

ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DA SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DO CIMENTO POR RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL NA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO AXIAL DE ARGAMASSAS MISTAS AOS SETE DIAS

ANA PAULA STURBELLE SCHILLER¹; CHARLEI MARCELO PALIGA²; ARIELA DA SILVA TORRES³

¹Universidade Federal de Pelotas – eng.anapschiller@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – charleipaliga@gmail.com

³Universidade Federal de Pelotas – arielatorres@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

A construção civil é um setor que vem aprimorando suas técnicas construtivas e caminhando com o avanço tecnológico que se espalha pelo mundo. Este setor é responsável pelo consumo de grande quantidade dos recursos naturais provenientes de fontes não renováveis para a produção de matéria-prima e pela elevada geração de resíduos oriundos de perdas durante o processo de construção (TESSARO et al., 2012).

Os resíduos de construção civil (RCC) podem ser provenientes das mais diversas etapas de uma construção. Estes resíduos são parte da problemática em que os centros urbanos enfrentam atualmente, representando 61% dos resíduos sólidos coletados (ABRELPE, 2020).

A incorporação dos resíduos de construção civil como matéria-prima para a produção de argamassas é uma alternativa para a minimização dos impactos no meio ambiente, e vem sendo estudada por diversos autores.

ROCHA (2016) estudou a substituição do cimento por resíduos de construção e demolição em argamassas confeccionadas com traço 1:3 (cimento e areia), e teores de substituição de 5 e 10% em relação a massa de cimento. Os resultados demonstraram pequena redução da resistência à compressão axial das argamassas com substituição do cimento por resíduo.

Pinz (2019) testou o efeito da substituição do cimento e do agregado por resíduos de cerâmica vermelha (RCV) em dois tipos de argamassas, hidráulica e mista, confeccionadas com traço 1:6 e 1:2:8, respectivamente. A autora avaliou os teores de substituição de 5, 10 e 15% do aglomerante, e de 10, 15 e 20% do agregado. Os resultados mostraram melhoramento da resistência mecânica das argamassas hidráulicas com substituição do aglomerante nos teores de 5 e 15%.

Considerando a importância do desenvolvimento de tecnologias que minimizem os impactos causados pelo setor da construção civil, este trabalho tem como objetivo verificar a influência na resistência à compressão axial nos primeiros dias de idade de argamassas mistas de cimento e cal, a partir da substituição parcial do cimento por dois resíduos de construção civil coletados na cidade de Pelotas/RS.

2. METODOLOGIA

O programa experimental levou em consideração o estudo de Pinz (2019), em que a autora realizou a substituição do cimento por resíduo de cerâmica vermelha com teores de substituição de 5, 10 e 15%, empregando como traço de referência

a proporção em volume de 1:2:8 (cimento, cal e areia). Desta forma, esse estudo considerou o mesmo traço e intervalo de substituição.

Para compor a mistura foram utilizados os seguintes materiais: cimento Portland CP IV 32, com massa específica de $2,77 \text{ g/cm}^3$, cal hidratada de classe CH - II, areia média quartzosa lavada com massa específica de $2,41 \text{ g/cm}^3$ e módulo de finura de 2,79, água e dois resíduos de construção civil.

Os resíduos foram coletados em dois locais distintos da cidade de Pelotas/RS, sendo o primeiro material oriundo da demolição de um prédio industrial (RCD) e o segundo material foi coletado em uma indústria de artefatos cimentícios (RIPM). Após a coleta, em ambiente de laboratório, o RCD passou por uma seleção visual separando apenas fragmentos de concreto e argamassa. Em seguida, com finalidade de diminuir a granulometria das partículas, ambos os resíduos foram triturados em britador de mandíbulas verticais (MARCONI, modelo MA 2015) e, passaram por ensaios de caracterização. Os resultados dos ensaios de caracterização física dos resíduos são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Parâmetros físicos dos resíduos

Parâmetros físicos	RCD	RIPM
Massa específica NBR NM 52 (ABNT, 2009)	$2,51 \text{ g/cm}^3$	$2,33 \text{ g/cm}^3$
Massa unitária solta NBR NM 45 (ABNT, 2006)	$1,46 \text{ g/cm}^3$	$1,56 \text{ g/cm}^3$
Índice de volume de vazios NBR NM 45 (ABNT, 2006)	30,5%	25,4%
Absorção NBR NM 30 (ABNT, 2001)	8%	4,7%

Posteriormente, para garantir maior homogeneidade dos resíduos e viabilizar a aplicação como substituintes do cimento em argamassas, foram selecionados os resíduos que passaram na peneira 0,15mm e ficaram retidos na peneira 45 μm .

O preparo da argamassa seguiu os procedimentos de execução prescritos na NBR 13276 (ABNT, 2016). Seguindo as recomendações desta norma, o fator água/cimento dos traços foi definido a partir do índice de consistência $260 \pm 5 \text{ mm}$, variando o consumo de água de acordo com a necessidade de cada traço para atender esse parâmetro. Logo após, para cada traço foram moldados quatro corpos de prova cilíndricos, com 5 cm de diâmetro e 10 cm de altura. O ensaio de resistência à compressão axial aos sete dias, seguiu as especificações da norma NBR 7215 (ABNT, 2019).

Após a execução do ensaio, os resultados passaram pela análise de variância (ANOVA) com nível de significância de 5%. Essa análise permite verificar a existência de diferenças significativas entre os grupos avaliados, no entanto, não identifica quais e quantas amostras são diferentes. Para identificar as médias diferentes, realizou-se o teste de Tukey com intervalo de confiança de 95%. Com base nesses resultados pôde-se determinar o melhor teor de substituição.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de resistência à compressão axial das argamassas podem ser verificados na Figura 1, apresentada abaixo.

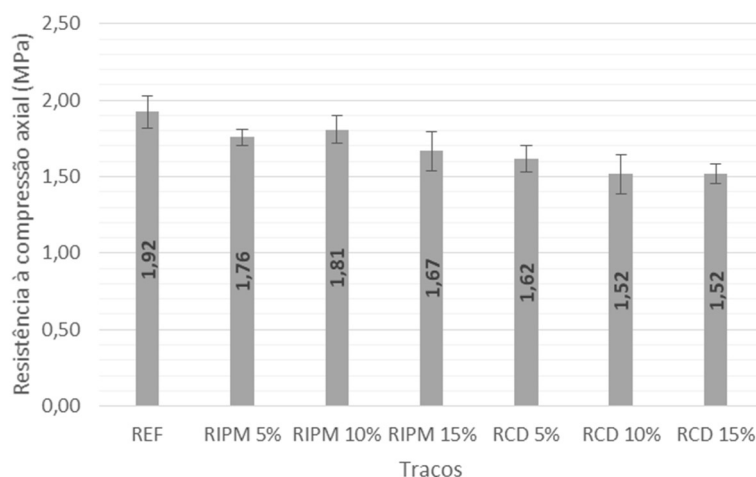


Figura 1- Resistência à compressão axial aos 7 dias.

Analizando os resultados, verifica-se que as argamassas com resíduos apresentaram menor resistência à compressão que o traço de referência. Esse fato pode ser atribuído a menor quantidade de ligante entre as partículas, resultante da substituição do cimento por resíduos nas misturas. Entre as argamassas que utilizaram resíduos em sua confecção, percebe-se que aquelas com o RIPM obtiveram melhor desempenho, sendo que o teor de substituição de 10% apresentou maior resistência, este acontecimento possivelmente está atrelado ao fato que o percentual de substituição de 10% de RIPM proporcionou um melhor empacotamento das partículas do sistema. Já os grupos de argamassas RIPM 5% e RCD 15% apresentaram o menor desvio padrão, o que indica uma amostra mais homogênea e com valores próximos à média do grupo.

No estudo de Pinz (2019), em que a autora testou a substituição do cimento por resíduos de cerâmica vermelha (RCV), observou-se que a resistência à compressão nos primeiros dias de idade das argamassas com RCV foi superior à resistência das argamassas com RCD e RIPM. No entanto, possivelmente este fato não esteja atrelado ao resíduo, já que o traço de referência também apresentou este comportamento.

A análise de variância (ANOVA) indicou a existência de diferença significativa entre pelo menos um par de médias. Desta forma, para identificar as amostras diferentes realizou-se o teste de Tukey que constatou diferença estatística entre a argamassa de referência e os traços RCD 5%, RCD 10%, RCD 15% e RIPM 15%. Já a análise entre os grupos RIPM e RCD, não verificou diferenças significativas para as comparações RIPM 5% e RCD 5%; RIPM 10% e RCD 5%; RIPM 15% e RCD 5%; RIPM 15% e RCD 10% e; RIPM 15% e RCD 15%.

4. CONCLUSÕES

Os resultados do ensaio de resistência à compressão axial indicam que a substituição do aglomerante por RIPM nos teores de 5 e 10% não proporcionaram diferenças significativas na resistência inicial das argamassas estudadas. Portanto, conclui-se que a utilização do RIPM nos teores de 5 e 10% como substituinte parcial do aglomerante, além de proporcionar uma destinação correta, retirando-os do meio ambiente, é uma alternativa viável, pois propicia a confecção de argamassas alternativas com a mesma resistência que a argamassa de referência.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais – ABRELPE. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil. 2020. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama-2020/>. Acessado em: 31/05/21.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Preparo da mistura e determinação do índice de consistência. NBR 13276. Rio de Janeiro, 2016. 2p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Cimento Portland - Determinação da resistência à compressão de corpos de prova cilíndricos. NBR 7215. Rio de Janeiro, 2019. 12p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Agregados - Determinação da massa unitária e do volume de vazios. NBR NM 45. Rio de Janeiro, 2006. 15p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Agregado miúdo - Determinação de massa específica e massa específica aparente. NBR NM 52. Rio de Janeiro, 2009. 6p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Agregado miúdo - Determinação da absorção. NBR NM 30. Rio de Janeiro, 2001. 6p.

PINZ, F. P. **Influência do resíduo de cerâmica vermelha em argamassas na substituição parcial do agregado ou do cimento.** 2019. 158p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Curso de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Pelotas.

ROCHA, T.S.V. **Resíduos de construção e demolição como substituto parcial do cimento – efeito na durabilidade em materiais cimentícios.** 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade do Porto.

TESSARO, A. B. et al., Quantificação e classificação dos resíduos procedentes da construção civil e demolição no município de Pelotas, RS. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 12, n.2, p. 121-130, abr./jun. 2012.