

# 7º CONRESOL

7º Congresso Sul-Americano  
de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade

CURITIBA/PR - 14 a 16 de Maio de 2024

## AVALIAÇÃO DE ARGAMASSA DE REVESTIMENTO COM AGREGADO RECICLADO

DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/conresol.7.24.VII-010>

Willian Gazola (\*), Pâmela Herrera Dutra, Natalia Ueda Yamaguchi

\* Universidade Unicesumar, willian\_gazola@outlook.com.

### RESUMO

Analisando o cenário atual do Brasil é inegável que a construção civil tem papel de extrema importância no desenvolvimento do país, sendo classificada como um dos seis motores da economia. No entanto como consequência caracteriza-se como um setor gerador de grandes impactos ambientais, pois desempenha consumos expressivo de matéria prima natural não renovável gerando toneladas de entulhos descartados por dia. Desta forma buscando reduzir a geração de resíduos sólidos originados pela construção civil está se tornando cada vez mais comum estudos para a reutilização do agregado reciclado na produção de concretos e argamassas. No presente estudo a influência da substituição de 25% e 50% de agregado miúdo natural por agregado reciclado foi avaliada. Os testes realizados foram: densidade no estado fresco, densidade no estado endurecido, ensaio de capilaridade, resistência a compressão, resistência a tração na flexão e potencial de aderência a tração. Observou-se uma queda gradativa nas propriedades mecânicas da argamassa no estado endurecido aumentando-se o teor de substituição, com exceção do ensaio de resistência a compressão onde o resultado obtido foi superior a referência. Portanto, a argamassa apresentou resultado satisfatório atendendo aos requisitos estabelecidos pela Associação Brasileira de Normas Técnica sendo apta ao uso como argamassa de revestimento.

**PALAVRAS-CHAVE:** Agregado, Sustentabilidade, Reciclagem, Resíduos da construção.

### ABSTRACT

Analyzing the present scenario in Brasil it is undeniable that civil construction plays an extremely important role in the country's development, being classified as one of the six engines of economy. However, consequently, it is characterized as a sector that generates major environmental impacts, as it carries out an expressive consumption of non-renewable natural raw material, generating tons of discarded debris per day. Therefore, seeking to reduce the generation of solid waste originated by civil construction, studies for the reuse of recycled aggregate in the production of concrete and mortar are becoming increasingly common. In this present study, the influence of replacing 25% and 50% of fine natural aggregate with recycled aggregate was evaluated. The tests performed were density in the fresh state, density in the hardened state, capillary test, compressive strength, flexural tensile strength and potential adhesion to traction. There was a gradual drop in the mechanical properties of the mortar in the hardened state, increasing the replacement content, with the exception of the compressive strength test where the result obtained was higher than the reference. As a result, the mortar presented a satisfactory result, meeting the requirements established by the Brazilian Association of Technical Standards, being suitable for use as a lining mortar.

**KEY WORDS:** Aggregate, Construction waste, Sustainability, Recycling.

### INTRODUÇÃO

Com o desenvolvimento dos grandes centros urbanos a sociedade passou a enfrentar uma grande consequência que vem se tornando cada vez mais expressiva nas últimas décadas, a geração de resíduos sólidos. Visto que o Brasil se classifica como um país emergente, a construção civil apresenta participação significativa no cenário econômico brasileiro, segundo a Federação das Indústrias do Distrito Federal (FIBRA), representou em 2017 cerca de 6,2% do PIB, e como consequência também se classifica como um dos grandes geradores de resíduos sólidos, sendo a construção civil responsável por gerar aproximadamente 122.629 toneladas (ABRELPE; IBGE, 2019).

Os resíduos da construção e demolição (RCD) são definidos como aqueles materiais oriundos de construções, reformas e demolições de obras de construção civil, assim como o material resultante da preparação e escavação de terrenos (CONAMA, 2002). A prática da logística reversa nos RCD vem se tornando cada vez mais viável em diversas pesquisas realizadas com agregados reciclados incorporado em matrizes cimentícias, dentro dessas matrizes se destaca a argamassa pois é possível fazer substituições significativas de agregado reciclado em sua composição, entretanto um dos grandes obstáculos para a obtenção de um produto de qualidade está na grande variedade das propriedades dos



resíduos coletados, o que pode impactar diretamente nas condições de aplicação, dosagem e nas características finais do material (SANTANA *et al.*, 2020).

## OBJETIVOS

O objetivo do presente trabalho foi testar a eficiência da substituição do agregado miúdo natural por reciclado produzido na usina de reciclagem de Resíduos da Construção Civil no município de Arapongas-PR em proporções de 25% e 50% na argamassa de revestimento.

## METODOLOGIA

### MATERIAIS

Foram utilizados para produção das argamassas cimento Portland composto com pozolana (CPII – Z - 32), areia natural coletada da cidade Porto São José, areia reciclada proveniente de uma usina de reciclagem do município de Arapongas, cal hidratada CH-III e água. Em todas as argamassas testadas nos ensaios foram utilizados 1:0,5 de proporção de cimento para cal hidratada, e a areia natural foi substituída parcialmente em 25% e 50%.

### MÉTODOS

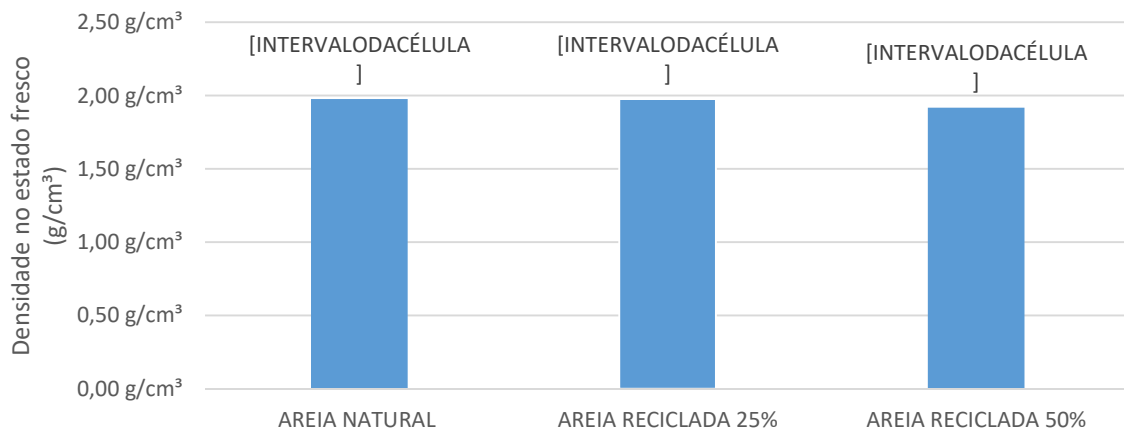
Os três traços de argamassas foram preparados e desenvolvidas no Laboratório Nacional de Desempenho da Construção Civil – PERFOUR na cidade de Maringá utilizando os métodos empregados em suas rotinas de estudos de argamassas, seguindo os seguintes procedimentos:

- (a) Misturou-se manualmente os insumos anidros separadamente;
- (b) Colocou-se todos os insumos anidros na cuba do misturador;
- (c) Executou-se a mistura mecânica em velocidade baixa, adicionando 50% da água de mistura ao longo de 30 s;
- (d) Executou-se a mistura mecânica por 30 s em velocidade baixa;
- (e) Desligou-se o misturador e realizou-se a raspagem da superfície interna da cuba e da pá;
- (f) Deixou-se a argamassa em repouso por 90 s;
- (g) Adicionou-se o restante da água (50%);
- (h) Executou-se a mistura mecânica na velocidade baixa por 60 s.

Para a avaliação das argamassas com diferentes proporções de substituição, foram realizados os ensaios de densidade da massa da argamassa em estado fresco (ABNT NBR 13278), resistência potencial de aderência a tração (ABNT NBR 15528), resistência a tração na flexão (ABNT NBR 13279), resistência a compressão (ABNT NBR 13279), densidade da argamassa no estado endurecido (ABNT NBR 13280) e determinação do coeficiente de capilaridade (ABNT NBR 13281).

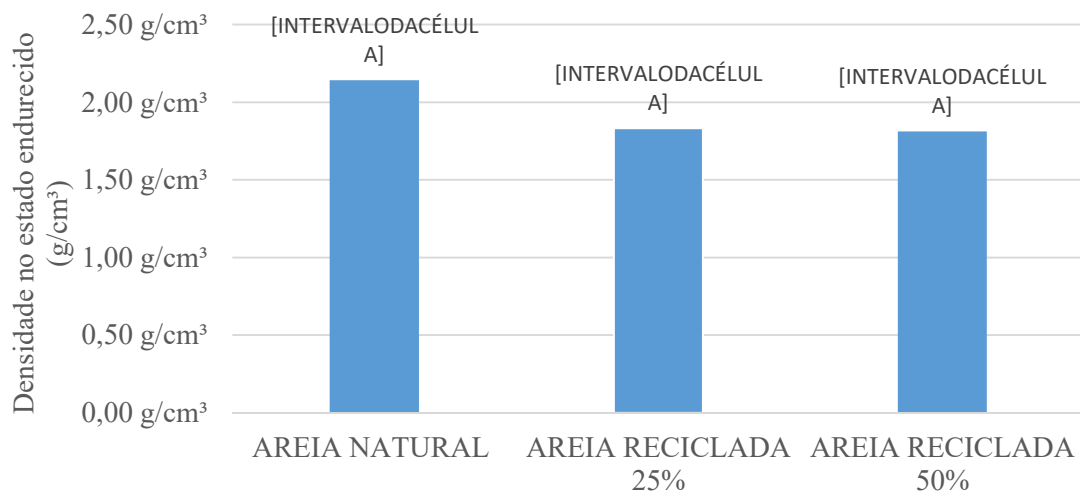
## RESULTADOS

Os resultados obtidos para densidade do estado fresco da argamassa ficaram dentro dos requisitos da norma ABNT NBR 13281:2005. A argamassa com 100% de areia natural e 25% de agregado reciclado não sofreu alteração na densidade mantendo-se com 1,98 g/cm<sup>3</sup>, já na argamassa com substituição de 50% observa-se uma queda na densidade do material (1,92 g/cm<sup>3</sup>). Entretanto ambas as argamassas se classificam como D5 se enquadrando entre 1,8g/cm<sup>3</sup> e 2,2g/cm<sup>3</sup>.



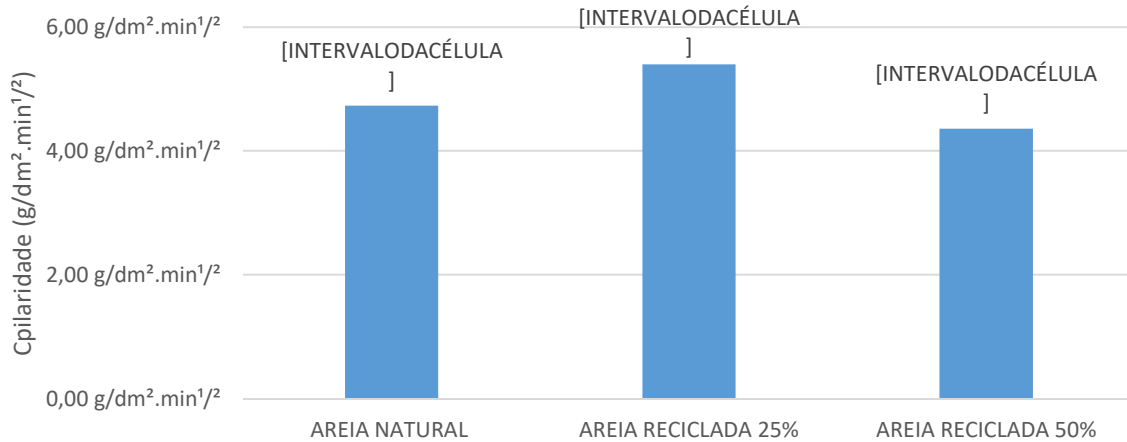
**Figura 1: Ensaio de densidade no estado fresco – ABNT NBR 13278. Fonte: Autores do trabalho.**

Diante dos parâmetros estabelecidos pela norma ABNT NBR 13281:2005, no estado endurecido, as três argamassas se enquadram na classificação M6 para argamassas com densidades superiores a 1,8 g/cm<sup>3</sup>, obtendo 2,14 g/cm<sup>3</sup> para o traço de 100% de areia natural, 1,83 g/cm<sup>3</sup> para 25% de areia reciclada e 1,81 g/cm<sup>3</sup> para 50% de areia reciclada. Observa-se que a densidade no estado endurecido manteve o padrão caracterizado pela densidade da argamassa em estado fresco, onde aumentando-se o teor de agregado reciclado na mistura, reduz a densidade da argamassa.



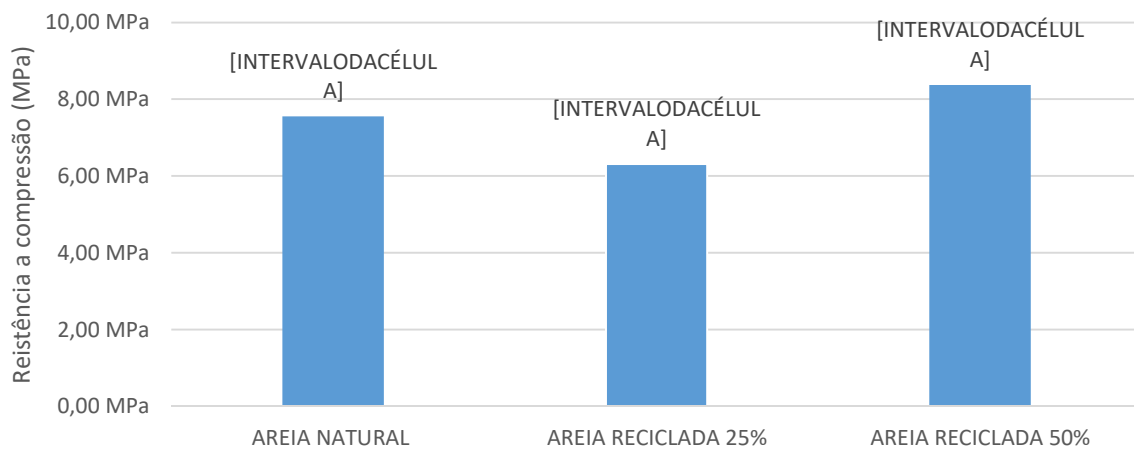
**Figura 2: Ensaio de densidade no estado endurecido – ABNT NBR 13280. Fonte: Autores do trabalho.**

Em relação ao ensaio de capilaridade todas as argamassas se enquadraram na classe C4 segundo a norma, sendo que a proporção de 25% de areia reciclada obteve 5,40 g/dm<sup>2</sup>.min<sup>-1/2</sup>, a de 50% de areia reciclada obteve 4,36 g/dm<sup>2</sup>.min<sup>-1/2</sup>, e o traço referência obteve 4,73 g/dm<sup>2</sup>.min<sup>-1/2</sup>. É possível observar que na substituição de 50% o resultado obtido foi o menor entre os demais, esse fato ocorre devido ao grande teor de finos na areia reciclada interferindo positivamente na capilaridade da argamassa (OLIVEIRA, 2015). Entretanto, devido aos altos índices de absorção por capilaridade apresentadas, as argamassas não são indicadas para ambientes externos devido a exposição as intempéries, sendo indicados apenas para ambientes internos.



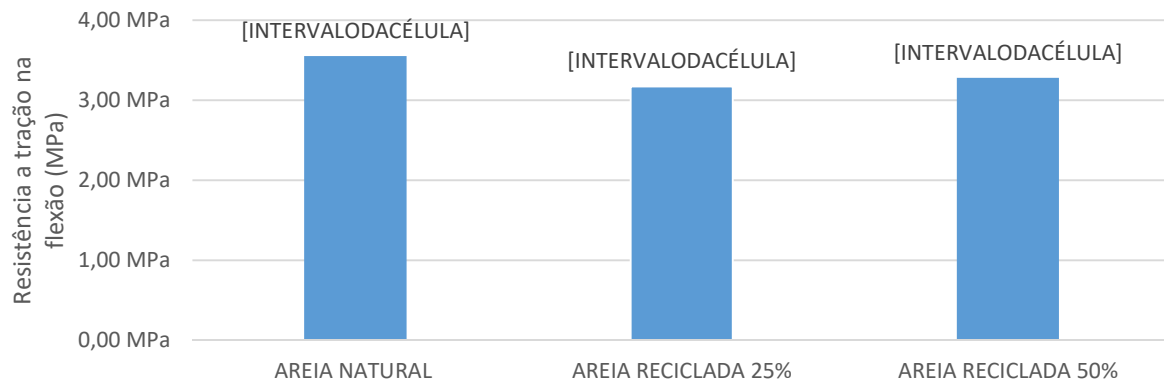
**Figura 3: Ensaio de capilaridade – ABNT NBR 13281. Fonte: Autores do trabalho.**

Em relação a resistência a compressão houve uma queda na resistência com a substituição de 25% do agregado natural por reciclado obtendo-se 6,31 MPa, no entanto com a substituição de 50% de agregado natural por reciclado o valor obtido no ensaio superou a referência (7,55 MPa) atingindo resistência de 8,37 MPa. O fato pode ser explicado em virtude do acréscimo de água na mistura da argamassa com areia reciclada, devido sua alta absorção de água, que impacta positivamente na hidratação dos grãos de cimento e conseqüentemente na resistência a compressão (OLIVEIRA, 2015).



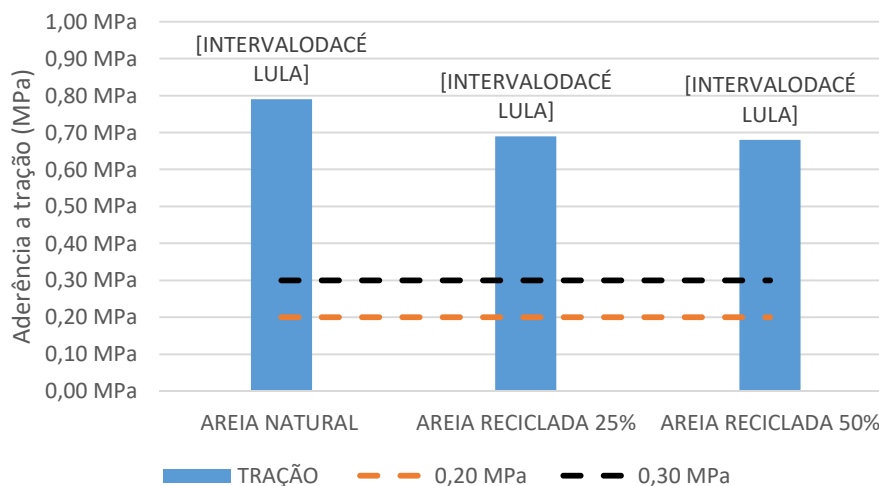
**Figura 4: Ensaio de resistência a compressão – ABNT NBR 13279. Fonte: Autores do trabalho.**

Os valores observados no ensaio de tração não apresentaram grande variação no resultado com a substituição da areia reciclada, o traço de referência atingiu 3,55 MPa, o traço com 25% de substituição obteve 3,17 MPa e o de 50% atingiu 3,28 MPa, fenômeno que pode ser explicado pelo mesmo princípio citado no ensaio de resistência a compressão.



**Figura 5: Ensaio de resistência a tração na flexão – ABNT NBR 13279. Fonte: Autores do trabalho.**

Os resultados obtidos para a resistência a tração na flexão se mantiveram-se estáveis na classificação A3 diante da norma. Apresentaram uma queda gradativa partindo da argamassa com agregado natural (0,79 MPa), para com 25% de agregado reciclado (0,69 MPa), até a substituição de 50% (0,68 MPa). Porém, de qualquer maneira as três argamassas obtiveram resultados satisfatórios desempenhando tranquilamente os requisitos mínimos exigidos pela norma NBR 13749:2013 - Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Especificação.



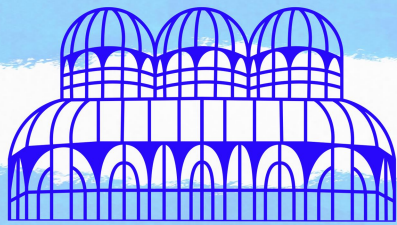
**Figura 6: Potencial de aderência a tração – ABNT NBR 15528. Fonte: Autores do trabalho.**

## CONCLUSÃO

Concluiu-se que a areia reciclada incorporada na argamassa de revestimento apresentou resultados satisfatórios em estado fresco e endurecido atendendo aos requisitos exigidos pela norma brasileira. Portanto, a utilização do agregado reciclado em argamassas de revestimento mostrou-se uma alternativa viável possibilitando a reciclagem de resíduos da construção civil e dessa forma, contribuindo para o desenvolvimento sustentável.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13281: argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos: requisitos**. Rio de Janeiro, 2005.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13278: argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos: determinação da densidade de massa e do teor de ar incorporado**. Rio de Janeiro, 2005a.



# 7º CONRESOL

7º Congresso Sul-Americano  
de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade

CURITIBA/PR - 14 a 16 de Maio de 2024

3. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13280: argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos: determinação da densidade de massa aparente no estado endurecido.** Rio de Janeiro, 2005.
4. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13281: argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos: requisitos.** Rio de Janeiro, 2005.
5. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13279: argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos: determinação da resistência à tração na flexão e à compressão.** Rio de Janeiro, 2005.
6. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13749: revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Especificação.** Rio de Janeiro, 2013.
7. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E DEMOLIÇÃO - ABRECON. Disponível em: <<http://www.abrecon.org.br/>>.
8. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução CONAMA nº 307, de 05 de julho de 2002.** Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Diário Oficial da União, Brasília – DF, n. 136, 17 jul. 2002, p.95-96. Disponível em: [http://www.mma.gov.br/estruturas/a3p/\\_arquivos/36\\_09102008030504.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/a3p/_arquivos/36_09102008030504.pdf). Acessado em: 27 de maio de 2019.
9. OLIVEIRA, R.P. **Estudo da influência do teor de finos dos agregados reciclados mistos nas propriedades das argamassas de revestimento.** Santa Maria RS, 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria RS, 2015.
10. SANTANA, T. S. **Avaliação da influência da utilização de agregado miúdo reciclado em argamassas estabilizadas.** Brasília, 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Estruturas e Construção Civil, Universidade de Brasília, Brasília, 2018.