

ANÁLISE DO USO DE RESÍDUO DE MARMORARIA NA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DE UMA ARGAMASSA

Daniel Araújo Reis dos Santos¹, Lucivaldo Pereira Galvão², Maria Eduarda Ferreira dos Santos³, Kárita Christina Soares Kanaïama Alves⁴

^{1,2,3} Estudantes do Curso Superior de Bacharelado em Engenharia Civil – IFTO. e-mail: <daniel.santos22@estudante.ifto.edu.br>; <lucivaldo.galvao@estudante.ifto.edu.br>; <maria.santos90@estudante.ifto.edu.br>

⁴ Docente do Curso Superior de Bacharelado em Engenharia Civil – IFTO. Orientadora. e-mail: <karita.alves@ifto.edu.br>

1 INTRODUÇÃO

O concreto é o material artificial mais utilizado em todo o mundo e o cimento, seu principal componente responde por cerca de 7% das emissões globais de dióxido de carbono (GCCA, 2021). Esse impacto expressivo está relacionado, principalmente, ao processo de produção, que envolve a extração intensiva de matérias-primas e a etapa de calcinação durante a fabricação do clínquer. Além do cimento, a extração de agregados, como a areia, também contribui para impactos ambientais relevantes, cuja exploração gera gases de efeito estufa e ainda, se trata de um recurso natural não renovável.

Para mitigar os efeitos das emissões de CO₂, muitas pesquisas são desenvolvidas na construção civil para buscar alternativas que possam minimizar os impactos do setor ao meio ambiente. Neste contexto, estão as pesquisas que avaliam o uso de resíduos diversos em misturas de concretos e de argamassas.

Um dos setores da construção civil que produz resíduos que necessitam de estudos é o de beneficiamento de rochas ornamentais, cujas fases de corte e polimento produzem uma lama, composta de pó de diferentes tipos de rocha, água e restos de elementos abrasivos (Araújo, 2019).

Considerando este contexto, este trabalho tem como finalidade a avaliação da substituição parcial da areia e do cimento por resíduo de marmoraria na produção de argamassas, como uma alternativa que visa promover o seu reaproveitamento, podendo contribuir para a redução dos impactos ambientais causados pela construção civil. Assim, este estudo busca avaliar se a argamassa resultante mantém propriedades mecânicas adequadas, como resistência à compressão, mesmo com a substituição parcial desses materiais convencionais.

2 OBJETIVO

O objetivo geral deste trabalho foi avaliar a influência do uso do resíduo de marmoraria como substituto parcial da areia lavada e do cimento em uma argamassa, por meio das variações da resistência à compressão, definindo um teor máximo ou ótimo para substituição.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

As argamassas avaliadas neste estudo foram compostas de cimento Portland tipo CP II-F-32, areia (rio Santa Teresa) e resíduo de marmoraria. A areia utilizada apresenta módulo de finura igual a 2,85 e massa específica igual a 2,65 g/cm³ (Silva e Alves, 2024).

O resíduo foi coletado na Marmoraria Líder, localizada em Gurupi - TO, como mostrado na Figura 1a. O material foi seco ao ar, e depois em estufa a 60°C. Após a secagem, foi realizada a determinação da massa específica (Figura 1b), conforme a norma DNIT 411 (DNIT, 2021).

Figura 1 - Resíduo de marmoraria: (a) Coleta, (b) Ensaio de massa específica.



(a)



(b)

Fonte: Autoria própria.

3.1 Avaliação da substituição parcial da areia e do cimento

Foram definidas cinco composições de argamassa, sendo uma de referência (AR), como apresentado na Tabela 1. As substituições de cimento e areia foram feitas em massa, nas proporções de 10% e 20%, com o objetivo de avaliar a influência dessa substituição na resistência à compressão.

Tabela 1 - Quantidade de materiais utilizados em cada argamassa.

| Argamassas | Cimento (kg) | Areia (kg) | RM (kg) | Água (kg) |
|------------|--------------|------------|---------|-----------|
| AR | 1 | 2 | - | 0,35 |
| 1 | 1 | 1,8 | 0,2 | 0,35 |
| 2 | 1 | 1,6 | 0,4 | 0,35 |
| 3 | 0,9 | 2 | 0,1 | 0,35 |
| 4 | 0,8 | 2 | 0,2 | 0,35 |

Fonte: Autoria própria.

O preparo das argamassas foi feito em misturador de bancada, com adição gradativa de água, até que a mistura estivesse homogênea, como mostra a Figura 2a. Foram moldados seis corpos de prova de cada argamassa (Figura 2b), em moldes de tubo PVC de 50 mm de diâmetro.

O adensamento foi feito em duas camadas, com 30 golpes em cada. Após o endurecimento, os CPs foram retirados dos moldes e curados em tanque com água, até as datas dos ensaios de compressão. Para avaliação da resistência foram realizados ensaios de compressão aos 7, 14 e 28 dias, em prensa hidráulica com capacidade de 100 toneladas (Figura 2c). A moldagem, a cura e o ensaio de compressão foram executados conforme as instruções da NBR 7215 (ABNT, 2025). A resistência foi calculada pela razão entre carga de ruptura pela área da seção transversal dos CPs, considerando o maior valor de carga, por data, por tipo de argamassa.

Figura 2 - Argamassas: (a) Preparo das misturas, (b) Moldagem dos corpos de prova, (c) Ensaio de compressão.



(a)

(b)

(c)

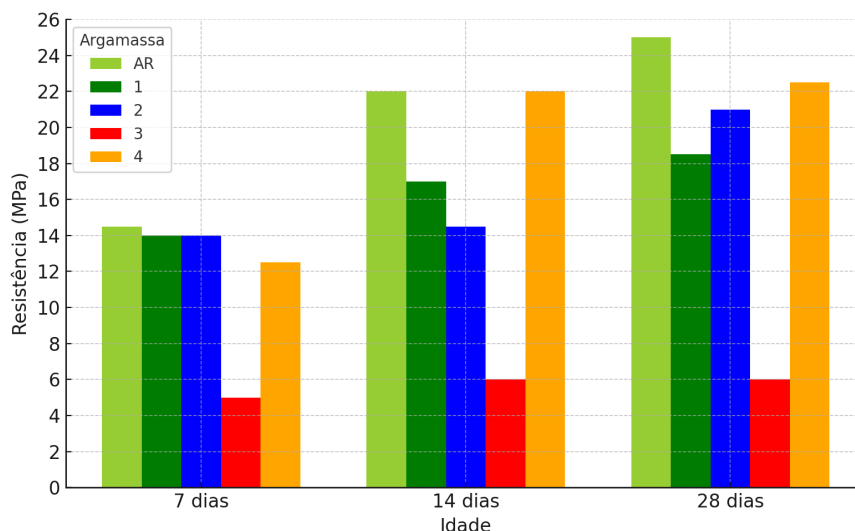
Fonte: Autoria própria.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resíduo de marmoraria utilizado neste trabalho apresentou massa específica igual a $2,707 \text{ g/cm}^3$, sendo semelhante a da areia utilizada ($2,65 \text{ g/cm}^3$). Não foi feita a análise granulométrica do resíduo, porém todos os grãos foram passantes na peneira de $2,0\text{mm}$, o que indica que o material tem granulometria de areia média a fina.

Os resultados de resistência à compressão estão apresentados na Figura 3. Como esperado, as resistências evoluíram ao longo do tempo. No entanto, na idade de 28 dias, nenhuma das argamassas com resíduos apresentou resistência superior à referência, o que indica que o teor de resíduo foi além do que seria ideal.

Figura 3 - Resistência à compressão das argamassas.



Fonte: Autoria própria.

Aos 28 dias, as argamassas com 20% de resíduo apresentaram resultados melhores do que aquelas com 10% de resíduo, o que sugere que ao longo do tempo, o resíduo possa colaborar no desenvolvimento de reações secundárias e aumento da resistência. No entanto, esse estudo não foi suficiente para afirmar assertivamente a viabilidade do resíduo.

Em todas as idades, o traço 3 apresentou valores de resistência muito abaixo dos demais, o que sugere ter havido alguma falha na confecção dos corpos de prova. Assim, os resultados deste traço não puderam ser avaliados corretamente.

Assim, para trabalhos futuros, sugere-se a realização de ensaios de compressão com outras porcentagens do resíduo, além da avaliação num período maior de tempo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A sustentabilidade na construção civil é uma necessidade atual que promove a busca por alternativas que sejam viáveis para a substituição dos materiais cujo processo de produção gera gases de efeito estufa.

Este trabalho teve como objetivo avaliar o uso de resíduo de marmoraria em argamassas de cimentícias, com a substituição parcial do cimento e da areia, com a finalidade de observar o comportamento das misturas em relação à resistência à compressão.

Nenhuma das misturas com resíduo apresentou resistência superior a argamassa de referência, mas os incrementos ao longo do tempo sugerem que as reações de hidratação nas misturas com resíduo possam ser mais lentas, o que requer um estudo mais prolongado e considerando porcentagem menores do resíduo.

Assim, não foi possível concluir sobre a viabilidade do uso do resíduo de marmoraria em argamassas cimentícias a partir deste estudo.

6 AGRADECIMENTOS

Agradecemos à empresa Concretins Concreto Usinado e à Marmoraria Líder pelo apoio fornecido durante o desenvolvimento deste trabalho.

REFERÊNCIAS

ABNT: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7215: Cimento Portland - Determinação da resistência à compressão de corpos de prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2025.

ARAÚJO, F. M. Análise da influência do resíduo da lama de marmoraria como elemento de substituição parcial do cimento nas propriedades do concreto. 2019. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2019.

DNIT: DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. DNIT 411:2021 – Massa específica, densidade relativa e absorção de agregado miúdo para misturas asfálticas – Método de ensaio. Rio de Janeiro, 2021.

GCCA – *Global Cement and Concrete Association. Global Cement and Concrete Industry Announces Roadmap to Achieve Groundbreaking 'Net Zero' CO₂ Emissions by 2050 – Includes Milestone Commitment to Cut CO₂ Emissions by a Quarter by 2030.* Disponível em: <https://gccassociation.org/news/global-cement-and-concrete-industry-announces-roadmap-to-achieve-groundbreaking-net-zero-co2-emissions-by-2050/?utm> Acesso em: 08 set. 2025.

SILVA, P. P. O. C.; ALVES, K. C. S. K. Caracterização de agregados miúdos da região de gurupi para concretos e argamassas.. In: Anais da 15ª Jornada de Iniciação Científica e Extensão. Anais...Palmas(TO) IFTO, 2024.