

ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DE DIFERENTES SURFACTANTES EM ARGAMASSAS DE REVESTIMENTO

Nicolý Damaceno Aguida Melo¹
Anderson Augusto Müller²

Resumo

O uso de aditivos incorporadores de ar como substitutivos da cal em argamassas de revestimento tem se tornado comum na construção civil, juntamente com a utilização de materiais alternativos ao próprio aditivo, sendo prática comum o uso de detergente doméstico. Diante disto, este estudo objetivou avaliar a influência de diferentes surfactantes, incluindo detergente doméstico, como aditivos incorporadores de ar em argamassas de revestimento, quanto à sua influência em propriedades no estado fresco e endurecido. Para a verificação da influência, foram produzidas sete argamassas, sem cal, traço 1:4 e teor água/cimento de 0,8, onde foram adicionados três incorporadores de ar com base química de surfactantes, em dois teores cada. Com teores de 0,20% e 0,30% para os aditivos Comercial 01 e 02, e de 0,08% e 0,20% para o detergente comercial, ambos em relação a massa de cimento. O detergente comercial apresentou um desempenho semelhante aos demais aditivos analisados, obtendo uma resistência de aderência à tração de 0,38 e 0,41 MPa em relação aos comerciais que obtiveram 0,41 e 0,52 MPa e 0,39 e 0,47 MPa respectivamente. Os resultados desta análise evidenciaram que as argamassas estudadas com adição de detergente doméstico não demonstraram perdas substanciais, estando em conformidade com as especificações para revestimento interno e externo, conforme estabelecido pelas normativas. Vale ressaltar os benefícios práticos em obras onde esse aditivo foi aplicado, isso indica que mesmo na ausência do incorporador de ar previamente planejado, há indicativos que não ocorram grandes perdas.

Palavras-Chave: Surfactantes. Aditivo incorporador de ar. Argamassa de revestimento.

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF DIFFERENT SURFACTANTS IN RENDERING MORTARS

Abstract

The use of air-entraining additives as substitutes for lime in rendering mortars has become common in the construction industry, along with the use of alternative materials to the additives themselves, with the common practice of using household detergent. In light of this, this study aimed to assess the influence of different surfactants, including household detergent, as air-entraining additives in rendering

¹ Acadêmica do curso de Engenharia Civil do Instituto Federal de Santa Catarina.
nicoly.d@aluno.ifsc.edu.br

² Professor do curso de Engenharia Civil do Instituto Federal de Santa Catarina.
anderson.muller@ifsc.edu.br

mortars, regarding their impact on properties in both the fresh and hardened states. For the assessment of the influence, seven mortars were produced without lime, with a mix ratio of 1:4 and a water/cement ratio of 0.8. Three air-entraining additives based on surfactants were added in two proportions each, with concentrations of 0.20% and 0.30% for Commercial 01 and 02 additives, and 0.08% and 0.20% for the commercial detergent, both in relation to the cement mass. The commercial detergent demonstrated performance similar to the other analyzed additives, achieving a tensile adhesion strength of 0.38 and 0.41 MPa, in comparison to the commercial ones which achieved 0.41 and 0.52 MPa, and 0.39 and 0.47 MPa, respectively. The results of this analysis revealed that the mortars studied with the addition of household detergent did not show substantial losses, complying with specifications for both internal and external coatings, as established by regulations. It is worth highlighting the practical benefits observed in projects where this additive was applied, indicating that even in the absence of the initially planned air-entraining agent, there are indications that significant losses may not occur.

Keywords: Surfactants. Air-entraining admixtures. Rendering mortars.

1 INTRODUÇÃO

As argamassas modernas geralmente possuem em sua composição o cimento Portland e muito frequentemente, aditivos orgânicos para melhorar algumas propriedades, como a trabalhabilidade (CARASEK, 2017). Em resumo, a argamassa de revestimento é um material versátil e indispensável na construção civil, utilizado para proporcionar proteção, beleza e melhorias funcionais às superfícies das edificações. Sua aplicação requer conhecimento técnico e cuidados adequados para obter os melhores resultados. A qualidade da argamassa depende de requisitos no estado fresco e endurecido, da dosagem e controle dos materiais, dos processos de produção e da técnica dos trabalhadores (BIAVA, 2017).

Segundo a NBR 13529 (ABNT, 2013): Informação e documentação - Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Terminologia, aditivos são produtos agregados na argamassa em pequenas quantidades, visando melhorar suas propriedades, tanto no estado fresco quanto no endurecido. Alguns aditivos comuns incluem: incorporadores de ar, aceleradores e retardadores de pega e impermeabilizantes, entre outros. É importante destacar que a escolha e dosagem correta dos aditivos devem ser feitas de acordo com as especificações técnicas e recomendações do fabricante, além de seguir as normas e regulamentos aplicáveis. Segundo Romano (2013), os aditivos incorporadores de ar (AIA) são classificados comercialmente conforme sua aplicação e também podem ser categorizados com base na estrutura molecular e dissociação em água, entre esses tipos, os aditivos de natureza aniônica são os mais utilizados devido à sua interação sinérgica mais eficiente com o cimento. De acordo com Mehta e Monteiro (2008), os surfactantes atuam na matriz cimentícia formando uma camada na superfície das partículas de cimento, essa camada tem uma extremidade apolar que se liga às partículas de cimento, tornando-as hidrofóbicas, enquanto a outra extremidade polar promove a estabilização das bolhas de ar.

Conforme Romano (2013), os aditivos sulfonados e sulfatados são amplamente utilizados como incorporadores de ar e representam cerca da metade

da produção total desses aditivos. Eles são fabricados através de reações de sulfonação e sulfatação de substâncias como alquil-benzenos, alfa-olefinas e álcoois. Por outro lado, os tensoativos são produtos químicos versáteis com propriedades diversas e alta eficiência, são amplamente utilizados em processos como emulsificação, detergência, espuma, solubilização, entre outros, e podem melhorar o desempenho final de produtos em diversos setores industriais (SOARES, 2017). Neste contexto, o FISPQ (2018) define o detergente como, um produto químico indicado para limpeza de uso geral, composto por tensoativo aniônico biodegradável. Com componente ativo: Linear Alquilbenzeno Sulfonato (LAS), com adição de componentes como: conservantes, coadjuvantes, glicerina, espessantes, sequestrante e controlador de pH e água. O LAS é um agente tensoativo aniônico, onde, em solução aquosa ele se ioniza produzindo íons orgânicos negativos, os quais são responsáveis pela atividade superficial.

O uso de AIA nas argamassas para melhorar suas propriedades requer cuidados, pois a quantidade e a qualidade do aditivo podem afetar diretamente as bolhas de ar presentes (ROMANO, 2013). O estudo da incorporação de ar em argamassas é fundamental para o aprimoramento das propriedades e desempenho desses materiais. Apesar do domínio da tecnologia dos AIA, ainda conseguimos observar seu uso de forma empírica, onde em alguns casos, se baseia na experiência profissional. Há relatos da substituição do AIA pelo detergente líquido comercial, porém sem análise da sua viabilidade na argamassa (SILVA, 2020).

Sabendo-se da importância da durabilidade das argamassas de revestimento e da interferência dos aditivos, tanto no teor de vazios da argamassa quanto na hidratação do cimento, torna-se essencial o entendimento da interação entre os diferentes aditivos e seus efeitos sobre as argamassas (POLLI, 2023).

Diante disto, surge o interesse em compreender mais sobre a incorporação de ar em argamassas, suas propriedades, composição e realizar ensaios, a fim de conhecer um pouco mais os efeitos causados pelas adições aplicadas e seus benefícios.

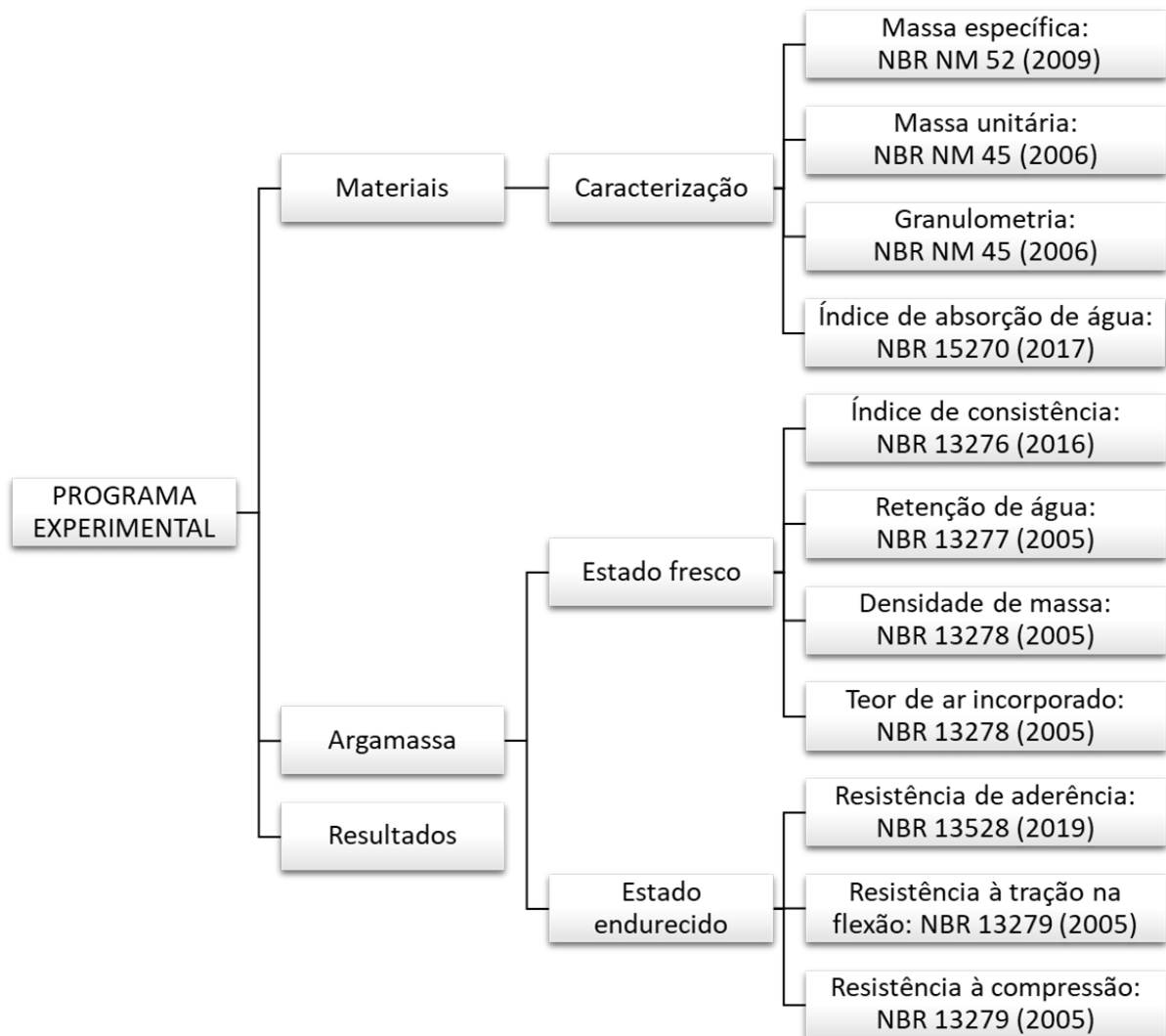
Nesse contexto, torna-se relevante investigar os efeitos da incorporação de ar utilizando diferentes tipos de surfactantes em relação às propriedades da argamassa. É importante ressaltar que ainda existem lacunas de informações técnicas acerca de como esse método alternativo afeta as propriedades das argamassas em condições específicas de uso. Dessa forma, o presente trabalho busca contribuir para um melhor entendimento quanto ao aditivo mais adequado para as propriedades desejadas da argamassa.

Esta pesquisa tem o objetivo de avaliar os efeitos da incorporação de aditivos químicos surfactantes disponíveis no mercado nas argamassas de revestimento. Além disso, será investigado o uso de detergente doméstico como um AIA em argamassas, os efeitos desses aditivos nas argamassas, tanto no estado fresco quanto no estado endurecido. Para um resultado mais satisfatório, AIA comerciais serão comparados com o detergente comercial em diferentes teores.

2 METODOLOGIA

A metodologia empregada e o programa experimental adotado alinhados com as etapas da pesquisa em laboratório e documental, seguiu o fluxograma apresentado na Imagem 01 com referência às normas aplicáveis.

Imagem 01: Fluxograma do programa experimental.



Fonte: Autora (2023).

2.1 Materiais utilizados

Neste segmento serão apresentadas as principais características dos materiais utilizados.

2.1.1 Cimento Portland

O CP II F-32 foi adotado devido à sua ampla aplicabilidade na construção civil, estando em conformidade com os parâmetros estabelecidos pela NBR 16697 (ABNT, 2018): Cimento Portland - Requisitos.

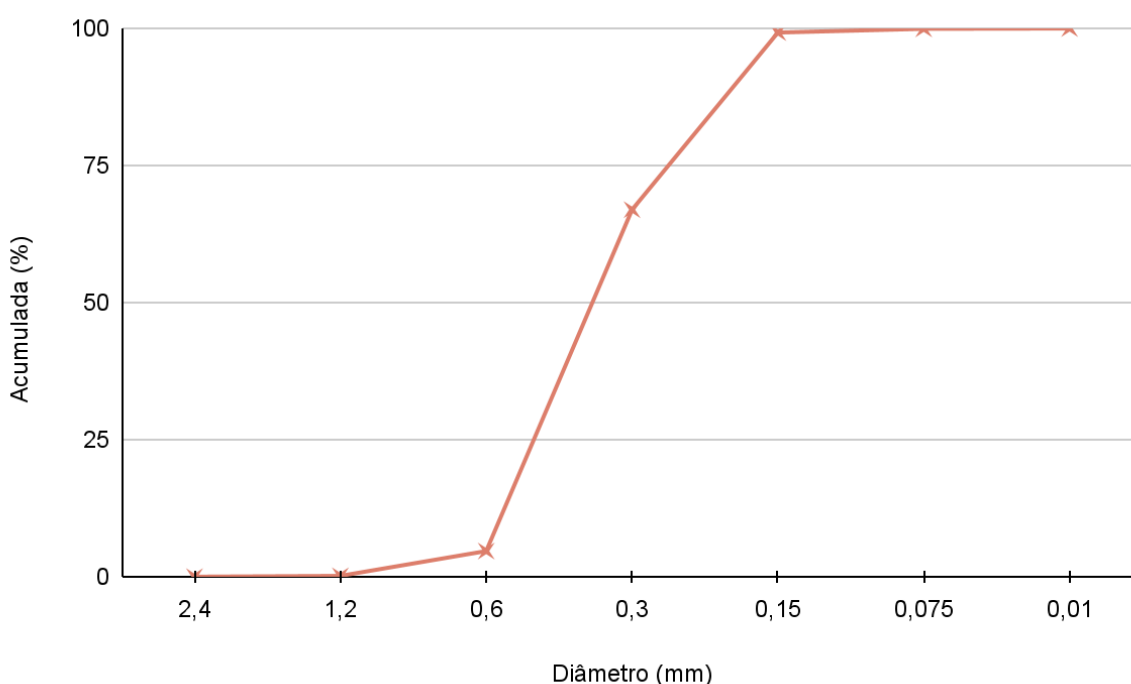
2.1.2 Agregado miúdo

Foi utilizada areia fina da região, devido à grande utilização em obras na produção de argamassas de revestimento. O agregado miúdo utilizado apresenta massa específica de $2,63 \text{ g/cm}^3$ e massa unitária de $1,52 \text{ g}$, obtidos experimentalmente conforme as diretrizes das normas técnicas, NBR NM 52 (ABNT,

2009): Agregados – Determinação da massa unitária e do volume de vazios e NBR NM 45 (ABNT, 2006): Agregados - Determinação da Massa Unitária e do Volume de Vazios, respectivamente.

A distribuição granulométrica do agregado miúdo foi obtida experimentalmente conforme as recomendações da NBR NM 248, (ABNT, 2001): Agregados - Determinação da composição granulométrica, podendo ser observada na Imagem 02. A determinação do módulo de finura e do diâmetro máximo de partículas do agregado foram realizados por meio da análise granulométrica, resultando em valores de 1,18 mm e 0,425 mm, respectivamente. Confirmando juntamente com a curva de distribuição granulométrica que o agregado usado é classificado como fino.

Imagem 02: Curva granulométrica do agregado.



Fonte: Autora (2023).

2.1.3 Água

A água utilizada foi a fornecida pela concessionária local, com pH 7,0 obtido com aparelho AKSO e dureza de 26 ppm encontrada através do medidor Instrutherm TDS-100.

2.1.4 Aditivo incorporador de ar

Os incorporadores de ar comerciais utilizados nesta pesquisa, conforme informações fornecidas pelos fabricantes, apresentam as seguintes composições: o Comercial 01: Liga Arga Plast da Liga Química Industrial, possui uma base química de surfactantes (aniônico e catiônico), aspecto líquido verde, densidade real de 1,000 a 1,050 g/cm³ e pH de 8,0 a 11,0. O Comercial 02: Liga Arga Plast Super da Liga Química Industrial possui uma base química de surfactante aniônico, aspecto líquido marrom, foi desenvolvido pelo fabricante especialmente para esta pesquisa, diante disto, não possui uma ficha técnica detalhada. Já o Detergente Comercial:

Limpol da Bombril é à base de Linear Alquilbenzeno Sulfonato, que é um tensoativo aniônico, aspecto: líquido viscoso amarelo, densidade real de aproximadamente 1,02 g/cm³ (25°C) e pH de 5,5 a 8,0.

2.1.5 Bloco cerâmico

Foram utilizados 28 blocos cerâmicos de doze furos (14x19x29cm) produzidos na região, com índice de absorção de água de 14,56%, obtido conforme as orientações da NBR 15270 (ABNT, 2017): Componentes cerâmicos - Blocos e tijolos para alvenaria - Parte 2: Métodos de ensaio.

2.2 Dosagem e produto

As argamassas foram produzidas com a utilização de argamassadeira PAVITEST – 335, seguindo os procedimentos estabelecidos pela NBR 16541 (ABNT, 2016): Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Preparo da mistura para a realização de ensaios. A composição da argamassa de referência (REF) foi adotada com traço de 1:4 (em massa) e relação água/cimento de 0,8, obtida experimentalmente, até que se atingisse a consistência de 260 ± 5mm, conforme especificado pela norma técnica.

Foram produzidas ao todo sete dosagens, onde encontramos a REF sem uso de aditivo e as demais com de aditivo incorporador de ar, adotando os teores indicados na Tabela 02. Para as dosagem dos AIA comerciais, seguimos as recomendações da Liga Química Industrial, com teores de 0,20 a 0,30 % em relação a massa de cimento, tanto para o Comercial 01 quanto para o Comercial 02. Diante do fato do AIA Arga Plast Super ter sido desenvolvido para esta pesquisa o fabricante recomendou os mesmos teores ótimos para ambos os produtos. Já o detergente comercial, cujo teor de AIA foi determinado com base em trabalhos anteriores realizados por Mendes (2016) e Moro (2017), indicando que o percentual ótimo está na faixa entre 0,05 e 0,2%, onde foram adotados os teores de 0,08 e 0,20%.

Tabela 02: Dosagens dos AIA em relação a massa de cimento.

Dosagem	Detergente Comercial (%)	Comercial 01 (%)	Comercial 02 (%)
Ref.	0,00	0,00	0,00
D1	0,08	0,00	0,00
D2	0,20	0,00	0,00
D3	0,00	0,20	0,00
D4	0,00	0,30	0,00
D5	0,00	0,00	0,20
D6	0,00	0,00	0,30

Fonte: Autora (2023).

2.3 Ensaios no estado fresco

Análises realizadas nas características e comportamentos das argamassas estudadas imediatamente após a mistura, antes do início do processo de

endurecimento.

2.3.1 Índice de consistência

Os ensaios foram conduzidos em conformidade com a NBR 13276 (ABNT, 2016): Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Preparo da mistura e determinação do índice de consistência, em mesa para índice de consistência Solotest (manual).

2.3.2 Retenção de água

Ensaio realizado de acordo com NBR 13277 (ABNT, 2005): Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação de retenção de água, em funil de Buchner Solab com bomba de vácuo SL – 60 e balança WebLabor com erro de 0,1g.

2.3.3 Densidade de massa e teor de ar incorporado

A densidade de massa foi executada seguindo os parâmetros da norma, em balança WebLabor com erro de 0,1g e o teor de ar incorporado foi calculado seguindo as recomendações da NBR 13278 (ABNT, 2005): Argamassa para assentamento e revestimento de paredes de placas cerâmicas – Determinação da densidade de massa e do teor de ar incorporado.

2.4 Ensaio no estado endurecido

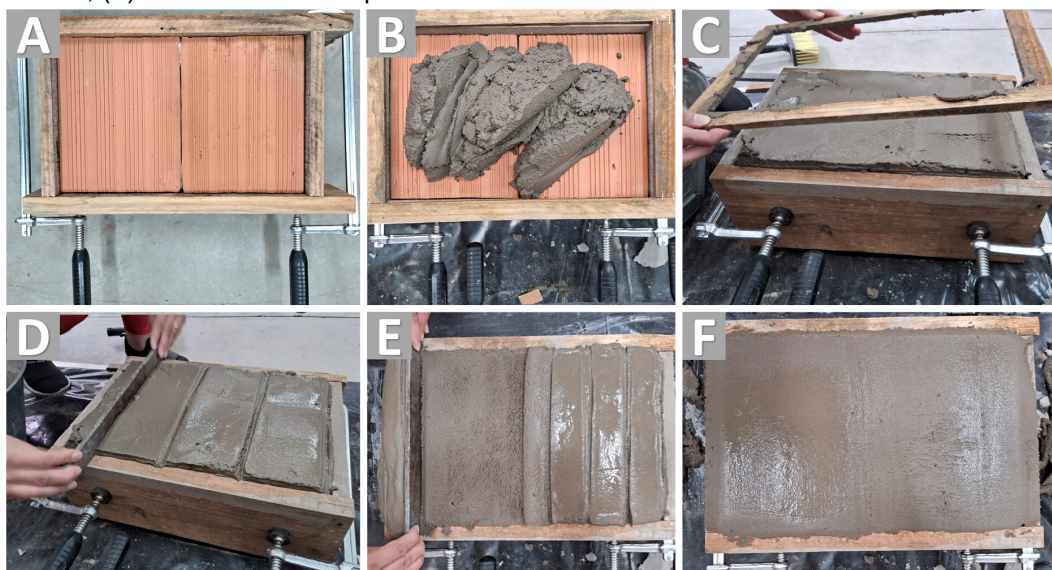
Análise das argamassas no estado endurecido, que representa a fase em que a argamassa atinge sua resistência final e características mecânicas.

2.4.1 Resistência de aderência à tração ao substrato

Como substrato para as argamassas, foram utilizados painéis compostos por dois blocos unidos por argamassa polimérica, conforme as instruções do fabricante. Em cada painel foram realizados seis pontos de arrancamento, desta forma, foram necessários 14 painéis para realização dos ensaios considerando as recomendações da NBR 13528 (ABNT, 2009): Informação e documentação - Revestimento de paredes de argamassa inorgânicas - Determinação da resistência de aderência à tração - Parte 1: Requisitos gerais. Após isto, foi desenvolvido uma forma para auxiliar no processo de reboco, conforme pode-se observar na imagem 03. O reboco foi aplicado diretamente sobre o substrato, sem a utilização de qualquer camada de aderência, cumprindo assim um dos objetivos desta pesquisa, que é testar a eficácia da argamassa de revestimento nesta condição específica.

Após a produção das argamassas conforme a NBR 16541 (ABNT, 2016), a mesma foi inserida com colher de pedreiro na forma dos blocos, após isto, com uma régua de 45° foram dados oito golpes ao longo da forma para ajudar no adensamento, logo após executado o arrasamento da argamassa com a régua, a forma foi retirada após 48h.

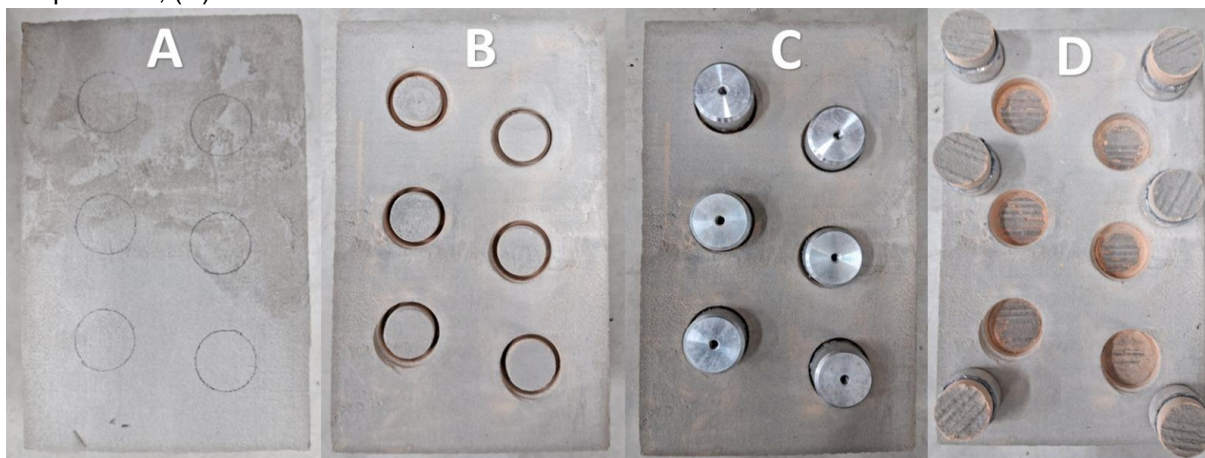
Imagem 03: Processo desenvolvido para realização do reboco: (A) Molde nos blocos, (B) Colocação da argamassa, (C) Retirada do molde superior, (D) Golpes para adensamento, (E) Arrasamento com régua de 45°, (F) Resultado final do processo.



Fonte: Acervo da autora (2023).

O ensaio de aderência ao substrato foi realizado após 28 dias, com dinamômetro de tração Solotest de 1500Kgf, seguindo as diretrizes da NBR 13528-2 (ABNT, 2009): Informação e documentação - Revestimento de paredes de argamassa inorgânicas - Determinação da resistência de aderência à tração - Parte 2: Aderência ao substrato.

Imagem 04: Ensaio de resistência de aderência ao substrato: (A) Marcação, (B) Corte, (C) Colagem das pastilhas, (D) Arrancamento.



Fonte: Acervo da autora (2023).

2.4.2 Resistência à tração na flexão e resistência à compressão

A determinação da resistência à tração na flexão e à compressão seguiu as diretrizes estabelecidas na NBR 13279 (ABNT, 2005): Argamassa para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos – Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão, onde foram confeccionados três corpos de prova para cada composição, todos com dimensões de 4x4x16 cm, onde foram mantidos até a idade de 28 dias. Na ruptura utilizou-se uma prensa hidráulica

da marca EMIC – DL 30000, equipada com célula Trd 29, a leitura dos resultados foi obtida de forma simultânea por meio de um sistema computadorizado, utilizando o software Tesc versão 3.04.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste tópico serão discutidos os resultados obtidos tanto no estado fresco quanto no estado endurecido das argamassas propostas. Os resultados dos ensaios das argamassas no estado fresco são apresentados na Tabela 03, onde, todas as argamassas possuem o mesmo teor de água/cimento de 0,8.

Tabela 03: Propriedades das argamassas estudadas no estado fresco.

Argamassa	Índice de consistência (mm)	Densidade de massa (g/cm ³)	Teor de ar incorporado (%)	Retenção de água (%)
Ref.	261	2,04	7	63,57
D1	260	1,83	17	56,28
D2	260	1,81	18	68,36
D3	260	1,98	10	56,65
D4	260	1,82	18	56,55
D5	260	2,06	7	71,15
D6	260	1,87	15	70,27

Fonte: Autora (2023).

Os resultados dos ensaios das argamassas estudadas, no estado endurecido, são apresentados a seguir na Tabela 04.

Tabela 04: Propriedades das argamassas estudadas no estado endurecido.

Argamassa	Resistência de aderência à tração (MPa)	Resistência à tração na flexão (MPa)	Resistência à compressão (MPa)
Ref.	0,54	3,65	12,14
D1	0,38	0,80	9,36
D2	0,41	0,83	8,66
D3	0,52	0,88	9,65
D4	0,39	0,88	9,86
D5	0,39	3,03	8,48
D6	0,47	2,74	8,78

Fonte: Autora (2023).

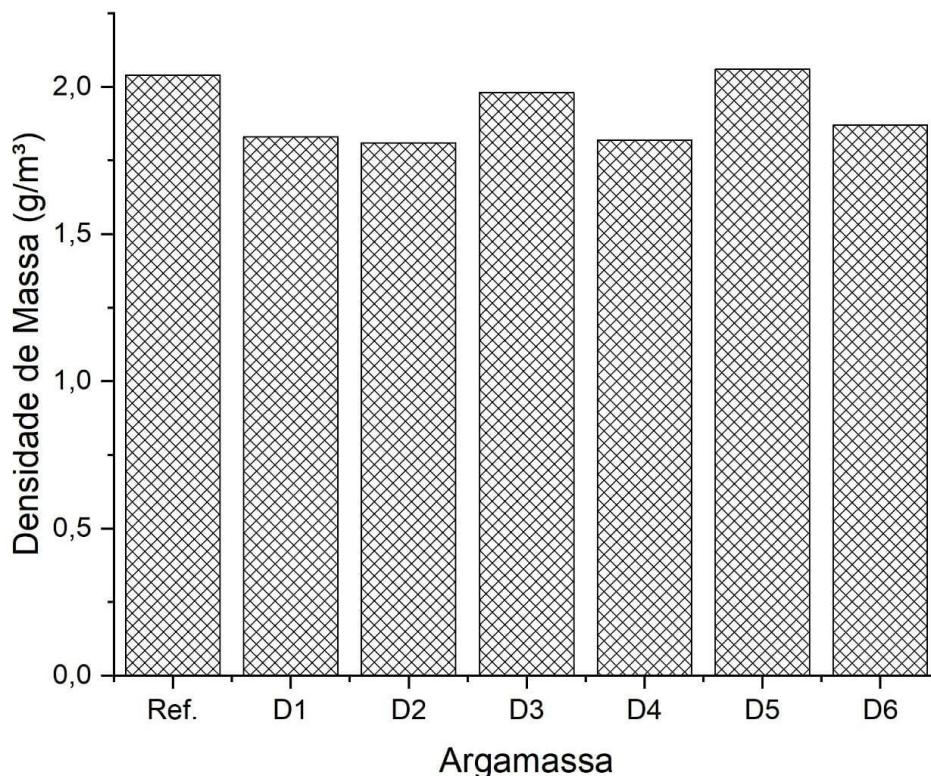
3.1 Resultados obtidos no estado fresco

O grupo do detergente comercial (D1 e D2), demonstram uma das mais baixas densidades de massa, com valores bem próximos às dosagens D4 e D6 dos AIA comerciais, segundo Alves (2002), quanto menor a densidade da argamassa,

menos esforço é necessário para sua aplicação, onde a influência do teor de ar incorporado tem um impacto significativo.

Conforme Carasek (2017), argamassas convencionais devem possuir uma densidade de massa situada no intervalo de 1,30 a 2,40 g/cm³. Como podemos observar na Imagem 05, todas as dosagens estudadas se encontram dentro da faixa de 1,81 a 2,06 g/cm³, valores esperados para argamassas destinadas a aplicações comuns.

Imagem 05: Densidade de massa das argamassas estudadas.

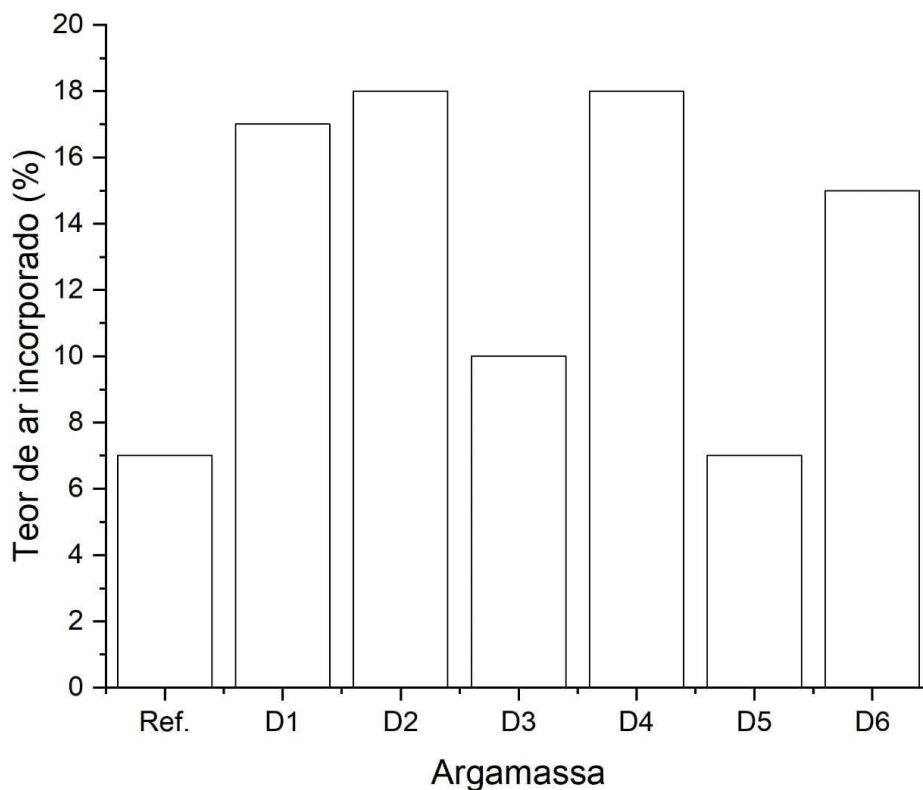


Fonte: Autora (2023).

Como pode ser observado na Imagem 06, o grupo D1 e D2, bem como o AIA comercial 1 dosagem D4, exibiram os níveis mais elevados de incorporação de ar, o que pode ser justificado pelas suas densidades de massa.

Conforme estipulado pela norma ASTM C 1349 (2003), o teor de ar incorporado nas argamassas de revestimento devem variar de 8 a 17%. Se considerarmos esses critérios, apenas as argamassas D1, D3 e D6 estão em conformidade, onde, o detergente comercial está incluído.

Imagem 06: Teor de ar incorporado calculado das argamassas estudadas.



Fonte: Autora (2023).

Conforme mostrado na Imagem 07, o AIA proposto demonstrou retenção de água similar aos obtidos pelos aditivos comerciais, destacando que, em D2, houve uma retenção superior em comparação com a argamassa de referência. Essa característica é essencial para a hidratação adequada do cimento e o endurecimento progressivo da argamassa, assegurando o desempenho desejado do revestimento (NAKAKURA, 2003).

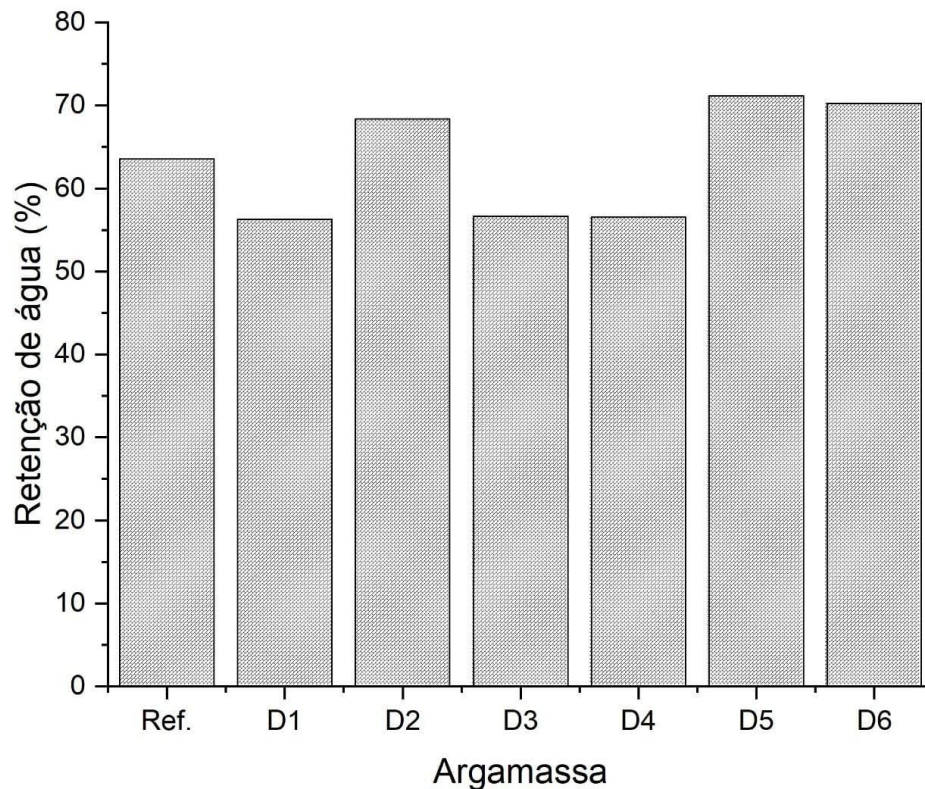
De acordo com a NBR 13281 (ABNT, 2023): Argamassas inorgânicas - Requisitos e métodos de ensaios - Parte 1: Argamassas para revestimento de paredes e tetos, a classe de retenção de água das argamassas pode ser observada na Tabela 05, onde, o grupo D5 e D6 são classificadas como U1 e as demais dosagens estão dentro do grupo U0.

Tabela 05: Classificação da retenção de água.

Classe	Retenção de água (U) %
U0	$U < 70$
U1	$70 \leq U < 80$
U2	$80 \leq U < 90$
U3	$U > 90$

Fonte: NBR 13281-1, 2023.

Imagem 07: Retenção de água das argamassas estudadas.

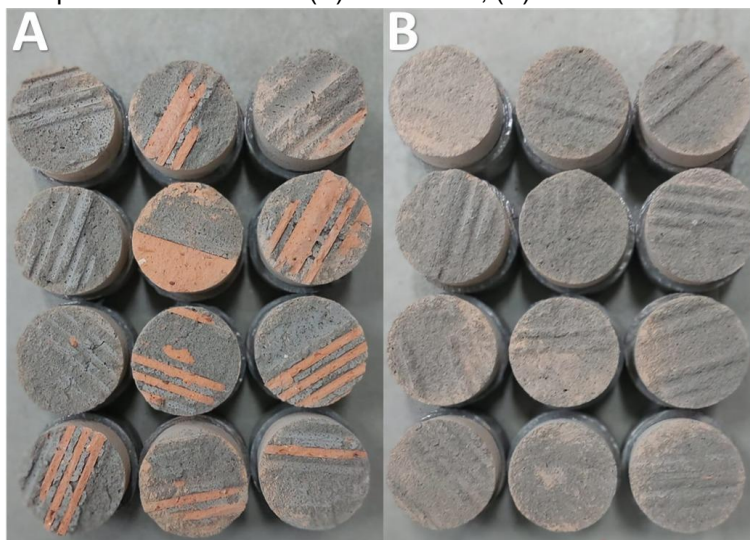


Fonte: Autora (2023).

3.1 Resultados obtidos no estado endurecido

Os resultados aos 28 dias dos ensaios de resistência de aderência à tração ao substrato são apresentados para as dosagens estudadas. Como pode ser observado na Imagem 08, a argamassa de referência, em sua maioria, rompeu no substrato/argamassa, indicando uma resistência de aderência superior à apresentada. Em contrapartida, as outras argamassas demonstraram rompimento similar, ocorrendo em sua maioria na interface argamassa/substrato, neste caso, os valores de resistência de aderência são iguais aos obtidos no ensaio.

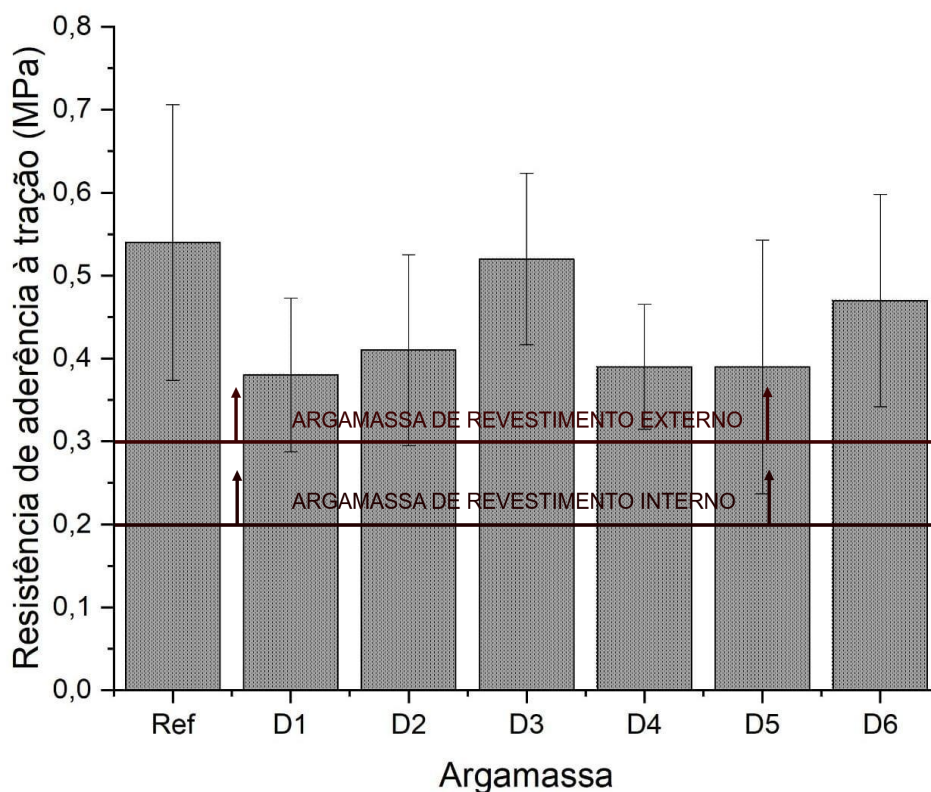
Imagem 08: Pastilhas após o arrancamento: (A) Referência, (B) Padrão nos demais traços.



Fonte: Acervo da autora (2023).

Conforme estabelecido pela norma NBR 13749 (ABNT, 2013): Informação e documentação - Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Especificação, as argamassas destinadas ao revestimento interno devem apresentar uma resistência de aderência variando entre 0,20 e 0,30 MPa, já as destinadas ao revestimento externo requerem uma resistência superior a 0,30 MPa. Sendo fundamental que, de um total de doze ensaios realizados, pelo menos oito deles apresentarem valores acima desses limites estabelecidos. Diante disto, podemos afirmar que todas as argamassas estudadas estão de acordo aos parâmetros da norma para a resistência de aderência à tração ao substrato.

Imagem 09: Resistência de aderência à tração ao substrato das argamassas estudadas.



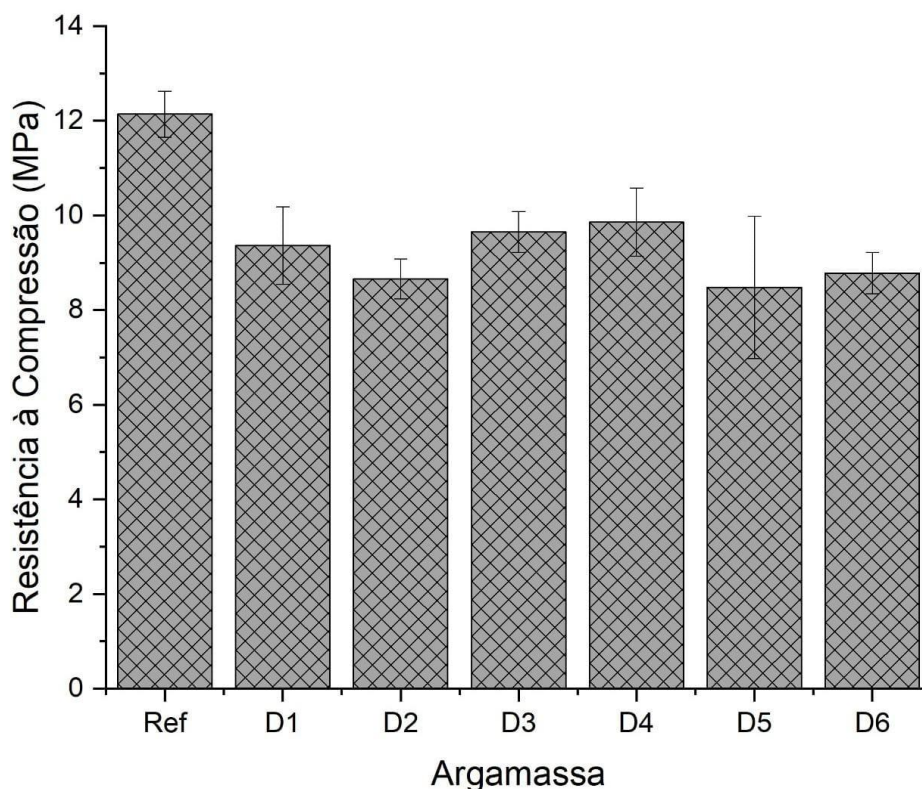
Fonte: Autora (2023).

Os resultados obtidos nos ensaios de resistência à compressão demonstram valores próximos em ambas as argamassas que possuem aditivo incorporador de ar em sua composição, essa redução em relação à argamassa de referência é efeito comum em decorrência da incorporação de ar.

Com a atualização da NBR 13281 (ABNT, 2005) para a NBR 13281 (ABNT, 2023), houve uma modificação na abordagem das argamassas para assentamento e revestimento de paredes e tetos. No contexto da nova norma, intitulada: Argamassas Inorgânicas - Requisitos e Métodos de Ensaio - Parte 1: Argamassas para Revestimento de Paredes e Tetos, a classificação das argamassas de revestimento em relação à resistência à compressão foi eliminada, considerando que este não é um fator de interesse para essas classes de argamassas.

Diante disto, as argamassas estudadas foram classificadas conforme as diretrizes estabelecidas pela NBR 13281 (ABNT, 2005). De acordo com essa norma, argamassas que apresentam resistência à compressão superior a 8,0 MPa são designadas como pertencentes à Classe P6. Todas as argamassas examinadas foram, portanto, classificadas nessa categoria, conforme pode ser observado a seguir.

Imagem 10: Resistência à compressão das argamassas estudadas.



Fonte: Autora (2023).

Conforme estabelecido na NBR 13281 (ABNT, 2023): Argamassas inorgânicas - Requisitos e métodos de ensaios - Parte 1: Argamassas para revestimento de paredes e tetos, a classificação das argamassas para revestimento, em relação ao requisito de resistência à tração na flexão, deve ser feita considerando alguns intervalos conforme pode ser observado na Tabela 08.

Tabela 06: Classificação da resistência à tração na flexão.

Classe	Resistência à tração na flexão (R_f) MPa
R1	$R_f < 0,5$
R2	$0,5 \leq R_f < 1,5$
R3	$1,5 \leq R_f < 3,0$
R4	$R_f \geq 3,0$

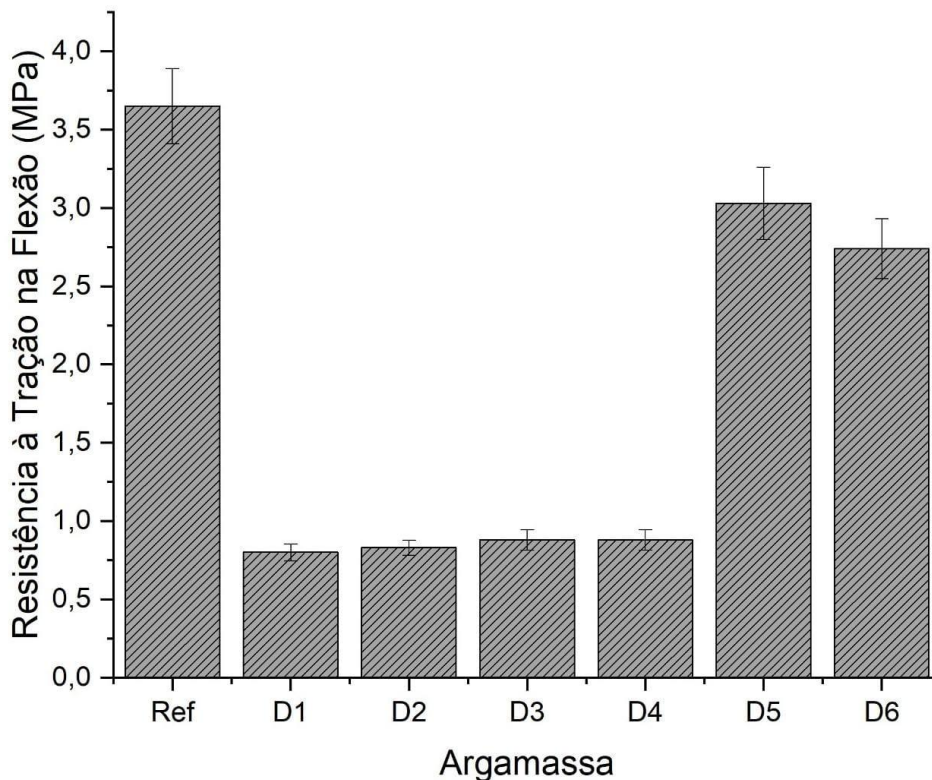
Fonte: NBR 13281-1, 2023.

De acordo com o ilustrado na Imagem 11, verifica-se uma ampla variação na resistência à tração na flexão das argamassas examinadas. Com o aumento do teor de ar incorporado, juntamente com o índice de vazios, a resistência mecânica diminui. É importante notar que o detergente comercial exibiu um padrão de comportamento bem mais estável do que do aditivo comercial, em relação a esse fator.

O detergente comercial, em ambas as porcentagens avaliadas, apresenta resultados semelhantes aos do aditivo comercial 1, enquanto as outras formulações

revelam valores significativamente superiores. De acordo com as classificações estabelecidas, os grupos D1, D2, D3 e D4 são classificados como R2, a D6 como R3 e as demais como R4, o que permite a aplicação das argamassas para revestimento.

Imagem 11: Resistência à tração na flexão das argamassas estudadas.



Fonte: Autora (2023).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo objetivou a avaliação dos efeitos de aditivos incorporadores de ar surfactantes disponíveis, em argamassas de revestimento. Para alcançar os resultados, foram conduzidos ensaios para avaliar as propriedades das argamassas no estado fresco e endurecido, utilizando duas dosagens do detergente comercial e dos AIA comerciais, os quais foram comparados com a argamassa de referência, conforme as normas vigentes.

A utilização de detergente como substituto do aditivo incorporador de ar nas argamassas de revestimento, produziram resultados satisfatórios em suas propriedades tanto no estado fresco quanto no estado endurecido. No estado fresco pode se observar que o detergente comercial, em todas as propriedades estudadas se encontra dentro dos parâmetros estabelecidos pelas normativas, onde, em ambos as dosagens D1 e D2 possuem densidade de 1,83 e 1,81g/cm³ respectivamente, apresentando a menores densidades encontradas, resultando nos maiores teores de incorporação de ar das argamassas estudadas de 17 e 18%. Como esperado, no estado endurecido o AIA proposto teve uma queda significativa em sua resistência à tração na flexão, chegando a 0,80 e 0,83 MPa, que ficou

próximo aos resultados do grupo D3 e D4 que obtiveram 0,88 MPa em ambas as dosagens. Já suas resistências de aderência ao substrato, foram obtidos resultados de 0,38 e 0,41 MPa, que conforme a NBR 13749 (ABNT, 2013), às argamassas produzidas com detergente comercial estão aptas para revestimento interno e externo.

Os resultados evidenciaram que as argamassas com adição de detergente doméstico demonstraram propriedades semelhantes aos aditivos comerciais, em ambos os estados, assim como, estando em conformidade com as normativas para os teores, marcas, combinações e propriedades analisadas nesta pesquisa. Além disso, destaca-se que a eficácia do detergente nas argamassas estudadas apontam benefícios práticos em obras onde esse aditivo foi aplicado, isso indica, que mesmo na ausência do AIA previamente planejado, não há indicativos de grandes perdas ao revestimento.

Entre os aditivos incorporadores de ar estudados, o Arga Plast Super (D5 e D6) demonstrou o melhor desempenho dentro das propriedades analisadas. Sua eficácia nas propriedades estudadas demonstra uma eficiência superior em comparação com os demais analisados no estudo.

Os resultados desta pesquisa não são suficientes para uma conclusão precisa, requerendo estudos mais contundentes e avaliações ao longo da vida útil do revestimento. Porém oferecem um suporte para futuras investigações e indicam o início de uma compreensão abrangente dos efeitos da adição de detergente doméstico em argamassas de revestimento. Ademais, essa limitação pode ser percebida como oportunidade para pesquisas futuras, onde, recomenda-se estudos com mais teores dos AIA, podendo maximizar os teores de detergente, assim como, testes com AIA com outras bases químicas disponíveis no mercado. Seria de grande interesse, produzir argamassas em grandes quantidade, em diferentes tipos de misturadores, avaliar a porosidade e também a absorção de água. E seria primordial para uma compreensão mais precisa, um estudo a longo prazo de patologias e durabilidade.

REFERÊNCIAS

ALVES, N. J. D. **Avaliação dos aditivos incorporadores de ar em argamassas de revestimento**. Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 175p, 2002. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/37216>. Acesso em: 29 de mai. 2023.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM C 1329: **Standard Specification for Mortar Cement**. United States, 2003. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/432690692/ASTM-C-1349>. Acesso em: 04 nov. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 13276: Informação e documentação — Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Preparo da mistura e determinação do índice de consistência — **Apresentação**. Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: https://www.gedweb.com.br/aplicacao/usuario/asp/resultado_avancado.asp. Acesso em: 30 mai. 2023.

_____. NBR 13277: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – **Determinação de retenção de água**. Rio de Janeiro, 2005a. Disponível em: https://www.gedweb.com.br/aplicacao/usuario/asp/resultado_avancado.asp. Acesso em: 11 jun. 2023.

_____. NBR 13278: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes de placas cerâmicas – **Determinação da densidade de massa e do teor de ar incorporado**. Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: https://www.gedweb.com.br/aplicacao/usuario/asp/resultado_avancado.asp. Acesso em: 11 jun. 2023.

_____. NBR 13279: Argamassa para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos – **Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão**. Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: https://www.gedweb.com.br/aplicacao/usuario/asp/resultado_avancado.asp. Acesso em: 11 jun. 2023.

_____. NBR 13281: Argamassas inorgânicas — Requisitos e métodos de ensaios – **Parte 1: Argamassas para revestimento de paredes e tetos**. Rio de Janeiro, 2023. Disponível em: https://www.gedweb.com.br/aplicacao/usuario/asp/resultado_avancado.asp. Acesso em: 03 nov. 2023.

_____. NBR 13281: — Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - **Requisitos**. Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: <https://pt.scribd.com/doc/202371815/NBR-13281-Argamassa-Para-Assentamento-e-Revestimento-de-Paredes-e-Tetos-2005>. Acesso em: 10 nov. 2023.

_____. NBR 13528: Informação e documentação — Revestimento de paredes de argamassa inorgânicas - Determinação da resistência de aderência à tração — **Parte 1: Requisitos gerais**. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: https://www.gedweb.com.br/aplicacao/usuario/asp/resultado_avancado.asp. Acesso

em: 31 mai. 2023.

_____. NBR 13528: Informação e documentação — Revestimento de paredes de argamassa inorgânicas - Determinação da resistência de aderência à tração — **Parte 2: Aderência ao substrato**. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: https://www.gedweb.com.br/aplicacao/usuario/asp/resultado_avancado.asp. Acesso em: 11 jun. 2023.

_____. NBR 13529: Informação e documentação — **Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas** — Terminologia. Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: https://www.gedweb.com.br/aplicacao/usuario/asp/resultado_avancado.asp. Acesso em: 25 mai. 2023.

_____. NBR 13749: Informação e documentação — Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas — **Especificação**. Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: https://www.gedweb.com.br/aplicacao/usuario/asp/resultado_avancado.asp. Acesso em: 02 nov. 2023.

_____. NBR 15270: Componentes cerâmicos – Blocos e tijolos para alvenaria **Parte 2: Métodos de ensaio**. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: https://www.gedweb.com.br/aplicacao/usuario/asp/resultado_avancado.asp. Acesso em: 11 jun. 2023.

_____. NBR 16541: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – **Preparo da mistura para a realização de ensaios**. Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: https://www.gedweb.com.br/aplicacao/usuario/asp/resultado_avancado.asp. Acesso em: 11 jun. 2023.

_____. NBR 16697: Cimento Portland - **Requisitos**. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: https://www.gedweb.com.br/aplicacao/usuario/asp/resultado_avancado.asp. Acesso em: 11 jun. 2023.

_____. NBR NM 45: Agregados – **Determinação da massa unitária e do volume de vazios**. Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: https://www.gedweb.com.br/aplicacao/usuario/asp/resultado_avancado.asp. Acesso em: 11 jun. 2023.

_____. NBR NM 52: Agregado miúdo – **Determinação da massa específica e massa específica aparente**. Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: https://www.gedweb.com.br/aplicacao/usuario/asp/resultado_avancado.asp. Acesso em: 11 jun. 2023.

_____. NBR NM 248: Agregados – **Determinação da composição granulométrica**. Rio de Janeiro, 2001. Disponível em: https://www.gedweb.com.br/aplicacao/usuario/asp/resultado_avancado.asp. Acesso em: 11 jun. 2023.

BIAVA, Juceane de Fátima. **Contribuição ao estudo de argamassas de emboço com aditivo incorporador de ar**. 2017. 316 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2017. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/3044>. Acesso em: 26 jun. 2023.

CARASEK, Helena. Argamassas. In. ISAIA, Geraldo Cechella. **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais**. 3. ed. São Paulo: IBRACON, 2017. p. 922-969.

FISPQ - **Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos** - Empresa Bombril - São Paulo - 2019. Disponível em: <https://action.com.br/wp-content/uploads/2020/01/limpol-detergente.pdf>. Acesso em: 27 mai. 2023.

MENDES, J. C. **Viabilidade técnica do uso de Linear Aquil Benzeno Sulfonato de Sódio como aditivo incorporador de ar para matrizes cimentícias**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, DECIV/EM/UFOP, Ouro Preto, MG, Brasil. 2016. Disponível em: <https://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/6409>. Acesso em: 27 mai. 2023.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. **Concreto: Microestrutura, Propriedade e Materiais**. 3. ed. São Paulo: Ibracon. 2018.

MORO, Taís Kuster. **Novo aditivo incorporador de ar biodegradável para matrizes cimentícias**. 2017. 39 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2017. Disponível em: <https://www.monografias.ufop.br/handle/35400000/559>. Acesso em: 27 mai. 2023.

POLLI, F. H.; FIORAVANTE, E. V.; SILVA, S. H. L.; COSTA, M. R. M. M.; PEREIRA, E. Influência da ação combinada de aditivos, incorporador de ar e estabilizador de hidratação, nas propriedades da argamassa estabilizada por até 48 horas. **Matéria**, v. 28, n.1, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1517-707620230001.1336>. Acesso em: 19 jun. 2023.

ROMANO, R.C.O. **Incorporação de ar em materiais cimentícios aplicadas em construção civil**. São Paulo, 2013. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-27122013-113747/pt-br.php>. Acesso em: 29 mai. 2023.

SILVA, Roger Lima da. **Uso de detergente líquido como aditivo incorporador de ar em argamassa de contrapiso**. 2020. 62 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Christus, Fortaleza, 2020. Disponível em: <https://repositorio.unichristus.edu.br/jspui/handle/123456789/1061#:~:text=Os%20ensaios%20no%20estado%20fresco,propor%C3%A7%C3%B5es%20apresentarem%20resultados%20relativamente%20semelhantes>. Acesso em: 27 mai. 2023.

SOARES, Anderson Shimenes Lacerda. **Estudo dos parâmetros e controle de qualidade no processo produtivo de detergente líquido domissanitário**. 2017. 56 f. Monografia (Especialização em Engenharia Química) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2017. Disponível em: https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/13533?locale=pt_BR. Acesso em: 26 jun. 2023.