

AVALIAÇÃO DA INCORPORAÇÃO DE ADITIVOS QUÍMICOS PLASTIFICANTES EM ARGAMASSAS SEM CAL PARA REVESTIMENTOS DE PAREDE

M. S. L. Moraes¹, S. K. M. S. Portilho¹, C. C. Rosa¹ e A. M. Oliveira²

¹ *Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal do Pará, Canteiro de Obras UHE, Tucuruí, PA, Brasil*

² *Escola de Engenharia Civil e Ambiental (EECA), LABITECC – Laboratório de Inovação Tecnológica na Construção Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, GO, Brasil*

Palavras-chave: Argamassa, Revestimento, Aditivos Plastificantes.

Resumo. Sabe-se que a composição das argamassas para revestimento de parede e as suas características no estado fresco influenciam nas suas propriedades reológicas, na produtividade da mão de obra, no cronograma de execução do serviço, na qualidade do revestimento executado, e na durabilidade e no desempenho do sistema de vedações verticais como um todo. Argamassas produzidas com cal hidratada são mais plásticas, tem maior retenção de água e tem melhor comportamento quando endurecidas. Contudo, em algumas cidades brasileiras como Tucuruí - PA, não há oferta de cal hidratada. Uma expectativa para melhoria das propriedades dessas argamassas no estado fresco e endurecido é a utilização de aditivos químicos do tipo plastificantes. Desse modo, este trabalho tem como objetivo avaliar a influência de dois aditivos plastificantes, comercializados na região, em relação ao comportamento no estado fresco e endurecido de argamassas cimentícias para revestimento de paredes. Os resultados apresentaram que as argamassas aditivadas tiveram menor densidade de massa e demandaram menor quantidade de água para se obter a mesma consistência, comparativamente à argamassa sem aditivo. Os valores de retenção de água foram próximos para os três tipos de argamassas testadas. Todas as argamassas atenderam ao mínimo estabelecido para resistência de aderência. Por fim, em geral, a argamassa com aditivo *A* teve melhor desempenho, seguida pela argamassa sem aditivo e argamassa com aditivo *B*. Correlações de propriedades no estado endurecido e fresco foram estabelecidas para as argamassas testadas.

Endereços de e-mail: shara.engenhariacivil@gmail.com, marlete.lm@hotmail.com, carolinarosa@ufpa.br, andriellimorais@ufg.br.

EVALUATION OF THE INCORPORATION OF CHEMICAL ADMIXTURES LIME-FREE MORTARS FOR WALL COATINGS

Keywords: Mortar, Coating, Plasticizing Additives.

Abstract. In general, it is known that the composition of mortars for wall coverings and their characteristics in the fresh state influence their rheological properties, labor productivity, service execution schedule, quality of the coating performed, durability and performance of the walls. Mortars produced with hydrated lime are more plastic, have greater water retention and have better behavior when hardened. However, in some Brazilian cities like Tucuruí - PA, there is no supply of hydrated lime. So, an expectation to improve the properties of these mortars in the fresh and hardened state is the use of chemical admixtures, such as plasticizers. Thus, this work aims to evaluate of two plasticizing admixtures, commercialized in the region, in relation to the behavior in the fresh and hardened state of cement mortars for wall coverings. The results showed that the mortars with admixtures had a lower mass density and required less water to obtain the same consistency, compared to the mortar without admixtures. The water retention values were similar for the three types of mortars tested. All mortars met the minimum established for bond strength. Finally, in general, mortar with additive A had the best performance, followed by mortar without a admixtures and mortar with additive B. Correlations of properties in the hardened and fresh state were established for the tested mortars.

1 INTRODUÇÃO

As argamassas de revestimento de parede podem ser industrializadas, usinadas, produzidas ou estabilizadas dentro do próprio canteiro de obras. Podem ser aplicadas de forma manual ou mecanizada [10]. Em sua composição, podem ter agregados naturais, artificiais, minerais, reciclados, fibras, aglomerantes e aditivos químicos [18, 21, 22].

Sabe-se que a composição das argamassas e as suas características no estado fresco influenciam nas suas propriedades reológicas, na produtividade da mão de obra, no cronograma de execução do serviço, na qualidade do revestimento executado (presença de fissuras, redução da resistência de aderência etc.), e na durabilidade e no desempenho do sistema de vedações verticais como um todo.

Dentro desse contexto, argamassas de revestimento estão ligadas a características de conforto dos usuários, estanqueidade, segurança ao fogo e isolamento termoacústico [13].

Normalmente, no Brasil, utiliza-se o cimento Portland e a cal hidratada, como aglomerantes para o preparo de argamassas para revestimento de paredes [22]. A cal hidratada acrescenta melhorias na trabalhabilidade, redução da retração por secagem e melhoria do módulo de elasticidade [16].

Contudo, alguns locais do país não dispõem de cal hidratada ou seu uso torna-se muito oneroso. Por esse motivo, no decorrer dos últimos anos, alguns materiais vêm sendo pesquisados com o intuito de melhorar as propriedades da argamassa de revestimento, tanto no estado fresco, como no estado endurecido [23]. Oliveira *et al.* [19] apontam que foram realizados estudos no Sul, Sudeste e Centro-oeste do Brasil, analisando a viabilidade da utilização do filito (rocha metamórfica e material com menor custo) em substituição à cal. Esse material apresentou comportamento semelhante às argamassas com cal em sua mistura no estado plástico, entretanto, reduziu a resistência de aderência à tração do revestimento e apresentou fissuras.

Paralelo a esse panorama, os aditivos químicos podem agregar características positivas às argamassas, proporcionando melhoria de características como: melhor trabalhabilidade, incorporação de ar e diminuição da segregação [6, 7].

Dentro deste contexto, uma vez que na região de Tucuruí, no estado do Pará, onde se desenvolveu este estudo, não se dispõe facilmente de cal hidratada, buscou-se analisar as propriedades de argamassas de revestimento produzidas no estado fresco e no estado endurecido, a partir da incorporação de dois diferentes aditivos plastificantes. Sendo assim, foram avaliadas algumas propriedades das argamassas de revestimento produzidas no estado fresco, tais como: índice de consistência, teor de ar, massa específica e retenção de água. No estado endurecido, caracterizou-se as argamassas pelos ensaios de resistência à compressão em 3, 7 e 28 dias, resistência de aderência à tração em 28 dias, resistência à tração por compressão diametral em 28 dias, absorção de água por imersão e absorção de água por capilaridade.

2 PROGRAMA EXPERIMENTAL: MATERIAIS E MÉTODOS

Esta é uma pesquisa experimental, conforme a classificação apresentada por [20], e nela foram utilizados ensaios laboratoriais para analisar e comparar as propriedades das argamassas com aditivos e da argamassa com traço convencional 1:3,75, dosadas em laboratório. A sequência operacional do desenvolvimento da metodologia realizada pode ser visualizada no fluxograma da Figura 1.

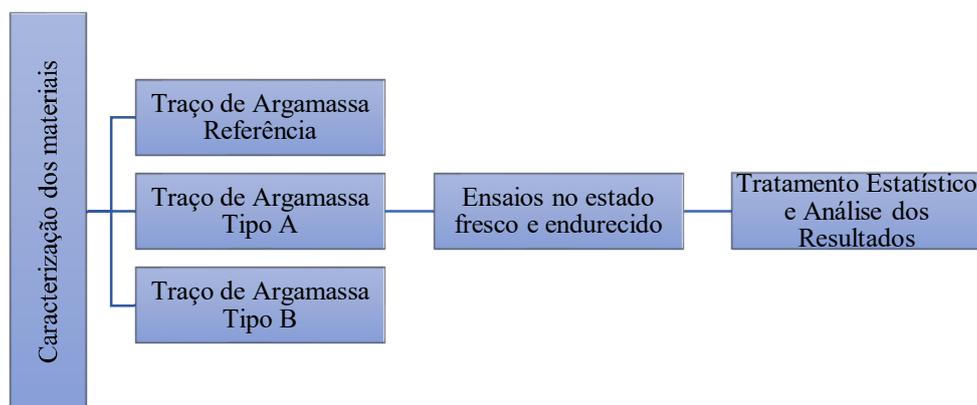


Figura 1: Fluxograma da metodologia adotada

Para a confecção das argamassas optou-se por utilizar cimento do tipo CP IV – 32 [2], por ser um cimento bastante utilizado nas obras correntes da região. O agregado miúdo utilizado na produção das argamassas foi proveniente de leito de rio e classificou-se como agregado miúdo natural de origem quartzosa fina, com módulo de finura de 1,78.

Além dos materiais convencionalmente utilizados em argamassas, cimento, areia e água de amassamento, foram utilizados dois aditivos plastificantes, denominados *A* e *B*, para uso em argamassas. A dosagem adotada foi 1:3,75 em massa (cimento: areia natural), a qual é usualmente empregada na região. Além da dosagem de argamassa de referência (sem aditivos), argamassas com o aditivo plastificante *A* (argamassa Tipo *A*) e *B* (Tipo *B*) foram produzidas.

Para a confecção das argamassas, foram seguidas as seguintes etapas: primeiramente, misturou-se os materiais secos (cimento e agregado miúdo), durante 30 segundos na velocidade de 140 ± 5 rpm em um misturador mecânico tipo argamassa eira; em seguida, adicionou-se 50% da água e homogeneizou-se por mais 30 segundos. Para evitar o acúmulo de material no fundo da cuba, fez-se uma pausa de 50 segundos para a mistura manual com espátula e, após este processo, misturou-se por mais 60 segundos na velocidade de 285 ± 10 rpm, acrescentando simultaneamente a água restante de forma fracionada. No caso das argamassas aditivadas, diluiu-se as quantidades de aditivo de acordo com as recomendações dos fabricantes na água de amassamento, ambos previamente dosados [22].

Na determinação do índice de consistência, fixou-se uma consistência de 26 ± 1 cm para todas as argamassas. Foi determinada a quantidade de água para se obter o índice de consistência, previamente estabelecido [7]. A densidade de massa, o teor de ar pressométrico e gravimétrico e a retenção de água foram medidos [1, 8, 9].

Caracterizou-se as argamassas no estado endurecido, quanto a resistência à compressão nas idades de 3, 7 e 28 dias [2] e resistência de aderência à tração [11]. Para tanto, foram construídas paredes constituídas por blocos cerâmicos para receber as argamassas de revestimento, após chapisco, Figura 2. A parede apresentou dimensões de aproximadamente um metro de altura, dois metros de largura e foi posicionada em ambiente externo. O chapisco teve composição volumétrica de 1:3 (cimento, areia).

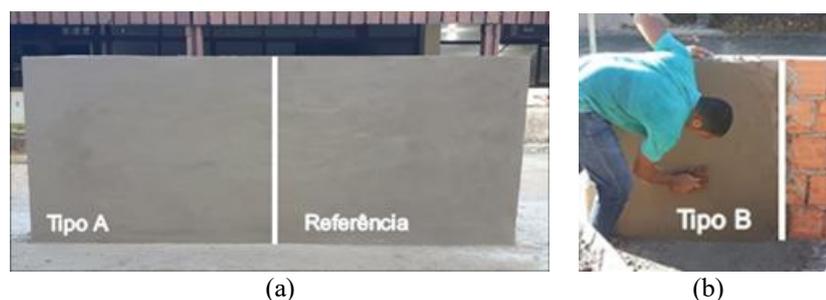


Figura 2: Configuração e disposição das argamassas na parede: (a) com aditivo *A* e sem aditivo (referência); (b) com aditivo *B*

As etapas do ensaio de resistência de aderência seguiram as descrições de norma ABNT NBR 13528:2010 [11] e foi realizado na idade de 28 dias. Por meio de furadeira acoplada a uma broca tipo serra-copo de 50 mm de diâmetro (Figura 3a), colou-se as pastilhas com cola à base de resina epóxi sobre os cortes (Figura 3b). Posteriormente, com o auxílio do dinamômetro de tração, foi feito o arrancamento dos corpos de prova do revestimento (Figura 3c).

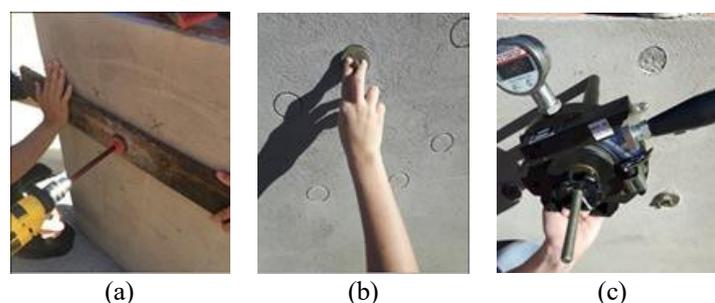


Figura 3: Execução do ensaio de resistência de aderência à tração: (a) execução de furo, (b) colagem de pastilhas, (c) arrancamento

O ensaio para a determinação da resistência à tração por compressão diametral [3], absorção de água e índice de vazios [4] e absorção de água por capilaridade [5], seguiram recomendações de normas brasileiras e foram ensaiadas as argamassas na idade de 28 dias.

3 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

As Tabelas 1 e 2 exibem um resumo dos resultados obtidos nos ensaios no estado fresco das três composições de argamassas testadas.

Tabela 1: Resultados obtidos na caracterização das argamassas testadas no estado fresco

Argamassa	Densidade de massa - Fresco (g/cm^3)	Relação água/materiais secos	Relação água/cimento
Referência	2,00	0,158	0,75
Tipo <i>A</i>	1,89	0,137	0,65
Tipo <i>B</i>	1,86	0,145	0,69

Conforme a ABNT NBR 13281:2005 [10], as argamassas são da Classe D5 (densidade entre 1800 e 2200 kg/m^3), e de acordo com a classificação de [14], também são argamassas normais. A relação água/cimento reduzida nas argamassas aditivadas reduz a evaporação de água, contribuindo assim na diminuição de fissuração no revestimento.

Tabela 2: Resultados obtidos na caracterização das argamassas testadas no estado fresco

Argamassa	Consistência (cm)	Retenção de água – Método Funil de Büchner (%)	Retenção de água – Método Molde Cilíndrico (%)	Teor de ar – Pressométrico (%)	Teor de ar – Gravimétrico (%)
Referência	25,20	96,87	84,31	5,30	7,41
Tipo A	26,50	98,56	88,60	8,50	13,30
Tipo B	25,80	98,75	88,75	9,10	15,07

Analisando a Tabela 2, nota-se que os aditivos tiveram influência no teor de ar incorporado das argamassas, quando comparado à argamassa de referência. Portanto, além de plastificantes, os aditivos utilizados também funcionaram como incorporadores de ar.

O teor de ar incorporado, apesar de favorecer a trabalhabilidade (quanto mais leve for a argamassa maior a sua trabalhabilidade [17]), influencia de forma negativa na resistência mecânica final à tração, à compressão e na resistência de aderência.

No método do Funil de Büchner, a retenção de água teve um aumento de 1,74% da argamassa tipo A e 1,94% da argamassa tipo B em relação à argamassa de referência, já no método convencional as argamassas tiveram um aumento de 5,09% e 5,27% em relação à de referência, respectivamente.

Os ensaios de resistência à compressão estão apresentados na Tabela 3 e Figura 4. A Tabela 3 também apresenta os valores obtidos no ensaio de resistência à tração por compressão diametral, dada em MPa, na idade de 28 dias.

Tabela 3: Resultados médios de resistência à compressão (desvio padrão entre parênteses e coeficiente de variação entre colchetes) nas idades de 3,7 e 28 dias e resistência à tração por compressão diametral na idade de 28 dias das argamassas testadas

Argamassas	$\sigma_{\text{compressão}}$ (MPa)			$\sigma_{\text{tração}}$ (MPa)
	3 dias	7 dias	28 dias	28 dias
Referência	7,04 (1,14) [16,17]	11,41 (1,88) [16,51]	15,31 (1,44) [9,40]	6,48 (0,55) [8,48]
Tipo A	7,00 (0,51) [7,34]	10,59 (0,61) [5,80]	13,94 (1,31) [9,41]	8,67 (1,24) [14,31]
Tipo B	7,03 (0,95) [13,52]	9,30 (0,64) [6,82]	13,41 (1,40) [10,45]	6,00 (0,26) [4,38]

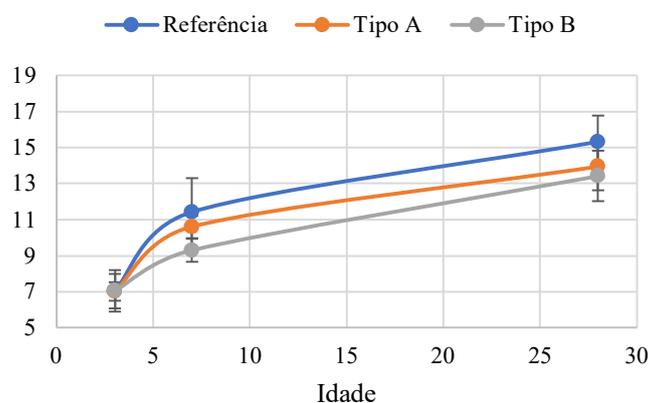


Figura 4: Resultados médios e desvio padrão referente à resistência à compressão das argamassas estudadas

A partir dos resultados obtidos, verificou-se que a argamassa de referência (sem aditivos) apresentou maiores valores de resistência à compressão em comparação com a do tipo A e B. Este resultado foi esperado, já que esta composição apresentou também menor teor de ar

incorporado. A argamassa com aditivo *A* apresentou alta variabilidade nos resultados de resistência à tração por compressão diametral.

Os resultados obtidos no ensaio de absorção por imersão estão apresentados na Tabela 4, juntamente com o índice de vazios e a massa específica.

Tabela 4: Resultados médios de absorção por imersão, índice de vazios e densidade de massa no estado endurecido (desvio padrão entre parênteses e coeficiente de variação entre colchetes) em 28 dias

Dosagem	Absorção por imersão (%)	Índice de vazios (%)	Densidade de Massa - Endurecido (g/cm ³)
Referência	8,46 (2,11) [24,91]	18,93 (5,46) [28,83]	2,22 (0,09) [4,11]
Tipo <i>A</i>	6,58 (1,34) [20,42]	13,83 (3,21) [23,23]	2,09 (0,05) [2,43]
Tipo <i>B</i>	10,80 (0,58) [5,37]	24,01 (1,54) [6,40]	2,22 (0,02) [107]

Nota-se a partir da Tabela 4, que a composição de maior absorção de água neste método foi a argamassa tipo *B*, a qual também apresentou maiores valores de ar incorporado e, conseqüentemente, maior índice de vazios. Por outro lado, a argamassa do tipo *A* apresentou menor valor de absorção e índice de vazios, mesmo apresentando maior valor de ar incorporado quando comparada com a argamassa de referência.

Obteve-se os resultados mostrados na Tabela 5 a seguir, referentes ao ensaio de absorção de água por capilaridade na idade de 28 dias. A Figura 5 ilustra os resultados obtidos em cada argamassa ensaiada.

Tabela 5: Resultados médios de absorção por capilaridade (desvio padrão entre parênteses e coeficiente de variação entre colchetes) em 28 dias

Argamassa	Absorção por capilaridade (g/cm ²)				
	Tempo/horas				
	3	6	24	48	72
Referência	0,54 (0,19) [34,30]	0,74 (0,23) [31,85]	1,40 (0,36) [25,31]	1,72 (0,34) [19,53]	1,79 (0,31) [17,17]
Tipo <i>A</i>	0,29 (0,08) [25,7]	0,39 (0,10) [26,57]	0,77 (0,20) [26,54]	0,93 (0,25) [26,91]	1,03 (0,28) [27,28]
Tipo <i>B</i>	0,49 (0,09) [19,04]	0,65 (0,11) [17,01]	1,20 (0,17) [14,43]	1,47 (0,20) [13,74]	1,56 (0,21) [13,63]

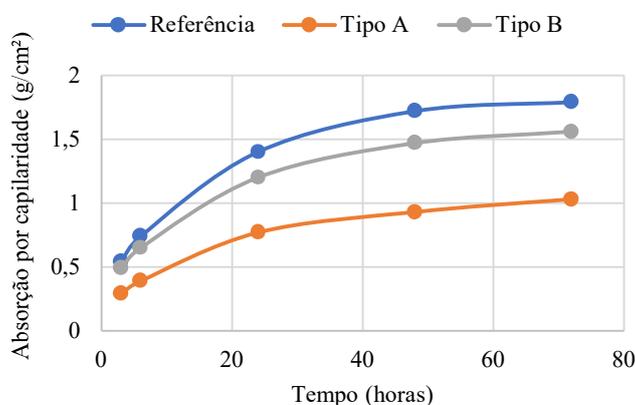


Figura 5: Resultados médios referente a absorção de água por capilaridade das argamassas

Um resumo dos resultados dos ensaios de resistência de aderência à tração é apresentado na

Tabela 6. A ABNT NBR 13528: 2010 [11] classifica as formas de ruptura que podem ocorrer durante o arrancamento dos corpos de prova, como ilustra a Figura 6.

Tabela 6: Resumo dos resultados obtidos no ensaio de resistência de aderência à tração na idade de 28 dias

Corpo de prova	Tensão Ra (MPa) / Local do Ensaio / Forma de Ruptura								
	Referência			Tipo A			Tipo B		
CP 1	0,74	Junta	C	0,43	Junta	E	0,87	Bloco	E
CP 2	0,98	Junta	D	0,43	Bloco	D	1,05	Bloco	E
CP 3	0,84	Bloco	C	0,38	Bloco	D	1,10	Bloco	E
CP 4	0,97	Junta	C	0,83	Junta	C	0,86	Bloco	E
CP 5	0,92	Junta	C	0,61	Bloco	C	0,66	Junta	E
CP 6	0,93	Bloco	C	0,59	Junta	E	0,98	Junta	E
CP 7	1,03	Junta	E	0,59	Junta	D	0,95	Bloco	E
CP 8	0,81	Bloco	D	0,65	Bloco	E	1,01	Junta	E
CP 9	0,94	Bloco	C	0,65	Junta	C	0,48	Junta	E
CP 10	1,17	Bloco	C	0,48	Bloco	C	0,88	Junta	E
CP 11	0,56	Bloco	E	0,45	Bloco	E	0,93	Bloco	E
CP 12	1,27	Junta	E	0,86	Junta	E	1,23	Junta	E
Média	0,93			0,58			0,92		

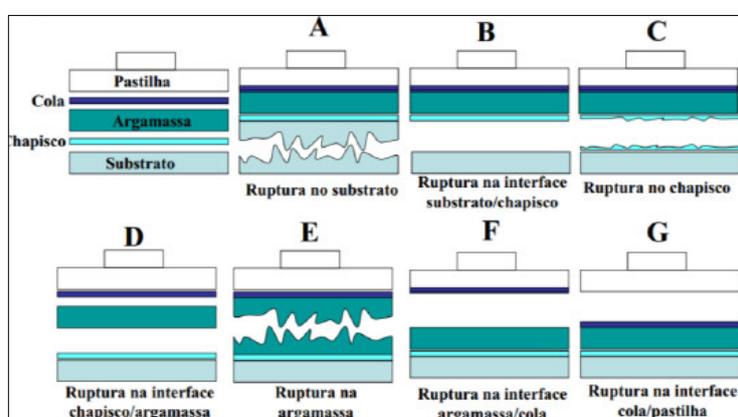


Figura 6: Formas de ruptura para um revestimento com chapisco

A Figura 7 retrata a configuração dos corpos de prova obtidos no ensaio de arrancamento no revestimento com aditivo tipo A com ruptura entre chapisco e argamassa (Figura 7a), no revestimento de referência sem aditivo com ruptura no chapisco (Figura 7b), e no revestimento com aditivo tipo B com ruptura na argamassa (Figura 7c).

Os valores obtidos nos resultados médios de tensão de aderência (R_a) de todas as argamassas atendem os limites impostos pela ABNT NBR 13749: 2013 [12] para área externa (Tabela 7). Sendo que a argamassa de referência apresentou melhores valores de aderência, em seguida a argamassa do tipo B e o menor valor correspondeu a do tipo A.

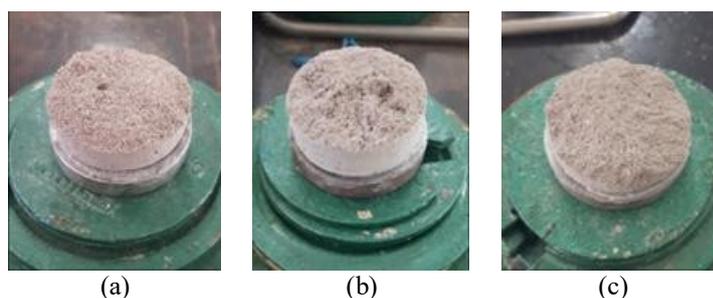


Figura 7: Características dos corpos de prova arrancados dos revestimentos com aditivo *A*, sem aditivo e com aditivo *B*

Tabela 7: Limites de resistência de aderência à tração (R_a) para revestimentos de argamassa de paredes

Local		Acabamento	R_a (MPa)
Parede	Interna	Pintura ou base para reboco	$\geq 0,20$
		Cerâmica ou laminado	$\geq 0,30$
	Externa	Pintura ou base para reboco	$\geq 0,30$
		Cerâmica	$\geq 0,30$
Teto			$\geq 0,20$

Frente aos dados obtidos no ensaio de resistência de aderência à tração, a Figura 8 ilustra as formas de ruptura mais incidentes nas três argamassas.

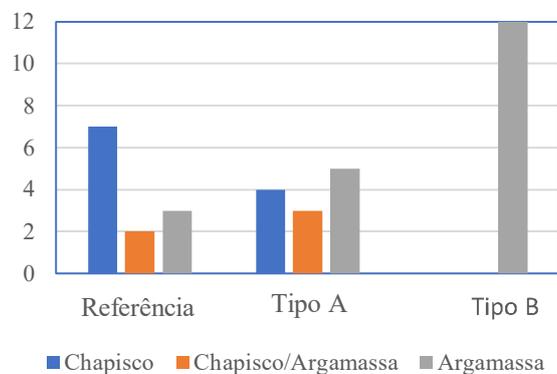


Figura 8: Formas de ruptura para os revestimentos de argamassas com chapisco - incidência

A umidade tem grande influência nos resultados de resistência de aderência à tração. A Tabela 8 exhibe os valores da umidade dos revestimentos no momento do ensaio.

Tabela 8: Umidade dos revestimentos no momento do ensaio

Argamassa	Umidade (%)
Referência	0,20
Tipo <i>A</i>	0,43
Tipo <i>B</i>	0,27

Com base em estudos feitos por outros autores, em revestimentos aplicados sobre base

cerâmica, e analisando três condições de umidade nos revestimentos, obteve-se um resultado semelhante quanto à resistência de aderência à tração. Na medida em que se aumenta o teor de umidade no revestimento, tem-se a diminuição da resistência de aderência à tração [15]. Essa correlação tem um comportamento linear e pode ser observada na Figura 9a. Nas Figuras apresentadas, o círculo representa a argamassa de referência, o triângulo a argamassa Tipo A e o quadrado a Tipo B.

Após a obtenção dos resultados dos ensaios no estado fresco e endurecido, foram feitas correlações das características das argamassas, primeiramente, entre as variáveis do estado fresco, entre as variáveis do estado endurecido, e ainda, entre algumas das variáveis do estado fresco e do estado endurecido. Para estas foram utilizados gráficos com linha de tendência estatística, a qual mostra se há proporcionalidade entre as variáveis ou não.

Neste tipo de análise, deve-se atentar ao valor do coeficiente de determinação (R^2), tendo em vista que quanto mais próximo de 1 esse valor, maior é a linearidade entre as variáveis. As Figuras 9, 10 e 11 apresentaram correlações que demonstraram ter proporcionalidade. Por outro lado, as Figuras 12 e 13 mostraram correlações sem linearidade nos resultados da análise feita.

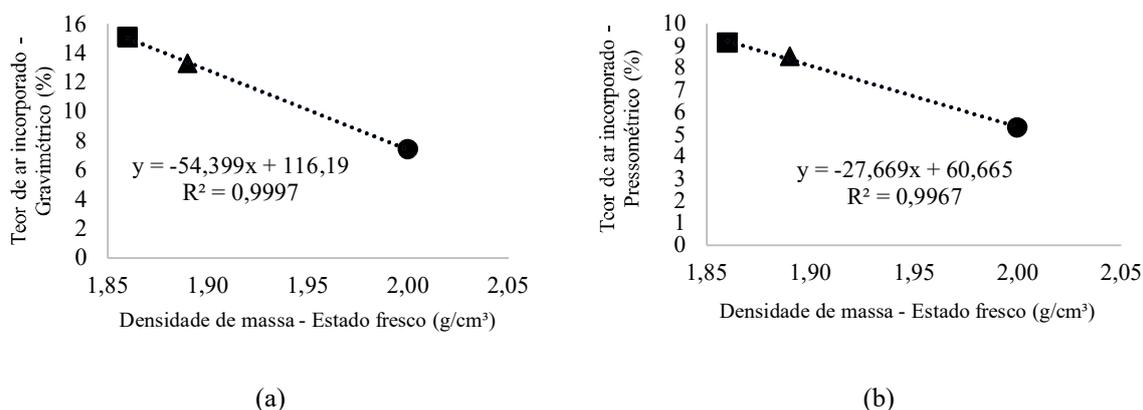


Figura 9: Correlações entre a densidade de massa no estado fresco com o teor de ar incorporado (a) no método gravimétrico (b) método pressométrico

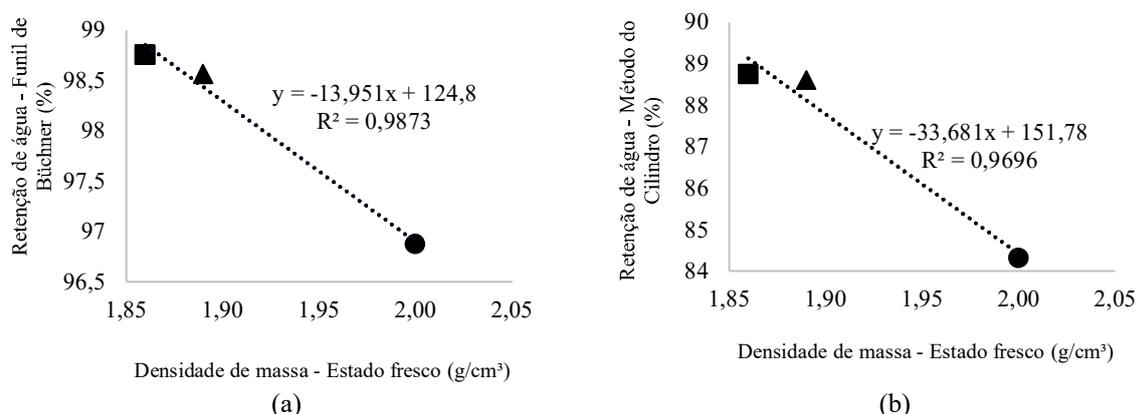


Figura 10: Correlações entre a densidade de massa no estado fresco e a retenção de água (a) no método do funil de Büchner (b) método do cilindro

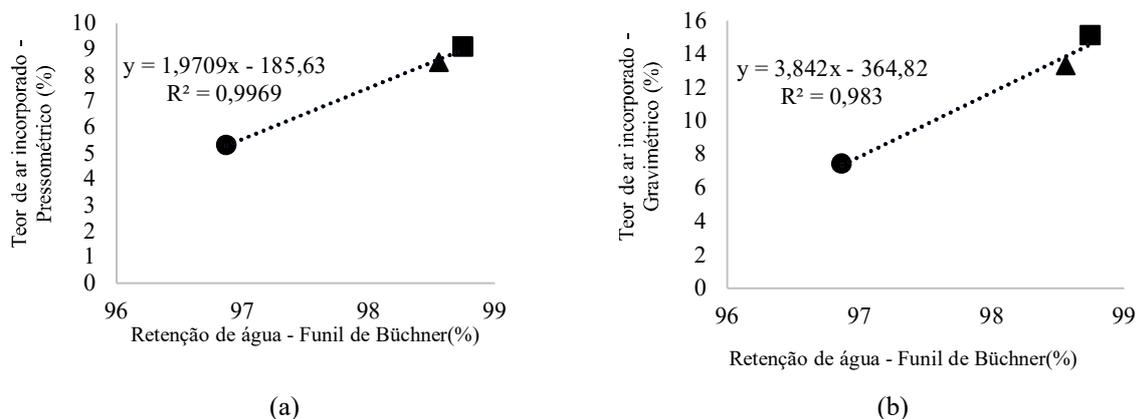


Figura 11: Correlações entre a retenção de água no método do funil de Büchner e o teor de ar incorporado (a) no método pressométrico (b) método gravimétrico

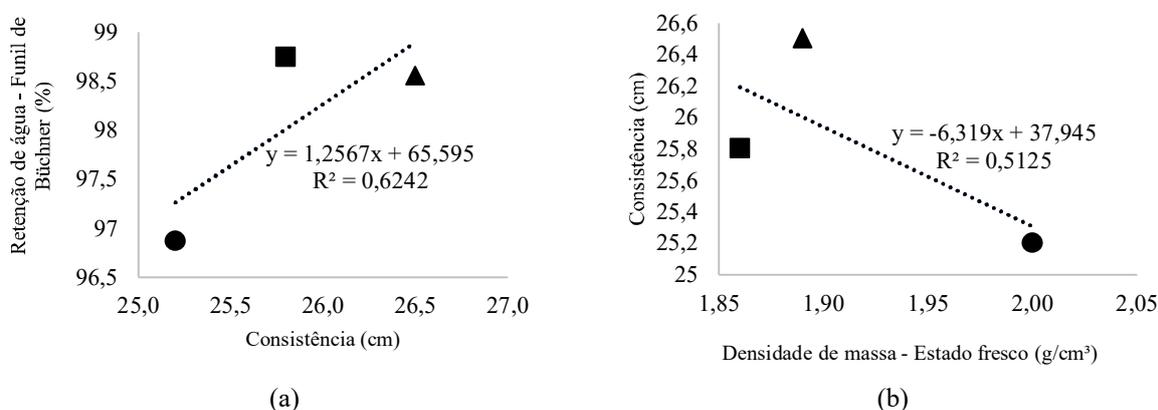


Figura 12: Correlações entre a consistência e (a) retenção de água – funil de Büchner (b) densidade de massa no estado fresco

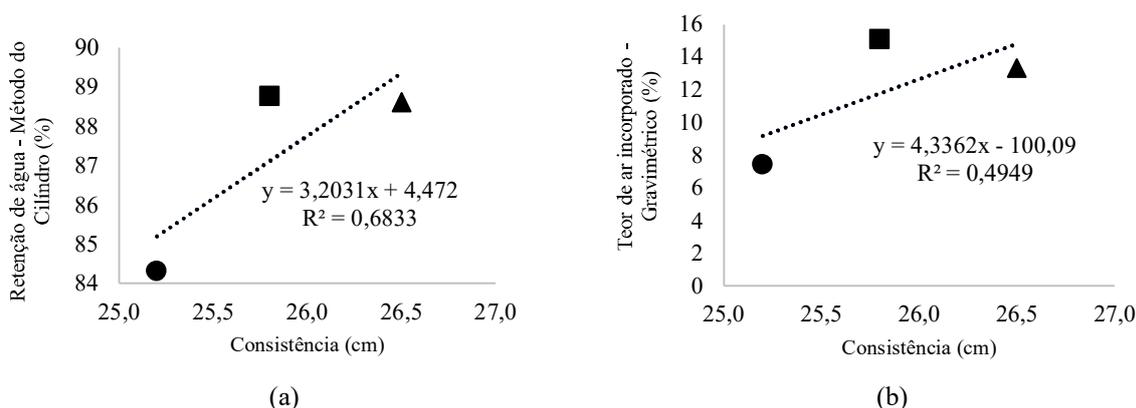


Figura 13: Correlações entre a consistência e (a) retenção de água – cilíndrico (b) teor de ar incorporado - gravimétrico

Observou-se boas correlações (R^2 acima de 0,96) para densidade de massa e teor de ar, retenção de água e densidade de massa e, por fim, teor de ar e retenção de água das argamassas testadas, como esperado. A porosidade das argamassas influencia na sua massa específica e habilidade de reter água.

As correlações a seguir mostram as características dos três tipos de argamassas no estado endurecido. As Figuras 14, 15, e 16 exibem as correlações feitas nas quais se obteve uma boa proporcionalidade entre os parâmetros correlacionados.

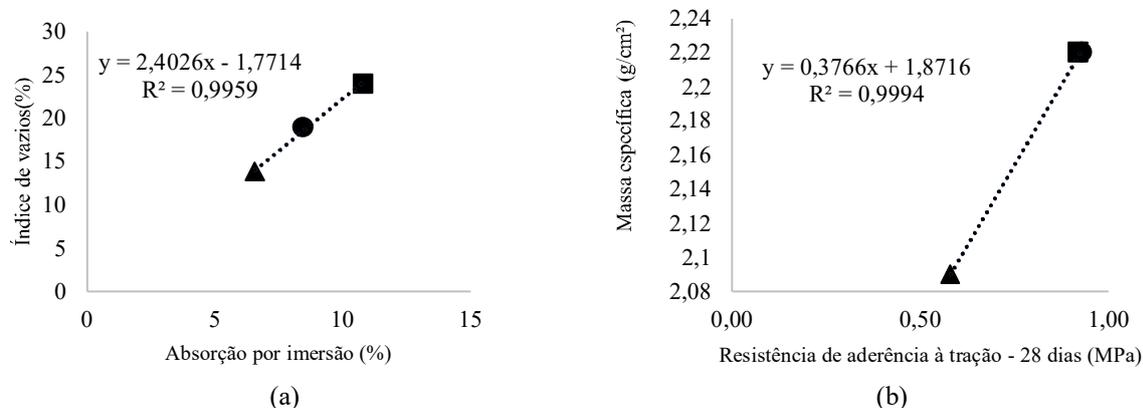


Figura 14: Correlação entre (a) índice de vazios e absorção por imersão (b) massa específica e resistência de aderência à tração

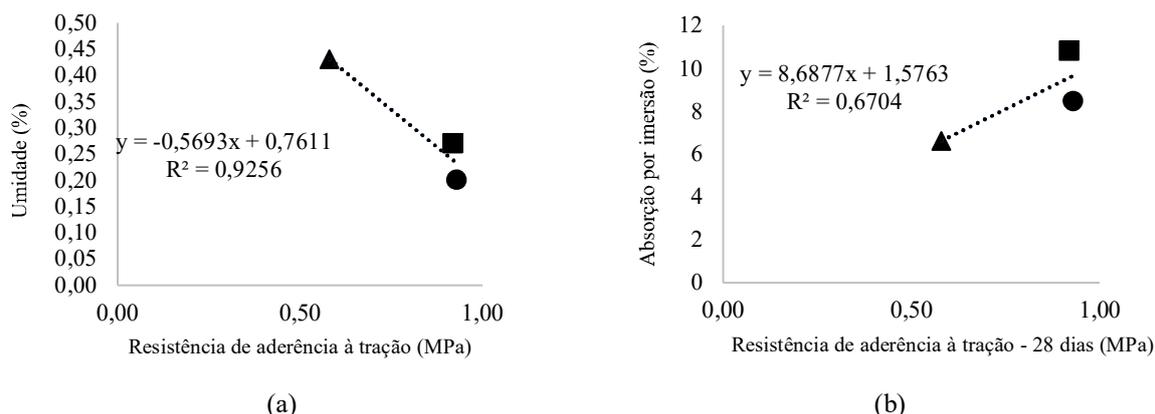


Figura 15: Correlações entre a Resistência de aderência à tração e (a) Umidade (b) Absorção por imersão

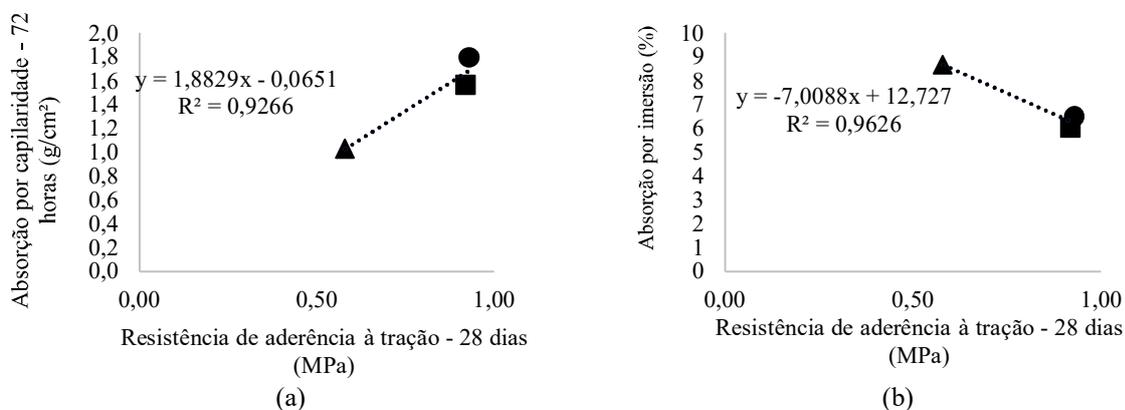


Figura 16: Correlações entre a resistência de aderência à tração e absorção por (a) capilaridade (b) imersão

Obteve-se boa correlação (R^2 acima de 0,92) das propriedades das argamassas testadas: vazios e absorção de água, massa específica e resistência de aderência, teor de umidade e

resistência de aderência e, por fim, absorção de água e resistência de aderência.

4 CONCLUSÕES

Pode-se listar as seguintes conclusões, com base no estudo realizado:

- as argamassas aditivadas tiveram menor densidade de massa e demandaram menor quantidade de água (menor relação água/cimento) para se obter a mesma consistência, comparativamente a argamassa sem aditivo. Os valores de retenção de água foram próximos para as três argamassas testadas;
- a argamassa com aditivo *B* apresentou o maior teor de ar e a menor densidade de massa no estado fresco e, na sequência, a menor resistência à compressão, a menor resistência à tração, o maior índice de vazios e absorção de água intermediária, comparativamente às demais argamassas e 100% de rupturas na argamassa no ensaio de resistência de aderência;
- todas as argamassas atenderam ao mínimo estabelecido para resistência de aderência (acima de 0,20 MPa), já que o traço foi muito rico em aglomerante;
- a argamassa com aditivo *A* teve melhor desempenho, seguida pela argamassa sem aditivo e argamassa com aditivo *B*.;
- observou-se boas correlações (R^2 acima de 0,96) para densidade de massa e teor de ar, retenção de água e densidade de massa e, por fim, teor de ar e retenção de água das argamassas testadas, como esperado. A porosidade das argamassas influencia na sua massa específica e habilidade de reter água;
- obteve-se boa correlação (R^2 acima de 0,92) das propriedades das argamassas testadas: vazios e absorção de água, massa específica e resistência de aderência, teor de umidade e resistência de aderência e, por fim, absorção de água e resistência de aderência; e
- deste modo, a utilização de aditivos plastificantes em substituição à cal mostrou-se uma viável, contudo o tipo de aditivo químico precisa ser tecnicamente analisado, frente à ausência de oferta de cal hidratada.

Agradecimentos

À Eletrobras Eletronorte, ao Cine Foto Vaz, à Francirene Bonfim, ao Ricardo dos Santos Neto, ao Flávio Cassiano Pedro de Andrade Júnior e à Alexsandra Caroline Correa Dantas.

REFERÊNCIAS

- [1] Associação Brasileira de Normas Técnicas. *ABNT NBR NM 47: Concreto – Determinação do teor de ar em concreto fresco - Método pressométrico*. ABNT/CB-018 Cimento, Concreto e Agregados, Rio de Janeiro – RJ, 2002.
- [2] _____. *ABNT NBR 7215: Cimento Portland – determinação de resistência à compressão*. ABNT/CB-018 Cimento, Concreto e Agregados, Rio de Janeiro, 2019.
- [3] _____. *ABNT NBR 7222: Concreto e Argamassa – Determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos de prova cilíndricos*. ABNT/CB-018 Cimento, Concreto e Agregados, Rio de Janeiro, 2011.
- [4] _____. *ABNT NBR 9778: Argamassa e concreto endurecidos – Determinação da absorção de água, índice de vazios e massa específica*. ABNT/CB-018 Cimento, Concreto e Agregados, Rio de Janeiro, 2005.
- [5] _____. *ABNT NBR 9779: Argamassa e concreto endurecidos – Determinação da absorção de água por capilaridade*. ABNT/CB-018 Cimento, Concreto e Agregados, Rio de Janeiro,

- 2012.
- [6] _____. *ABNT NBR 11768: Aditivos para concreto de cimento Portland*. ABNT/CB-018 Cimento, Concreto e Agregados, Rio de Janeiro, 2011.
- [7] _____. *ABNT NBR 13276: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – preparo da mistura e determinação do índice de consistência*. ABNT/CB-018 Cimento, Concreto e Agregados, Rio de Janeiro, 2002.
- [8] _____. *ABNT NBR 13278: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – determinação da densidade de massa e teor de ar incorporado*. ABNT/CB-018 Cimento, Concreto e Agregados, Rio de Janeiro, 2005.
- [9] _____. *ABNT NBR 13277: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – determinação da retenção de água*. ABNT/CB-018 Cimento, Concreto e Agregados, Rio de Janeiro, 2005.
- [10] _____. *ABNT NBR 13281: Argamassa Para assentamento e Revestimento de paredes e Tetos – Requisitos*. ABNT/CB-018 Cimento, Concreto e Agregados, Rio de Janeiro, 2005.
- [11] _____. *ABNT NBR 13528: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – determinação da resistência de aderência à tração*. ABNT/CB-018 Cimento, Concreto e Agregados, Rio de Janeiro, 2010.
- [12] _____. *ABNT NBR 13749: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Especificação*. ABNT/CB-018 Cimento, Concreto e Agregados, Rio de Janeiro, 2013.
- [13] _____. *ABNT NBR 15575: Edificações habitacionais – Desempenho*. ABNT/CB-002 Construção Civil, Rio de Janeiro, 2021.
- [14] H. Carasek. Patologia das argamassas de revestimento. In: *G.C. Isaia (Org.) Materiais de Construção e Princípios de Ciência em Engenharia de Materiais*, volume 1, p.1-11. Ibracon, 2007.
- [15] H. Carasek, E. B. C. Costa, A. Alves e T. Melo. Influência da Umidade nas Propriedades dos Revestimentos de Argamassa. *Anais do XII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído*, Fortaleza – CE, Brasil, 2008.
- [16] H. Carasek. *Argamassas*. In: *G. C. Isaia (Org./ Ed.). Livro Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais*, capítulo 26, volume 2, Ibracon, 2ª edição, 2010.
- [17] C. L. D. Cintra, A. E. M. Paiva e J. B. Baldo. Argamassas de revestimento para alvenaria contendo vermiculita expandida e agregados de borracha reciclada de pneus - Propriedades relevantes. *Cerâmica*, 60(353): 69–76, 2014. <https://doi.org/10.1590/S0366-69132014000100010>.
- [18] Forti, E. Z. *Influência da Cal hidratada nas Característica da Argamassa de Revestimento Realizada em Obra*. Monografia de Conclusão de Curso de Graduação em Engenharia Civil, Centro Universitário Univates, Lajeado – RS, Brasil, 2017.
- [19] T. F. de Oliveira, M. H. Beck, P. V. Escosteguy, E. C. Bortoluzzi, M. L. Modolo. The effect of the substitution of hydrated lime with phyllite on mortar quality. *Applied Clay Science*, 105-106(1):113–117, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2014.12.028>.
- [20] C. C. Prodanov e E. C. Freitas. *Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico*. Feevale, e-book, 2ª edição, 2013. Disponível em <<https://www.feevale.br/Comum/midias/0163c988-1f5d-496f-b118-a6e009a7a2f9/E-book%20Metodologia%20do%20Trabalho%20Cientifico.pdf>>. Acessado em junho de

2022.

- [21] A. M. dos Santos, A. J. Costa e Silva e J. M. de F. Mota. Influência da Adição da Cal Hidratada na Aderência do Preparo da Base Chapisco e Argamassa para Revestimento. *Revista Matéria*, 26(3), 2021. <https://doi.org/10.1590/S1517-707620210003.13039>.
- [22] C. Silva, V. C. Sousa, T. Ferreira e A. M. Oliveira. *Avaliação de Propriedades no Estado Fresco e Endurecido de Argamassas de Revestimento Cimentícias Produzidas com Aditivos Químicos Plastificantes*. Anais do 22º. Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais, Natal – RN, Brasil, 2016.
- [23] A. L. Temp. *Avaliação de Revestimentos de Argamassa à Permeabilidade ao Vapor de Água*. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS, Brasil, 2014.