

ESTUDO DA DURABILIDADE DE ARGAMASSAS DE ARGILA*

Melissa de Almeida Goulart¹

Markssuel Teixeira Marvila²

Jonas Alexandre³

Afonso Rangel Garcez de Azevedo⁴

Euzébio Bernabé Zanelato⁵

Gustavo de Castro Xavier⁶

Sergio Neves Monteiro⁷

Resumo

As argamassas são materiais de construção confeccionados a partir da mistura de cimento, cal hidratada, areia e água. Entretanto, a cal hidratada é produzida através de um processo altamente poluidor, por isso, para o presente trabalho foi proposta a substituição desse aglomerante pela argila, material já empregado no setor da construção civil. Apesar de seu uso ser difundido em obras, poucos estudos são desenvolvidos a respeito de tal utilização. Logo, a pesquisa em questão busca resultados a cerca da produção de argamassas com substituição da cal hidratada pela argila em teores de 50 e 100%. Para tanto, o traço utilizado foi 1:1:6 e foram confeccionados corpos de prova para 3 traços, o de referência, o de substituição de 50% e de 100%. Os ensaios realizados para análise da durabilidade dos traços foram de absorção de água por imersão e fervura e por capilaridade. Os resultados obtidos comprovam que a substituição de 100% não atingiu os parâmetros necessários, enquanto a de 50% mostrou-se totalmente possível de ser empregada.

Palavras-chave: Argamassas; Durabilidade; Argila.

DURABILITY STUDY OF CLAY MORTARS.

Abstract

Mortars are building materials made from the blend of cement, hydrated lime, sand and water. However, hydrated lime is produced through a highly polluting process, so for the present work it was proposed to replace this binder with clay, a material already used in the civil construction sector. Although its use is widespread in works, few studies are developed regarding such use. Therefore, the research in question seeks results on the production of mortars with replacement of lime hydrated by clay in contents of 50 and 100%. For this, the trace used was 1: 1: 6 and test specimens were made for 3 traces, the reference, 50% and 100% replacement. The tests performed to analyze the durability of the traces were water absorption by immersion and boiling and by capillarity. The results obtained show that the substitution of 100% did not reach the necessary parameters, while that of 50% was totally possible to be used.

Keywords: Mortars; Durability; Clay.

¹ Estudante de engenharia civil, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.

² Engenheiro Civil, mestre 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, doutor em Estruturas, LECIV, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.

⁵ Engenheiro Civil, doutorando em Estruturas, LECIV, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.

⁶ Engenheiro Civil, doutor em Geotecnia, LECIV, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.

⁷ Engenheiro Metalúrgico, PhD em Engenharia e Ciência dos Materiais, IME, Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

1 INTRODUÇÃO

Argamassas são materiais de construção confeccionados a partir da mistura de aglomerantes (usualmente cimento Portland e cal hidratada), agregado miúdo e água, podendo ou não conter aditivos e adições químicas e minerais (CARASEK, 2017; MATTANA *et al.*, 2012; NBR 13281, ABNT, 2005).

A argamassa utilizada no presente estudo é classificada como argamassa de múltiplo uso. Essas argamassas podem desempenhar duas funções, assentamento de blocos ou revestimento de paredes e tetos.

A argamassa de assentamento de alvenaria é utilizada para elevação de paredes e muros de tijolos ou blocos, cuja principal função é unir as unidades de alvenaria, transmitir e uniformizar as tensões entre os blocos, além de absorver pequenas deformações e prevenir a entrada de água e de vento nas edificações. Sendo assim, a propriedade fundamental para essa classe é a trabalhabilidade.

Já a argamassa de revestimento é utilizada para revestir paredes, muros e tetos, que receberão tratamento posterior e sua principal função é proteger a alvenaria e estrutura contra intemperismo, no caso de argamassas externas, e integrar o sistema de vedação dos edifícios contribuindo nas funções de isolamento térmico e acústico, estanqueidade à água, segurança ao fogo e resistência ao desgaste e abalos superficiais (CARASEK, 2017; PALOMAR *et al.*, 2015). Para isso, as propriedades fundamentais são trabalhabilidade, aderência ao substrato, baixa permeabilidade à água, resistência mecânica, capacidade de absorver deformações e baixa retração. A definição e o estudo destas propriedades estão fortemente ligados aos materiais que compõem cada argamassa, uma vez que cada componente apresenta um papel nas características da mesma. O uso do cimento garante adequada resistência mecânica e durabilidade à argamassa, enquanto o agregado miúdo, usualmente a areia, ameniza problemas causados na retração por secagem. Já o aglomerante cal hidratada confere trabalhabilidade e auxilia na capacidade de absorção de deformações da argamassa.

No trabalho desenvolvido optou-se por substituir, parcialmente e integralmente, o aglomerante cal hidratada por argila. A argila foi escolhida porque já é amplamente utilizada como substituição da cal hidratada em obras de construção civil, em decorrência de sua elevada plasticidade (NEHDI, 2014; ANDRES *et al.*, 2016). Por possuir excelentes parâmetros de plasticidade, é provável que a argamassa confeccionada com este material apresente bons parâmetros de aderência ao substrato.

É importante ressaltar, que a argila apresenta baixo valor comercial agregado e vantagens ecológicas quando comparada à cal hidratada. Lima (2013) destaca que o emprego de argamassas de barro contribui de forma significativa para o desenvolvimento sustentável do setor da construção civil, uma vez que a argila é um material construtivo abundante, acessível, de fácil extração e transformação, totalmente reutilizável e reciclável, sendo seu ciclo de vida caracterizado por um reduzido impacto ambiental e energético, ao contrário da cal, que passa por um processo industrial altamente poluidor.

Porém, as argamassas contendo argila costumam apresentar problemas patológicos como descolamento, fissuração, eflorescência e pulverulência, devido à sua estrutura química e mineralógica ser instável em presença de água. Por isso, o estudo da durabilidade das argamassas contendo argila se torna necessário, considerando a escassez de pesquisas envolvendo o uso de tal material em argamassas.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Os materiais utilizados na confecção das argamassas foram cimento CP-II-E-32, areia natural, cal hidratada e argila de Campos dos Goytacazes. Os traços produzidos foram 1:1:6 (cimento:cal/argila:areia), um de referência e outros dois com substituição de 50% e 100% de cal hidratada por argila.

Para conferir as propriedades dos materiais utilizados, foram realizados os ensaios de caracterização química, física e mineralógica da cal hidratada e da argila. O ensaio de consistência no estado fresco foi realizado para os três traços, a fim de definir parâmetros de trabalhabilidade das argamassas seguindo o procedimento da NBR 13276 (ABNT, 2016). A referida norma recomenda que quando a argamassa for dosada em obra ou quando for realizado testes de laboratório e não houver recomendações da quantidade de água a ser utilizada, deve-se adotar água o suficiente para que a argamassa apresente um espalhamento na mesa de consistência de 260 ± 5 mm. Segundo a norma, isso indica que a argamassa apresenta bons parâmetros de trabalhabilidade. O espalhamento foi medido com uma régua, em três direções diferentes, após ser aplicado na argamassa 30 golpes com a mesa de consistência, cuja altura de queda e velocidade já são padronizadas pela norma e reguladas mecanicamente. Após aplicação dos golpes a argamassa forma um "disco", um círculo em cima da mesa de consistência. Quanto mais a argamassa se espalhar, mais trabalhável ela é. Valores de espalhamento inferiores a 260 indicam que a argamassa está muito seca, pouco trabalhável. Porém valores superiores a 260 mm indicam que a argamassa está aguada, trabalhável demais. Em função disso foi definida a quantidade ideal de água para cada proporção estudada.

Para o estudo das propriedades de durabilidade da argamassa foram realizados os ensaios de absorção de água por capilaridade e de absorção de água por imersão e fervera. O primeiro consiste em determinar a absorção capilar em um corpo de prova ao longo do tempo, em função da variação de massa até sua estabilização. O ensaio foi executado de acordo com a NBR 15259 (ABNT, 2005). Para tal, foram utilizados três CP's de cada traço, confeccionados de acordo com a norma NBR 13279 (ABNT, 2005).

O segundo foi executado de acordo com a NBR 9778 (ABNT, 2009). Para a realização do ensaio foram utilizados quatro CP's de cada traço, confeccionados de acordo com a norma NBR 13279 (ABNT, 2005).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tabela 1 indica os parâmetros físicos obtidos para os dois materiais estudados; destaca-se que o Índice de plasticidade foi obtido subtraindo Limite de Liquidez de Limite de Plasticidade, enquanto a Figura 1 ilustra as curvas granulométricas desses materiais, a partir do qual foi possível obter o teor de finos ($<0,075$ mm).

Tabela 1. Parâmetros físicos obtidos para os materiais estudados.

Parâmetro	Cal hidratada	Argila
Limite de Liquidez (%)	54,5	44,8
Limite de Plasticidade (%)	28,2	21,3
Índice de Plasticidade (%)	26,3	23,5
Densidade real dos grãos (g/cm ³)	2,37	2,58
% finos (<0,075mm)	97	74

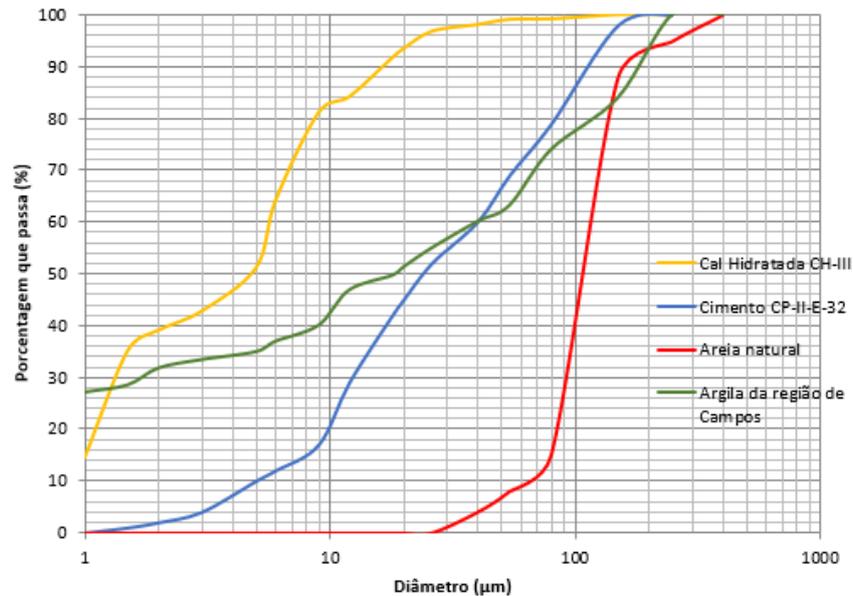


Figura 1. Curvas granulométricas dos materiais estudados.

Comparando os resultados dos materiais é possível constatar pela curva granulométrica que a argila apresenta partículas mais grosseiras, enquanto a cal hidratada apresenta partículas mais finas. Esse fato também pode ser compreendido analisando o teor de finos de cada um dos materiais, no qual constata-se que a argila apresenta teor de finos de aproximadamente 74%, enquanto a cal hidratada apresenta teor de 97%. Utilizando apenas esse critério, uma conclusão possível é que argamassas contendo apenas argila iriam precisar de maiores quantidades de água para obter os mesmos parâmetros de trabalhabilidade do que argamassas contendo apenas cal hidratada, já que a argila apresenta granulometria mais grosseira.

A Tabela 2 indica a caracterização química dos aglomerantes estudados, enquanto a Figura 2 mostra os picos obtidos através da difração de raios-x, bem como os minerais detectados na análise para os materiais citados.

Tabela 2. Análise química dos materiais estudados.

Porcentagem (%)	Cal Hidratada	Argila
SiO ₂	1,65	48,45
Al ₂ O ₃	-	28,45
Fe ₂ O ₃	0,82	5,87
CaO	94,7	5,5
MgO	-	-
K ₂ O	1,21	2,73
TiO ₂	-	1,45
SO ₃	0,54	0,66
ZrO ₂	0,01	0,19
MnO	-	0,15
Er ₂ O ₃	-	-
CuO	-	-
SrO	0,26	-
PF	0,4	6,21

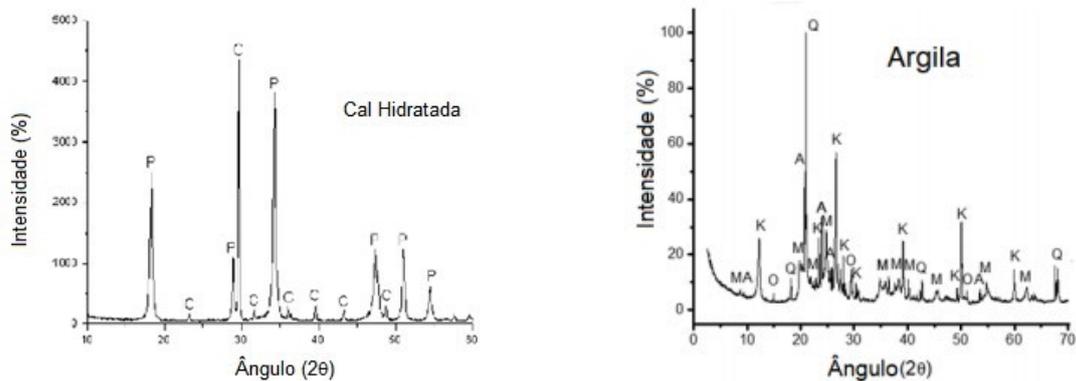


Figura 2. Difratoograma de raio-X obtido para cal hidratada e argila.

Legenda: A – aluminita; C – calcita; D – dolomita; K – caulinita; M – muscovita; O – ortoclácio; P – portlandita; Q – quartzo.

Os principais minerais encontrados na análise mineralógica dos aglomerantes estudados nessa pesquisa são destacados a seguir: para a cal hidratada houve grande predominância da portlandita e calcita, similar a análise química encontrada; para a argila houve predominância de caulinita e quartzo, com traços de muscovita e outros minerais, coerente com a análise química do material.

A tabela 3 mostra os índices de consistência dos traços realizados, a partir dela é possível saber a razão água cimento.

Tabela 3. Ensaio de índice de consistência.

	Cimento	Cal hidratada	Argila	Areia	Água
TR0%	180	180	0	1080	270
TR50%	180	90	90	1080	285
TR100%	180	0	180	1080	310

Para o traço de referência a razão água cimento é 1,5. Para o traço com 50% de substituição a razão obtida foi 1,58 e para o traço com 100% a razão foi 2,06. Isso indica que a substituição da cal hidratada pela argila torna necessário maior quantidade de água para manter os parâmetros de trabalhabilidade, isto é, um espalhamento de 260 ± 5 mm, conforme estipula a NBR 13276 (ABNT, 2016) e explicado em materiais e métodos. Esse fato pode ser atribuído a granulometria da argila, que é mais grosseira que a da cal hidratada, conforme observado na Figura 1. As Figuras 3 e 4 mostram os resultados obtidos para os ensaios de absorção de água por imersão e fervura e por capilaridade, respectivamente, para os três traços confeccionados.

Conforme se observa na Figura 3, a substituição da cal hidratada por argila aumenta a absorção de água por imersão e fervura. Isso pode ser atribuído a granulometria da argila que é mais grosseira, e, portanto, aumenta a porosidade do material. Deve-se destacar que os traços TR0% e TR50% não apresentam diferença estatística, conforme é possível observar pelos intervalos de confiança do gráfico apresentado. Assim, sobre esse parâmetro, conclui-se que o TR100% não é aconselhável.

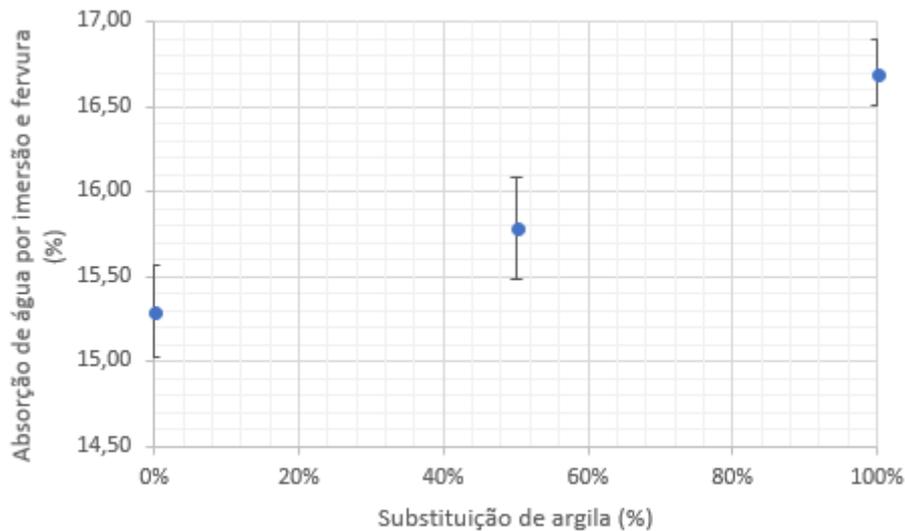


Figura 3. Absorção de água por imersão e fervura.

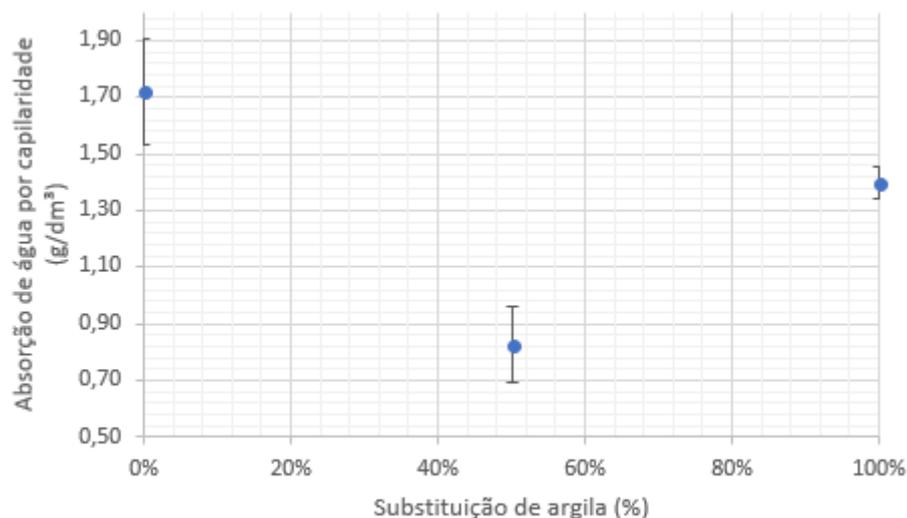


Figura 4. Absorção de água por capilaridade.

Sobre a absorção de água por capilaridade, apresentado na Figura 4, é possível perceber que o TR50% apresenta uma melhoria nessa propriedade, já que essa proporção apresentou os menores teores de absorção. Isso pode ser explicado através do entendimento do fenômeno capilar, que ocorre em uma faixa de diâmetro de poros específicos. Assim, como utiliza dois tipos de material (50% de cal e 50% de argila), o TR50% apresentou um maior grau de empacotamento e compensação granulométrica, resultado num maior teor de poros ativos, e numa menor absorção de água por capilaridade.

Assim o traço TR50% manteve as características de absorção de água por imersão e fervura, quando comparado ao traço TR0%, mas apresentou melhorias na propriedade de capilaridade, conforme discutido anteriormente.

4 CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos nos ensaios realizados foi possível concluir que o traço com 100% de substituição de argila apresentou problemas de absorção de água por imersão e fervura, enquanto o traço de TR50% mostrou-se compatível com

o traço TR0% avaliando essa propriedade. Além disso, o TR50% implicou em melhorias na absorção de água por capilaridade.

Com isso, aferiu-se que a substituição parcial de cal hidratada por argila em argamassas é totalmente possível. Destaca-se dessa maneira que o objetivo proposto nesse trabalho foi atingido.

REFERÊNCIAS

ANDRES, D. M.; MANEA, D.L.; FECHETE, R.; JUMATE, E. (2016) Clay Mortar Performance Improvement by Modifying the Physical Characteristics of Wheat Straw, *Procedia Technology*, v. 22, p. 335-342.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2005) Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão: NBR 13279. Rio de Janeiro.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2005) Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Requisitos: NBR 13281. Rio de Janeiro.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2005) Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da absorção de água por capilaridade e do coeficiente de capilaridade: NBR 15259. Rio de Janeiro.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2009) Argamassa e concretos endurecidos – Determinação da absorção de água, índice de vazios e massa específica: NBR 9778. Rio de Janeiro.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2016) Amostras de solo – Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização: NBR 6457. Rio de Janeiro.

CARASEK, H. (2017) Argamassas, Livro *Materiais de Construção*, capítulo 26, Volume 01, IBRACON, 8ª Edição.

LIMA, J. (2013) O contributo das argamassas de barro para a qualidade do ambiente interior dos edifícios: o caso das argilas do sotavento algarvio, 2º Congresso Internacional de Habitação no espaço Lusófono, 1-11.

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.

NEHDI, M.L. (2014) Clay in cement-based materials: Critical overview of state-of-the-art, *Construction and Building Materials* 51, 372–382.

PALOMAR, I., BARLUENGA, G., PUENTES, J. (2015) Lime–cement mortars for coating with improved thermal and acoustic performance, *Construction and Building Materials* 75, 306–314.