



CURITIBA/PR - 05 a 07 de Maio de 2026

9º CONRESOL

9º Congresso Sul-Americano
de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade



REUTILIZAÇÃO LOCAL DE RESÍDUO DE CONSTRUÇÃO CIVIL NA FABRICAÇÃO DE PAVIMENTO PARA CALÇADAS

DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/conresol.9.26.I-027>

Maria Eduarda Baco Pessoa (*), Roselene Maria Schneider, Adriana Garcia do Amaral, Karoline Carvalho Dornelas Simões, Natally kauany Benitez de Souza.

*Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Instituto de Ciências Naturais, Humanas e Sociais, Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Sinop, Mato Grosso, (engcivilmariaeduarda@gmail.com).

RESUMO

Este estudo avaliou a viabilidade técnica da reutilização local de resíduos da construção civil (RCC) na produção de calçadas em concreto moldado *in loco*. Agregados reciclados foram obtidos de RCC classe A coletados em obra residencial no município de Sinop–MT, processados por britagem em betoneira e utilizados em diferentes teores de substituição dos agregados naturais miúdo (areia) e graúdo (brita). Foram moldados corpos de prova de concreto com traço de referência (100% agregados naturais) e traços com substituição parcial por agregados reciclados, submetidos a ensaios de resistência à compressão aos 7 e 28 dias, conforme NBR 5739. O traço de referência atingiu 25 MPa aos 28 dias, enquanto os traços com substituição de 40% e 60% da areia natural por areia reciclada apresentaram resistências próximas a 25 MPa na mesma idade, indicando desempenho mecânico similar ao concreto convencional para aplicações não estruturais. Em contrapartida, os traços com substituição do agregado graúdo por brita reciclada apresentaram reduções mais acentuadas de resistência à compressão, especialmente para teores de substituição iguais ou superiores a 60%. Conclui-se que a utilização parcial de RCC classe A, sobretudo na substituição do agregado miúdo, é tecnicamente viável para pavimentação de calçadas, contribuindo para a redução do consumo de agregados naturais e para o aproveitamento sustentável de resíduos na construção civil.

PALAVRAS-CHAVE: RCC, concreto reciclado, agregado reciclado, sustentabilidade, economia circular, resistência.

ABSTRACT

This study evaluated the technical feasibility of locally reusing construction and demolition waste (CDW) in the production of cast-in-place concrete sidewalks. Recycled aggregates were obtained from Class A CDW collected from a residential construction site in the municipality of Sinop–MT, processed by crushing in a concrete mixer, and used in different replacement proportions of fine (sand) and coarse (crushed stone) natural aggregates. Concrete specimens were molded with a reference mix (100% natural aggregates) and mixes with partial replacement by recycled aggregates, subjected to compressive strength tests at 7 and 28 days, according to NBR 5739. The reference mix reached 25 MPa at 28 days, while the mixes with 40% and 60% replacement of natural sand by recycled sand showed strengths close to 25 MPa at the same age, indicating mechanical performance similar to conventional concrete for non-structural applications. Conversely, mixes with the replacement of coarse aggregate with recycled crushed stone showed more pronounced reductions in compressive strength, especially for replacement levels equal to or greater than 60%. It is concluded that the partial use of Class A recycled construction and demolition waste (RCC), particularly in the replacement of fine aggregate, is technically feasible for sidewalk paving, contributing to the reduction of natural aggregate consumption and the sustainable use of construction waste.

KEY WORDS: RCC, recycled concrete, recycled aggregate, sustainability, circular economy, strength.

INTRODUÇÃO

O concreto é um dos materiais mais utilizados na construção civil em escala global, em função de sua resistência, durabilidade e custo relativamente baixo. A produção anual mundial de concreto atinge dezenas de bilhões de toneladas, contribuindo para o consumo intensivo de agregados naturais e para o esgotamento de recursos não renováveis, em um contexto de forte expansão do setor (HAMEED et al., 2024). No Brasil, os resíduos da construção civil (RCC) representam parcela significativa dos resíduos sólidos urbanos e seu manejo inadequado gera impactos ambientais, sociais e econômicos relevantes.



CURITIBA/PR - 05 a 07 de Maio de 2026

9º CONRESOL

9º Congresso Sul-Americano
de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade



A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei nº 12.305/2010, e a Resolução CONAMA nº 307/2002 estabelecem diretrizes para a gestão e o gerenciamento dos RCC, incentivando a redução, reutilização e reciclagem desses materiais. Contudo, o cumprimento dessas diretrizes ainda é incipiente em muitos municípios, resultando em elevados índices de disposição irregular. Segundo o Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil (ABRELPE; ABREMA, 2023), a quantidade de resíduos sólidos destinados de forma inadequada cresceu cerca de 16% na última década, passando de 33 milhões de toneladas em 2010 para 45 milhões de toneladas em 2022, sendo que aproximadamente 60% desse total tem origem na construção civil, com cerca de 70% apresentando potencial de reaproveitamento.

No estado de Mato Grosso, a geração de RCC também é elevada e apresenta grandes variações entre os municípios, refletindo diferenças no ritmo de desenvolvimento urbano e nas práticas de gestão. Em Sinop–MT, por exemplo, dados de planos municipais indicam geração próxima de 115 kg/hab.ano (MATO GROSSO, 2020), evidenciando a relevância do tema em contextos locais.

Nesse cenário, o reaproveitamento de RCC como agregados em concretos e argamassas configura uma estratégia alinhada aos princípios da economia circular e da sustentabilidade na construção civil. Em especial, o uso de agregados reciclados em pavimentos de baixo tráfego, como calçadas, desponta como alternativa promissora, pois combina demanda significativa de material com menores exigências estruturais. Além disso, a reutilização local dos resíduos, na própria obra onde são gerados, tem potencial para reduzir custos de transporte, minimizar a disposição em áreas inadequadas e facilitar a conformidade com a PNRS e a Resolução CONAMA nº 307/2002.

Diante desse contexto, o presente estudo investiga a reutilização local de RCC classe A, processados em betoneira, como substituição parcial de agregados naturais em concretos destinados à pavimentação de calçadas, avaliando o desempenho mecânico e a viabilidade técnica dessa solução em um cenário real de obra residencial em Sinop–MT.

OBJETIVOS

Avaliar a viabilidade técnica da reutilização local de resíduos da construção civil classe A na fabricação de calçadas em concreto moldado *in loco*, por meio da análise do desempenho mecânico de concretos com substituição parcial de agregados naturais miúdo e graúdo por agregados reciclados obtidos por britagem em betoneira.

METODOLOGIA

Coleta, triagem e processamento dos resíduos

Os RCC foram coletados em uma obra residencial localizada em Sinop–MT, ao longo da execução dessa. Os resíduos foram submetidos à triagem manual para remoção de impurezas e segregação de materiais, classificando-se como classe A aqueles passíveis de reutilização ou reciclagem na forma de agregados, conforme Resolução CONAMA nº 307/2002. Em seguida, os resíduos classe A foram submetidos à pré-britagem manual (*Figura 1*) e posteriormente à britagem em betoneira (*Figura 2*), com tempos de operação entre 30 e 60 minutos, visando à obtenção de agregados reciclados graúdos e miúdos.





CURITIBA/PR - 05 a 07 de Maio de 2026

9º CONRESOL

9º Congresso Sul-Americano
de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade



Figura 1: Triagem, classificação dos resíduos (A e B) e Pré-britagem manual (C). Fonte: Autor do Trabalho.



Figura 2: Britagem em Betoneira. Fonte: Autor do Trabalho.

Caracterização dos agregados

Os agregados naturais (areia e brita) e reciclados foram encaminhados ao laboratório para caracterização física. Foram realizados ensaios de massa específica e absorção de água (*Figura 3*), bem como determinação da composição granulométrica, de acordo com normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas, em especial NBR 17054 (ABNT, 2022). Com base na curva granulométrica, os materiais foram classificados como agregados miúdos ou graúdos para posterior utilização na dosagem dos concretos.



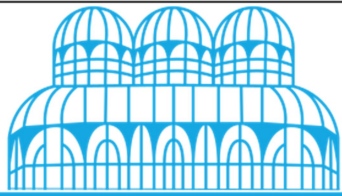
Figura 3: Ensaio de massa específica e absorção de água. Fonte: Autor do Trabalho.

Dosagem, moldagem e cura dos corpos de prova

De um traço de referência com agregados naturais, adequado à resistência mínima de 25 MPa aos 28 dias, foram definidos diferentes traços com substituição parcial dos agregados naturais por agregados reciclados. Foram estudados:

- Um traço de referência (REF 0%), com 100% de agregados naturais;
- Traços com substituição do agregado miúdo natural por areia reciclada, nos teores de 20%, 40%, 60% e 80% em massa (traços A 20%, A 40%, A 60% e A 80%);
- Traços com substituição do agregado graúdo natural por brita reciclada, nos mesmos teores (B 20%, B 40%, B 60% e B 80%).

Os concretos foram produzidos em betoneira, moldando-se corpos de prova cilíndricos conforme NBR 5738 (ABNT, 2016) (*Figura 4*). A cura foi realizada em condições controladas até as idades de ensaio (*Figura 4*).



CURITIBA/PR - 05 a 07 de Maio de 2026

9º CONRESOL
9º Congresso Sul-Americano
de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade



Figura 4: Dosagem (A), moldagem (B e C) e cura dos CP's (D). Fonte: Autor do Trabalho.

Ensaio no concreto

Para cada traço, foram realizados ensaios de consistência pelo abatimento do tronco de cone (Slump Test), conforme NBR 16889 (ABNT, 2020), e ensaios de resistência à compressão axial aos 7 e 28 dias (Figura 5), seguindo a NBR 5739 (ABNT, 2018). Outros ensaios, como tração na flexão e retração (Figura 6), foram programados, porém, não estão apresentados neste trabalho, sendo apresentados e discutidos apenas os resultados de resistência à compressão, por constituírem a principal referência para a avaliação da viabilidade mecânica dos concretos de pavimentação.



Figura 5: Slump Test (A), Ensaio de Resistência à compressão axial (B). Fonte: Autor do Trabalho.

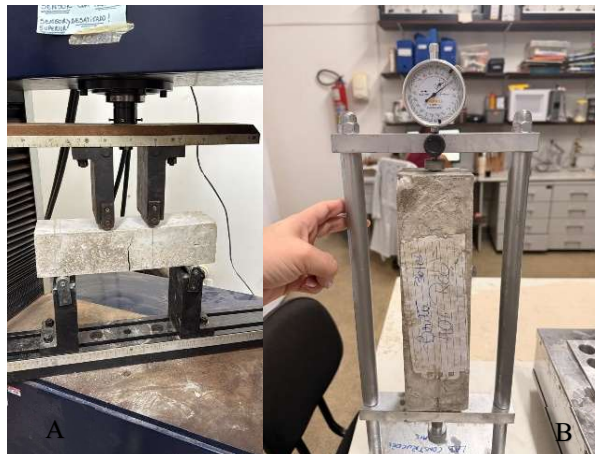




Figura 6: Ensaio de Tração na Flexão (A), Ensaio de Retração (B). Fonte: Autor do Trabalho.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

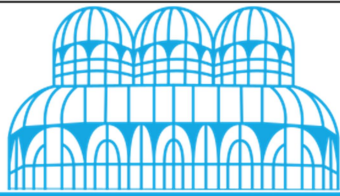
Os resultados de resistência à compressão (Figura 7) indicaram que o traço de referência (REF 0%) apresentou resistência média de 17 MPa aos 7 dias e 25 MPa aos 28 dias, atendendo ao valor mínimo de 25 MPa adotado como referência para concretos destinados à pavimentação de calçadas, em conformidade com os requisitos NBR 12655 (ABNT, 2022) para concretos de classe de agressividade II. De acordo com Helsing et al. (2025), o cumprimento dos parâmetros normativos relacionados à relação água/cimento e à adequada definição da classe de agressividade ambiental é fundamental para assegurar a durabilidade das estruturas de concreto. Esses critérios influenciam diretamente a resistência aos mecanismos de degradação, como a penetração de agentes agressivos, a carbonatação e a corrosão das armaduras, especialmente em ambientes urbanos sujeitos a variações climáticas e poluentes. Dessa forma, a observância rigorosa dessas diretrizes contribui para o aumento da vida útil das estruturas, reduzindo a necessidade de intervenções corretivas e promovendo maior desempenho e segurança ao longo do tempo.

Nos traços com substituição do agregado miúdo natural por areia reciclada (traços A), observou-se comportamento mecânico semelhante ao do concreto de referência para teores intermediários de substituição. O traço A 20% apresentou resistência de 17 MPa aos 7 dias e 24 MPa aos 28 dias (Figura 7). O traço A 40% apresentou 17 MPa aos 7 dias e 25 MPa aos 28 dias, enquanto o traço A 60% atingiu 18 MPa aos 7 dias e 25 MPa aos 28 dias, praticamente reproduzindo o desempenho do traço de referência aos 28 dias. Por outro lado, o traço A 80% apresentou redução mais significativa de resistência, com 13 MPa aos 7 dias e 20 MPa aos 28 dias, evidenciando que teores muito elevados de substituição podem comprometer o desempenho mecânico.

Para os traços com substituição do agregado graúdo por brita reciclada (traços B), as resistências à compressão foram inferiores às do traço de referência e às dos traços com reciclagem de areia (Figura 7). O traço B 20% apresentaram resistência de 16 MPa aos 7 dias; o traço B 40%, 10 MPa aos 7 dias; o traço B 60%, 9 MPa aos 7 dias e 16 MPa aos 28 dias; e o traço B 80%, 7 MPa aos 7 dias e 11 MPa aos 28 dias. Esses resultados indicam redução progressiva da resistência à compressão com o aumento do teor de brita reciclada, sugerindo maior influência negativa das características do agregado graúdo reciclado (porosidade elevada, presença de argamassa aderida, heterogeneidade) sobre o desempenho do concreto. O uso de agregados graúdos reciclados está associado à redução progressiva da resistência à compressão do concreto, em decorrência de suas características físicas e microestruturais, como maior porosidade, presença de argamassa aderida e heterogeneidade, sendo, portanto, mais indicado para aplicações com menores exigências mecânicas (GONZÁLEZ-FONTEBOA et al., 2024).

De forma geral, verificou-se que a substituição parcial do agregado miúdo por areia reciclada, em teores de até 60%, permitiu a manutenção de resistências à compressão próximas à do concreto convencional aos 28 dias, indicando viabilidade técnica para uso em pavimentação de calçadas e outros elementos não estruturais. Em contraste, a substituição do agregado graúdo por brita reciclada resultou em concretos com resistências inferiores, não alcançando, nas condições estudadas, a mesma faixa de desempenho do traço de referência. Dessa forma, estudos indicam que a substituição parcial por agregados miúdos reciclados tende a manter a resistência do concreto, enquanto o uso de agregados graúdos reciclados provoca reduções mais significativas devido à sua maior porosidade e heterogeneidade, sendo mais indicado para aplicações não estruturais (PLAZA et al., 2024).

Esses achados estão em consonância com estudos que apontam maior sensibilidade do concreto à substituição do agregado graúdo por agregado reciclado, em comparação ao agregado miúdo, em função da maior influência do primeiro na formação da estrutura interna do concreto e da interface pasta-agregado. Embora não detalhados neste trabalho, os resultados reforçam o potencial de aplicação de RCC classe A como substituição parcial de agregados miúdos em concretos para pavimentação, sobretudo quando o processamento é realizado localmente, reduzindo custos de transporte e a disposição inadequada de resíduos. Esses achados estão em consonância com estudos que apontam maior sensibilidade do concreto à substituição do agregado graúdo por agregado reciclado, em comparação ao agregado miúdo (ISLAM et al., 2025).



CURITIBA/PR - 05 a 07 de Maio de 2026

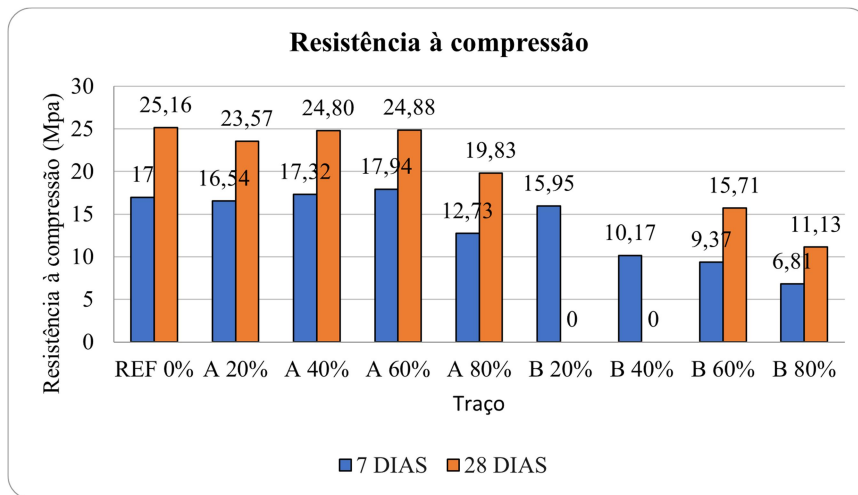


Figura 7: Resultados de resistência à compressão do concreto aos 7 e 28 dias. Fonte: Autor do Trabalho.

CONCLUSÕES

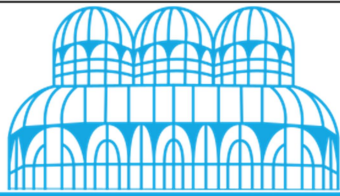
Os resultados obtidos indicam que a reutilização local de resíduos da construção civil classe A, processados por britagem em betoneira, é tecnicamente viável para substituição parcial do agregado miúdo em concretos destinados à pavimentação de calçadas. Em particular, os traços com substituição de 40% e 60% da areia natural por areia reciclada apresentaram resistências à compressão aos 28 dias próximas ao valor mínimo de 25 MPa, comparáveis ao traço de referência com agregados naturais.

Por outro lado, a substituição do agregado graúdo natural por brita reciclada resultou em reduções mais acentuadas de resistência, sobretudo para teores de substituição iguais ou superiores a 60%, o que limita sua aplicação nas condições estudadas. Assim, recomenda-se que, para calçadas moldadas *in loco* em contextos semelhantes ao de Sinop-MT, a utilização de RCC classe A seja priorizada na substituição do agregado miúdo, com teores de substituição de até 60%, desde que os resíduos sejam devidamente triados, limpos e britados.

Do ponto de vista ambiental, a adoção dessa prática contribui para a diminuição do consumo de agregados naturais, para a redução do volume de RCC encaminhado a aterros ou descartado irregularmente e para a implementação de diretrizes da PNRS e da Resolução CONAMA nº 307/2002 na escala local. Como continuidade, recomenda-se a ampliação dos estudos para avaliação de outras propriedades relevantes, como retração, durabilidade frente a agentes agressivos e comportamento em diferentes condições de cura, bem como análises de viabilidade econômica e de ciclo de vida que quantifiquem mais detalhadamente os benefícios ambientais associados ao reaproveitamento local de RCC em pavimentos de calçadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABREMA. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2023. 2023. **Agregados reciclados de resíduos de construção e demolição**. 2001. 290f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2001.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA – ABRELPE. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2024**. Acesso em: 06 mar. 2026.
3. BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 06 mar. 2026.
4. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002. **Estabelece diretrizes para a gestão dos resíduos da construção civil**. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/conama/resolucoes-conama>. Acesso em: 06 mar. 2026.



CURITIBA/PR - 05 a 07 de Maio de 2026

9º CONRESOL

9º Congresso Sul-Americano
de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade



5. GONZÁLEZ-TABOADA, I.; GONZÁLEZ-FONTEBOA, B.; MARTÍNEZ-ABELLA, F.; CARRO-LÓPEZ, D. **Study of recycled concrete aggregate quality and its relationship with recycled concrete compressive strength using database analysis.** *Materiales de Construcción*, v. 66, n. 323, e089, jul./set. 2016. Acesso em: 11 abr. 2026.
6. HELSING, Elisabeth; BRANDER, Linus; MARTINSSON, Peter. **Durability of concrete with recycled aggregate.** *Nordic. Concrete Research*, v. 71, n. 2, p. 69–89, 2024. Acesso em: 11 abr. 2026.
7. ISLAM, Zia Ul et al. **Evaluating the mechanical properties of recycled aggregate concrete with variable coarse and fine aggregate replacements.** *Discover Civil Engineering*, v. 2, 2025. Acesso em: 11 abr. 2026.
8. NBR 5739, 1994 “**Concreto – Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndrico**”, Rio de Janeiro.
9. NBR 17054: **Agregados - Determinação da composição granulométrica – Método de ensaio.** Rio de Janeiro, 2022.
10. NBR 5738: **Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova.** Rio de Janeiro, 2016.
11. NBR 16889: **Concreto – Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone.** Rio de Janeiro, 2020.
12. NBR 12655: **Concreto de cimento Portland – Preparo, Controle, recebimento e aceitação - Procedimento.** Rio de Janeiro, 2022.
13. NBR 12142: **Concreto – Determinação de resistência à tração na flexão de corpos de prova prismáticos.** Rio de Janeiro, 2010.
14. PESSOA, M. E. B.; SCARIOT, K. A. L.; DIAS, V. G. **Utilização de resíduos sólidos da construção civil como agregado para uso em pavimento rígido de baixo fluxo.** *Revista Arq-Engenharia de Mato Grosso*, v. 1, n1, p. 85-95, 2023.
15. PLAZA, P.; SÁEZ DEL BOSQUE, I. F.; SÁNCHEZ, J.; MEDINA, C. **Recycled eco-concretes containing fine and/or coarse concrete aggregates: mechanical performance.** *Applied Sciences*, v. 14, n. 10, 2024. Acesso em: 10 abr. 2026.