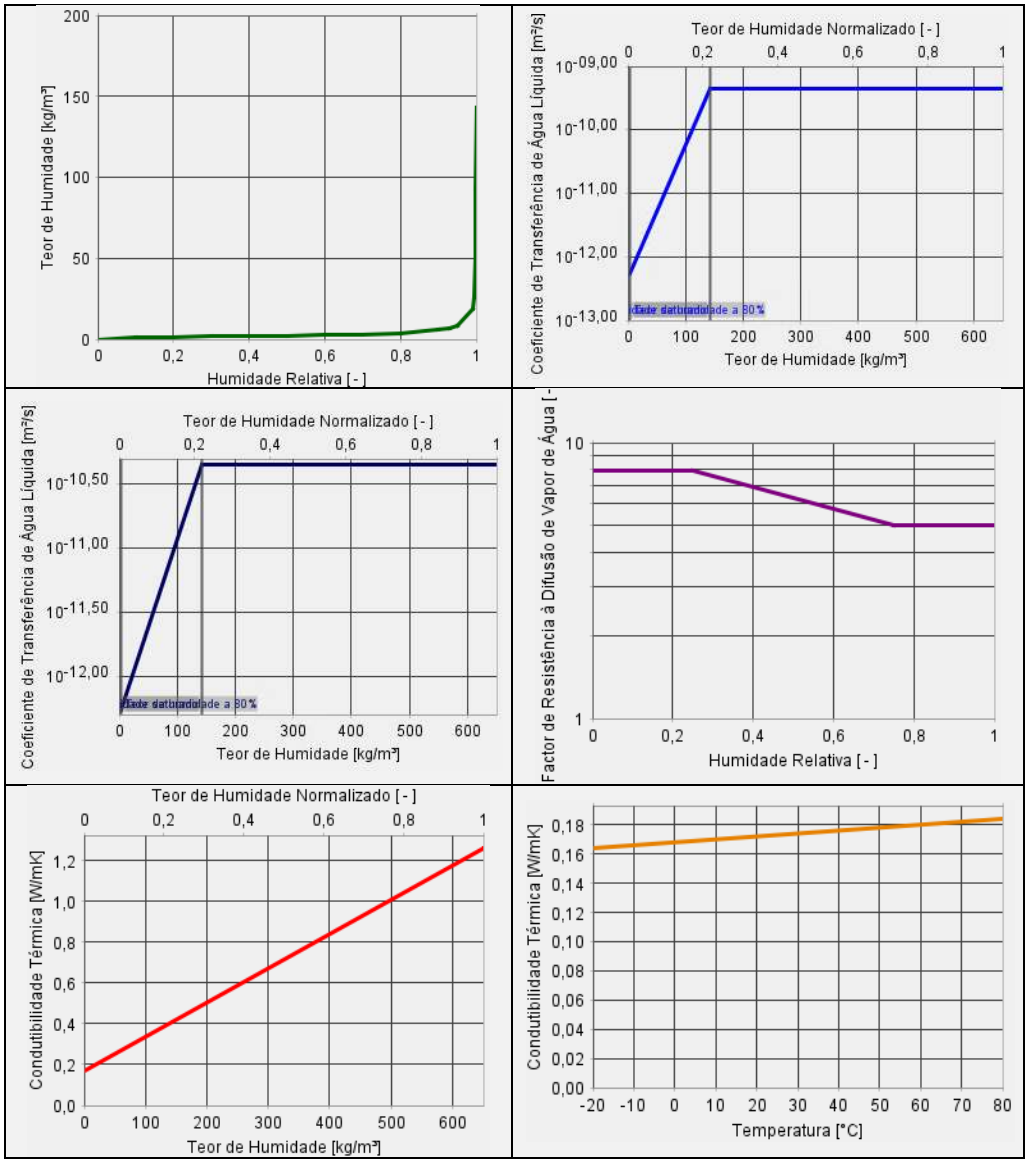
Tabela 1: Propriedades de materiais e componentes da edificação analisada

Material/ componente		Espessura (m)	Condutividade térmica (W/(m.K))	Massa específica (kg/m^3)	Calor específico (J/(kg.K))	Absortância solar	Emissividade	Porosidade (m^3/m^3)	Teor inicial de água (kg/kg)
Cobertura, parede interna e parede externa	Telha de fibrocimento	0,006	0,13	1610	850	0,7	0,9	0,16	0,051786
	Lã de vidro	0,1	0,031	33	850	0,7	0,9	0,986	0,002197
	Placa de gesso A	0,015	0,17	810	850	0,5	0,9	0,65	0,003494
	Barreira de vapor	0,00015	2,3	82	2300	0,5	0,9	0,001	0,000011
	Placa de gesso B	0,0125	0,25	879	850	0,5	0,9	0,63	0,004323
	Argamassa	0,003	0,608	1436	850	0,3	0,9	0,42	0,010524
	Textura acrílica	0,0008	0,93	1748	900	0,3	0,9	0,38	0,002695
Piso	Concreto	0,1	1,373	2104	776	0,4	0,9	0,22	0,041998
Porta	Madeira	0,002	0,13	650	1400	0,5	0,9	0,47	0,115385
	Placa de fibra de madeira	0,031	0,06	270	1700	0,5	0,9	0,83	0,127778

Fonte: os autores.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.9015

Figura 3: Propriedades adicionais - Placa de gesso A



Nota: curva higroscópica (à esquerda acima), coeficiente de transporte hídrico de sucção (à direita acima), coeficiente de transporte hídrico de redistribuição (à esquerda ao centro), fator de resistência à difusão de vapor d'água (à direita ao centro), condutividade térmica dependente da umidade (à esquerda abaixo) e condutividade térmica dependente da temperatura (à direita abaixo). Fonte: WUFI Pro.

OCUPAÇÃO, EQUIPAMENTOS E VENTILAÇÃO

Foram analisadas as condições de edificação ocupada e desocupada. No primeiro caso, foram configuradas as informações relativas à permanência dos ocupantes nos ambientes, conforme dados da Tabela 2. Também foi estabelecida ventilação natural através da metade das janelas entre às 14h e às 22h e infiltração de ar pelas frestas de janelas, nos demais instantes, e da porta externa, constante ao longo do dia, sob coeficientes de fluxo de ar de 0,0014 kg/(s.m) e 1,31 kg/s, e expoentes de fluxo de ar de 0,57 e 0,50, respectivamente.

Tabela 2: Características de ocupação e de uso de equipamentos

Ambiente	Equipamentos	Período de ocupação	Quantidade de ocupantes	Taxa metabólica
Dormitório 1	-	23h às 8h	2	80 W
Dormitório 1	-	23h às 8h	2	80 W
Sala	2 lâmpadas - potência unitária de 15 W	8h às 23h	2	130 W
Cozinha	1 lâmpada - potência unitária de 15 W 2 panelas - geração total de 185,55 g de vapor por hora	13h às 14h	2	130 W
Banheiro	1 lâmpada - potência unitária de 15 W 1 chuveiro - geração de 450 g de vapor por hora	19h às 20h	1	130 W

Fonte: os autores.

No caso de edificação desocupada, considerou-se apenas a infiltração de ar por frestas das esquadrias externas, segundo os mesmos coeficientes da edificação ocupada. Em ambos os casos, todas as portas internas foram mantidas abertas.

CONDIÇÕES CLIMÁTICAS E TEMPERATURA DO SOLO

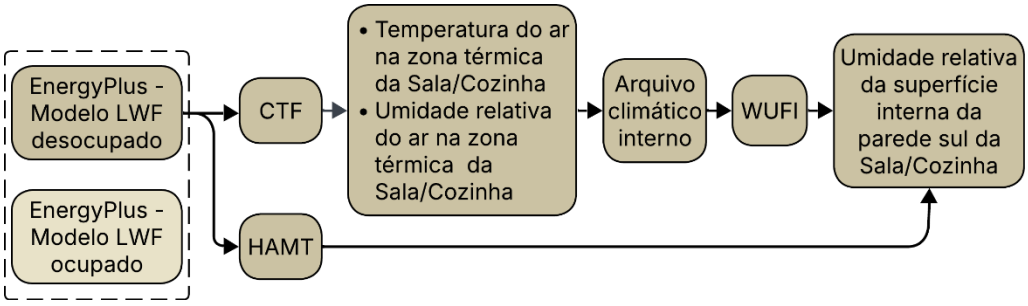
Neste estudo, foi considerado o clima da cidade de São Paulo, pertencente à zona bioclimática 2M, fria com inverno moderado. Para isso, foi utilizado o arquivo climático do ano meteorológico típico (TMY) disponível no site Climate.OneBuilding.Org [14], referente aos dados fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), medidos entre 2009 e 2023 no Aeroporto de Congonhas. A definição da temperatura do solo, por sua vez, foi feita considerando durante o ano inteiro o valor padrão de 18°C do objeto “Site: Ground Temperature: Building Surface” do EnergyPlus devido a limitações do HAMT neste software. Quando se utiliza outro método de cálculo mais preciso para determinação dessa grandeza, ocorre o retorno de mensagem de erro.

SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS

Inicialmente, foram configurados os arquivos .idf no EnergyPlus, nos quais consta a modelagem completa da edificação, juntamente com informações a respeito dos padrões de uso e ocupação e ventilação. Esses arquivos, de edificação ocupada e desocupada, foram simulados para o período de um ano segundo os algoritmos de cálculo HAMT e CTF. A partir do primeiro foi possível obter a umidade relativa de superfície, enquanto o segundo permitiu a criação do arquivo climático interno contendo temperatura e umidade relativa do ar para posterior inserção no software WUFI Pro. Este software exige tal procedimento pois trata-se de um programa em que é feita a representação geométrica de uma única superfície por vez, de modo que suas condições ambientais internas e externas são consideradas conforme os arquivos climáticos inseridos. A Figura 3 apresenta o fluxo de trabalho descrito.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.9015

Figura 3: Fluxo de trabalho para obtenção da umidade relativa da superfície interna da parede sul da Sala/Cozinha

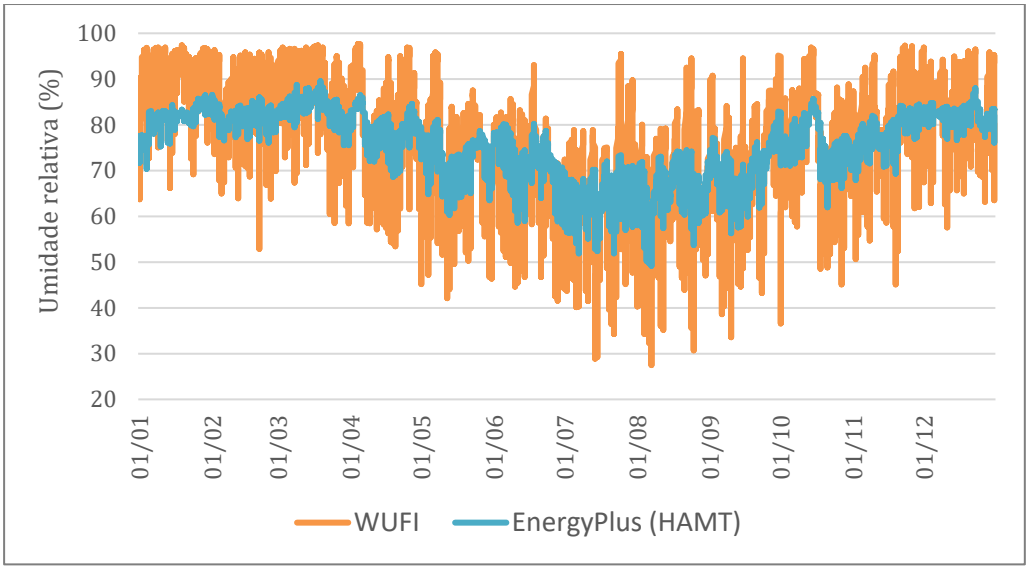


Fonte: os autores.

RESULTADOS

A umidade relativa da superfície analisada para edificação desocupada é apresentada gráfico da Figura 4. Nota-se que os valores obtidos por meio do WUFI Pro possuem maior amplitude em comparação com aqueles provenientes da simulação no EnergyPlus utilizando o algoritmo de cálculo HAMT.

Figura 4: Umidade relativa da superfície interna da parede sul da sala/cozinha no modelo desocupado

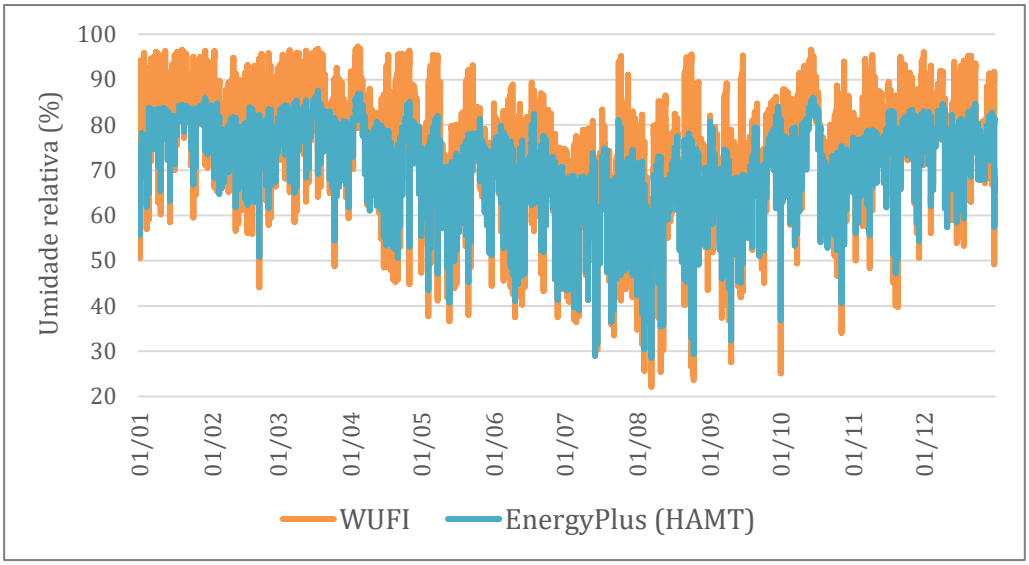


Fonte: os autores.

O gráfico da Figura 5 mostra o caso de edificação ocupada, pelo qual é possível perceber maior proximidade entre as curvas comparado à Figura 4. Isso se deve pelo fato de que, para essa segunda simulação, ocorre a abertura das janelas. Ou seja, há um período durante todos os dias em que a umidade relativa do ar e das superfícies tendem a se aproximar da umidade relativa do ar do ambiente externo.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.9015

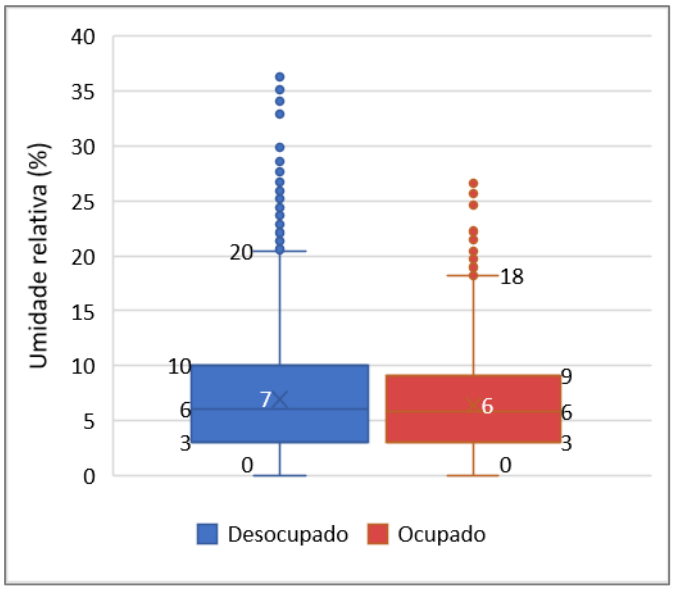
Figura 5: Umidade relativa da superfície interna da parede sul da sala/cozinha no modelo ocupado



Fonte: os autores.

As magnitudes das diferenças entre os resultados obtidos pelo WUFI Pro e pelo EnergyPlus (HAMT) podem ser observadas no gráfico da Figura 6 a seguir, sendo ligeiramente maiores para o caso da simulação em edificação desocupada.

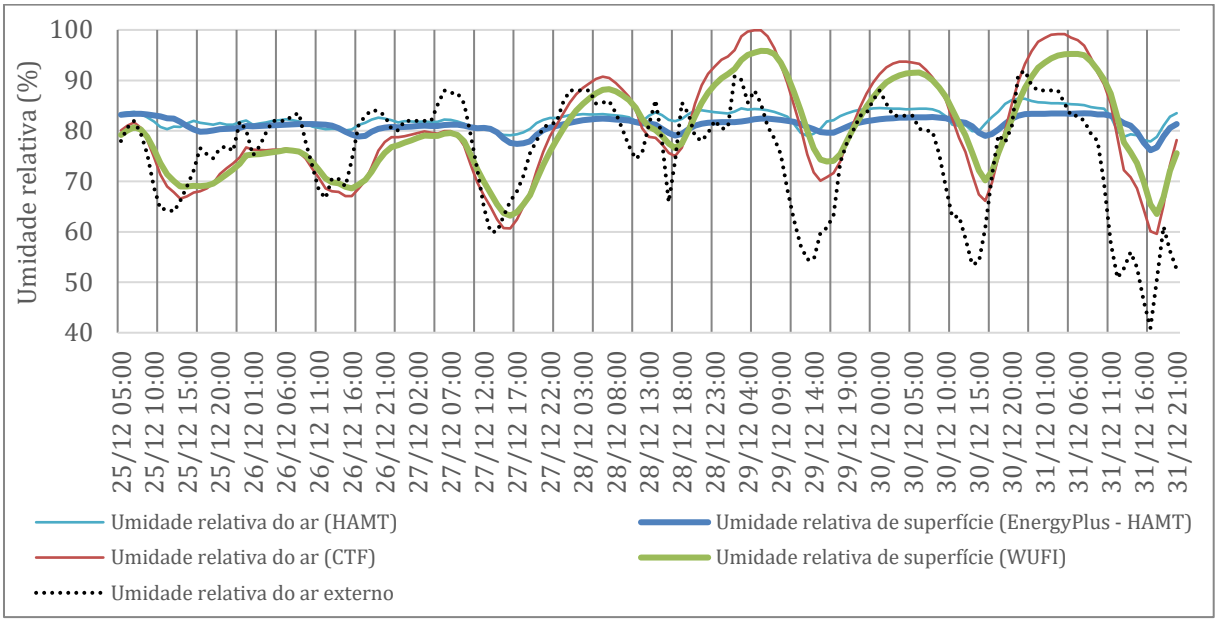
Figura 6: Distribuição do módulo das diferenças entre umidades relativas de superfície obtidas pelo WUFI Pro e pelo EnergyPlus (HAMT)



Fonte: os autores.

Com o intuito de verificar a variação de umidade relativa ao longo dos dias, foram elaborados gráficos com recorte de uma semana. As oscilações de umidade relativa do ar e de superfície provenientes do EnergyPlus pelo algoritmo de cálculo CTF e do WUFI Pro foram similares às variações de umidade relativa do ar externo, enquanto as mesmas grandezas obtidas pelo outro algoritmo de cálculo empregado no EnergyPlus permaneceram próximas ao valor de 82% durante todo o período apresentado no gráfico da Figura 7.

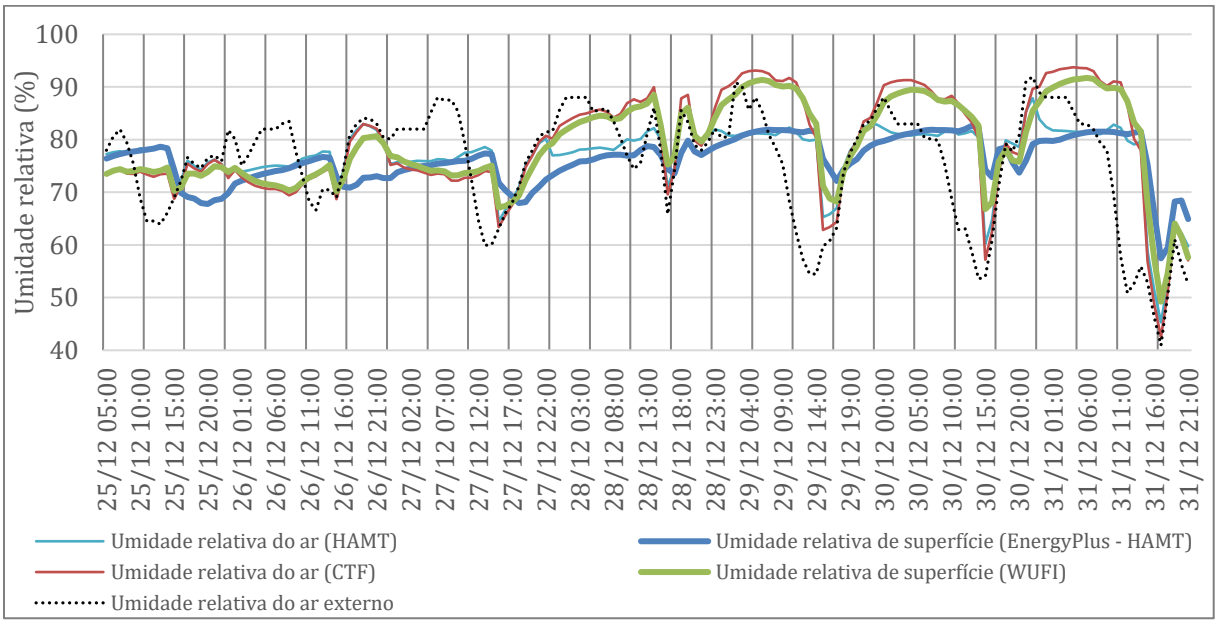
Figura 7: Umidades relativas – modelo desocupado



Fonte: os autores.

Nos modelos ocupados, há oscilação de todas as curvas ao longo dos dias. No entanto, observa-se, na Figura 8, que os resultados do algoritmo HAMT no Energyplus apresentaram variações muito menores e que houve o mesmo comportamento do gráfico da Figura 7 quanto à grande amplitude dos valores obtidos por meio do EnergyPlus (CTF) e do WUFI Pro, seguindo a curva da umidade relativa externa. Nota-se, também, que todos os valores, de fato, ficam próximos entre si durante os instantes em que ocorre a abertura das janelas, ou seja, entre 14h e 22h.

Figura 8: Umidades relativas – modelo ocupado



Fonte: os autores.

Os resultados deste trabalho estão em consonância com outras pesquisas realizadas sobre esse tema [15][16], em que se constata maior amplitude na umidade relativa do

ar quando utilizado o CTF no EnergyPlus em comparação com o uso do HAMT. Quanto à umidade relativa de superfície fornecida pelo WUFI Pro, nota-se a ocorrência de grande amplitude, pois as simulações tiveram como dado de entrada arquivos climáticos com elevada variação na umidade relativa do ar interno.

Apesar da diferença evidente entre os resultados oriundos dos dois procedimentos adotados, ambos são válidos segundo o rascunho do projeto de norma [12], o qual sugere que “pode-se desconsiderar o transporte de massa difusivo pelas paredes” na elaboração do arquivo climático interno, tal como foi feito neste trabalho. Há casos em que não foi observada diferença significativa entre os resultados de simulações no WUFI Pro cuja obtenção do clima interno foi feita por meio do EnergyPlus usando os dois algoritmos de cálculo – CTF e HAMT [17]. Porém, é necessária uma pesquisa mais ampla abrangendo maior quantidade de climas e sistemas construtivos para saber sob quais circunstâncias é possível desconsiderar o transporte de umidade pelas superfícies na geração do clima interno sem impactar no resultado.

Em geral, a prevalência de elevadas taxas de umidade relativa é relevante no desenvolvimento de patologias associadas a essa condição, em que não há secagem satisfatória do material, necessária à prevenção contra desenvolvimento de fungos e corrosão, por exemplo. Por isso, normas internacionais apresentam critérios com base em valores médios de umidade relativa [13]. Assim, se não houver a devida cautela na criação do clima interno para inserção em softwares como o WUFI Pro, os resultados podem levar a divergências a depender do critério empregado na análise do desempenho higrotérmico e, consequentemente, os efeitos danosos da umidade à edificação podem ser subestimados ou superestimados.

CONCLUSÃO

As simulações de desempenho higrotérmico possuem o objetivo de verificar se a edificação real ou hipotética apresenta suscetibilidade aos efeitos adversos da umidade elevada. Para isso, são normalmente utilizados critérios com base na umidade relativa. Porém, ao comparar os perfis anuais de umidade e temperatura provenientes do EnergyPlus e do WUFI Pro, foram constatadas diferenças significativas mesmo quando foi adotado o HAMT nos dois softwares. Essa divergência entre decorre da simulação do clima interno para uso do WUFI, a qual foi feita sem consideração a respeito do transporte de umidade, pelo CTF no EnergyPlus.

Não é possível afirmar que o uso HAMT pelo EnergyPlus seja a opção preferível entre os procedimentos abordados neste trabalho, mesmo correspondendo ao algoritmo que melhor representa o fenômeno de transporte de umidade, pois o ideal é que houvesse medições para validação. Seria necessária a realização de pesquisas adicionais para verificar se as diferenças observadas são significativas para a avaliação do risco de desenvolvimento de patologias e se a umidade relativa, de fato, corresponde a um parâmetro adequado a esse objetivo.

DECLARAÇÃO DE USO DE IA

Durante a preparação deste artigo, o primeiro autor utilizou as ferramentas DeepL Translator (versão web gratuita, acesso em maio de 2026) e Gemini (versão web gratuita, baseada no modelo Gemini 3.5 Flash), respectivamente, para tradução do resumo/abstract e para melhoria de coesão da parte escrita do artigo. Após a utilização das ferramentas, os autores revisaram e editaram o conteúdo conforme necessário e assumem total responsabilidade pelo conteúdo do artigo publicado.

REFERÊNCIAS

[1] CHRISTIAN, J. E. Moisture sources. In: TRECHSEL, H. R.; BOMBERG, M. T. **Moisture control in buildings: the key factor in mold prevention**. 2. ed. West Conshohocken: ASTM, 2009. p. 103–109.

[2] KUMARAN, M. K. Fundamentals of transport and storage of moisture in building materials and components. In: TRECHSEL, H. R.; BOMBERG, M. T. **Moisture control in buildings: the key factor in mold prevention**. 2nd. ed. West Conshohocken: ASTM, 2009. p. 1-15.

[3] FRAUNHOFER INSTITUTE FOR BUILDING PHYSICS. **WUFI® Pro**. Versão 6.6. Fraunhofer Institute for Building Physics, Holzkirchen, 2022.

[4] BAYAT POUR, M. *et al.* A literature review of probabilistic hygrothermal assessment for building envelopes. **Building and Environment**, v. 261, 111756, ago. 2024. DOI: https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2024.111756

[5] BURGE, Harriet A. Moisture, organism and health effects. In: TRECHSEL, H. R.; BOMBERG, M. T. **Moisture control in buildings: the key factor in mold prevention**. 2. ed. West Conshohocken: ASTM, 2009. p. 80–86.

[6] GLOBAL INITIATIVE FOR ASTHMA. **Global strategy for asthma management and prevention**. Fontana: Global Initiative for Asthma, 2024.

[7] CAHILL, K. N. **Acute exacerbations of asthma in adults: Emergency department and inpatient management.** In: DIXON, A.; ZACHRISON, K. Disponível em: https://www.uptodate.cn/contents/acute-exacerbations-of-asthma-in-adults-home-and-office-management. Acesso em: 23 maio 2026.

[8] ALLEN, S. J. et al. Aflatoxin exposure, malaria and hepatitis B infection in rural Gambian children. **Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 86, n. 4, p. 426-430, 1992. DOI: https://doi.org/10.1016/0035-9203(92)90253-9

[9] UNSAL, H. et al. Genetic heterogeneity of hepatocellular carcinoma. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 91, n. 2, p. 822-826, jan. 1994. DOI: https://doi.org/10.1073/pnas.91.2.822

[10] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR15575-1: Edificações habitacionais - Desempenho - Parte 1: Requisitos gerais**. Rio de Janeiro: ABNT, 2025.

[11] BRASIL. Ministério das Cidades, Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade no Habitat - PBQP-H. Sistema Nacional de Avaliações Técnicas - SiNAT. **SINAT 001 - Revisão 04 - Diretriz para Avaliação Técnica de paredes estruturais de concreto moldadas no local: Concreto Leve ou Concreto Reforçado com Fibra de Vidro.** Brasília, 2022.

[12] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Rascunho Inicial do Projeto de Norma – Simulação computacional do comportamento higrotérmico de paredes – Procedimento**. Rio de Janeiro: ABNT, 2023.

[13] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 13788: Hygrothermal performance of building components and building elements — Internal surface temperature to avoid critical surface humidity and interstitial condensation — Calculation methods**. Geneva, 2012.

[14] LAWRIE, L. K.; CRAWLEY, D. B. **Development of Global Typical Meteorological Years (TMYx)**. 2024. Disponível em: https://climate.onebuilding.org. Acesso em: 19 set. 2025.

[15] GOFFART, J.; RABOUILLE, M.; MENDES, N. Uncertainty and sensitivity analysis applied to hygrothermal simulation of a brick building in a hot and humid climate. **Journal of Building Performance Simulation**, v. 10, n. 1, p. 37–57, 2015. DOI: https://doi.org/10.1080/19401493.2015.1112430

[16] YANG, J.; FU, H.; QIN, M. Evaluation of Different Thermal Models in EnergyPlus for Calculating Moisture Effects on Building Energy Consumption in Different Climate Conditions. **Procedia Engineering**, v. 121, p. 1635–1641, 2015. DOI: https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.09.194

[17] MACARTHY, M. R. et al. Análise comparativa do desempenho térmico em edifício histórico segundo dois algoritmos de cálculo de condução térmica. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 19., 2022, Canela. **Anais** [...] Porto Alegre: ANTAC, 2022. p. 1-16.