

DESENVOLVIMENTO DE ARGAMASSA DE REVESTIMENTO COM INCORPORAÇÃO DE FILITO PELO MÉTODO DE PROJEÇÃO MECANIZADA*

Ana Luiza Campinho Paes¹

Jonas Alexandre²

Larissa Campos Granato Botelho³

Andreia Arenari Siqueira⁴

Thuany Espirito Santo de Lima⁵

Valber Domingos Pinheiro⁶

Afonso Rangel Garcez de Azevedo⁷

Resumo

Argamassas para revestimento são materiais amplamente utilizados em construções. Para cumprir sua função, as propriedades mais almejadas são aderência ao substrato e trabalhabilidade. Para diminuir custo e tempo de execução, o método de projeção pode ser empregado, consistindo no lançamento mecanizado da argamassa sobre o substrato. Visando a redução ainda maior dos custos, algumas empresas optam por substituir totalmente a cal, material com alto valor comercial. Toma-se como referência uma construtora da região de Campos dos Goytacazes/RJ, que emprega o sistema de projeção com filito, entretanto, após a secagem do revestimento, este vem apresentando problemas de fissuras. O objetivo deste trabalho foi buscar alternativas propondo um novo traço utilizando o filito. Foram realizados ensaios no estado fresco e endurecido. Devido a ausência de normas específicas para argamassas projetadas, elas foram confeccionadas de acordo com as NBRs existentes, e feita uma comparação com uma argamassa convencional. Os resultados mostraram que o material projetado tem uma maior eficiência executiva, entretanto quando o filito foi incorporado a argamassa, as resistências e retenção de água diminuíram, enquanto o teor de ar incorporado aumentou. Quanto as fissuras, apenas diminuindo a relação a/c, foi possível diminuir sua presença, mostrando que as mesmas são causadas pela retração por secagem.

Palavras-chave: Argamassa de revestimento; Filito; Argamassa projetada; Fissuras.

DEVELOPMENT OF A COATING MORTAR WITH FILITE INCORPORATION BY MECHANIZED SPRAYED SYSTEM

Abstract

Mortars for covering walls are widely used materials at constructions. To fulfill its function, the main desired properties are substrate adhesion and workability. To reduce cost and time of execution, the projection method can be employed, consisting in the mechanized sprayed of mortar on the substrate. In order to reduce cost even more, some enterprises opt to replace completely the lime, material with high commercial value. It is taken as reference a construction company of Campos dos Goytacazes's region, which employs the projection system with phyllite, however, after the coating has dried, it presents cracking problems. This article's aim was to find alternatives proposing a new trace using phyllite. Were performed tests at fresh and hardened state. Due to the absence of specific standards for the projected mortars, they were made according to the existing NBRs, and compared with conventional mortar. The results showed that the projected material had a better executive efficiency, however, when the phyllite was incorporated, the resistances and water retention decreased, while incorporated air content increased. As for the

fissures, only decreasing the a/c ratio, it was possible to decrease their presence, which indicates that they are caused by drying shrinkage.

Keywords: Coating mortar; Phyllite; Sprayed mortar; Fissures.

- ¹ *Engenheira Civil, mestranda em Estruturas, LECIV, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.*
- ² *Engenheiro Civil, doutor em Estruturas, LECIV, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.*
- ³ *Engenheira Civil, mestranda em Estruturas, LECIV, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.*
- ⁴ *Engenheira Civil, mestranda em Estruturas, LECIV, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.*
- ⁵ *Engenheira Civil, mestre em Estruturas, LECIV, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.*
- ⁶ *Engenheiro Civil, mestre em Estruturas, LECIV, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.*
- ⁷ *Engenheiro Civil, doutor em Estruturas, LECIV, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.*

1 INTRODUÇÃO

Na antiguidade, as primeiras argamassas fabricadas eram misturas de solos argilosos e materiais provenientes de rochas calcárias, equivalentes quimicamente ao carbonato de cálcio encontrado no ciclo da cal [1]. De acordo com a NBR, as argamassas são definidas com misturas homogêneas de agregados miúdos, aglomerantes (cal hidratada ou cimento Portland), podendo conter aditivos ou adições químicas [2].

Devido a queda consecutiva de 14,3% e 2,5% no setor da construção nos anos de 2017 e 2018, respectivamente [3,4], e buscando impulsionar este setor em tempos de crise, técnicas e materiais são melhorados ou desenvolvidos, buscando diminuir custos e acelerar os processos construtivos. Para atingir esse objetivo, pode-se empregar o método de projeção, caracterizado pelo lançamento mecanizado da argamassa sobre o substrato. Esse sistema possui como vantagens em relação ao sistema convencional: maior produtividade na aplicação, baixo desperdício de material e baixo impacto ambiental pelo fato de gerar menos resíduo, conseqüentemente, levando a uma obra mais limpa. Sua eficiência é comprovada quando um profissional leva um dia para aplicar manualmente o revestimento em uma superfície de 14 m², enquanto que com o sistema racionalizado, ele cobre no mesmo período, uma área de 29 m², aproximadamente o dobro [5].

No país, existem dois projetores que são mais utilizados: com recipiente acoplado e bomba de argamassa, como mostrados na Figura 1 [6] e Figura 2, respectivamente. O primeiro possui maior praticidade de operação, entretanto o segundo permite um fluxo contínuo de projeção, levando a uma maior otimização do processo e produção diária. Além disso, existem dois processos de projeção: por via seca, quando os constituintes são introduzidos na bomba de argamassa secos e recebem água no mangote ou no bico; e por via úmida, quando os materiais são misturados e homogeneizados antes de serem introduzidos na bomba de argamassa, garantindo maior uniformidade da argamassa em comparação ao método anterior.



Figura 1. Recipiente acoplado.

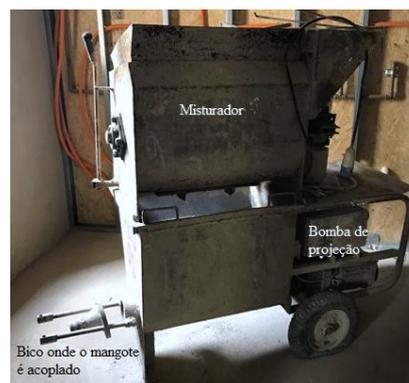


Figura 2. Bomba de projeção.

Pensando na rapidez de execução e redução de custos, uma construtora da região de Campos dos Goytacazes-RJ implementou o sistema de projeção mecanizada por meio de bombas de argamassas através do processo de via úmida, uma vez que este é mais moderno, garante maior homogeneização e é indicado para obras de maior porte, como no caso desse empreendimento, que conta com aproximadamente 500 apartamentos. A empresa também optou por substituir totalmente a cal hidratada por filito, um mineral abundante na crosta terrestre, que

quando finamente moído confere as argamassas no estado fresco características próximas àquelas alcançada com o uso da cal [7].

Para projetar esse material no substrato, algumas características no estado reológico devem ser distintas da argamassa de aplicação convencional, principalmente a trabalhabilidade. Um meio de determinar essa propriedade e seu índice é usando o ensaio de consistência, que para argamassas convencionais, tem sem valor limitado pela NBR 13276 (2016) em 260 ± 5 mm [8]. Contudo, esse limite resulta em um material pouco fluido, dificultando ou tornando o processo de projeção inviável, por isso esse valor foi desconsiderado nesse artigo.

Uma maneira simples para aumentar essa propriedade tão importante para é acrescentando água a mistura. Entretanto o aumento da relação água/cimento leva à diminuição da resistência, aumento da porosidade e maior aparecimento de fissuras devido a retração por secagem. É importante destacar que as fissuras são portas de entrada para outras patologias, como a proliferação de fungos e bolores, que ao longo do tempo são responsáveis por manchas, perda de coesão e desagregação do revestimento [9].

Ainda referente a obra executada, vale ressaltar que devido a extensão do empreendimento, o aparecimento de fissuras generalizadas após o período de secagem do revestimento tornou-se um problema que necessitava de solução. Assim, esta pesquisa objetivou buscar soluções para amenizar o aparecimento de fissuras devido a retração, sem que houvesse mudança na trabalhabilidade da argamassa, uma vez que esse parâmetro depende do equipamento que foi empregado na projeção. Além disso, foram feitos alguns ensaios físicos para comparar as argamassas convencionais de cal e aquelas com o filito.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1. Materiais e Métodos

Materiais

Os materiais constituintes das argamassas foram: cimento Portland CP-III 40-RS, cal hidratada CH-III, filito, areia natural do rio Paraíba do Sul e água da rede de abastecimento pública do Município de Campos dos Goytacazes.

O filito empregado para substituir a cal em sua totalidade possui caracterização química e mineralógica fornecidas pelo fabricante, assim como a cal hidratada. Apesar de visivelmente possuir granulometria superior à da cal, não houve nenhum peneiramento do filito antes do seu uso para que fosse mantida a conformidade com o material empregado no canteiro de obras. Além disso, para alcançar a granulometria da cal, seu peneiramento seria inviável em campo.

A areia usada foi a mesma tanto nas argamassas desenvolvidas nesse trabalho quanto na obra de referência, isso foi determinado para que os resultados obtidos fossem coerentes e para que o trabalho pudesse ser aplicado em campo sem muitas complicações. Deste material, foi feita a caracterização granulométrica de acordo com a NM 248 (2003) [10], como mostra a Figura 3.

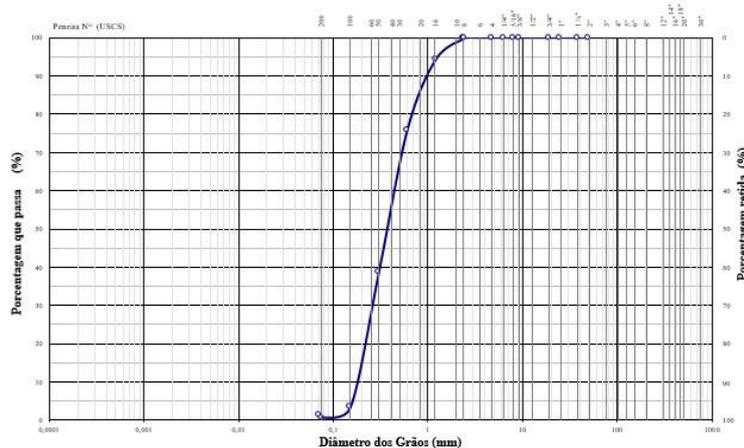


Figura 3. Granulometria da areia empregada em todas as argamassas.

Existem cimentos de diversas resistências e com diferentes porcentagens de adições de outros materiais. Em um mesmo tipo de cimento, como o CPIII, a quantidade de escória de alto forno presente em sua composição pode variar de 35% a 70% em massa em substituição ao clínquer. Por isso, foi estabelecido que o cimento usado na confecção das argamassas deveria ser sempre do mesmo lote para que essa variação não interferisse nos resultados laboratoriais.

Preparo da massa

As argamassas com o filito foram confeccionadas a partir do traço fornecido pela construtora, onde o índice de consistência foi de 310 mm. Como dito anteriormente, para cada máquina são exigidas diferentes características do revestimento em estado fresco, e como o equipamento de projeção empregado nas argamassas desenvolvidas neste trabalho foi o mesmo que o usado na obra de referência, o valor do índice de consistência foi fixado em 310 ± 5 mm para que sua trabalhabilidade fosse mantida constante.

Foram produzidas três argamassas com diferentes traços: uma argamassa de cal, denominada C01, com traço de 1:1:6 (cimento:cal:areia) e consistência dentro dos limites da norma, uma argamassa que reproduzia o traço base, denominada F01, e outra argamassa com filito, embora com menos quantidade de água, chamada F02. O traço da argamassa com filito foi de 1:1:4 (cimento:filito:areia), e a quantidade de água empregada em cada argamassa é mostrada na Tabela 1.

Tabela 1. Quantidade de água (g) das misturas

	Água
C01	480
F01	643
F02	600

A argamassa foi preparada seguindo as orientações da NBR 13276 (2016), onde argamassas à base de cimento e cal hidratada devem ser preparadas com antecedência de 16 a 24 horas de utilização. Areia, cal hidratada e água, foram misturados durante 4 minutos no misturador e a mistura foi pesada após esse período. Passado o tempo de maturação, o material foi pesado novamente e, caso água fosse perdida, esta deveria ser repostada. Feito isso, o cimento é acrescentado a mistura, e a homogeneização é feita durante 4 minutos [8].

Já no caso de argamassas a base de cimento com adição ou aditivos, os constituintes são misturados durante 90 segundos em velocidade baixa. Passado esse tempo, a massa fica em repouso durante 15 minutos, sendo homogeneizada em seguida durante 15 segundos em velocidade lenta [8].

Confecção dos corpos de prova

Os corpos de prova foram moldados após serem realizados ensaios no estado fresco de consistência e densidade de massa no estado fresco, sendo produzidos seis corpos de prova para cada traço a fim de obter-se algumas propriedades mecânicas desses materiais no estado endurecido como densidade de massa, resistência a compressão, tração na flexão, de aderência à tração e absorção de água por capilaridade. Também foram determinados ensaios de teor de ar incorporado e retenção de água. Para isso, os corpos de prova foram executados de acordo com a NBR 13279 (2005), em moldes prismáticos metálicos de 4x4x16 cm (Figura 4) [11].

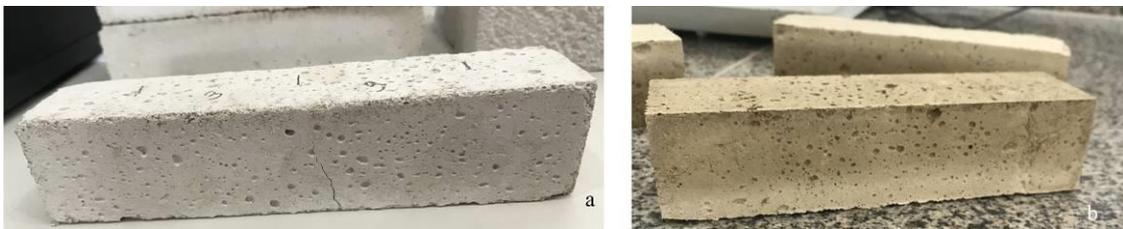


Figura 4. Corpos de prova. a) Cal. b) Filito

Os moldes foram colocados na mesa de consistência e preenchidos em duas camadas com alturas aproximadamente iguais. A cada camada executada, foram aplicadas 30 quedas na mesa de consistência, sendo realizado o rasamento para que o corpo de prova ficasse com a superfície plana. Após a moldagem, as fôrmas permaneceram em um local plano, com temperatura controlada para cura ao ar, sendo realizada a desforma em aproximadamente 48 ± 24 horas.

Análise experimental

A fim de analisar de forma técnica as amostras deste estudo, realizou-se ensaio de determinação do índice de consistência, densidade de massa no estado fresco, teor de ar incorporado e retenção de água de cada argamassa. Após 28 dias, os corpos de prova foram ensaiados para densidade de massa no estado endurecido e resistências mecânicas de compressão, tração na flexão, aderência a tração e absorção de água por capilaridade, conforme mostrado a seguir.

O ensaio de índice de consistência foi elaborado segundo recomendação da NBR 13276 (2016), entretanto, como dito anteriormente o valor limite da norma foi desconsiderado para que a argamassa pudesse ser projetada. O espalhamento é medido em 3 direções e é determinada a média, sendo este o valor final [8].

Para determinação da densidade de massa no estado fresco e teor de ar incorporado foi utilizada a NBR 13278 (2005) [12]. Com o valor obtido para densidade de massa são feitos cálculos chegar ao valor do teor de ar incorporado. Após o preparo da argamassa, esta é introduzida em um copo cilíndrico, com massa (m_v) e volume (v_r) conhecidos, em três camadas uniformes aplicando 20 golpes em cada uma delas, e para que não haja vazios na argamassa, são efetuadas 3 quedas na mesa de consistência. Posteriormente o material é rasado, e o molde com

argamassa é pesado (m_c). A densidade de massa (d) é determinada pela Equação 1:

$$d = \frac{m_c - m_v}{v_r} 1000 \quad (1)$$

Ainda no estado fresco, foi determinada a capacidade de retenção de água das argamassas, seguindo a NBR 13277 (2005) [13]. Para isso, utilizou-se o aparelho da Figura 5, e a retenção de água (R_a) é determinada pela Equação 2, sabendo que m_a é a massa do prato+argamassa+papel-filtro antes da sucção, m_s é m_a após os 15 minutos de sucção, m_v é a massa do prato+papel-filtro.



Figura 5. Aparelho de retenção de água. a) Prato onde é colocado a papel filtro e posteriormente argamassa.

$$R_a = \left[1 - \frac{(m_a - m_s)}{AF * (m_a - m_v)} \right] 100 \quad (2)$$

AF que aparece na Equação 2 é o fator água/argamassa determinado pela Equação 3, onde m é a soma das massas dos componentes, m_w é a massa de água total acrescida a mistura:

$$AF = \frac{m_w}{m + m_w} \quad (3)$$

No estado endurecido, os corpos de prova prismáticos foram ensaios à tração na flexão e depois à compressão, de acordo com a NBR 13279 (2005) [11]. Para a tração na flexão, foi aplicada uma carga de 50 ± 10 N/s até a ruptura do corpo de prova, a resistência é calculada através da Equação 4, conhecendo os valores de F_t como a carga aplicada verticalmente no centro dos prismas, em N; L a distância entre os suportes em mm e R_t a resistência à tração na flexão, MPa.

$$R_t = \frac{1,5 * F_t * L}{40^3} \quad (4)$$

Para a resistência a compressão foram usadas as metades dos corpos de prova ensaiados à tração na flexão, e a carga aplicada (F_c) foi de 500 ± 50 N/s até sua ruptura, sendo calculado pela Equação 5.

$$R_c = \frac{F_c}{1600} \quad (5)$$

No ensaio de densidade de massa no estado endurecido, deve ser determinado o volume do corpo de prova (v) e a massa do corpo de prova (m_{cp}) [14]. Com isso, calcula-se a densidade de massa pela Equação 6.

$$\rho = \frac{m_{cp}}{v} 1000 \quad (6)$$

A resistência de aderência a tração é padronizada pela NBR 13528 (2010), e após o período de 28 dias, são feitos 12 corpos de provas, no mínimo, cilíndricos no revestimento com o auxílio de uma serra copo (Figura 6). Assim, são coladas pastilhas metálicas para que seja feito o ensaio através de um dinamômetro. Essa resistência é obtida pela divisão entre o valor dado pelo dinamômetro e a área da pastilha [15].



Figura 6. Corpos de prova para ensaio de aderência à tração.

O ensaio de absorção de água por capilaridade é regido pela NBR 15259 (2005) [16] e consiste em determinar a massa inicial do corpo de prova (m_0), e posteriormente, estes devem ser colocados sobre suportes dentro do recipiente com água onde é feito o ensaio, para que as outras superfícies não sejam molhadas. Contando o tempo a partir do momento em que os corpos de prova são colocados em contato com a água, suas massas devem ser registradas após 10 minutos (m_{10}) e 90 minutos (m_{90}). Primeiro, é definido o coeficiente de capilaridade, Equação 7, e depois a absorção de água por capilaridade aos 90 minutos, pela Equação 8.

$$C = m_{90} - m_{10} \quad (7)$$

$$A_{90} = \frac{m_{90} - m_0}{16} \quad (8)$$

2.2. Resultados e Discussão

Logo após a aplicação e acabamento da argamassa com o filito no substrato, foi feita uma análise visual em relação a presença de escorregamento ou deslocamento da massa, o que não ocorreu, demonstrando um bom desempenho do novo material. Além disso, no momento da aplicação, quase não houve reflexão devido ao impacto de lançamento do material, contando também como ponto positivo. Como esperado, o traço F01, reproduzido da obra, apresentou fissuras em praticamente toda a extensão em que a argamassa foi aplicada, e mesmo com a redução da relação água/cimento para F02, as fissuras, embora em menor quantidade, ainda se fizeram presentes (Figura 7).

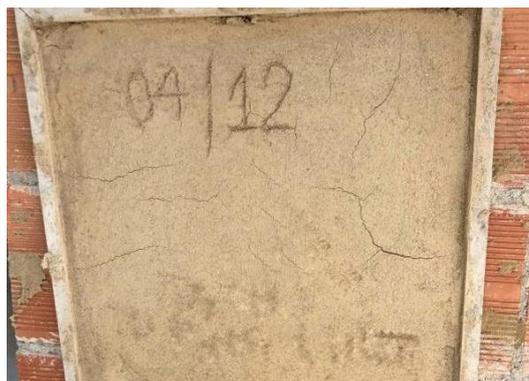


Figura 7. Presença de fissuras no revestimento F01.

Os ensaios no estado fresco e endurecido serão apresentados na Tabela 2 para melhor visualização dos resultados, e posteriormente serão feitos comentários pertinentes a cada valor obtido.

Tabela 2. Resultados médios obtidos nos ensaios

Ensaio	F01	F02	C01
Consistência (mm)	314	304,7	260
Densidade de massa estado fresco (kg/cm ³)	2,00	1,99	1,37
Teor de ar incorporado (%)	45	30	19
Retenção de água (%)	95	93	97
Resistência à compressão (MPa)	2,62	3,26	4,70
Resistência à tração na flexão (MPa)	1,17	1,20	1,81
Resistência de aderência à tração (MPa)	0,17	0,25	0,34
Densidade de massa estado endurecido (kg/cm ³)	1,65	1,73	1,35
Absorção de água por capilaridade aos 90 minutos (g/cm ²)	2,36	2,13	1,05
Coefficiente de capilaridade (g/dm ² .min ^{1/2})	21,15	18,90	6,80

Em relação ao ensaio de consistência, o teor de água empregado nas três argamassas levou aos valores esperados. Nos ensaios de densidade de massa, observou-se, para o estado fresco, que com a diminuição da quantidade de água do traço F01 para F02, não houve diferença significativa, enquanto que o C01 possui o menor valor. Para as densidades no estado endurecido, as argamassas com o filito possuem, assim como no estado fresco, os valores maiores, fato que pode ser explicado devido ao peso específico da cal (1,75g/cm³) ser menor em relação ao filito (2,45g/cm³), o que leva a corpos de prova mais leves. Já a diferença na densidade do estado endurecido entre as argamassas F01 e F02 pode ser justificada pela presença de água ser maior na F01, logo houve maior evaporação, então maior quantidade de vazios, deixando o material mais leve.

A retenção de água mostrou-se satisfatória nas três argamassas. Essa é uma propriedade importante, uma vez que permite que a argamassa mantenha sua trabalhabilidade quando submetida a solicitações que motivem a perda da água, além disso ela influencia na retração por secagem, devido a velocidade de evaporação da água de amassamento. Assim, quanto maior a retenção de água, maior a capacidade da argamassa de se manter trabalhável e maior a possibilidade de evitar o aparecimento de fissuras depois da secagem do revestimento.

Em relação às resistências, Figura 8, a argamassa C01 apresentou-se superior nos três ensaios realizados. Isso ocorreu, muito provavelmente, devido as propriedades ligantes da cal que, por sua vez, participa dos processos de hidratação da pasta, o que não ocorre com as argamassas que possuem filito, uma vez que esse material não é reativo. Esse fator é comprovado nos estudos de Romano *et. al*, onde eles realizam ensaio de calorimetria em três tipos de argamassa: com cal, filito, e apenas cimento. Os autores observaram que o pico de liberação de calor nas argamassas com cal foi maior quando comparado aos outros dois, e não houve alteração para a argamassa de filito quando comparada com a argamassa apenas de cimento, mostrando que esse material não influencia nas reações de hidratação da pasta [17].

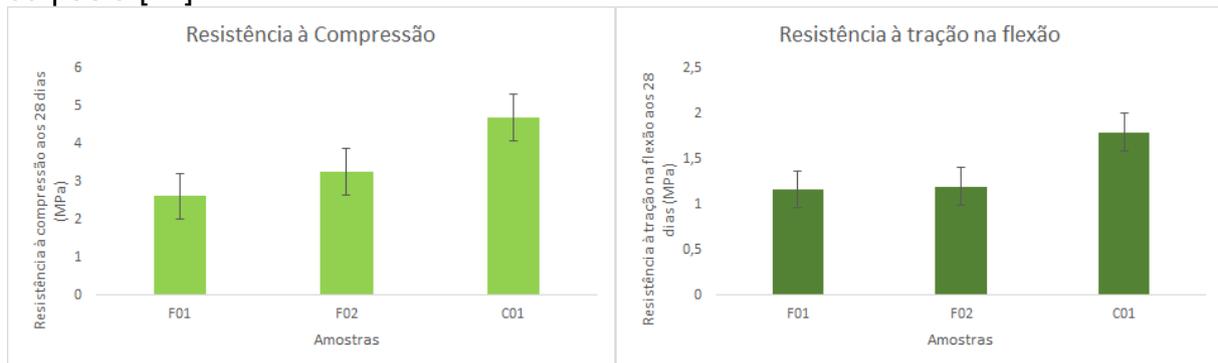


Figura 8. Gráficos de resultados do ensaio de resistência à compressão e tração, desvio padrão.

Além disso, o teor de ar incorporado nos traços com o filito podem ter contribuído para a diminuição das resistências, uma vez que os valores encontrados são elevados se comparados com o valor da argamassa C01. Isso porque, para valores altos dessa propriedade, existe maior quantidade de vazios e menos material resistente.

Analisando os resultados de aderência à tração dos traços com filito, estes se mostraram insatisfatórios, mesmo com a aplicação mecanizada, que tende a aumentar a aderência, pois diminui a quantidade de vazios da pasta no momento da aplicação devido ao impacto, e permite que as argamassas penetrem de maneira mais eficiente nos poros dos substratos. Como esse material foi usado tanto para ambiente interno como externo, utilizou-se como referência o limite mais crítico encontrado na norma, $R_a \geq 0,30$, para classificar o material. Assim, apenas a C01 se enquadrou nos limites da NBR, Figura 9.

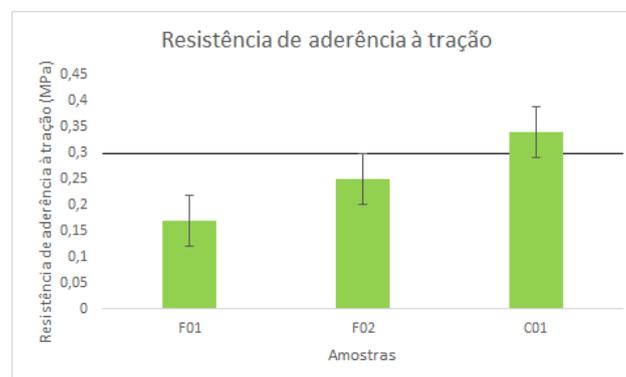


Figura 9. Resultados do ensaio de aderência à tração, bem como seu desvio padrão. A linha em preto representa o valor limite de acordo com a norma.

Com os valores de absorção de água por capilaridade observou-se que em 90 minutos, os corpos de prova com filito absorveram maior quantidade de água, podendo estar relacionado a maior quantidade de poros presente no material, o que facilita a ascensão capilar. Ainda nesses traços, percebeu-se que o coeficiente de capilaridade, que mede a diferença entre o quanto foi absorvido em 10 e 90 minutos, foi aproximadamente 300% maior em relação ao C01, o que pode prejudicar a durabilidade do revestimento.

3 CONCLUSÃO

A substituição da cal pelo filito não se mostrou tão satisfatória quanto o esperado, com isso são necessários novos estudos para viabilizar essa mudança nos constituintes do material. A partir disso pode-se concluir que:

- Por ser um material de menor valor agregado na região, é interessante a incorporação do filito nas argamassas para reduzir os custos da obra de uma maneira significativa;
- A redução da resistência a tração em aproximadamente 40% quando comparada a argamassa contendo cal, não é realmente um problema para a construtora, uma vez que esse material não possui nenhuma função estrutural;
- Mesmo com a alteração do traço da obra, houve ainda a presença de fissuras, embora em menor quantidade, nas argamassas F02. É importante salientar que os filitos possuem aproximadamente 45% de caulinita (argilo-mineral). Esse componente pode ser o principal responsável pela plasticidade do material, mas, como as argilas, quando secos, perdem sua plasticidade, podendo ser também um dos responsáveis pela presença de fissuras;
- Os valores para retenção de água dos novos traços se mostraram satisfatórios, entretanto os valores de absorção de água e teor de ar incorporado devem ser analisados com maior cuidado, para que não prejudiquem a durabilidade e o desempenho do revestimento ao longo dos anos;
- Foi observado que para uma menor quantidade de água menor foi o aparecimento de fissuras. Então, para trabalhos futuros, devem ser feitos ensaios com menor teor de água e incorporação de aditivos, para que o material mantenha a trabalhabilidade necessária para a projeção;
- Portanto, a partir das análises realizadas nesse estudo, sugere-se um traço que seja composto por cal e filito, para que o primeiro componente possa compensar as falhas do segundo, sem que comprometa as principais propriedades necessárias as argamassas de revestimento. Além disso, diminuir o teor de água é fundamental para diminuir as fissuras e ajudar no aumento da resistência, devido a menor quantidade de água evaporada, logo menor quantidade de vazios, para isso deve-se empregar um aditivo para que a trabalhabilidade do material não seja afetada.

Agradecimentos

Agradecimentos a UENF e FAPERJ que contribuíram para a produção desse projeto.

REFERÊNCIAS

- 1 Matias, G., Faria, P., Torres, I. Lime mortars with heat treated clays and ceramic waste: A review, *Construction and Building Materials* (2014) Vol. 73, p. 125–136.
- 2 Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 13281: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – requisitos, Rio de Janeiro (2005).
- 3 Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Anuário Brasileiro de Empregos. Disponível em: www.ibge.gov.br Acesso em 21 jan. 2019.
- 4 Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Agência IBGE Notícias. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/23886-pib-cresce-1-1-em-2018-e-fecha-ano-em-r-6-8-trilhoes>. Acesso em 28 fev. 2019.
- 5 Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP). Disponível em <https://www.abcp.org.br/>. [Acesso em 07 abr. 2019].
- 6 ANVI. Disponível em <https://www.anvi.com.br/maquina-argamassa-projetada>. [Acesso em 31 maio. 2019]
- 7 Romano, R. C. O., Souza, R. B., Câmpora, F. L., Seabra, M. A., John, M. A., Pileggi, R. G. Efeito da utilização de cales e filitos nas propriedades de pastas cimentícias, *Anais IX Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas*. Belo Horizonte (2011).
- 8 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).
- 9 Carasek, H. *Patologia das Argamassas de Revestimento*. Livro *Materiais de Construção*. 11p (2011).
- 10 Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR NM 248: Agregados - Determinação da composição granulométrica, Rio de Janeiro (2003).
- 11 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).
- 12 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).
- 13 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).
- 14 Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 13280: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da densidade de massa aparente no estado endurecido, Rio de Janeiro (2005).
- 15 Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 13528: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Determinação da resistência de aderência à tração, Rio de Janeiro (2010).
- 16 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).
- 17 Romano, R. C. O., Souza, R. B., Câmpora, F. L., Seabra, M. A., John, M. A., Pileggi, R. G. Efeito da utilização de cales e filitos nas propriedades de pastas cimentícias, *Anais IX Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas*. Belo Horizonte (2011).