

INCORPORAÇÃO DE PÓ DE ROCHA EM ARGAMASSAS DE REVESTIMENTO*

Markssuel Teixeira Marvila¹
Jonas Alexandre²
Afonso Rangel Garcez de Azevedo³
Euzébio Bernabé Zanelato⁴
Melissa de Almeida Goulart⁵
Thais Pirovani Miguef⁶
Giovanni Bruzzi Guarçoni⁷
Sergio Neves Monteiro⁸

Resumo

Argamassas de revestimento são materiais de construção utilizados para execução de emboço, chapisco e reboco, levando em sua composição cimento, cal hidratada e/ou areia além de água. Nesse contexto, o objetivo desse trabalho foi verificar a possibilidade da substituição da areia por pó de rocha, um resíduo industrial que provoca severos danos ao meio ambiente já que não possui nenhuma aplicação tecnológica. Para isso foram realizados ensaios em argamassas na proporção 1:2:9 (cimento: cal hidratada: areia) com substituição de 50% e 100% de areia por pó de rocha. Os ensaios realizados foram o de consistência e o de aderência a tração. Os resultados comprovam a possibilidade da substituição parcial da areia por pó de rocha, sem perda das propriedades estudadas.

Palavras-chave: argamassas de revestimento, pó de rocha, consistência, aderência.

INCORPORATION OF ROCK POWDER IN COATING MORTARS.

Abstract

Coating mortars are building materials used for the execution of plaster, slab and plaster, taking in its composition cement, hydrated lime and / or sand in addition to water. In this context, the objective of this work was to verify the possibility of replacing sand with rock dust, an industrial residue that causes severe damages to the environment since it has no technological application. For this purpose, 1: 2: 9 (cement: hydrated lime: sand) mortar was performed with 50% and 100% sand replacement for rock dust. The tests were consistency and traction adhesion. The results confirm the possibility of partial replacement of the sand by rock dust, without loss of the studied properties.

Keywords: coating mortars, rock dust, consistency, adhesion

¹ Engenheiro Civil, mestre 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 Engenheiro Civil, doutor em Estruturas, LECIV, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.

⁴ Engenheiro Civil, doutorando em Estruturas, LECIV, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.

⁵ Estudante de engenharia civil, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.

⁶ Estudante de engenharia civil, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.

⁷ Estudante de engenharia civil, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.

⁸ Engenheiro Metalúrgico, PhD em Engenharia e Ciência dos Materiais, IME, Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

1 INTRODUÇÃO

Argamassas de revestimento são materiais de construção utilizados para emboço, reboco e chapisco, servindo como camada protetora a alvenaria, camada de regularização ou como cama prévia para receber a pintura. Usualmente levam em sua composição cimento, cal hidratada e/ou areia, além de quantidades suficiente de água para manter seus parâmetros de trabalhabilidade. As duas principais propriedades para esse material são a trabalhabilidade e a aderência ao substrato [1].

Pesquisas envolvendo a incorporação de resíduos agroindustriais e urbanos em argamassas são muito comuns, uma vez que geralmente esses resíduos, quando não tóxicos ou agressivos, podem ser utilizados como agregado miúdo no lugar da areia [2].

Nesse contexto o objetivo desse trabalho foi verificar a possibilidade da substituição da areia por pó de pedra proveniente de uma indústria de rocha ornamental da cidade de Cachoeiro do Itapemirim – ES em argamassas de revestimento. Nessa cidade existe um grande polo produtor de rochas ornamentais, o maior do Brasil, porém ainda faltam pesquisas para viabilizar a incorporação dos resíduos produzidos pelo setor em materiais de construção [3].

O material pó de rocha é formado através da laminação de diferentes tipos de rocha, majoritariamente granito e mármore, formando diferentes faixas granulométricas que podem contribuir para a melhoria de propriedades das argamassas de revestimento [4-5].

Gomes et al. (2017) [6] realizaram um estudo avaliando a incorporação de pó de rocha em concretos, fazendo uma comparação entre os concretos convencionais confeccionados com areia natural de rio e pó de rocha proveniente de uma indústria de rocha ornamental. Os autores concluíram que houve decréscimo nas propriedades de trabalhabilidade do concreto, o que foi justificado pela granulometria do resíduo, uma vez que esse material apresenta granulometria mais grosseira do que as areias naturais, evidenciado no trabalho dos autores pelo módulo de finura obtido, onde a areia apresentou módulo de 3,14 e o pó de rocha de 2,54. Mesmo apresentando prejuízos nas propriedades de trabalhabilidade, a incorporação do pó de rocha provocou ganhos na resistência do concreto, em função do melhor comportamento mecânico que esse agregado apresenta quando comparado as areias.

Diante do cenário apresentado, nesse trabalho foram avaliadas as propriedades de aderência ao substrato e trabalhabilidade, que constituem as principais propriedades de argamassas de revestimento, conforme citados anteriormente.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para confecção dos corpos de prova de argamassa utilizou-se cimento Portland CP-II-E-32, cal hidratada CH-III e areia natural extraída de uma jazida em Campos dos Goytacazes com diâmetro máximo de agregado de 2,4mm. Além disso, foi utilizado um material denominado como pó de rocha, extraída de uma empresa de rocha ornamental de Cachoeiro de Itapemirim- ES. A empresa de onde foi retirado o resíduo realiza a extração e o beneficiamento de mármore e granito. Sendo assim, o pó utilizado é uma mescla desses dois materiais. O resíduo também utilizado como diâmetro máximo de 2,4mm, de maneira similar a areia a ser substituída.

No estudo foram estudados um dos traços convencionais de argamassa de múltiplo uso nas proporções em massa de 1:2:9(cimento Portland: cal hidratada: areia natural). Foram realizadas a substituição parcial de 50% de areia por pó de rocha e a substituição total de 100% da areia por pó de rocha.

Os ensaios realizados foram o ensaio de mesa de consistência utilizando a ABNT NBR 13276:2016 [7], onde é possível definir a quantidade de água para um espalhamento de 260 ± 5 mm, e o ensaio de aderência com o substrato seguindo o procedimento da ABNT NBR 13528:2010 [8].

O procedimento do ensaio de consistência foi realizado utilizando-se uma forma tronco-cônica de 12,5 cm de diâmetro de base, 8 cm de diâmetro de topo e 6,5 cm de altura. A mesa circular deve possuir um diâmetro de 50 cm e pesar 12,0 kg, além de uma altura de queda de 14 mm. Inicialmente realizou-se a mistura da argamassa, que é baseada nos princípios da norma. Os materiais utilizados no traço são previamente pesados e ensacados. Realizou-se a mistura e homogeneização dos materiais secos no saco plástico. A água a ser utilizada na mistura também foi inferida com o auxílio de um recipiente de laboratório. Em seguida, os materiais secos foram colocados numa argamassadeira, sendo posteriormente acrescentada água à mistura, feita em velocidade lenta por 90 s. Transcorrido esse tempo, um pano úmido foi colocado de forma a cobrir a argamassa, que ficou em descanso por 15 minutos. Após esse tempo, a argamassa foi novamente homogeneizada por 15 s em velocidade lenta. Destaca-se que todos os ensaios realizados com as argamassas seguiram esse mesmo procedimento de mistura e homogeneização de amostras. Após a mistura da argamassa, o molde foi colocado no centro da mesa e preenchido por três camadas sucessivas, com alturas aproximadamente iguais, e aplicados golpes moderados do soquete, sendo 15 golpes na primeira camada, 10 golpes na segunda e 5 golpes na terceira uniformemente distribuídos. Em seguida, foi realizado o rasamento da argamassa passando a régua metálica rente à borda do molde tronco cônico. Depois de retirado o molde, a manivela foi acionada, efetuando 30 quedas em 30 segundos. Dessa maneira, foi possível medir o espalhamento da argamassa, que é medido com uma régua em três direções diferentes. Caso este espalhamento ficasse no limite da norma (260 ± 5 mm), o valor de água adicionado à mistura era utilizado nos ensaios posteriores. O índice de consistência obtido é a média das três direções analisadas e indica uma tendência da trabalhabilidade das argamassas estudadas, ou seja, quanto maior o índice de consistência, maior a trabalhabilidade desse material.

Já o ensaio de aderência consiste em aplicar as argamassas em estudo em um substrato de alvenaria e verificar a aderência que o material em estudo tem com esse substrato através de um ensaio de tração. Utilizando uma parede de alvenaria, usada especificamente para este ensaio, presente no LECIV-UENF, foi realizada a distribuição de no mínimo 12 corpos-de-prova em cada traço de argamassa. A distribuição foi feita de modo que os CP's ficassem espaçados entre si, além dos cantos e das quinas, em no mínimo 50 mm. Para a obtenção desses CP's primeiramente foram realizados cortes com uma serra copo, de 50 mm de diâmetro, até a profundidade de 1 mm, sem que se atingisse os substratos (parede de alvenaria). Os cortes não devem interferir na integridade do revestimento; para isso, os furos foram feitos com muito cuidado e preciosismo. Após o corte do revestimento, realizou-se a colagem das pastilhas, de 50 mm de diâmetro, que foram coladas totalmente centradas no corpo-de-prova delimitado pelo corte utilizando cola Epóxi, evitando-se que a espessura da cola ultrapassasse 5 mm. Após o tempo de secagem da cola, verificada de acordo com o fabricante, realizou-

se o ensaio, que consiste na aplicação contínua de carga com o auxílio de um dinamômetro sobre as pastilhas, conforme ilustrado na Figura 1. A Figura 2 ilustra o equipamento utilizado, e a Figura 3 as possibilidades de ruptura. Destaca-se que as rupturas definidas em b), c) e d) devem ter seus resultados descartados. Fica valendo apenas os resultados obtidos pela forma de ruptura em a), ou seja, quando a ruptura ocorre na própria argamassa.



Figura 1. Procedimento de ensaio de aderência.



Figura 2. Equipamento utilizado no ensaio de aderência.

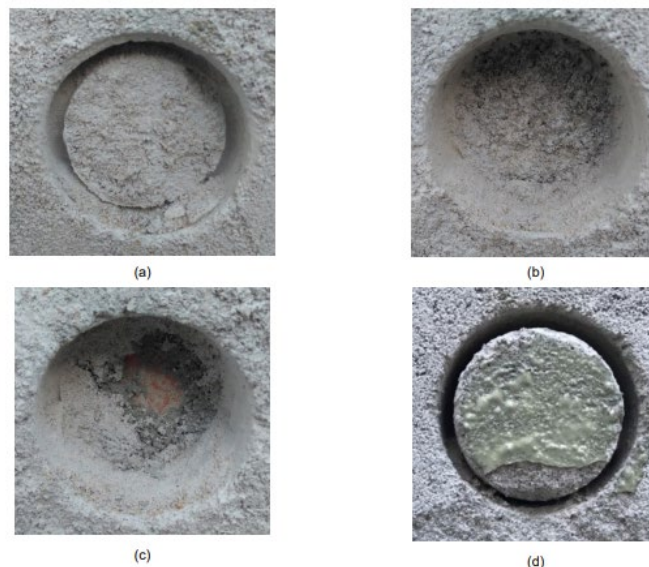


Figura 3. Formas de ruptura possíveis para ensaio de aderência: a) ruptura na argamassa; b) ruptura no chapisco, c) ruptura no substrato e d) ruptura na cola.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tabela 1 apresenta os resultados obtidos no ensaio de consistência, enquanto a Tabela 2 apresenta os resultados encontrados no ensaio de aderência à tração. É válido lembrar que os resultados do ensaio de consistência contidos na Tabela 1 não apresentam média e desvio padrão, uma vez que o procedimento do ensaio consiste em repetir o experimento até que se encontre a faixa de consistência recomendada pela norma, segundo foi indicado em materiais e métodos.

Tabela 1. Resultados obtidos no ensaio de consistência.

Traço	Consistência	Porcentagem de água (%)
0%	260 ± 5 mm	15,97
50%		14,82
100%		13,98

Tabela 2. Resultados obtidos no ensaio de aderência à tração.

Traço	Aderência à tração (MPa)	Teste de Tukey
0%	0,46 ± 0,08	A
50%	0,38 ± 0,12	AB
100%	0,27 ± 0,05	B
d.m.s.		0,131

Conforme observado pelos resultados apresentados na Tabela 1, houve melhoria nas propriedades de trabalhabilidade, uma vez que a substituição da areia por pó de rocha provocou redução na quantidade de água necessária para manter os parâmetros de trabalhabilidade estipulados pela norma brasileira. Isso pode ser explicado pelo fato do pó de pedra apresentar granulometria mais grosseira do que a areia, conforme afirmado na introdução, onde destaca-se que o pó de pedra é formado através da laminação de diferentes tipos de rocha, majoritariamente granito

e mármore, formando diferentes faixas granulométricas em geral com tamanho de partículas de maior tamanho do que as partículas de areia [6].

Além disso, conforme é possível observar pela Tabela 2, houve decréscimo nas propriedades de aderência com o substrato. O traço 50% mostrou-se estatisticamente igual ao traço 0%, e, portanto, pode ser empregado sem perda de propriedades tecnológicas. O traço 100%, porém, reduziu a aderência à tração. Isso pode ser atribuído as partículas mais grosseiras do pó de pedra, que, dessa forma, não preenchem os vazios deixados pela hidratação do cimento e reduzem a resistência do sistema.

Destaca-se que as três proporções avaliadas podem ser utilizadas como revestimento interno porque apresentam resistência de aderência maior do que 0,20 MPa. Porém, apenas as proporções 0% e 50% podem ser utilizados como revestimento externo porque apresentam aderência maior do que 0,30 MPa. Os valores destacados foram retirados da ABNT NBR13528:2010 [8].

4 CONCLUSÃO

Analisando os resultados obtidos comprova-se que as argamassas contendo pó de rocha provocam melhorias nas propriedades de trabalhabilidade das argamassas. Portanto, do ponto de vista da trabalhabilidade, as proporções 50% e 100% podem ser utilizadas sem restrições.

Porém, analisando os resultados obtidos pela aderência, verifica-se que a proporção 100%, além de não atender aos limites normativos da ABNT NBR 13528:2010 [8] para revestimentos externos, provoca decréscimo na propriedade de aderência quando comparado ao traço 0%.

Dessa maneira, conclui-se que a substituição de 50% de areia por pó de rocha é tecnicamente viável, enquanto a substituição de 100% não.

REFERÊNCIAS

- 1 MATTANA, A.J., MEDEIROS, M.H.F., SILVA, N.G., COSTA, M.R.M.M. (2012) Análise hierárquica para escolha entre agregado natural e areia de britagem de rocha para confecção de argamassas de revestimento, Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 12, n. 4, p. 63-79.
- 2 AZEVEDO, A.R.G., ALEXANDRE, J., ZANELATO, E.B., MARVILA, M.T. (2017) Influence of incorporation of glass waste on the rheological properties of adhesive mortar. Construction and Building Materials, 148, 59–368.
- 3 ABIROCHAS (2017) Relatório Anual e Balanço das Exportações e Importações Brasileiras de Rochas Ornamentais em 2016, Associação Brasileira de Rochas, pg. 1-13.
- 4 DESTEFANI, A.Z., HOLANDA, J.N.F. Utilização do planejamento experimental em rede simplex no estudo de resíduo de rocha ornamental como filler para obtenção de máxima compacidade. Cerâmica 57 (2011) 491-498.
- 5 ANGELIN, A.F., LINTZ, R.C., BARBOSA, L.A.G. Propriedades no estado fresco e endurecido do concreto autoadensável modificado com agregados leves e

- recicladados. Revista IBRACON de Estruturas e Materiais. Volume 11, nº 7, 2018, p. 76 – 94
- 6 GOMES, P.C.C., PEREIRA, F.A., UCHOA, S.B.B., OLIVEIRA, F.C., ALMEIDA, L.H. Obtenção de blocos de concreto com utilização de resíduos reciclados da própria fabricação dos blocos. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 17, n. 3, p. 367-280, jul./set. 2017.
 - 7 Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2016) Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Preparo da mistura e determinação do índice de consistência: NBR 13276. Rio de Janeiro.
 - 8 Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2010) Revestimento de paredes de argamassas inorgânicas – Determinação da resistência de aderência à tração: NBR 13528. Rio de Janeiro.