



SUBSTITUIÇÃO DE AGREGADO NATURAL EM REVESTIMENTO CIMENTÍCIO DE PAREDE

Diego Augusto Bristot¹, Bruna Pietroski de Lima², Natalia Ueda Yamaguchi³

¹ Acadêmico do Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Cesumar – UNICESUMAR. Bolsista PIBITI¹²/ICETI-UniCesumar. diegoa.bristot@hotmail.com

² Mestranda do Programa De Pós-Graduação em Tecnologias Limpas, Universidade Cesumar - UNICESUMAR, Campos Maringá-PR. brunapietroskidelima@gmail.com

³ Orientadora, Docente do Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Limpas, UNICESUMAR, Pesquisadora, Bolsista Produtividade do Instituto Cesumar de Ciência, Tecnologia e Inovação - ICETI. natalia.yamaguchi@unicesumar.edu.br

RESUMO

Buscando minimizar os impactos gerados pelo setor da construção civil, uma das opções é a reciclagem dos resíduos, reintroduzindo-os como matéria-prima, contribuindo para a redução da escassez de matérias-primas naturais, convertendo resíduos em recursos, podendo ser uma oportunidade de combinar economia, sustentabilidade e meio ambiente. Nesta pesquisa, foram produzidos revestimentos cimentícios decorativos de parede, com substituição parcial de agregados naturais reciclados. Foram confeccionados 28 corpos de prova com 4 teores de substituições diferentes 0, 25, 50 e 100%. Realizou-se ensaios de flexão para determinação da resistência de cada teor de substituição, posteriormente os resultados foram contabilizados e constatou-se a viabilidade de uma substituição de 50% de agregado natural por agregado reciclado, contribuindo para a redução dos impactos relacionados a extração de agregados naturais e preservação de recursos naturais. A reciclagem e reutilização dos RCC traz viabilidade econômica e ambiental. A sustentabilidade entra como medida mitigadora, através da conservação de energia e recursos naturais, por meio da reutilização, reciclagem, minimização de resíduos e poluição.

PALAVRAS-CHAVE: Impacto ambiental; Resíduo da construção civil; Sustentabilidade.

1 INTRODUÇÃO

Sustentabilidade e responsabilidade social são temas cada vez mais recorrentes na atualidade, bem como a urgência por ações que visam preservar o meio ambiente, concomitantemente, atender aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), presentes na Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU). Visto que a indústria da construção civil, destaca-se como o setor responsável por cerca de 40% do consumo de toda matéria-prima extraída do mundo, causadora de quase 50% da emissão de gases de efeitos estufa e uma grande geradora de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), é necessário repensar os materiais utilizados no setor, buscando minimizar os impactos por ele causados (MESA; FÚQUENE-RETAMOSO; MAURY-RAMÍREZ, 2021).

Segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), em seu panorama dos resíduos sólidos no Brasil, do ano de 2020, foram coletadas cerca de 47 milhões de toneladas de resíduos da construção civil (RCC) (ABRELPE, 2021). De acordo com o Concelho Regional de Engenharia e Agronomia do Paraná (CREA-PR), apenas 21% desses resíduos gerados são reutilizados. A alta produção de resíduos, conectada a ineficiência de seu gerenciamento, pode causar inúmeros impactos ambientais (ROSADO *et al.*, 2017).

Uma preocupação recorrente é a escassez de recursos naturais devido à falta de gestão e controle no processo de extração de matérias-primas sendo estes, recursos finitos. Por isso a necessidade de proteção e preservação do meio ambiente, buscando assim evitar uma crise ecológica (SANTOS; AZEREDO; NEVEU, 2020; SILVA *et al.*, 2021; NASCIMENTO *et al.*, 2020; PASSUELLO *et al.*, 2014).



Para um país em desenvolvimento, o uso de agregados reciclados pode ser uma oportunidade para combinar economia, sustentabilidade e meio ambiente. A reciclagem dos RCC pode reduzir o volume de deposição em aterros e diminuir a extração de recursos naturais (PENTEADO; ROSADO, 2016). Buscando atender as necessidades do mercado, os resíduos produzidos pela construção civil podem ser reinseridos no campo, como agregado reciclado e matéria prima para produção de novos produtos, agregando valor e diminuindo os impactos causados ao meio ambiente (CAETANO *et al.*, 2021).

Diminuir o consumo de agregados naturais é um importante fator para reduzir os impactos ambientais causados por sua extração e preservar os recursos naturais (GOMES; POGGIALI; AZEVEDO, 2019). A reciclagem e reutilização de RCC traz viabilidade econômica e ambiental, possuindo diversos benefícios do ponto de vista sustentável, como menor consumo de energia e menor emissão de gases de efeito estufa (MARQUES *et al.*, 2020).

Novas alternativas tecnológicas viáveis são procuradas para a reutilização de resíduos, tanto na reintrodução dos ciclos industriais já existentes, quanto na produção de novos insumos (CAETANO *et al.*, 2021). A reciclagem dos RCC auxilia na minimização dos problemas encontrados em diversos municípios quanto a destinação irregular, tanto em ordem estética, ambiental e saúde pública (STRAPASSAO *et al.*, 2019).

A pesquisa busca promover a minimização dos impactos ambientais causados pelos RCC, realizando a reinserção destes no processo de fabricação de revestimentos cimentícios, transformando-os em matéria prima para novos produtos, assim agregando valor e minimizando os impactos causados ao meio ambiente, convertendo resíduos em recursos.

Objetivou-se produzir e avaliar revestimentos cimentícios decorativos de parede sem fins estruturais, preparados em laboratório com diferentes teores de substituição de agregados naturais e cimento por agregados reciclados, provenientes de resíduos gerados a partir do processo de fabricação de revestimentos cimentícios. Reinserido assim os resíduos gerados no próprio processo de fabricação como matéria prima para a produção de novos revestimentos.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado na Universidade Cesumar (UniCesumar). Utilizou-se os resíduos gerados por uma empresa de revestimentos cimentícios. Esses resíduos vieram previamente segregados pela empresa, os quais eram de classe A, considerando a classificação da Resolução nº 307 (CONAMA, 2002).

Como ponto inicial para a fabricação dos corpos de prova, foi necessária a trituração dos resíduos, trituração essa realizada de forma manual, através de golpes de marreta. Os agregados foram classificados como agregado reciclado cimentício (ARCI), agregado reciclado constituído predominantemente por materiais cimentícios, segundo a NBR 15116 (ABNT, 2021).

Posteriormente realizou-se a separação granulométrica, no estudo em questão diferentes granulometrias foram utilizadas, portanto, necessitou-se de peneiras com diferentes malhas (4,75mm, 425µm e 150µm), e mesa vibratória para segregação do material.

Após a trituração dos resíduos, convertendo-os em agregados reciclados de diferentes granulometrias, foram realizadas as preparações dos corpos de prova, com diferentes teores de substituição de agregados e cimento. Utilizou-se para confecção das amostras cerca de 20% de cimento branco, 70% de agregado miúdo, 2% de fibra de vidro e 8% de água.



Diferentes teores de substituição em relação a massa de agregados miúdos natural por agregados reciclados foram utilizados, sendo esses teores de 0, 25, 50 e 100% de substituição, para tal, utilizou-se a fração passante na peneira 4,75 mm e retida na peneira 150 μm . Quanto ao dimensionamento dos corpos de prova, essas foram feitas com as seguintes medidas: 120 x 60 x 10mm, os moldes foram feitos em *Medium Density Fiberboard* (MDF).

Foram moldados 7 corpos de prova para cada um dos 4 teores de substituição, totalizando 28 corpos. Depois de moldados, ficaram em repouso por 24 horas e então foi realizada a desforma e manteve-se os corpos de prova em local fresco e arejado para secagem do concreto. Completando 28 dias da modelagem, estes foram submetidos a ensaio para determinação do módulo de resistência à flexão.

Para a determinação da resistência a flexão, seguiu-se o que se pede na NBR 10545 - 4 (ABNT, 2020). Antes do ensaio, todos os corpos de prova passaram por secagem em estufa, permanecendo por 24 horas, em uma temperatura de 205 $^{\circ}\text{C}$, após esse período, as amostras foram mantidas por mais uma hora em temperatura ambiente, e por fim foi realizado o ensaio com uma aplicação uniforme, com taxa de aumento de carga de 1N/mm²/s.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após ensaios de flexão, obteve-se a resistência de cada um dos 28 corpos de prova, com os diferentes teores de substituição. Então, os resultados foram contabilizados utilizando o programa Excel®, realizou-se o cálculo da média de cada um dos teores, resultando em 4 valores de resistência, em seguida, foi realizado o cálculo do desvio padrão de cada um dos teores e os resultados estão expressos no Gráfico 01, onde o corpo de prova 1 representa o teor de substituição de 0%, 2 de 25%, 3 de 50% e 4 de 100%.

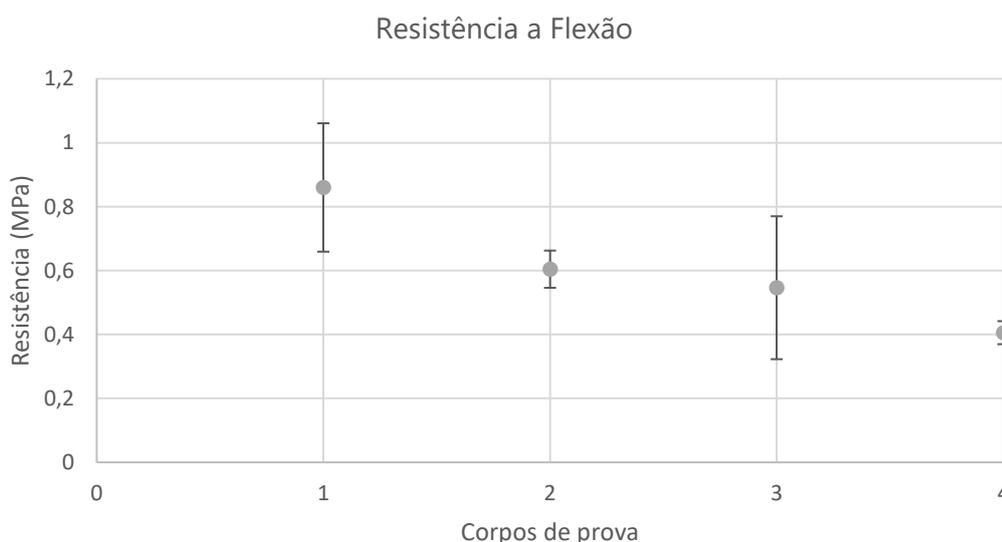


Gráfico 1: Resistência de ensaio de flexão com diferentes teores de substituição

Portanto, pode-se perceber que o corpo de prova 3, com teor de substituição de 50% de agregados, apresentou um bom resultado ao ensaio de flexão, mostrando-se mais resistente do que as outras amostras analisadas.



4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se concluir que a substituição parcial de agregados naturais por agregados reciclados produzidos através dos RCC, pode ser uma grande aliada para uma construção civil mais sustentável, minimizando dos impactos ambientais por ela causados, bem como apresenta uma disposição ambientalmente adequada desses resíduos, convertendo-os em recursos para produção de novos materiais, diminuindo também a extração de recursos naturais finitos.

Reinserindo os revestimentos cimentícios decorativos no mercado, fazendo o uso de materiais reciclados durante seu processo de fabricação, pode beneficiar tanto o meio ambiente quanto a empresa, podendo fomentar suas vendas através do *marketing* verde, diminuir seus custos com deposição de resíduos, reutilizando-os dentro do processo produtivo e diminuindo também o consumo de materiais naturais, contribuindo assim para um desenvolvimento mais sustentável.

REFERÊNCIAS

ABRELPE. Panorama 2021. **Abrelpe**, p. 54, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 10545-4**: placas cerâmicas Parte 4: determinação da carga de ruptura e módulo de resistência à flexão. Rio de Janeiro, RJ. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15116**: agregados reciclados para uso em argamassas e concretos de cimento Portland – Requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, RJ. 2021.

BRASIL, **Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002**. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2002.

CAETANO, A. L. A. *et al.* Obtenção de cerâmica de revestimento sustentável desenvolvida com resíduos industriais. **Cerâmica industrial**, v. 26, n. 1, p. 1–11, 2021.

GOMES, C. L.; POGGIALI, F. S. J.; AZEVEDO, R. C. DE. Concretos com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição e adições minerais: uma análise bibliográfica TT - Concretos with recycled aggregates of construction and demolition waste and mineral additions: a bibliographic analysis. **Matéria (Rio de Janeiro)**, v. 24, n. 2, 2019.

MARQUES, H. F. *et al.* Reaproveitamento de resíduos da construção civil: a prática de uma usina de reciclagem no estado do Paraná. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 4, p. 21912–21930, 2020.

MESA, J. A.; FÚQUENE-RETAMOSO, C.; MAURY-RAMÍREZ, A. Life cycle assessment on construction and demolition waste: a systematic literature review. **Sustainability**, v. 13, n. 14, p. 7676, 2021.

NASCIMENTO, C. F. G. DO *et al.* Viabilidade Da substituição parcial do resíduo de construção civil



pelo agregado miúdo nas propriedades físicas e mecânicas do concreto. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 8, p. 62073–62081, 2020.

PASSUELLO, A. C. B. *et al.* aplicação da avaliação do ciclo de vida na análise de impactos ambientais de materiais de construção inovadores: estudo de caso da pegada de carbono de clínqueres alternativos. **Ambiente Construído**, v. 14, n. 4, p. 7–20, 2014.

PENTEADO, C. S. G.; ROSADO, L. P. Comparison of scenarios for the integrated management of construction and demolition waste by life cycle assessment: A case study in Brazil. **Waste Management and Research**, v. 34, n. 10, p. 1026–1035, 2016.

ROSADO, L. P. *et al.* Life cycle assessment of natural and mixed recycled aggregate production in Brazil. **Journal of Cleaner Production**, v. 151, p. 634–642, 2017.

SANTOS, F. S.; AZEREDO, P. H. A.; NEVEU, D. M. Avaliação de concreto sustentável contendo teores de resíduos de agregados reciclados. **Brazilian Journal of Development**, [S. l.], v. 6, n. 7, p. 45457 - 45471, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv6n7> - 244.

SILVA, D. DE A. E; MELO, C. E. L. DE. Utilização de material cerâmico proveniente do RCD para aplicação em concreto: uma revisão. **Revista de Pesquisa em Arquitetura e Urbanismo**, v. 19, p. 1-15, 2021.

STRAPASSAO, H. *et al.* Reciclagem de resíduos da construção civil no Município de Lages, SC. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 8, n. 1, p. 713, 2019.