



A UTILIZAÇÃO DE CONCRETO RECICLÁVEL EM OBRAS DE BAIXO CUSTO

KEVIN WILLIAM DOURADO DE BARROS¹
BRUNO RODRIGUES DOS SANTOS²
PATRÍCIA LIMPER³

RESUMO: Atualmente, a construção civil é uma das atividades que mais impactam o meio ambiente, devido ao intenso consumo de recursos minerais não renováveis, aos danos causados durante sua extração e à elevada geração de resíduos, muitas vezes descartados de forma inadequada. Diante desse cenário, propõe-se o uso do concreto reciclável em obras de baixo custo como uma solução sustentável. A reutilização de resíduos da própria construção, especialmente do concreto, pode contribuir significativamente para a redução dos custos de produção e descarte, além de preservar recursos naturais, reduzir a poluição do solo e da água, e minimizar a necessidade de novos aterros sanitários. A proposta baseia-se no aproveitamento de materiais descartados pela construção civil, com destaque para a aplicação de agregados reciclados na produção de novos concretos. Essa abordagem reduz os custos relacionados ao transporte e à extração de agregados naturais, ao mesmo tempo em que diminui o volume de entulho despejado no meio ambiente. O objetivo deste estudo é avaliar a resistência do concreto produzido com resíduos sólidos da construção civil, visando sua aplicação em projetos de baixo custo. A principal questão investigada é se o concreto reciclável, feito com agregados oriundos de resíduos da construção e demolição, possui propriedades mecânicas adequadas para esse tipo de obra. Os resultados confirmaram a viabilidade técnica da proposta: quatro das cinco formulações testadas atingiram ou superaram a resistência de 20 MPa. O traço com 100% de agregado miúdo reciclado (AMR) e 0% de agregado graúdo reciclado (AGR) apresentou desempenho semelhante ao concreto convencional. Já a combinação com 100% AMR e 100% AGR demonstrou bons resultados a longo prazo, apesar de resistência inicial inferior. Substituições parciais também se mostraram eficazes, embora o traço com 0% AMR e 100% AGR tenha tido menor desempenho. Assim, conclui-se que o uso de agregados reciclados é uma alternativa viável, segura e ambientalmente responsável, desde que sejam adotados critérios adequados de dosagem e controle de qualidade.

PALAVRAS-CHAVE: Agregados reciclados; Concreto; Concreto reciclável.

THE USE OF RECYCLABLE CONCRETE IN LOW-COST CONSTRUCTION PROJECTS

ABSTRACT: Currently, the construction industry is one of the most environmentally impactful activities, due to the intensive consumption of non-renewable mineral resources, the environmental damage caused during their extraction, and the high volume of waste often improperly discarded. In response to this scenario, the use of recyclable concrete in

¹ Acadêmico de Graduação, Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Fasipe – UNIFASIFE . Endereço eletrônico: kevin_williamdb@outlook.com

² Professor Doutor em Engenharia Civil, Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Fasipe – UNIFASIFE. Endereço eletrônico: brunorodriguessantos@hotmail.com.br

³ Professora Especialista em Engenharia Civil, Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Fasipe – UNIFASIFE. Endereço eletrônico: patricia_limper@hotmail.com



low cost construction projects is proposed as a sustainable solution. Reusing construction waste, especially concrete, can significantly reduce production and disposal costs, while preserving natural resources, decreasing soil and water pollution, and minimizing the need for new landfills. This proposal is based on the reuse of materials discarded by the construction industry, with a focus on the application of recycled aggregates in the production of new concrete. This approach helps reduce costs related to transportation and extraction of natural aggregates, while also lowering the volume of debris disposed of in the environment. The objective of this study is to evaluate the compressive strength of concrete produced with solid construction waste, aiming at its application in low-cost projects. The central question is whether recyclable concrete, made with aggregates from construction and demolition waste, presents suitable mechanical properties for this type of application. The results confirmed the technical feasibility of the proposal: four out of five tested formulations reached or exceeded the target strength of 20 MPa. The mix with 100% recycled fine aggregate (RFA) and 0% recycled coarse aggregate (RCA) showed performance similar to conventional concrete. The mix with 100% RFA and 100% RCA also demonstrated good long-term results, despite lower initial strength. Partial replacements also proved effective, although the mix with 0% RFA and 100% RCA showed lower performance. In conclusion, the use of recycled aggregates is a viable, safe, and environmentally responsible alternative, provided that proper mix design and quality control measures are adopted.

KEYWORDS: Recycled aggregates; Concrete; Recyclable concrete.

1 INTRODUÇÃO

Estudos evidenciam que a qualidade dos agregados reciclados depende de uma seleção criteriosa e do correto processamento, pois esses fatores reduzem a contaminação e controlam a porosidade. A substituição dos agregados naturais pelos reciclados deve ser equilibrada, já que o aumento da porosidade pode exigir maior quantidade de cimento, impactando nos custos e na sustentabilidade. Para concretos estruturais, é essencial que os agregados reciclados apresentem baixa porosidade, garantindo a resistência e durabilidade adequadas (SANTOS; ALMEIDA, 2021).

A construção civil é um dos setores mais impactantes ao meio ambiente, sendo grande geradora de resíduos sólidos. No Brasil, a média de resíduos chega a 300 kg por metro quadrado construído, valor muito superior ao de países desenvolvidos, onde é inferior a 100 kg/m². Essa diferença está ligada à má gestão de obras e à falta de manejo adequado de materiais como cimento, cal e areia. Assim, o controle de desperdício e a destinação correta dos resíduos são medidas fundamentais para mitigar os impactos ambientais (EVANGELISTA, 2024).

Diante disso, as construtoras têm buscado implementar Sistemas de Gestão de Resíduos para promover o descarte e a reciclagem corretos do chamado “entulho”. Esses sistemas seguem as diretrizes da Resolução nº 307/2002 do CONAMA, que classifica e regulamenta o reaproveitamento de resíduos da construção e demolição (CONAMA, 2024). A adoção dessas práticas possibilita a reciclagem e a reutilização dos resíduos como matéria-prima em novos processos produtivos, reduzindo o uso de recursos naturais.

O descarte irregular de resíduos ainda é um problema grave no país. Muitos materiais de construção são abandonados em locais inadequados, como margens de rios ou terrenos baldios, causando poluição e riscos à saúde pública. Estudos indicam que os



resíduos de concreto não são inertes e podem alterar as propriedades naturais da água quando expostos à chuva ácida, devido à sua mineralização (FERREIRA, 2018). Por isso, o gerenciamento adequado desses materiais é essencial para a preservação ambiental.

A reciclagem dos resíduos da construção (RCD) começou a ganhar destaque mundial após a Segunda Guerra Mundial, com a necessidade de reconstrução das cidades. Hoje, essa prática é impulsionada por fatores econômicos e ambientais, alinhada à Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010), que orienta a gestão sustentável dos resíduos no Brasil (ABRECON, 2021). O reaproveitamento do RCD reduz a extração de recursos naturais, os volumes de aterros e os custos de obras, tornando-se uma alternativa ambientalmente e economicamente viável.

A transformação dos resíduos em agregados reciclados ocorre em usinas especializadas, com processos de separação e limpeza que garantem a qualidade do material. Equipamentos como britadores de mandíbula, de cone e de impacto são utilizados conforme a finalidade dos agregados. Estudos demonstram que a escolha adequada desses equipamentos influencia diretamente nas propriedades físicas e mecânicas do concreto reciclado, como resistência, durabilidade e absorção de água (MENDES, 2023; OLIVEIRA; FERREIRA, 2024).

Por fim, o aproveitamento dos resíduos da construção civil (RCC) depende do entendimento de suas características físicas e químicas, pois sua composição varia conforme a origem e o tipo de obra. O concreto produzido com agregados reciclados tem mostrado bom desempenho quando bem dosado e processado, além de contribuir para a redução do impacto ambiental e dos custos de produção. Assim, a utilização do RCD como insumo na fabricação de concretos e argamassas representa uma alternativa promissora para o desenvolvimento sustentável da construção civil brasileira (CABRAL, 2019; LAPA, 2024).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Agregado reciclado proveniente de cerâmicas

Análises microscópicas da estrutura de agregados cerâmicos revelam que os grãos de cerâmica triturada apresentam porosidade elevada e alta capacidade de absorção. O tamanho desses poros permite que a pasta penetre nos agregados durante a etapa de mistura (ZORDAN, 2022).

Quando o dimensionamento do concreto com agregados cerâmicos é feito por métodos tradicionais, o resultado é compósito com baixa proporção de pasta em relação ao agregado, o que impede o preenchimento completo dos vazios entre os grãos pela pasta de cimento (ZORDAN, 2022). No entanto, o estudo de Zordan (2022) demonstrou que o uso exclusivo de agregados cerâmicos brancos na formulação de concretos destinados à resistência a altas temperaturas é eficaz.

2.2 Agregado reciclado proveniente de concreto

Esse material é obtido por meio da britagem de elementos de concreto descartados, provenientes, em sua maioria, da indústria de pré-moldados e de resíduos de demolição. Frequentemente, não é possível isolar apenas esse tipo de agregado, pois ele pode conter argamassa aderida, fragmentos de cimento e argamassa alterados na fração fina, além da possível presença de contaminantes (OSTA, 2023).

Na pesquisa realizada por Osta et al. (2023), foi demonstrado que o desempenho do



concreto com agregados reciclados (AR) obtidos exclusivamente de concreto está diretamente relacionado à resistência do concreto original. Os pesquisadores produziram concretos com resistências iniciais de 20, 25, 30, 35 e 45 MPa. Após 28 dias de cura, esses concretos foram britados para gerar agregados reciclados, que então foram utilizados na produção de novos concretos.

Os resultados mostraram que, quanto maior a resistência do concreto original, menores são a absorção de água, o desgaste por abrasão, os índices de esmagamento e de impacto, além da porosidade do novo concreto com agregados reciclados. Foi observado ainda que concretos produzidos a partir de materiais de menor resistência apresentaram pior aderência entre a nova argamassa e os agregados empregados

2.3 Concreto feito a partir de Agregado Reciclado Misto (ARM)

Estudos recentes mostram que concretos com agregados reciclados (AR) apresentam desempenho mecânico inferior devido à argamassa residual aderida, que aumenta a porosidade e reduz a resistência à compressão. O módulo de elasticidade também diminui conforme cresce a substituição dos agregados naturais, chegando a reduções de até 26% com 50% de AR e cerca de 40% com 100%, resultado da menor rigidez dos AR e da ZTI mais porosa e heterogênea. Para mitigar esses efeitos, o uso de adições minerais, como sílica ativa, e fibras, como as de polipropileno, tem se mostrado eficaz na melhoria da microestrutura, redução da porosidade e aumento da resistência e durabilidade Silva et al. (2023).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo tem como objetivo principal a coleta e correta classificação de resíduos de construção e demolição (RCD), com foco em sua reutilização como agregados reciclados na produção de concreto. A metodologia adotada visa demonstrar que, quando devidamente separados, incorporados e dosados, esses resíduos podem contribuir para a redução dos custos de produção, mantendo a qualidade do material final.

A Figura 1 apresenta os resíduos de construção e demolição que serviram como base para a coleta de materiais utilizados neste estudo. No caso específico do concreto reciclado, será produzido com relação água/cimento de 0,60 e o material será coletado já moído e submetido a ensaios laboratoriais conforme a norma NBR 5738:2015. Serão moldados corpos de prova com o uso de pedregulhos e pó reciclado, cuja resistência será analisada aos 7, 14, 21 e 28 dias de cura, com o intuito de avaliar a eficiência da aplicação desses resíduos na produção de concreto.



Figura 1: Classificação dos resíduos de construção



Fonte: Acervo próprio (2025).

É possível observar ainda na figura 1, os resíduos de tijolos, cerâmicas, concreto. Esses insumos foram coletados e transportados em uma caixa, para serem levados para serem triturados para ser utilizados no processo de confecção do concreto reciclado.

Foram realizadas diferentes dosagens de concreto utilizando tanto agregados reciclados quanto agregados convencionais, com foco na aplicação em obras de baixo custo. Foram confeccionados corpos de prova com variações nas proporções dos materiais, permitindo a análise comparativa do desempenho mecânico do concreto produzido.

Além disso, a metodologia prevê a avaliação da resistência do concreto reciclável produzido a partir dos resíduos sólidos da construção civil, buscando validar sua viabilidade técnica para uso estrutural em empreendimentos econômicos. Assim, o estudo visa contribuir para o desenvolvimento sustentável na construção civil, promovendo a reutilização responsável dos resíduos e a otimização dos recursos materiais.

3.1 Tipos de Pesquisa

Quanto aos objetivos, Silva (2021) afirma que pesquisas descritivas buscam a análise detalhada de fenômenos, possibilitando o estabelecimento de relações e comparações entre variáveis por meio de técnicas padronizadas de coleta e processamento de dados. O presente trabalho tem como objetivo avaliar a resistência dos resíduos sólidos da construção civil na confecção de concreto reciclável para obras de baixo custo, viabilizando o uso desses resíduos na produção de concreto por meio da comparação com concretos convencionais, caracterizando-se, assim, como uma pesquisa descritiva.

Quanto aos procedimentos, a pesquisa é classificada como bibliográfica e experimental. Conforme Souza e Lima (2020), a pesquisa bibliográfica fundamenta-se em materiais já elaborados, abrangendo referências publicadas que podem incluir boletins, artigos científicos, livros, monografias, dissertações, teses, entre outros documentos pertinentes ao tema. Neste trabalho, o embasamento sobre a problemática, as soluções relacionadas, a metodologia para coleta e processamento dos materiais, bem como as discussões dos resultados, foram realizados a partir de fontes bibliográficas recentes e relevantes, caracterizando a pesquisa bibliográfica.

Inicialmente, será realizada uma pesquisa documental conforme a Resolução CONAMA nº 307/2002 atualizada em 2024, que estabelece normas, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, além da NBR 7211:2021, que dispõe sobre a análise granulométrica de agregados para concreto.

Sobre a pesquisa experimental, Pereira et al. (2019) definem que esta abordagem envolve a seleção de grupos temáticos coincidentes, a aplicação de diferentes tratamentos,



a análise de variáveis intervenientes e a comparação estatística das diferenças obtidas. O objetivo principal da pesquisa experimental é compreender relações de causa e efeito, minimizando interferências que possam comprometer a validade dos resultados.

Esta pesquisa será desenvolvida conforme esses princípios, baseando-se nos conceitos fundamentais para o entendimento das questões propostas, seguida da coleta, preparo e análise dos materiais a serem utilizados.

3.2 População e amostra

Os agregados reciclados utilizados neste trabalho serão provenientes de uma obra de construção civil nas construções e demolições da cidade de Sinop-MT. Os resíduos serão coletados segundo normalização NBR 10007 (2004) que fala sobre amostragem de resíduos sólidos.

Para cada caminhão de concreto, devem ser coletadas amostras e realizados moldes dos corpos de prova (CP) para a execução do ensaio de resistência. Esse ensaio é realizado em laboratório por meio do teste de compressão axial. Para garantir a precisão do resultado, é necessário nivelar corretamente o corpo de prova, assegurando seu perfeito encaixe na máquina de ensaio.

Durante o ensaio, a máquina de compressão axial aplica uma força crescente sobre o corpo de prova até que ocorra sua ruptura. A força aplicada, medida em quilogramas-força (kgf), é dividida pela área da seção superior do corpo de prova (em cm²). Para converter esse valor em tensão de ruptura (expressa em megapascal – MPa), basta dividir o resultado obtido por 10.

A resistência à compressão do concreto (f_{c}) é calculada conforme a equação definida pela NBR 5739:2018, sendo necessários como parâmetros a força máxima registrada no carregamento e o diâmetro do corpo de prova moldado.

No caso do concreto reciclado, o material será coletado já moído e submetido a ensaios laboratoriais conforme os procedimentos descritos na NBR 5738:2015. Serão moldados corpos de prova com esse material, visando avaliar a eficiência do uso de pedregulhos e pó reciclado na produção de concreto. A resistência dos corpos de prova será analisada aos 7, 14, 21 e 28 dias de cura.

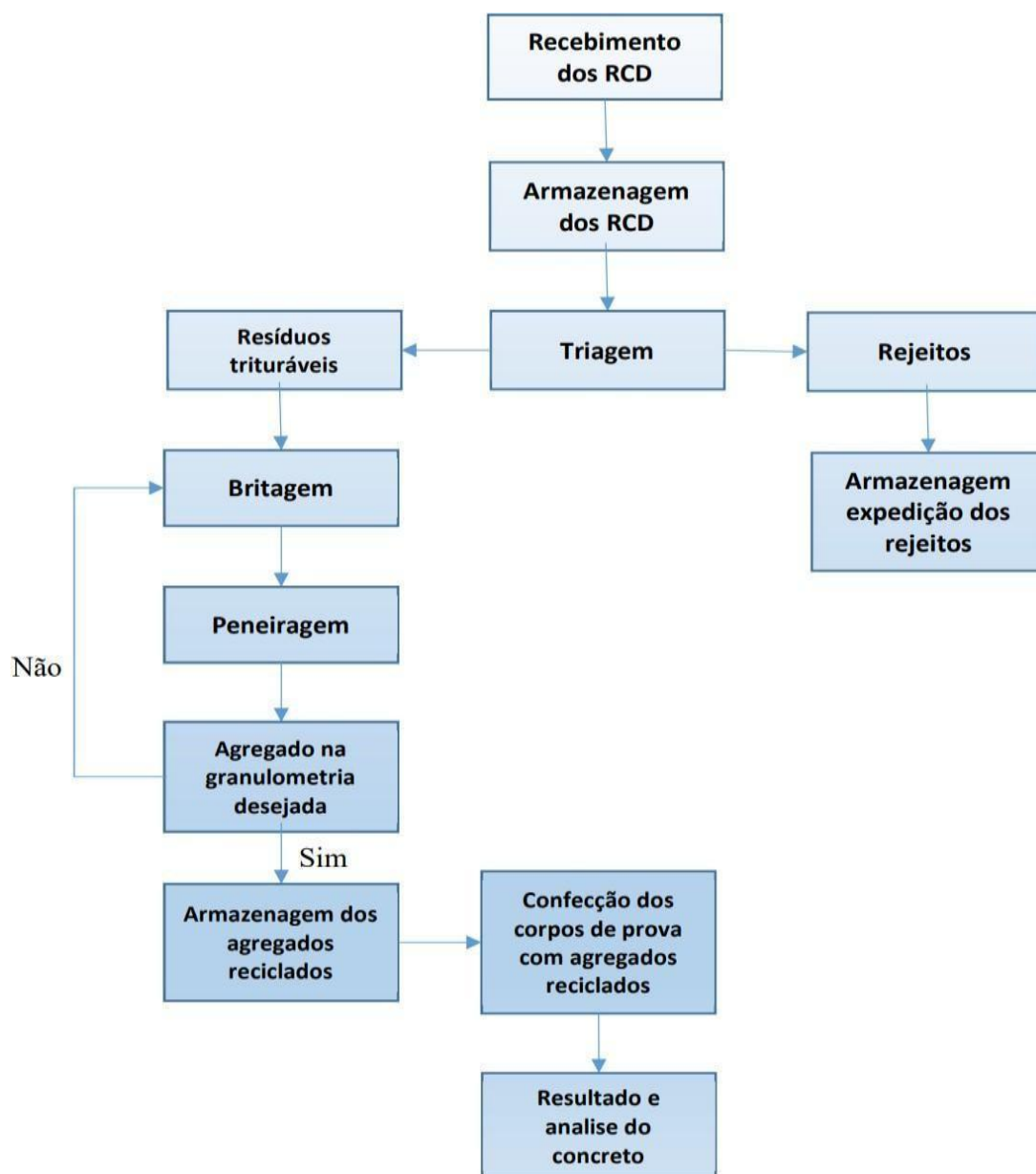
3.3 Técnicas de coleta e análise de dados

Após a coleta dos resíduos foi realizado uma etapa de seleção para retirada de impureza e quantificar a composição do resíduo, onde, esperando alcançar materiais de RCD da que estejam em conformidade a Resolução do Conama nº 307/2002, sendo de classe A, com 80% de sua composição de concreto, cerâmica, telhas e argamassa em 20% dos materiais.

A britagem do material foi realizada em empresa privada que tem um britador de resíduos, nessa máquina foi adicionado os resíduos, onde foram britados em granulometrias diferentes para formar dois agregados distintos, e com o auxílio de duas peneiras granulométricas diferentes, foi peneirado e obtido, agregado miúdo reciclado (AMR) e o agregado graúdo reciclado (AGR), para posteriormente serem empregados nas misturas de concreto.



Figura 2: Fluxograma dos procedimentos para a confecção do concreto



Fonte: Adaptado por Marchese (2013)

O concreto reciclado será coletado, triturado e, em laboratório, serão realizados os ensaios nos materiais conforme a norma NBR 5738/2015. Em seguida, os materiais serão encaminhados ao laboratório do Centro Universitário de Sinop (UNIFASIFE) para a execução dos testes de resistência.

Serão preparados cinco traços distintos para a confecção dos corpos de prova, utilizando os seguintes materiais: agregado graúdo convencional (AGC), representado pela brita; agregado graúdo reciclado (AGR); agregado miúdo convencional (AMC), correspondente à areia; e agregado miúdo reciclado (AMR), conforme detalhado no Quadro 1 abaixo.



Quadro 1: Porcentagem de agregado para confecção do corpo de prova

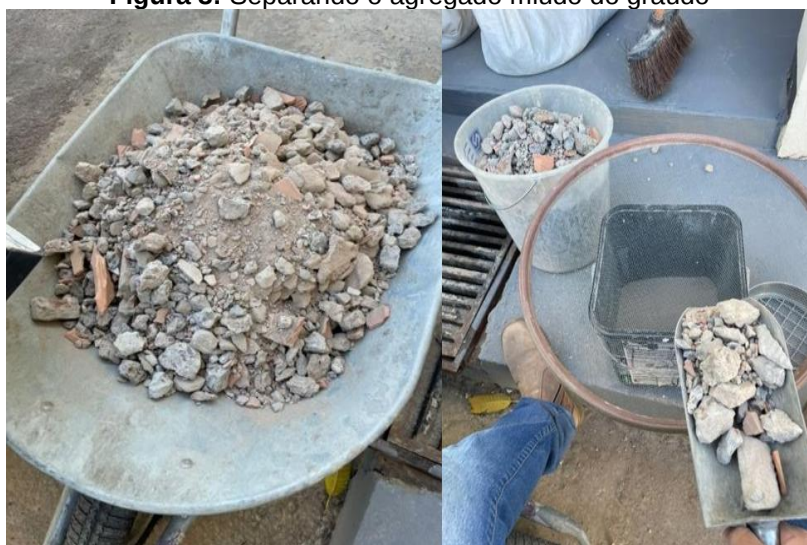
Corpo de Prova	AGC	AGR	AMC	AMR
1º	100%	0%	100%	0%
2º	50%	50%	50%	50%
3º	0%	100%	0%	100%
4º	0%	100%	50%	50%
5º	50%	50%	0%	100%

Fonte: Acervo próprio (2025).

Foram confeccionadas 16 unidade de réplicas para cada traço de concreto diferente, totalizando 80 unidades de corpos de prova. O concreto será produzido com relação água/cimento de 0,60, utilizando cimento CP II, e o volume total da mistura será de 50 litros. Para avaliar a consistência do concreto fresco, será realizado o teste de abatimento (*slump test*). A cura dos corpos de prova será feita por imersão, e a resistência à compressão será avaliada em 7, 14, 21 e 28 dias, por meio de ensaio em prensa hidráulica.

Na figura 3 a 5 é apresentado todo o processo de classificação dos agregados reciclados.

Figura 3: Separando o agregado miúdo do graúdo



Fonte: Acervo próprio (2025).



Figura 4: Separação dos agregados e mistura na betoneira



Fonte: Acervo próprio (2025).

Figura 5: Montagem e identificação dos corpos de prova para a realização dos ensaios e em seguida adicionados no tanque com água



Fonte: Acervo próprio (2025).

O concreto é produzido a partir da pesagem e separação dos agregados, utilizando um fator água/cimento (A/C) de 0,60. Após a separação dos agregados miúdos e graúdos, os reciclados passam por peneiramento, sendo o agregado graúdo retido na peneira de 25 mm. Em seguida, a mistura é moldada em corpos de prova, que são submetidos ao processo de cura em água por períodos de 7, 14, 21 e 28 dias, visando garantir o endurecimento e a resistência adequada do material.

Espera-se que o concreto produzido alcance resistência mínima de 20 MPa nos testes de compressão, permitindo a análise comparativa com concretos convencionais. A pesquisa busca avaliar a viabilidade do uso de agregados reciclados de resíduos de construção e demolição (RCD) em obras de baixo custo, promovendo sustentabilidade ambiental e redução de custos. Além de evitar o descarte irregular desses resíduos, pretende-se comprovar a eficiência dos agregados reciclados como alternativa ecológica e economicamente vantajosa na construção civil.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foi realizado a verificação e análise dos resultados obtidos com o rompimento a compressão dos 5 tipos de traços, sendo concreto convencional, 50% AMR + 50% AGR,



100% AMR + 100% AGR, 0%AMR + 100% AGR e 100% AMR + 0% AGR, na figura 17 é apresentado a prensa de rompimento que fica localizado no laboratório de concreto da Faculdade Unifasipe, na cidade de Sinop MT.

O rompimento dos 80 corpos de provas, foram realizados em suas respectivas datas conforme os dias de curas já estabelecidos inicialmente neste trabalho, tendo como resultado a média dos valores de resistência apresentados no quadro 2.

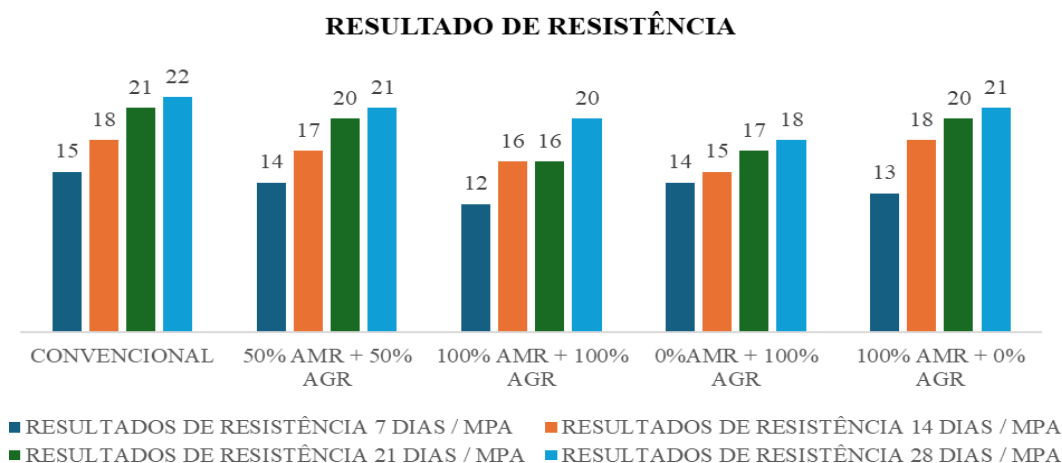
Quadro 2: Resultados obtidos

RESULTADOS DE RESISTÊNCIA OBTIDOS				
TRAÇO	7 DIAS	14 DIAS	21 DIAS	28 DIAS
CONVENCIONAL	15 MPA	18 MPA	21 MPA	22 MPA
50% AMR + 50% AGR	14 MPA	17 MPA	20 MPA	21 MPA
100% AMR + 100% AGR	12MPA	16 MPA	18 MPA	20MPA
0%AMR + 100% AGR	14 MPA	15 MPA	17 MPA	18 MPA
100% AMR + 0% AGR	13 MPA	18 MPA	20 MPA	21 MPA

Fonte: acervo próprio, 2025

A resistência esperada para o presente estudo por traço era de 20 MPa. No Quadro 2, é possível visualizar que 4 dos 5 traços analisados conseguiram atingir ou superar essa resistência aos 28 dias de cura: o traço Convencional (22 MPa), o traço com 50% AMR + 50% AGR (21 MPa), o 100% AMR + 0% AGR (21 MPa) e o traço com 100% AMR + 100% AGR (20 MPa). Apenas o traço 0%AMR + 100% AGR apresentou desempenho inferior, atingindo 18 MPa ao final do período. Esses resultados indicam que, mesmo com a substituição parcial ou total por resíduos de construção e demolição (RCD), é viável alcançar a resistência mecânica desejada, especialmente quando há uma combinação adequada de materiais, como observado no traço 100% AMR + 0% AGR.

Figura 6: Gráfico de resultados de resistência dos corpos de prova



Fonte: Acervo próprio (2025).

A resistência característica prevista para os traços avaliados neste estudo foi de 20 MPa aos 28 dias de cura. Conforme os dados apresentados no Quadro 2, observa-se que quatro dos cinco traços testados atingiram ou superaram essa meta ao final do período: o traço Convencional (22 MPa), o traço com 50% AMR + 50% AGR (21 MPa), o 100% AMR + 0% AGR (21 MPa) e o traço com 100% AMR + 100% AGR (20 MPa). Apenas o traço 0%AMR + 100% AGR não atingiu o valor de referência, apresentando resistência de 18 MPa aos 28 dias.



No que se refere à evolução da resistência mecânica ao longo do tempo, todos os traços demonstraram ganho progressivo de resistência entre os 7, 14, 21 e 28 dias, o que é característico do processo de hidratação do cimento. O traço Convencional apresentou o maior incremento total, passando de 15 MPa aos 7 dias para 22 MPa aos 28 dias — um aumento de 7 MPa ($\approx 46,7\%$). O traço com 100% AMR + 100% AGR, embora tenha iniciado com a menor resistência aos 7 dias (12 MPa), alcançou os 20 MPa aos 28 dias, totalizando um aumento de 8 MPa ($\approx 66,7\%$), o que evidencia um bom desempenho tardio, provavelmente relacionado a uma cinética de hidratação mais lenta.

O traço 100% AMR + 0% AGR apresentou ganho de 8 MPa entre os 7 e os 28 dias (de 13 MPa para 21 MPa), sugerindo que a combinação de granulados reciclados com materiais de melhor qualidade pode favorecer o desenvolvimento da resistência mecânica. O traço com 50% AMR + 50% AGR teve desempenho semelhante, com um ganho de 7 MPa (de 14 MPa para 21 MPa). Já o traço 0%AMR + 100% AGR apresentou o menor ganho relativo, com apenas 4 MPa de aumento ao longo do período (de 14 MPa para 18 MPa), indicando uma possível limitação na composição adotada, seja pela qualidade dos materiais ou pela dosagem utilizada.

Esses resultados demonstram que a substituição parcial ou total por resíduos de construção e demolição (RCD) não impede o alcance da resistência especificada, desde que haja um equilíbrio adequado na formulação do traço. Além disso, o comportamento dos diferentes traços ao longo do tempo evidencia a importância de se considerar não apenas os valores finais de resistência, mas também a evolução dessa propriedade durante a cura, sobretudo em aplicações onde o desempenho em idades precoces seja crítico. No quadro 3 é possível visualizar a economia referente a utilização dos agregados reciclados para a fabricação do concreto.

Quadro 3: Comparativo de preço entre agregados reciclado e natural

Tipo de agregado	Preço médio para agregados (R\$/m ³)		Economia no custo do produto %
	Natural	Reciclável	
Areia	112,00	25,00	77,68%
Brita	128,00	25,00	80,47%

Fonte: acervo próprio, 2025

O quadro 3 apresentado evidencia os benefícios econômicos do uso de agregados reciclados na produção de concreto. Comparado aos agregados naturais, os recicláveis apresentam uma redução significativa no custo por metro cúbico: a areia reciclada custa R\$ 25,00/m³, contra R\$ 112,00/m³ do natural, gerando uma economia de 77,68%.

Já a brita reciclada, também com preço de R\$ 25,00/m³, representa uma economia de 80,47% em relação à brita natural, que custa R\$ 128,00/m³. Esses dados demonstram que a utilização de agregados reciclados pode ser uma alternativa altamente vantajosa do ponto de vista econômico, contribuindo para a redução dos custos na construção civil, além de promover a sustentabilidade por meio da reutilização de resíduos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos neste estudo evidenciam o potencial técnico do uso de agregados reciclados oriundos de resíduos de construção e demolição (RCD) na produção de concretos sustentáveis. A análise dos traços demonstrou que, mesmo com substituições



parciais ou totais dos agregados naturais, foi possível atingir ou superar a resistência característica prevista de 20 MPa em quatro das cinco formulações avaliadas.

A eficiência do traço 100% AMR + 0% AGR destaca-se por combinar materiais reciclados e materiais de melhor qualidade de forma equilibrada, resultando em desempenho comparável ao traço convencional. O traço com 100% AMR + 100% AGR, embora tenha apresentado resistência inicial inferior, alcançou a meta de resistência aos 28 dias, indicando boa performance a longo prazo. Já o traço com 50% AMR + 50% AGR confirmou que substituições parciais são viáveis sem comprometer significativamente a resistência. Por outro lado, o traço 0%AMR + 100% AGR demonstrou menor eficiência, o que sinaliza a necessidade de ajustes em sua composição para melhorar seu desempenho mecânico.

Além da viabilidade técnica, o uso de agregados reciclados no concreto representa uma importante estratégia de gestão de resíduos, promovendo a economia circular, a redução do impacto ambiental e a diminuição da extração de recursos naturais. Portanto, este estudo comprova que a aplicação de agregados reciclados é não apenas possível, mas também eficiente, desde que se adotem critérios adequados de dosagem e controle de qualidade. O concreto reciclável, quando bem formulado, pode se apresentar como uma alternativa ambientalmente responsável e tecnicamente segura para a construção civil.

REFERÊNCIAS

ABRECON – Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição. Manual prático para reciclagem de resíduos da construção civil. São Paulo: ABRECON, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7211:2021 -Agregados — Determinação da granulometria. Rio de Janeiro, 2021.

CABRAL, A. E. B. Modelagem de propriedades mecânicas e de durabilidade de concretos produzidos com agregados reciclados, considerando-se a variabilidade da composição do RCD. Rio de Janeiro: Revista, Eng. Sanit. Ambient. v. 11 n. 1, 2019.

CONAMA. Diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão de resíduos da construção civil. Resolução Conama nº 307/2002 2024.

EVANGELISTA, P. P. A. Alternativa sustentável para destinação de resíduos de construção classe A: sistemática para reciclagem em canteiros de obras. 2024

FERREIRA, R. G. Engenharia econômica e avaliação de projetos de investimento: critérios de avaliação: financiamentos e benefícios fiscais: análise de sensibilidade e risco. São Paulo: Atlas, 2018.

LAPA, J. S. Estudo de viabilidade técnica de utilização em argamassas do resíduo de construção oriundo do próprio canteiro de obra. Dissertação (Mestrado) – 2024

MENDES, T. A. Influência do tipo de britador nas propriedades físicas dos agregados reciclados para concreto. *Revista Engenharia & Ambiente*, v. 19, n. 1, p. 112-128, 2023.



OLIVEIRA, F. R.; FERREIRA, C. M. Equipamentos para britagem e sua influência na sustentabilidade da construção civil. *Journal of Sustainable Construction*, v. 10, n. 2, p. 75-89, 2024.

OSTA, Thamires da Silva. Utilização dos resíduos da construção civil para a produção de blocos de concreto. Trabalho de Conclusão de Curso (Técnico em Edificações) – Instituto Federal do Amapá, Macapá, 2023.

SANTOS, L. R.; ALMEIDA, F. C. Características físicas e mecânicas de agregados reciclados para concreto estrutural. *Revista Brasileira de Engenharia Civil*, v. 27, n. 4, p. 456–468, 2021.

Silva, M. A. et al. Comportamento mecânico do concreto com agregado reciclado e argamassa residual. *Pesquisa em Materiais*, (2023).

SILVA, F. A. Pesquisa descritiva: conceitos e aplicações na engenharia. São Paulo: Editora Científica, 2021.

SOUZA, R. M.; LIMA, T. C. Pesquisa bibliográfica: metodologia e análise crítica. *Revista de Metodologia Científica*, v. 12, n. 1, p. 23-38, 2020.

ZORDAN, S. E. A utilização do entulho como agregado, na confecção do concreto. Campinas. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia Civil, UNICAMP 2022.