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

HIDROFUGANTES EM ARGAMASSAS: DESEMPENHO SOB CONDIÇÕES DA AMAZÔNIA BRASILEIRA

Water repellents in mortars: performance under conditions of the Brazilian Amazon

GABRIELA F.P. DA SILVA[1], MEL C. DANTAS[2], ISAURA N. L. PAES[3]
[1] Universidade Federal do Pará/UFPA, gabriela.freiresilva@gmail.com
[2] Universidade Federal do Pará/UFPA, melcdantas@gmail.com
[3] Profª. Drª, Universidade Federal do Pará/UFPA, isaurapaes@ufpa.br

RESUMO
Esta pesquisa avaliou o desempenho de produtos hidrofugantes em argamassas de revestimento externo na região metropolitana de Belém a partir de sua interação com os mecanismos de transporte de umidade e sua potencial ação hidrofóbica, sendo fundamental para minimizar os fenômenos de deterioração que tange às condições climatológicas singulares da região amazônica. Para tanto, foram realizados ensaios de caracterização das argamassas nos estados frescos, propriedades mecânicas e avaliações de desempenho relacionadas aos mecanismos de absorção de água, permeabilidade, ângulo de contato e avaliação de biodeterioração. Percebeu-se que a forma de atuação dos produtos hidrofugantes tem impacto direto sobre o desempenho dos revestimentos em função da alteração microestrutural.

Palavras-chave: Argamassas. Porosidade. Hidrofugante. Revestimento.

ABSTRACT
This research evaluated the performance of water repellent products in external coating mortars in the metropolitan region of Belém based on their interaction with moisture transport mechanisms and their potential hydrophobic action, which is essential to minimize deterioration phenomena related to the unique climatic conditions of the Amazon region. To this end, tests were carried out to characterize the mortars in their fresh state, as well as mechanical properties and performance evaluations related to water absorption mechanisms, permeability, contact angle and biodeterioration evaluation. It was observed that the way in which the water repellent products act has a direct impact on the performance of the coatings due to the microstructural alteration.

Key-words: Mortars. Porosity. Water repellents. Coating.

Como citar:
SILVA, G.F.P.; DANTAS, M.C.; PAES, I.N.L. Hidrofugantes em argamassas: desempenho sob condições da Amazônia Brasileira. In: XV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 2025, Porto Alegre. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2025.

INTRODUÇÃO

A durabilidade e a preservação das argamassas de revestimento são aspectos fundamentais para a longevidade e manutenção das edificações [1], especialmente em regiões tropicais, onde as condições ambientais são particularmente severas. Na Amazônia Brasileira, marcada por altas temperaturas, umidade elevada e chuvas frequentes, as superfícies revestidas estão constantemente expostas a agentes degradantes que favorecem o surgimento de microorganismos, florescência, manchamentos e infiltrações que comprometem a estética e a vida útil das edificações ao longo do tempo [2].

A eficácia das argamassas pode ser significativamente afetada pela interface entre os sistemas, porosidade dos materiais e pelas condições ambientais adversas da microrregião [3]. A degradação dos elementos de construção é um processo natural cuja velocidade varia conforme as condições de exposição, a suscetibilidade intrínseca e as intervenções de manutenção, sejam preventivas ou corretivas [1]. Argamassas com alta porosidade tendem a absorver mais água, resultando em danos como fissuras, eflorescência e degradação dos componentes conforme observado por Salomão [4]. Diante do exposto, a aplicação de produtos hidrofóbicos emerge como uma solução eficaz para mitigar esses problemas, criando uma barreira repelente à água e aumentando a durabilidade das argamassas.

Para melhorar a resistência das argamassas, é essencial buscar uma mistura dos materiais constituintes que favoreça o maior empacotamento das partículas, reduzindo o volume e a dimensão dos poros. Neste sentido, a utilização de materiais hidrofugantes é crucial para maximizar essa barreira de proteção [5]. Além disso, esses materiais têm se mostrado promissores ao alterar significativamente a interação dos microrganismos com as superfícies revestidas. As aplicações podem ser feitas de duas maneiras: incorporando-os diretamente à mistura da argamassa plástica no momento de sua dosagem ou aplicando-os na superfície do revestimento já endurecido, como barreira de proteção superficial/pós-tratamento. Cada método possui características e mecanismos de ação distintos que podem influenciar a performance final do revestimento.

Entretanto, a eficiência dos produtos hidrofóbicos está intimamente ligada à porosidade das argamassas e sua compatibilidade com os constituintes do aditivo hidrofugante, bem como, às condições ambientais específicas do local de aplicação. Segundo Silva [6], argamassas com diferentes composições e graus de porosidade respondem de maneira distinta à aplicação de agentes hidrofóbicos.

Gomes *et al.* [7], destacam ainda, que a implementação de técnicas adequadas de projeto, instalação, inspeção e manutenção podem reduzir significativamente o índice de falhas de impermeabilização e os custos de reparo. Segundo os referidos autores, a correta escolha de materiais, juntamente com a habilidade da mão-de-obra na aplicação é fundamental para garantir o desempenho adequado destes materiais nas edificações.

Pelo exposto e tendo em vista a importância do tema, este estudo tem como objetivo avaliar a eficácia de materiais hidrofóbicos em argamassas de revestimento externo na região Amazônica, correlacionando as características de absorção e movimentação de água com a porosidade das argamassas e as formas de utilização dos produtos, bem como, interligar tais

fatores as condições ambientais específicas da região que impactam diretamente no desempenho do sistema de revestimento que compõe as fachadas.

PROGRAMA EXPERIMENTAL: MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia adotada neste estudo foi estruturada em três etapas principais, abrangendo a caracterização dos materiais, a preparação e aplicação das argamassas simulando condições reais, bem como a execução de ensaios para avaliação do desempenho dos produtos hidrofóbicos. As etapas foram desenhadas para garantir a precisão e a reprodutibilidade dos resultados seguindo as normas técnicas pertinentes.

CARACTERIZAÇÃO DOS MATERIAIS

Os materiais utilizados foram cimento Portland CP-IV- 32, bloco cerâmico de vedação (6 furos), agregado miúdo natural quartzoso, aditivo plastificante e dois tipos de aditivos hidrofugantes, sendo: um adicionado à mistura da argamassa no estado plástico (dosagem) e, outro, aplicado na superfície da argamassa endurecida (como proteção superficial) e água potável, com temperatura de 28°C e pH de 6.

CIMENTO PORTLAND

Neste estudo se utilizou o cimento Portland CP IV-32. Em geral, ao se realizar uma pesquisa se busca empregar cimentos mais puros como, por exemplo, o CP V-ARI ou o CP II-F, no entanto, como esta investigação teve como origem uma demanda das construtoras localizadas na região metropolitana de Belém, houve a solicitação pelo uso dos materiais que seriam facilmente comercializados na referida localidade. Assim, os resultados dos ensaios de caracterização do cimento são mostrados na Tabela 1.

Tabela 1 – Caracterização do cimento Portland (CP-IV-32).

Análise Química						
Al_2O_3	SiO_2	Fe_2O_3	CaO	MgO	SO_3	Na_2O
10,8	36,8	3,4	37,8	4,1	2,2	0,1
Ensaios Físicos				Normatização		Resultados
Massa específica (g/cm³)				NBR 16605 [8]		2,72
Superfície Específica Blaine (m²/kg)				NBR 16372 [9]		455,2

Fonte: Os autores (2025).

BLOCOS CERÂMICOS

Foram utilizados blocos cerâmicos de vedação para a composição dos painéis-teste e para a aplicação da argamassa em blocos isolados. A Tabela 2 apresenta a caracterização dos referidos blocos.

Tabela 2 – Caracterização dos blocos cerâmicos.

Bloco cerâmico de vedação				
Largura (cm)	Altura (cm)	Comprimento (cm)	Índice de Absorção de Água NBR 15270-1 [10] (%)	Resistência à compressão axial NBR 15270-2 (MPa)
9,0	14,0	19,0	11,20	0,76

Fonte: Os autores (2025).

AGREGADO MIÚDO

O agregado miúdo utilizado nos traços de argamassa foi a areia natural quartzosa, bastante fina e característica da região, comercializada na zona metropolitana de Belém-PA. Foram realizados os ensaios de caracterização apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Caracterização da areia.

Característica analisada	Normatização	Resultados
Dimensão máxima		0,6 mm
Módulo de finura	NBR 17054 [11]	1,3
Graduação		Fina
Massa unitária (MU)	NBR 16972 [12]	1,62 g/cm³
Índice de vazios		34,51%
Massa específica (ME)	NBR 16916 [13]	2,51 g/cm³
Impurezas orgânicas	NBR 17053 [14]	Teor médio

Fonte: Os autores (2025).

ADITIVO PLASTIFICANTE E PRODUTOS HIDROFUGANTES

Foram executadas 3 argamassas: Uma de referência (com incorporação de aditivo plastificante - REF) tendo este, segundo o fabricante, ação surfactante, pois, tem a capacidade de reduzir a tensão superficial da água e, assim, possibilita um melhor espalhamento da argamassa à base; a segunda, foi a argamassa com aditivo hidrofugante adicionado, conjuntamente, com os demais componentes no momento da mistura – ARG HID 1) e, uma terceira argamassa, com composição similar a de referência, porém, com a aplicação de um aditivo hidrofugante sobre a superfície do revestimento endurecido, agindo como uma barreira de proteção superficial – ARG HID 2).

Tabela 4 – Caracterização do cimento Portland (CP-IV-32).

Características analisadas	Aditivo plastificante	Aditivo hidrofugante 01	Aditivo hidrofugante 02	
Massa específica	1,2 g/cm³	1,05 kg/l	Diluente	Produto semipronto solúvel em água
Ph	-	8,5 - 11,5	Aspecto	Pó
Especificações	Líquido cor amarronzada	Solução aquosa de silicatos coloidais	Composição	Polímeros, cimento, resinas, cargas minerais e aditivos especiais.

Fonte: Os autores (2025).

CARACTERIZAÇÃO DO ESTADO FRESCO

A determinação do traço das argamassas (Tabela 5) foi definida com base no método de Selmo [15]. Para a argamassa de referência (REF) e a argamassa com o hidrofugante aplicado como pós-tratamento (ARG HID 2), utilizou-se o aditivo plastificante, componente comum em argamassas de revestimento na região Amazônica.

Tabela 5 – Traços das argamassas.

Argamassa	Cimento		Areia		a/c		Aditivo Plastificante	Aditivo Hidrofugante 01	Aditivo Hidrofugante 02
Argamassa de Referência (REF)	1	:	3,22	:	0,69	:	0,00419	-	-
Argamassa Hidrofugante 01 (ARG HID 1)	1	:	3,22	:	0,65	:	-	0,00189	-
Argamassa Hidrofugante 02 (ARG HID 2)	1	:	3,22	:	0,69	:	0,00419	-	Aplicado na superfície endurecida 3 demãos (intervalo de 4 horas cada)

Fonte: Os autores (2025).

A argamassa que teve a aplicação do hidrofugante 02 tem a mesma composição da argamassa de referência, porém, com o referido hidrofugante aplicado sobre a sua superfície, logo, ambas as argamassas (REF e ARG HID 2) têm as mesmas características no estado plástico.

Tabela 6 – Caracterização das argamassas no estado fresco.

Características analisadas	Normatização	Resultados REF/ ARG HID 2	Resultados ARG HID 1
Índice de consistência	NBR 13276 [16]	29,70 cm	31,25 cm
Densidade de massa	NBR 13278[17]	1,90 g/cm³	2,03 g/cm³
Ar incorporado		13,52%	14,92%
Retenção de água	NBR 13277 [18]	79%	81%
Resistência ao cisalhamento	ASTM D 4648 [19]	1,58 kPa	1,60 kPa

Fonte: Os autores (2025).

.

CARACTERIZAÇÃO NO ESTADO ENDURECIDO

Foram realizados ensaios da argamassa no estado endurecido, sendo eles de resistência à tração na flexão e o coeficiente de capilaridade. Os resultados médios podem ser analisados conforme a Tabela 7.

Tabela 7 – Caracterização das argamassas no estado endurecido.

Tração na Flexão (MPa) NBR 13279 [20]			Coeficiente de capilaridade (g/cm²) NBR 15259 [21]		
	REF/ ARG HID 2	ARG HID 1		REF/ ARG HID 2	ARG HID 1
Média	1,25	2,17	Média	1,19	0,92
DP	0,11	0,09	DP	0,11	0,07
CV (%)	8,91	4,02	CV (%)	9,28	7,84

Fonte: Os autores (2025).

AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO

Para simular condições climáticas agressivas, foram executados painéis-teste (Figura 1) submetidos a ciclos de molhagem diários (30 minutos, 5 dias por semana, ao longo de 2 meses). Após esse período, análises instrumentais e visuais foram realizadas para avaliar o desempenho do hidrofugante com os indicadores climáticos. Entre as análises instrumentais, utilizou-se termômetro digital para a temperatura média, aplicativo móvel online para medir a umidade, e o monitoramento da fissuração com uso de lupa e fissurômetro para a quantificação da soma dos comprimentos das fissuras em relação à área do painel.

Figura 1 – Painel-teste para ciclos de molhagem.



Fonte: Os autores (2025).

Além disso, foram realizados ensaios para avaliar a hidrofobicidade, permeabilidade pelo método do cachimbo e o cálculo da eficácia conforme CSTC – *Centre Scientifique at Technique de la Construction* da Bélgica nº 140/2002 [22], e a resistência de aderência conforme NBR 13528 [23].

Segundo o CSTC, a eficácia é uma razão percentual entre a diferença da água absorvida em um determinado intervalo de tempo antes (AbsNT) e após tratamento (AbsT) com o aditivo hidrofugante, relativamente à absorção antes do tratamento (Abs^{NT}), conforme a Equação 1.

.

$$Eabs\ (\%) = \frac{AbsNT - AbsT}{AbsNT}\ x\ 100 \quad (1)$$

Para avaliar a hidrofobicidade e a mensuração do ângulo de contato das argamassas, foram utilizadas uma microseringa para aplicação das gotas de água e um microscópio digital de 2.0 megapixels e ampliação de 1000x para a visualização e captura do ângulo formado (Figura 2). A medição dos ângulos foi realizada por meio do software Corel Draw X4.

Figura 2 – Captura do ângulo de contato.



Fonte: Os autores (2025).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

ANÁLISES VISUAIS E INSTRUMENTADAS

Pesquisas de Moura [24] e Janch [25] relatam a influência das condições ambientais no desempenho das argamassas expostas a condições nocivas externas, especialmente, quando se avalia temperatura e umidade relativa. Assim, para o diagnóstico sobre o comportamento dos painéis mediante fatores externos ambientais, julgou-se importante a verificação de indicadores climáticos que mensuraram as características que o revestimento estaria submetido, conforme apresentado na Tabela 8.

Tabela 8 – Indicadores climáticos e de desempenho.

Análise	Método de avaliação	Arg. Ref.	Arg. Hid. 01	Arg. Hid. 02
Umidade média do ar	aplicativo móvel on-line		79,75%	
Temperatura média	termômetro digital a laser	29,25 ºC	28,47 ºC	29,35 ºC
Alteração microbiológica aparente	inspeção visual	Não apresentou	Não apresentou	Não apresentou
Formação de gotas	inspeção visual	Não apresentou	Não apresentou	Apresentou
Fissuração	inspeção visual e fissurômetro	0,10 mm	0,10 mm	0,10 mm
Pulverulência	inspeção tátil	Não apresentou	Não apresentou	Não apresentou

Fonte: Os autores (2025).

.

As análises visuais e instrumentadas revelaram que as argamassas de revestimento foram submetidas a condições ambientais severas, com umidade média de 79,75% e temperatura média de 29,25°C, típicas do clima amazônico. Apesar dessas condições favoráveis à proliferação de microrganismos, não foram detectadas alterações microbiológicas visíveis, devido ao período curto de análise nessa pesquisa. Conforme Paes et al. [26], é necessário um período superior a 260 dias para percepções visíveis de alteração microbiológica. Além disso, apesar da ausência de tais alterações externas visíveis a “olho nu”, não foi descartada uma possível formação de microrganismos em virtude de a metodologia adotada ter sido qualitativa, sem uso de técnicas mais específicas como, por exemplo, uma análise microbiológica interna, conforme indicam os estudos de Costa et al.[27] e Silva et al.[28].

Em relação ao desempenho de proteção externa, a argamassa com hidrofugante 02 apresentou formação de gotas, indicando repelência à água e comportamento hidrofóbico, enquanto que a argamassa de referência e argamassa com hidrofugante 01 não mostraram esse efeito. A presença de áreas de molhabilidade na argamassa hidrofugante 02 (Figura 3) sugere que, apesar de sua repelência à água, a rugosidade superficial irregular pode ter prejudicado o desempenho total do aditivo hidrofugante. A presença de áreas de acabamento não uniformes e estrutura porosa superficial afeta a profundidade de penetração do agente hidrofugante que compõe o aditivo, gerando resultados menos satisfatórios de impermeabilização [29][30].

Figura 3 – Regiões com molhabilidade.



Fonte: Os autores (2025).

PERMEABILIDADE PELO MÉTODO DO CACHIMBO

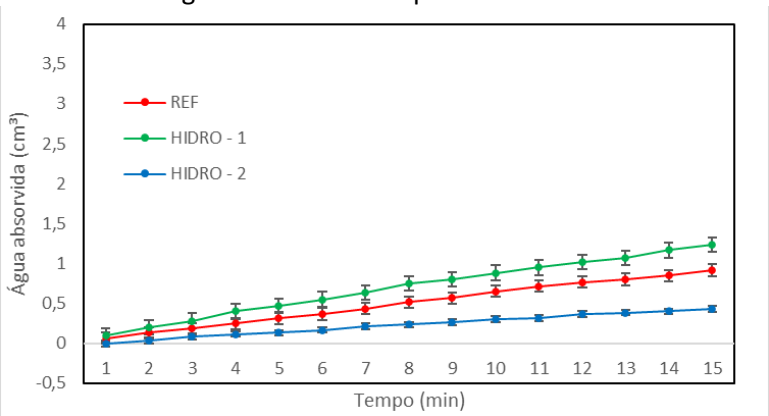
A análise estatística da permeabilidade pelo método do cachimbo mostrou que a argamassa 02 (ARG HID 2) teve a menor absorção de água, com eficácia de 55% (classificação D) conforme a Tabela 9 [22]. A argamassa hidrofugante 01 (ARG HID 1), por sua vez, apresentou maior permeabilidade que a argamassa de referência (REF), possivelmente devido ao mecanismo de ação do hidrofugante 01, que atua internamente na estrutura porosa, alterando a tensão superficial. A argamassa hidrofugante 02, com aplicação superficial, formou uma película protetora que dificultou a penetração da água, resultando em maior repelência. O comparativo de permeabilidade pode ser observado na Figura 4.

Tabela 9 – Eficácia conforme CSTC.

Classe	Eficácia calculada
A	E 95%
B	85% < E < 95%
C	75% < E< 85%
D	E < 75%

Fonte: CSTC (2002).

Figura 4 – Análise de permeabilidade.

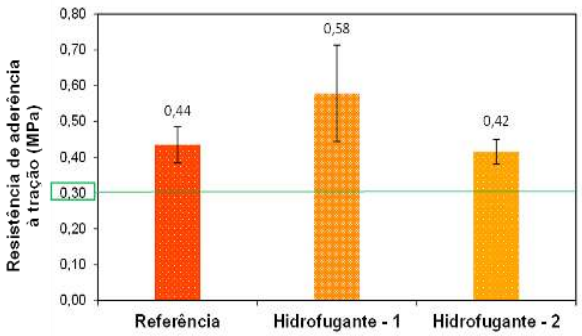


Fonte: Os autores (2025).

RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA À TRAÇÃO DIRETA

Na avaliação da resistência de aderência à tração direta, todas as argamassas atenderam à norma NBR 13749 [31] (Figura 5), com resistência mínima de 0,30 MPa. A argamassa 01 apresentou maior resistência de aderência (34% superior à argamassa de referência e argamassa hidrofugante 02), devido ao mecanismo de ação do hidrofugante 01, que facilita a ancoragem ao substrato. Já a argamassa com tratamento superficial mostrou resistência semelhante à argamassa de referência, mas possivelmente foi afetada por fissuras decorrentes da interação com o ambiente, uma vez que as variáveis atmosféricas, como umidade e temperatura influenciam diretamente o desempenho dos materiais de construção ao longo do tempo [2].

Figura 5 – Análise de resistência de aderência.



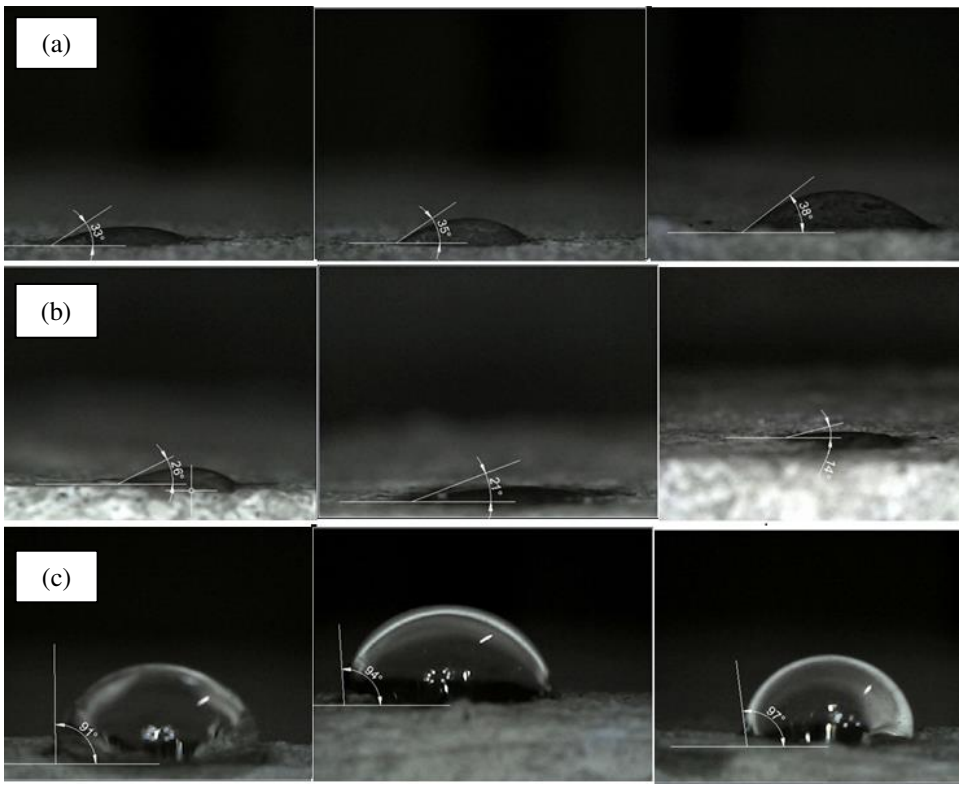
Fonte: Os autores (2025).

.

ÂNGULO DE CONTATO E SUPERFÍCIE DE MOLHABILIDADE

A análise do ângulo de contato confirmou que a argamassa hidrofugante 02 é hidrofóbica (ângulo > 90°), enquanto a argamassa de referência e argamassa hidrofugante 01 na realidade são hidrofílicas (ângulo < 90°), conforme observado na Figura 6. A argamassa com hidrofugante na mistura apresentou menor ângulo de contato, alinhado com sua maior permeabilidade. Já a argamassa com a aplicação no estado endurecido mostrou repelência à água, corroborando os resultados de baixa permeabilidade e formação de gotas.

Figura 6 – Ângulo de contato formado sobre as superfícies dos revestimentos aplicados sobre os blocos (a) Argamassa de Referência. (b) Arg. Hidrof. 01. (c) Arg. Hidrof. 02.



Fonte: Os autores (2025).

Vale destacar que foram usados três pontos por amostra, nas diferentes idades. Nas imagens coletadas se verificou que a angulação da gota tem certa variabilidade à medida que se muda a região de aplicação. Possivelmente, isto ocorre pela falta de uniformidade da rugosidade e porosidade das amostras. Para melhor acomodação da gota, o líquido segue as ondulações da superfície sólida onde, quanto maior for essa rugosidade, menor será o ângulo de contato aparente.

CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos, percebe-se que o desempenho das argamassas de revestimentos está diretamente relacionada ao mecanismo de ação desses aditivos hidrofugantes e à sua interação com a microestrutura do material. A pesquisa demonstrou

que a forma de atuação desses produtos influencia significativamente as propriedades de hidrorrepelência, absorção de água e resistência à aderência, aspectos essenciais para minimizar os fenômenos de deterioração em condições climáticas agressivas, como na Amazônia. A argamassa com hidrofugante 02, aplicado superficialmente, mostrou-se eficaz na criação de uma barreira hidrofóbica, reduzindo a absorção de água, enquanto a argamassa com hidrofugante 01 com ativação interna, destacou-se pela maior resistência de aderência no substrato. Esses resultados reforçam a importância de alinhar as características dos aditivos hidrofugantes às necessidades específicas do projeto e ao ambiente de exposição, garantindo assim um desempenho otimizado e maior durabilidade dos revestimentos. Portanto, a escolha do aditivo deve considerar não apenas a capacidade de repelir água, mas também a compatibilidade com a estrutura da argamassa e as condições climáticas locais, assegurando a eficácia do sistema de proteção.

REFERÊNCIAS

[1] HERMANN, T. D.; MOHAMAD, G.; LIMA, R. C. A.; NETO, A. B. S.; LÜBECK, A. **Avaliação do comportamento de estanqueidade à água de argamassas e hidrorrepelentes - Parte II**. Revista Matéria, v.24, n.4.

[2] SOUZA, R. B.; REBOITA, M. S.; WERLE, A. P.; COSTA, E. B. C. **Influência das variáveis atmosféricas na degradação dos materiais da construção civil.** Revista Eletrônica de Engenharia Civil, v.13, n.1.

[3] SOCOLOSKI, R. F.; **Indicadores para avaliação de anomalias em fachadas com revestimento de argamassa.** Tese. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2021.

[4] SALOMÃO, M. C. F. **Estudo da estrutura das argamassas de revestimento e sua influência nas propriedades de transporte de água**. Tese. Universidade de Brasília, Brasília, Distrito Federal, 2016.

[5] SOUSA, A. H. F.; GONÇALVES, N. A. A.; MONTEIRO, V. I.; SANTOS, C. Q.; PAES, I. N. **Avaliação da absorção capilar de água de diferentes argamassas e sua relação com a microestrutura**. In: XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS. Anais. João Pessoa, 03-05 de outubro de 2023.

[6] SILVA, G. P. **Intervenção em manifestações patológicas devido a ascensão por capilaridade por capilaridade com material hidrofugante: estudo de caso**. 2022. Trabalho de conclusão de curso bacharelado em Engenharia Civil, Faculdade Centro Universitário do Planalto Central UNICEPLAC, Gama, Distrito Federal, 2022.

[7] GOMES, L. C. F.; GOMES, H. C.; REIS, E. D. **Surface Waterproofing Techniques: A Case Study in Nova Lima, Brazil**. Preprints (www. Preprints.org) – not peer-reviewed – Posted: 2 June 2023. Doi: 10.20944/preprints202306.0198.v1.

[8] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.NBR **16605**: Cimento Portland e outros materiais em pó – Determinação da massa específica. Rio de Janeiro, 2017.

[9] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.NBR **16372**: Cimento Portland e outros materiais em pó – Determinação da finura pelo método de permeabilidade ao ar (método de Blaine). Rio de Janeiro, 2015.

[10] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.NBR **15270-2**: Componente cerâmicos – Blocos e tijolos para alvenaria. Parte 2: Métodos de ensaios. Rio de Janeiro, 2023.

[11] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.NBR **17054**: Agregados – Determinação da composição granulométrica – Método de ensaio. Rio de Janeiro, 2022.

[12] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.NBR **16972**: Agregados – Determinação da massa unitária e do índice de vazios. Rio de Janeiro, 2021.

[13] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.NBR **16916**: Agregado miúdo – Determinação da densidade e da absorção de água. Rio de Janeiro, 2021.

[14] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.NBR **17053**: Agregado miúdo – Determinação de impurezas orgânicas. Rio de Janeiro, 2022.

[15] SELMO, S. M. S. **Dosagem de Argamassa de Cimento Portland e Cal Para Revestimento Externo de Fachadas dos Edifícios**. São Paulo, 1989. 227 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.

[16] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.NBR **13276**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação do índice de consistência. Rio de Janeiro, 2016..

[17] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.NBR **13278**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da densidade de massa e do teor de ar incorporado. Rio de Janeiro, 2005.

[18] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.NBR **13277**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da retenção de água. Rio de Janeiro, 2005.

[19] AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM D 4648**: Standard test methods for laboratory miniature vane shear test for saturated fine- grained soil. Pennsylvania, 2024.

[20] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.NBR **13279**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão. Rio de Janeiro, 2005.

[21] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.NBR **15259**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da absorção de água por capilaridade e do coeficiente de capilaridade. Rio de Janeiro, 2005.

[22] CENTRE SCIENTIFIQUE et TECHNIQUE DE LA CONSTRUCCION – CSTC (2002), Hidrofuges de surface, Bruxelles, 51 p. (Note D'informationTechnique – NIT n. 224 – remplace la NIT n. 140).

[23] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.NBR **13528-3**: Revestimento de paredes de argamassas inorgânicas – Determinação da resistência de aderência à tração - Parte 3: Aderência superficial. Rio de Janeiro, 2019.

[24] MOURA, C. B. **Aderência de revestimentos externos de argamassa em substratos de concreto: influência das condições de temperatura e ventilação na cura do chapisco**. Dissertação de Mestrado. Departamento de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Porto Alegre/RS, 2007.

[25] JANTCH, L. M. **Análise do desempenho das argamassas estabilizadas submetidas a tratamento superficial com aditivos cristalizantes.** 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). 2015

[26] PAES, I.; OLIVEIRA, E.; CORREA, E. **Desempenho de hidrofugante de superfície em habitação de interesse popular: estudo de caso**. In: CONGRESSO DE CONSTRUÇÃO CIVIL. CONSTRUÇÃO 2020. Anais. Brasília-DF, 28 e 29 de maio, 2020.

[27] COSTA, Marcondes L. da; SANJAD, Thais A.B.C. and PAIVA, Rosildo S. **The mineralogy and chemistry of the German and Portuguese tiles used to face a historic building in the Amazon region and their natural susceptibility to tropical weathering.** In: Acta Amaz [online], 2013, vol.43, n.3, pp. 323-330

[28] SILVA, M. da.; SILVA, T. da.; LOBO, S.; SOUZA, K.; BATISTA, A.; PAES, I. **Hidrofugante de Superfície: Avaliação da capacidade de barrar o ingresso da água em Argamassa de Revestimento**. Congresso Brasileiro de Patologia das Construções. Anais, Campo Grande, MS, 2018, p.1-12.

[29] DE CLERCQ, H.; WITTE, E. **Effectiveness of commercial silicon-based water repellents applied under different conditions / Wirksamkeit kommerzieller Hydrophobierungsmittel auf der Basis von Silikon bei unterschiedlichen Anwendungsbedingungen**. Restoration of Buildings and Monuments, 2014, v.8, p.149-164.

[30] CHEN, X.; KOCK, T.; CNUDEE, V.; BOSSCHE, N. V. D. **The Influence of Material Characteristics and Environmental Circumstances on the Efficiency of Water Repellent Treatments of Historic Facades**. Construction Building Materials, 2023, v.386, n.131610.

[31] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.NBR **13749**: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Especificação. Rio de Janeiro, 2013.