XV SBTA Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas
Porto Alegre/RS - 11 a 13 de junho de 2025

CONDENSAÇÃO E CONDIÇÕES DE MANCHAMENTO EM FACHADAS DE ARGAMASSA

Condensation and staining conditions on mortar facades

HELLEN DE ARAÚJO COSTA RODRIGUES[1], MATHEUS DE SOUZA SILVA[2], ANA LUIZA ROCHA DE SOUZA[3], ELTON BAUER[4]

[1] Mestranda, Universidade de Brasília/UnB, hellen_acr@hotmail.com
[2] Doutorando, Universidade de Brasília/UnB, matheus.engcv@outlook.com
[3] Doutoranda, Universidade de Brasília/UnB, luiza31souza@gmail.com
[4] Prof. Dr., Universidade de Brasília/UnB, elbauerlem@gmail.com

RESUMO

Fachadas revestidas em argamassa podem desenvolver manchas devido à umidade e a proliferação de fungos. Este estudo analisa a ocorrência de condensação e as condições higrotérmicas favoráveis ao desenvolvimento microbiológico em fachadas de argamassa durante um ano típico. A investigação, realizada por simulação higrotérmica, avalia diferentes tipos de argamassa e pintura em um edifício localizado em Brasília, considerando propriedades como porosidade e fator de resistência à difusão de vapor de água. Os resultados indicam que fachadas sem pintura estão mais expostas à umidade e ao crescimento microbiológico, enquanto a variação no tipo de argamassa exerce influência limitada nesses fenômenos.

Palavras-chave: Fachadas. Argamassa. Condensação. Mancha. Simulação higrotérmica.

ABSTRACT

Rendered facades can develop stains due to moisture and the proliferation of fungi. This study analyzes the occurrence of condensation and the hygrothermal conditions favorable to microbiological growth on mortar-coated facades over a typical year. The investigation, conducted through hygrothermal simulation, evaluates different types of mortar and paint in a building located in Brasília, considering properties such as porosity and water vapor diffusion resistance factor. The results indicate that unpainted facades are more exposed to moisture and microbiological growth, while variations in the type of mortar have a limited influence on these phenomena.

Key-words: Facades. Mortar. Condensation. Stain. Hygrothermal simulation.

Como citar:
RODRIGUES, H. A. C.; SILVA, M. S.; SOUZA, A. L. R.; BAUER, E. Condensação e condições de manchamento em fachadas de argamassa. In: XV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 2025, Porto Alegre. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2025.

INTRODUÇÃO

As fachadas desempenham um papel crucial na proteção, estética e funcionalidade dos edifícios. A exposição contínua a condições ambientais adversas pode levar ao surgimento de patologias que comprometem a durabilidade e aparência. Um estudo realizado com 75 amostras de fachadas de edifícios localizados em Brasília, observou que as manchas representam a segunda patologia mais crítica em fachadas revestidas de argamassa, ficando atrás apenas das fissuras [1].

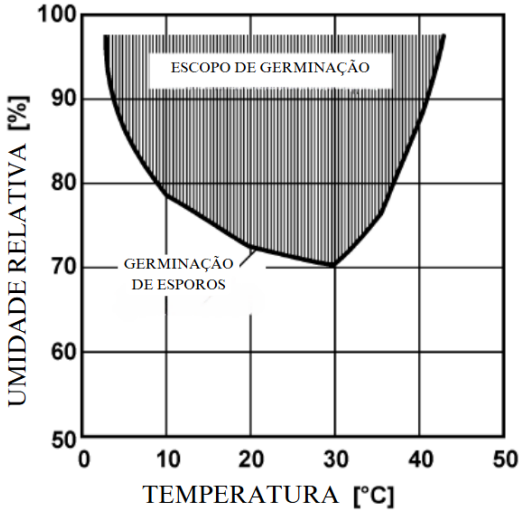
A umidade é um dos principais fatores responsáveis pela degradação dos revestimentos de fachadas. Ela pode atuar de diferentes formas, seja no estado sólido, líquido ou vapor, e sua infiltração em materiais porosos favorece a condensação, o acúmulo de partículas e a proliferação de microrganismos, acelerando o desgaste das superfícies [2].

As manchas são caracterizadas por mudanças na coloração dos revestimentos, em grande número dos casos causadas pela presença de água. Para análises de degradação, é possível identificar que as manchas nos revestimentos de argamassa em fachadas podem surgir devido a três mecanismos principais: sujidade, umidade e crescimento microbiológico[1]. As manchas de sujidade resultam da deposição de partículas atmosféricas, como poeira e fuligem, ou de resíduos oriundos da própria fachada. Já as manchas de umidade decorrem da absorção de água proveniente do solo, da edificação ou da atmosfera, sendo mais comuns nos andares superiores devido à exposição intensificada à molhagem. Manchas causadas por microrganismos ocorrem em áreas com alta umidade, dificuldade de secagem e baixa incidência de luz solar [1][3][4].

A orientação das fachadas também influencia a distribuição das manchas. No cenário de Brasília, estudos utilizando o Método de Mensuração da Degradação indicam que a fachada norte apresenta incidência significativa de manchas na fase inicial de degradação, devido à exposição a condições climáticas como chuva dirigida e baixa radiação solar [1][5]. Essa combinação de fatores climáticos cria condições favoráveis para o aumento da umidade superficial e favorece processos como a condensação. A condensação superficial em fachadas ocorre quando a temperatura da superfície externa está abaixo da temperatura do ponto de orvalho, favorecendo o aumento do teor de umidade na superfície do revestimento [6][7].

A relação entre umidade e temperatura pode ser analisada por meio dos diagramas de isopletas. Os diagramas de isopletas descrevem as condições de crescimento de fungos com base no tempo de germinação e nas taxas de crescimento. Esses modelos foram desenvolvidos para abranger mais de 150 espécies de fungos detectadas em edifícios, sendo classificadas em classes de exposição e risco (A, B e C) [8]. As isopletas são diagramas que representam as condições mínimas necessárias para a germinação de esporos e o crescimento fúngico, descrevendo os intervalos ideais de temperatura (0°C a 30°C) e umidade relativa (75% a 100%) em materiais de construção civil. Esses diagramas são ferramentas essenciais para identificar as condições propícias ao desenvolvimento microbiológico (Figura 1).

Figura 1 – Diagrama esquemático da faixa de crescimento para fungos.



Fonte: Adaptado de Sedlbauer (2001) [8].

A análise do desenvolvimento de fungos e bactérias em fachadas, associada ao uso dos diagramas de isopletas, permite compreender as interações entre condições ambientais, propriedades dos materiais e fatores biológicos, uma vez que o estudo utiliza variáveis como umidade relativa e temperatura.

Embora diversos estudos tenham abordado a influência da umidade na degradação de fachadas, ainda existem lacunas na compreensão da relação entre condensação superficial e condições favoráveis ao crescimento microbiológico na formação de manchas. Nesse contexto, este estudo propõe investigar a influência combinada de diferentes composições de argamassa e a presença ou ausência de pintura sobre a condensação e o tempo de exposição dentro das isopletas, um aspecto ainda pouco explorado na literatura. Para isso, são realizadas simulações higrotérmicas utilizando o software WUFI® Pro 6.8, permitindo correlacionar as condições ambientais com a formação de manchas em revestimentos de argamassa. A pesquisa avalia a influência da umidade na formação de manchas em fachadas revestidas de argamassa, analisando a ocorrência de condensação e o crescimento microbiológico sob diferentes condições de exposição. Para isso, são utilizadas simulações higrotérmicas e diagramas de isopletas, permitindo correlacionar a umidade superficial com o desenvolvimento de microrganismos e a degradação dos revestimentos.

METODOLOGIA

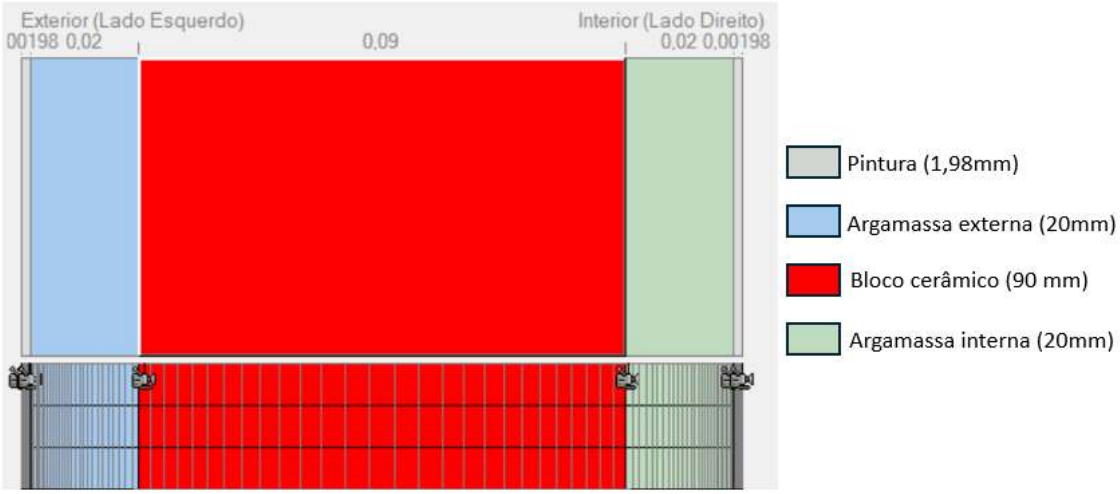
O estudo do comportamento da umidade em sistemas porosos de fachada é conduzido por meio de simulações computacionais utilizando o software WUFI® PRO 6.8. A plataforma permite a análise do comportamento higrotérmico da envoltória da edificação. A investigação concentra-se na ocorrência de condensação nas superfícies externas da fachada e na análise das condições higrotérmicas favoráveis ao desenvolvimento microbiológico, utilizando diagramas de isopletas para correlacionar umidade e temperatura.

As simulações são realizadas com base em um edifício residencial real localizado em Brasília/DF, com seis pavimentos e fachada predominantemente revestida com pintura econômica cinza. O edifício apresenta patologias de manchas, e os parâmetros inseridos no software são definidos para representar fielmente as condições reais da fachada, assegurando a precisão na análise das condições higrotérmicas e no estudo das manifestações patológicas observadas.

Os dados climáticos da cidade de Brasília, utilizados na simulação, correspondem a um arquivo TMY referente ao ano de 2018, desenvolvido por Roriz [9] a partir do banco de dados da ANTAC do Laboratório de Eficiência Energética de Edificações (LabEEE).

O sistema construtivo modelado, conforme indicado na Figura 2, consiste em um bloco cerâmico de 90 mm de espessura, revestido externamente com duas variações de argamassa (Argamassa A e B), com espessura de 20 mm. São consideradas três configurações de acabamento externo: sem pintura, pintura comum e pintura standard. O revestimento interno é mantido com argamassa de referência com 20 mm de espessura.

Figura 2 – Representação esquemática das camadas do sistema construtivo adotado, indicando as posições de monitoramento aplicadas.



Fonte: Os autores (2025).

A análise considerou dois fenômenos principais: a condensação e a quase-condensação. A condensação ocorre quando a temperatura da superfície externa é inferior à temperatura do ponto de orvalho [10][11]. Durante as simulações, não são detectados casos de condensação nas condições analisadas. O conceito de quase-condensação leva em conta as flutuações de temperatura ao longo das zonas da fachada, muitas vezes influenciadas pela altura. Utilizar a diferença de 1°C entre a temperatura da superfície e o ponto de orvalho como limite permite uma análise alinhada às condições reais de campo.

As propriedades higrotérmicas dos materiais são determinadas a partir de parâmetros e ensaios físicos [12]. Na Tabela 1, estão detalhadas propriedades como porosidade, calor específico, condutividade térmica, fator de resistência à difusão de vapor de água e coeficiente de absorção capilar. Esses parâmetros são essenciais para modelar o desempenho

térmico e de umidade dos sistemas de fachada, permitindo uma análise detalhada de sua influência na formação de condensação e quase-condensação. Estudos realizados em Brasília indicam que a fachada norte tem maior exposição à chuva dirigida e à radiação solar [13][14][15][16][17]. As simulações consideram apenas essa fachada, que se mostra a mais crítica na região estudada.

Tabela 1 – Propriedades higrotérmicas dos materiais.

Materiais	Porosidade (m^3/m^3)	Calor específico (J/Kg.k)	Condutividade térmica (W/m.K)	Fator de resitência à difusão de vapor de água	coeficiente de absorção capilar ($kg/(m^2 \cdot \sqrt{s})$)
Argamasa A	0,294	850	0,800	19,00	0,109720
Argamassa B	0,306	850	0,800	17,00	0,188471
Tinta - Pintura Comum	0,408	1600	0,220	111,00	0,000267
Tinta - Pintura Standard	0,440	1600	0,220	811,09	0,001983
Bloco cerâmico	0,486	850	0,158	23,00	0,090000

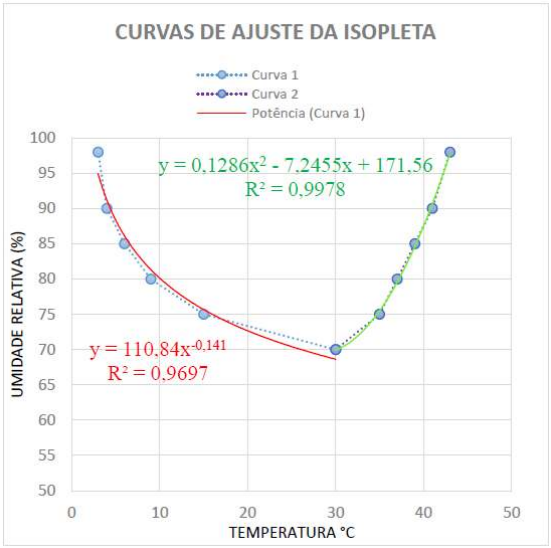
Fonte: Os autores (2025).

Os materiais analisados no estudo incluem a Argamassa A e a Argamassa B, que apresentam diferenças significativas em porosidade e capilaridade. A Argamassa A apresenta porosidade menor, enquanto a Argamassa B possui porosidade maior. A porosidade se relaciona com a secagem, sendo que materiais mais porosos facilitam a evaporação da água retida. A capilaridade determina a absorção de água, sendo que materiais com maior coeficiente de absorção capilar absorvem mais umidade. Nesse sentido, a Argamassa B apresenta maior coeficiente de absorção capilar em comparação com a Argamassa A, o que sugere uma maior propensão à absorção de umidade.

No que se refere às tintas, a Pintura Standard apresenta um fator de resistência à difusão de vapor elevado, minimizando a transferência de umidade através do material. Em contrapartida, a Pintura Comum possui menor resistência, o que pode facilitar a ocorrência de quase-condensação e favorecer o desenvolvimento microbiológico. Como a resistência à difusão de vapor está diretamente relacionada à permeabilidade do material, valores mais elevados de resistência indicam menor capacidade do vapor de água atravessar o revestimento [7]. Essa diferença de comportamento entre os dois tipos de pintura é avaliada nas simulações para entender como afetam os resultados de quase-condensação e desenolvimento de fungos.

Para a quantificação das horas dentro da faixa de germinação de fungos, utiliza-se um modelo de isopletas, conforme descrito e adaptado na literatura [8][18]. O método estabelece limites para os parâmetros de temperatura e umidade relativa, determinando condições favoráveis ou desfavoráveis ao crescimento de fungos. Curvas de ajuste baseadas nesses limites são desenvolvidas e aplicadas aos dados simulados, permitindo identificar e somar as horas que atendem aos critérios estabelecidos. As curvas e equações utilizadas estão apresentadas na Figura 3 e na Tabela 2.

Figura 3 – Gráfico das curvas de ajuste das isopletas.



Fonte: Santos (2023) [18].

Tabela 2 – Equações das curvas de ajustes.

Curva 1	Curva 2
$y= 110,84x^{-0,141}$	$y= 0,1286x^2 - 7,2455x\ \ 171,56$
y: Umidade Relativa em %	y: Umidade Relativa em %
x: Temperatura e m ºC	x: Temperatura e m ºC

Fonte: Adaptado de Santos (2023) [18].

Este procedimento viabiliza uma análise precisa das condições higrotérmicas que favorecem a formação de formação de fungos.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados das simulações avaliam a influência dos diferentes tipos de argamassa e pintura na ocorrência de quase-condensação e no desenvolvimento microbiológico.

CONDENSAÇÃO

Os dados da Tabela 3 indicam que a argamassa sem pintura apresenta o maior número de horas de quase-condensação ao longo do ano, totalizando 330 horas, o que evidencia sua maior suscetibilidade à umidade superficial. Em contraste, a Pintura Standard reduz significativamente essas condições, com apenas 2 horas registradas, enquanto a Pintura Comum apresenta valores intermediários, com 178 horas. Observa-se uma maior ocorrência de quase-condensação nos meses de março, novembro e dezembro, devido ao elevado índice de chuva dirigida associado a baixos níveis de radiação direta (Figura 4). Esses resultados destacam a eficiência da Pintura Standard como barreira protetora contra umidade e a

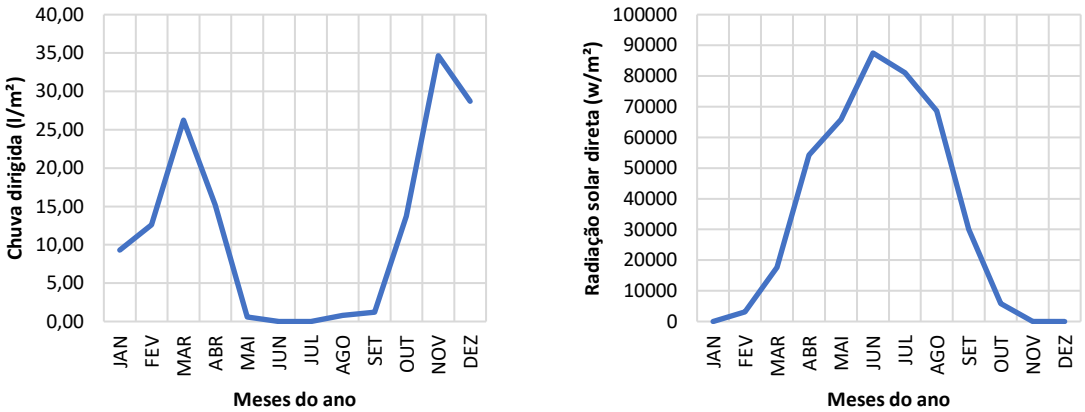
vulnerabilidade das fachadas sem pintura, que apresentam condições mais favoráveis à quase-condensação.

Tabela 3 – Distribuição Mensal das Horas de Quase-Condensação na Fachada Norte para Diferentes Condições de Pintura na Argamassa A.

ARGAMASSA A			
Mês	Pintura Comum	Pintura Standard	Sem Pintura
JAN	10	1	19
FEV	9	0	20
MAR	42	0	60
ABR	6	0	26
MAI	1	0	0
JUN	0	0	0
JUL	0	0	0
AGO	3	0	0
SET	5	0	1
OUT	21	0	43
NOV	43	0	84
DEZ	38	1	77
TOTAL	178	2	330

Fonte: Os autores (2025).

Figura 4 – Distribuição mensal acumulada na fachada norte referente a: (a) chuva dirigida; (b) radiação solar direta.



(a) (b)

Fonte: Os autores (2025).

Ao analisar os dados da argamassa B (Tabela 4), observa-se que, similar à argamassa A, as superfícies sem pintura apresentam maior incidência de horas de quase-condensação ao longo do ano.

Tabela 4 – Distribuição Mensal das Horas de Quase-Condensação na Fachada Norte para Diferentes Condições de Pintura na Argamassa B.

ARGAMASSA B			
Mês	Pintura Comum	Pintura Standard	Sem Pintura
JAN	10	1	18
FEV	10	0	17
MAR	42	0	60
ABR	6	0	25
MAI	1	0	0
JUN	0	0	0
JUL	0	0	0
AGO	3	0	0
SET	5	0	0
OUT	21	0	36
NOV	44	0	70
DEZ	38	1	66
TOTAL	180	2	292

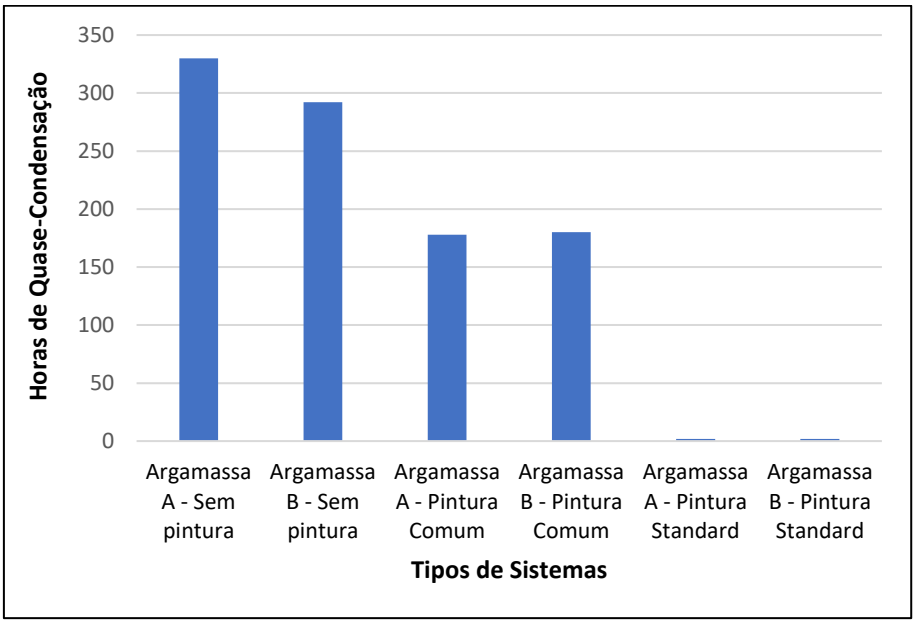
Fonte: Os autores (2025).

No total, as superfícies sem pintura acumulam 292 horas de quase-condensação, enquanto a Pintura Comum apresenta 180 horas e a Pintura Standard apenas 2 horas. Esse padrão reforça o impacto positivo das pinturas, em especial a Pintura Standard, na redução de quase-condensação.

Durante os meses mais úmidos, como março, novembro e dezembro, a diferença entre as superfícies sem pintura e pintadas é mais acentuada, indicando maior suscetibilidade das superfícies sem pintura às condições climáticas desfavoráveis. A Pintura Comum também reduz significativamente as horas de quase-condensação em comparação à ausência de pintura, mas não é tão eficaz quanto a Pintura Standard.

Os dados da Figura 5 mostram que superfícies sem pintura apresentam maior frequência de quase-condensação.

Figura 5 – Distribuição da Frequência de Quase-Condensação na Fachada Norte em Diferentes Sistemas.



Fonte: Os autores (2025).

A Pintura Standard é o sistema mais eficiente na proteção contra a umidade superficial. A Pintura Comum reduz as horas de quase-condensação em relação à ausência de pintura, mas apresenta menor eficiência comparada à Pintura Standard. A pintura se confirma como fator essencial na redução de quase-condensação, enquanto o tipo de argamassa exerce influência limitada.

Condições de Fungos

O comportamento dos microrganismos, utilizando a argamassa A, é analisado na Tabela 5 que apresenta a quantidade de horas, por mês, em que a fachada Norte esteve exposta a condições favoráveis ao crescimento de fungos filamentosos.

Tabela 5 – Distribuição mensal das horas dentro da isopleta para formação de fungos na fachada norte com diferentes sistemas de pintura – Argamassa A.

ARGAMASSA A			
Mês	Pintura Comum	Pintura Standard	Sem Pintura
JAN	243	242	272
FEV	252	247	262
MAR	398	390	434
ABR	189	190	196
MAI	181	183	174
JUN	67	72	61
JUL	25	27	24
AGO	45	43	43

ARGAMASSA A			
Mês	Pintura Comum	Pintura Standard	Sem Pintura
SET	89	90	93
OUT	271	272	285
NOV	404	381	438
DEZ	363	345	401
TOTAL	2527	2482	2683

Fonte: Os autores (2025).

A Tabela 5 apresenta a quantidade de horas em que a fachada norte se encaixa dentro da isopleta para a formação de fungos, considerando diferentes sistemas de pintura na Argamassa A. Observa-se que os meses de março e novembro registram os maiores valores, refletindo a influência das condições climáticas, como elevada umidade e baixa radiação solar, na proliferação microbiológica. As superfícies sem pintura apresentam o maior número de horas dentro da isopleta, evidenciando que a ausência de pintura favorece a permanência da umidade e, consequentemente, o crescimento fúngico. A aplicação de pintura reduz significativamente essa exposição, sendo a Pintura Standard ligeiramente mais eficaz do que a Pintura Comum na mitigação dessas condições.

A Tabela 6 apresenta os mesmos dados para a Argamassa B, mantendo um padrão semelhante ao da Argamassa A. A distribuição das horas de exposição dentro da isopleta segue a mesma tendência, com destaque para os meses de março e novembro.

Tabela 6 – Distribuição mensal das horas dentro da isopleta para formação de fungos na fachada norte com diferentes sistemas de pintura – Argamassa B.

ARGAMASSA B			
Mês	Pintura Comum	Pintura Standard	Sem Pintura
JAN	243	243	277
FEV	252	247	264
MAR	398	392	445
ABR	189	191	209
MAI	181	183	181
JUN	67	73	63
JUL	25	27	24
AGO	45	43	45
SET	89	90	94
OUT	271	273	289
NOV	404	382	442
DEZ	363	345	402
TOTAL	2527	2489	2735

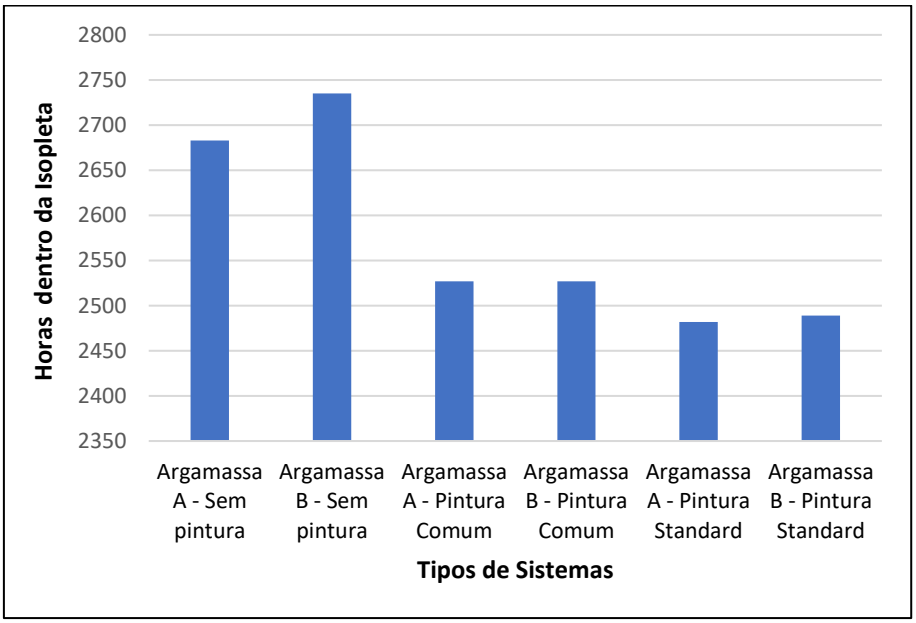
Fonte: Os autores (2025).

A diferença entre os valores totais para os dois tipos de argamassa é pouco expressiva, indicando que o tipo de argamassa não influencia de maneira significativa a criação de

condições favoráveis ao crescimento microbiológico. O fator predominante na redução dessas condições é o tipo de pintura, sendo que as superfícies sem pintura permanecem mais suscetíveis ao desenvolvimento de fungos.

A Figura 6 apresenta a comparação entre os dois tipos de argamassa (Argamassa A e Argamassa B) considerando diferentes sistemas. As superfícies sem pintura apresentam a maior quantidade de horas dentro da isopleta. A pintura reduz as condições favoráveis ao crescimento microbiológico. A Argamassa B sem pintura apresenta os maiores valores. A maior porosidade pode aumentar a retenção de umidade e favorecer a permanência das condições ideais para o crescimento de fungos. A aplicação de pintura reduz essa diferença. O tipo de pintura influencia mais do que a composição da argamassa na redução da umidade superficial e na prevenção da proliferação microbiológica.

Figura 6 – Distribuição da Frequência de horas dentro da isopleta na Fachada Norte em Diferentes Sistemas.



Fonte: Os autores (2025).

Os meses de maior ocorrência de quase-condensação (março, novembro e dezembro) coincidem com os meses em que as fachadas apresentam maior tempo dentro da isopleta para a formação de fungos, indicando que a umidade superficial desempenha papel essencial no favorecimento da atividade microbiológica.

Superfícies sem pintura apresentam os maiores valores tanto para quase-condensação quanto para as horas dentro da isopleta, reforçando que a retenção prolongada de umidade pode criar um ambiente propício ao crescimento fúngico. A aplicação de tintas, especialmente a Pintura Standard, reduz significativamente esses valores, atuando como uma barreira contra a umidade e minimizando a exposição prolongada a condições críticas para a proliferação microbiológica.

A argamassa B sem pintura apresenta maior tempo dentro da isopleta, apesar de registrar menor quantidade de horas de quase-condensação em comparação à argamassa A. Isso sugere que, embora a quase-condensação represente um indicativo importante da umidade superficial, outros fatores, como porosidade da argamassa e taxa de secagem, influenciam a retenção de umidade no material, mantendo condições favoráveis ao crescimento microbiológico por períodos prolongados, mesmo sem a ocorrência expressiva de condensação.

CONCLUSÕES

A análise da condensação e do desenvolvimento de microrganismos em fachadas por simulação higrotérmica indica que os sistemas de pintura reduzem a quase-condensação e limitam as condições favoráveis ao crescimento microbiológico, conforme indicado pelas isopletas. As principais conclusões são:

a) A pintura atua como barreira ao transporte de umidade, reduzindo a absorção de água. A Pintura Standard, por apresentar maior fator de resistência à difusão de vapor, minimiza a penetração da umidade, reduzindo as horas de quase-condensação e o tempo dentro da isopleta para a formação de fungos.
b) A argamassa sem pintura retém mais umidade, tornando-se a região mais crítica para a retenção de água. Isso aumenta as horas de quase-condensação e o tempo de exposição dentro da isopleta para a formação de fungos. A aplicação de pintura reduz esses efeitos, com maior eficiência da Pintura Standard.
c) O tipo de argamassa influencia menos do que o sistema de pintura na umidade e proliferação microbiológica. As diferenças entre argamassa A e argamassa B são pouco expressivas quando há pintura. Sem pintura, a argamassa B apresenta maior tempo dentro das isopletas, o que pode estar relacionado ao seu maior coeficiente de absorção capilar, favorecendo a retenção de umidade.
d) Os meses com maior ocorrência de quase-condensação coincidem com os meses de maior tempo dentro das isopletas (março, novembro e dezembro), refletindo a influência da umidade elevada e da baixa radiação solar sobre as fachadas.

REFERÊNCIAS

[1] MOTA, L. M. G. **Estudo da iniciação e da propagação da degradação de fachadas com revestimento em argamassa.** 2021. 106 f. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil) – Universidade de Brasília, Brasília, 2021.

[2] QUERUZ, F. **Contribuição para identificação dos principais agentes e mecanismos de degradação em edificações da Vila Belga.** 2007. 135 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

[3] SANTOS, M. J. B. O. **Catalogação de patologias em fachadas de edifícios residenciais de Brasília.** 2017. 112 f. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil) – Universidade de Brasília, Brasília, 2017.

[4] ROMEIRO, T. R. L. M. **Quantificação em fachadas com revestimento em argamassa e pintura – Estudo de caso em Brasília – DF.** 2023. 128 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade de Brasília, Brasília, 2023.

[5] BAUER, E.; SOUZA, J. S.; MOTA, L. M. G. Degradação de fachadas revestidas em argamassas nos edifícios de Brasília, Brasil. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 21, n. 4, p. 23-43, out./dez. 2021.

[6] SATO, N. M. N.; UEMOTO, K. L.; SHIRAKAWA, M. A.; SAHADE, R. F. Condensação de vapor de água e desenvolvimento de microorganismos em fachadas de edifícios: estudo de caso. In: ENCONTRO NACIONAL DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 9., 2002, Foz do Iguaçu. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2002. p. 1191-1198.

[7] JORNE, F. J. F. **Análise do comportamento higrotérmico de soluções construtivas de paredes em regime variável.** 2010. 144 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2010.

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

[9] RORIZ, M. **Arquivos Climáticos de Municípios Brasileiros.** ANTAC – Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2012.

[10] GROSSI, M. V. F. Análise de manifestações patológicas decorrentes da condensação de vapor de água. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DAS CONSTRUÇÕES – CBPAT, 3., 2018, Campo Grande**. Anais...** Campo Grande: CBPAT, 2018. p. 252-262.

[11] VIEIRA, V. C.; WESTPHAL, F. S. Influência de elementos externos nos fatores que geram o surgimento e crescimento do mofo. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17., 2018, Foz do Iguaçu. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2018.

[12] BAUER, E.; NASCIMENTO, M. L. M.; CASTRO, E. K. **Parâmetros e ensaios físicos de materiais e componentes da fachada.** 2015. Relatório Interno – Laboratório de Ensaio de Materiais (LEM) – Universidade de Brasília.

[13] ZANONI, V. A. G. **Influência dos agentes climáticos de degradação no comportamento higrotérmico de fachadas em Brasília.** 2015. 178 f. Tese (Doutorado) – Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

[14] NASCIMENTO, M. L. M. **Aplicação da simulação higrotérmica na investigação da degradação de fachadas de edifícios.** 2016. 119 f. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil) – Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Brasília, 2016.

[15] PIAZZAROLLO, C. B. **Estudo da evolução e da gravidade da degradação nas diferentes zonas componentes da fachada.** 2019. 127 f. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil) – Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Brasília, 2019.

[16] ANDRADE, D. T. **Modelação da degradação de fachadas a partir de parâmetros obtidos da simulação higrotérmica para os edifícios de Brasília.** 2022. 135 f. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil) – Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Brasília, 2022.

[17] SOUZA, J. S. **Impacto dos fatores de degradação sobre a vida útil de fachadas de edifícios.** 2019. 198 f. Tese (Doutorado em Estruturas e Construção Civil) – Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Brasília, 2019.

[18] SANTOS, J. W. A. **Aplicação da simulação higrotérmica para o estudo e previsão de manchas de natureza biológica em fachadas.** 2023. Monografia (Projeto Final 2 em Sistemas Construtivos e Materiais) – Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2023.