

CAPÍTULO 2

ANÁLISE DO USO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NA PRODUÇÃO DE CONCRETOS E ARGAMASSAS

Breno Gabriel Braga Januario

Graduação em Engenharia Civil
Centro Universitário Augusto Motta - UNISUAM.
brenojanuario@souunisuam.com.br

Elcio Ricardo de Campos da Silva

Graduação em Engenharia Civil
Centro Universitário Augusto Motta - UNISUAM.
elciosilva@souunisuam.com.br

Rachel Cristina Santos Pires

Mestre em Desenvolvimento Local, Engenharia Civil
Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM, unidade Bonsucesso
rachelpireseng@gmail.com

Everton Rangel Bispo

Professor Doutor em Engenharia de Materiais e Processos Metalúrgicos
Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM, unidade Bonsucesso
evertonbispo@souunisuam.edu.br

Igor Charles Siqueira Leite

Doutor em Engenharia Civil
Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM, unidade Bonsucesso
igor.leite@unisuam.edu.br

RESUMO

A crescente atenção à sustentabilidade tem incentivado pesquisas voltadas à redução dos impactos ambientais da construção civil, setor historicamente relacionado ao elevado consumo de recursos e produção significativa de resíduos. Este artigo analisa, mediante revisão bibliográfica criteriosa, o uso de resíduos da construção e demolição (RCD) como alternativa técnica para a substituição parcial ou total de agregados naturais em concretos e argamassas. Foram avaliados estudos recentes que abordam propriedades físicas, mecânicas e desempenho dos materiais cimentícios produzidos com diferentes teores e métodos de beneficiamento de RCD. Os resultados apontam que o emprego de resíduos reciclados pode contribuir para significativas reduções de impactos ambientais, viabilizando o reaproveitamento econômico dos materiais e atendendo requisitos técnicos para aplicações não estruturais e estruturais de baixa exigência. No entanto, observam-se variações no comportamento mecânico e desafios vinculados à heterogeneidade dos resíduos e à padronização dos processos. Conclui-

se que o uso de RCD representa uma solução promissora para práticas construtivas sustentáveis, desde que acompanhada de adequada triagem, beneficiamento e controle de qualidade.

Palavras-chave: resíduos da construção civil; concreto reciclado; argamassa; sustentabilidade; agregados reciclados.

INTRODUÇÃO

A construção civil desempenha papel fundamental no desenvolvimento urbano, mas também figura como um dos setores que mais impactam o meio ambiente devido ao elevado consumo de matérias-primas, à geração de resíduos e à emissão de poluentes. A extração contínua de agregados naturais — como areia e brita — somada ao descarte inadequado de resíduos da construção e demolição (RCD), configura um dos principais desafios ambientais contemporâneos (SCHILLER et al., 2022).

Segundo a ABRELPE, milhões de toneladas de resíduos de obras são gerados anualmente no Brasil, sobrecarregando aterros e contribuindo para degradação de áreas urbanas. Em paralelo, estudos recentes destacam a necessidade de implementar soluções sustentáveis que conciliem desempenho técnico, viabilidade econômica e responsabilidade ambiental (SILVA et al., 2022).

Nesse cenário, o reaproveitamento do RCD em materiais cimentícios surge como uma alternativa promissora, permitindo:

- redução da extração de recursos naturais,
- diminuição do volume de resíduos descartados,
- menor impacto ambiental,
- possibilidade de redução de custos,
- desenvolvimento de materiais com desempenho satisfatório.

Diversos autores apontam que o resíduo reciclado pode substituir agregados graúdos ou miúdos, apresentar desempenho adequado quando devidamente beneficiado e, até mesmo, atuar como substituinte parcial do aglomerante (ANDRADE et al., 2018). Estudos com argamassas também indicam correlação entre teor de finos, absorção, densidade e resistência (PIMENTEL et al., 2018).

Assim, compreender os fatores que influenciam essas propriedades é essencial para avaliar o potencial do uso de RCD na produção de concretos e argamassas, contribuindo para práticas construtivas mais sustentáveis.

JUSTIFICATIVA

A geração excessiva de resíduos pela construção civil tem provocado impactos ambientais significativos, aumentando custos de gerenciamento e reduzindo a vida útil de aterros. Em contrapartida, o setor enfrenta o desafio de suprir uma demanda crescente por agregados naturais, cuja extração

intensiva acarreta degradação ambiental.

Considerando esse contexto, torna-se necessário investigar alternativas que reduzam tais impactos e promovam práticas construtivas sustentáveis.

O aproveitamento de RCD como agregado ou material cimentício apresenta grande potencial, porém sua aplicação ainda não é amplamente difundida no Brasil devido a:

- falta de padronização operacional,
- variabilidade do material,
- desconhecimento técnico,
- resistência do mercado em adotar novos materiais.

Dessa forma, este trabalho justifica-se pela relevância ambiental, econômica e social da temática, e pela necessidade de compilar e analisar resultados de pesquisas recentes, de modo a orientar o uso responsável e eficiente desses resíduos.

OBJETIVOS

Objetivo Geral

Analisar, com base em revisão bibliográfica, o uso de resíduos da construção civil na produção de concretos e argamassas, considerando propriedades físicas e mecânicas, metodologias de preparo e potencial de aplicação.

Objetivos Específicos

- Identificar tipos de resíduos empregados como substituintes de agregados ou aglomerantes.
- Comparar diferentes proporções de substituição relatadas nos estudos selecionados.
- Avaliar os efeitos da incorporação de RCD nas propriedades no estado fresco e endurecido.
- Verificar vantagens, limitações e desafios relacionados ao uso de RCD.
- Relacionar os principais resultados com práticas sustentáveis na construção civil.

METODOLOGIA

O presente trabalho caracteriza-se como uma pesquisa de natureza qualitativa, desenvolvida por meio de revisão bibliográfica narrativa. Optou-se por esse método devido à necessidade de reunir, comparar e analisar resultados de diferentes estudos que investigam o uso de resíduos da construção civil na produção de concretos e argamassas. A revisão bibliográfica permite identificar padrões, tendências, limitações e avanços relacionados ao tema, fornecendo uma base sólida para compreender o

potencial técnico e ambiental do uso de RCD em materiais cimentícios.

A seleção dos materiais utilizados seguiu os seguintes critérios: (i) artigos publicados em periódicos científicos ou anais com credibilidade acadêmica; (ii) estudos que abordassem diretamente a aplicação de resíduos da construção e demolição como substituição parcial ou total de agregados naturais em concretos ou argamassas; (iii) pesquisas com apresentação clara de metodologia, resultados e conclusões; e (iv) publicações entre 2016 e 2022, período que reflete produções recentes alinhadas às práticas atuais de sustentabilidade na construção civil. Foram analisados cinco artigos, escolhidos previamente e aprovados pelo professor orientador, que tratam de diferentes abordagens sobre a incorporação de RCD em materiais cimentícios. Os textos foram lidos integralmente e comparados quanto aos procedimentos de beneficiamento dos resíduos, teores de substituição adotados, propriedades analisadas no estado fresco e endurecido, e possíveis impactos ambientais e econômicos relatados pelos autores. Após a leitura e categorização dos conteúdos, realizou-se a integração dos achados, destacando pontos convergentes e divergentes entre os estudos. Essa etapa permitiu a construção da Revisão Bibliográfica e dos Resultados e Discussão de forma interpretativa, envolvendo síntese, crítica e identificação das implicações técnicas da utilização dos resíduos.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A construção civil é reconhecida como um dos setores que mais consomem recursos naturais e que mais geram resíduos sólidos, representando um desafio ambiental crescente nas cidades brasileiras. Os Resíduos da Construção e Demolição (RCD), também denominados Resíduos da Construção Civil (RCC), compreendem sobras de obras, reformas e demolições, incluindo fragmentos de concreto, argamassa, cerâmica, solos, metais e outros materiais de composição variada. A geração elevada desses resíduos está associada ao ritmo acelerado da urbanização, à baixa eficiência produtiva e ao manejo inadequado de materiais no canteiro de obras, tornando fundamental a adoção de práticas que reduzam sua destinação incorreta e promovam o reaproveitamento em ciclos produtivos mais sustentáveis.

A Resolução CONAMA 307/2002 estabeleceu diretrizes para a gestão dos RCD e classificou esses resíduos conforme sua composição, incentivando o reaproveitamento daqueles enquadrados na Classe A — resíduos predominantemente minerais, como concreto, argamassa e

cerâmica. Apesar dos avanços regulatórios, ainda há dificuldades de implantação de sistemas eficientes de coleta, triagem e reciclagem, resultando em descarte irregular e ocupação indevida de áreas urbanas. Esses impactos ambientais, associados à pressão por agregados naturais, motivam pesquisas que investigam a incorporação de resíduos reciclados em concretos e argamassas como alternativa para reduzir a extração de recursos naturais, minimizar impactos ambientais e diminuir o volume de resíduos destinados a aterros (SILVA et al., 2022).

Estudos recentes demonstram que o resíduo reciclado, quando adequadamente beneficiado, pode substituir agregados naturais tanto em concretos quanto em argamassas, apresentando desempenho compatível para diversas aplicações. No caso dos concretos, a utilização de resíduos reciclados como agregado graúdo tem sido objeto de diversas análises, que apontam modificações nas propriedades físicas e mecânicas em função da heterogeneidade do material reciclado, do teor de substituição e da qualidade do beneficiamento. Andrade et al. (2018) destacam que a substituição parcial do agregado graúdo natural por agregado reciclado é tecnicamente viável, especialmente para teores de até 50%. A absorção de água tende a aumentar devido à maior porosidade dos agregados reciclados, e a massa específica tende a diminuir. Apesar disso, valores de resistência à compressão se mantêm satisfatórios em níveis moderados de substituição, sendo o desempenho influenciado pelo tipo de resíduo, pela granulometria e pelo processo de britagem utilizado. Em substituições integrais (100%), observam-se reduções mais expressivas de resistência, o que pode limitar o uso a aplicações não estruturais ou de menor exigência (ANDRADE et al., 2018).

Em argamassas, a substituição de agregados miúdos naturais por resíduos finos provenientes da britagem de RCD igualmente apresenta potencial, ainda que acompanhe padrões semelhantes de comportamento: redução da massa específica, aumento da absorção de água e redução de resistências com o aumento do teor de substituição. Os estudos de Pimentel et al. (2018) analisaram argamassas produzidas com substituição parcial de 30% e 60% do agregado natural por agregado reciclado e identificaram correlação direta entre o teor de finos do material reciclado e o comportamento da argamassa tanto no estado fresco quanto no endurecido. No estado fresco, argamassas com maior porcentagem de substituição apresentaram menor massa específica e maior capacidade de retenção de água, especialmente nas misturas mistas. Já no estado endurecido, as resistências à compressão e tração reduziram conforme aumentava o teor de

agregados reciclados, mas ainda dentro de faixas compatíveis para usos de revestimento, dependendo da classe especificada pela NBR 13281 (PIMENTEL et al., 2018).

Outro estudo relevante é o de Landim et al. (2018), que também explorou o uso de resíduos reciclados de construção e demolição na produção de argamassas. Os autores ressaltam que a adoção de RCD pode proporcionar economia ao processo construtivo e redução significativa dos impactos ambientais. O processo de preparo do agregado reciclado — incluindo triagem, limpeza, britagem e peneiramento — tem forte influência sobre a qualidade das argamassas produzidas, uma vez que a granulometria e o teor de partículas finas são determinantes para a trabalhabilidade, absorção, densidade e resistência. Os resultados obtidos demonstram resistências satisfatórias em comparação às argamassas convencionais, indicando que, para determinadas aplicações, o uso do resíduo reciclado é plenamente viável (LANDIM et al., 2018).

Além do desempenho material, diversos autores enfatizam o papel do concreto e da argamassa reciclados no contexto da sustentabilidade. A incorporação de RCD reduz significativamente a necessidade de extração de agregados naturais, diminui o transporte de materiais e minimiza o volume de resíduos depositados em aterros ou descartados irregularmente. Isso resulta em benefícios ambientais diretos, como preservação de recursos naturais, redução de emissões de CO₂ e mitigação da poluição urbana. Também há benefícios econômicos, tanto pela economia com extração de agregados quanto pelo reaproveitamento de resíduos que, de outra forma, demandariam custos de descarte. Por fim, há benefícios sociais associados à melhoria da gestão urbana e ao estímulo à economia circular no setor da construção civil (SILVA et al., 2022).

Entretanto, é importante reconhecer algumas limitações observadas na literatura. A heterogeneidade dos resíduos reciclados é um dos principais desafios, pois variações de composição podem comprometer a qualidade final do produto. Além disso, a falta de padronização operacional, o baixo número de usinas de reciclagem ativas no Brasil e a resistência do próprio mercado em adotar materiais reciclados são fatores que dificultam a expansão dessa tecnologia. Ainda assim, observa-se tendência crescente de estudos aprofundados e melhorias nos processos de beneficiamento, que têm permitido a produção de agregados reciclados cada vez mais uniformes e tecnicamente adequados.

De forma geral, a revisão da literatura demonstra que a utilização de

resíduos da construção civil na produção de concretos e argamassas apresenta resultados promissores, desde que o material seja processado adequadamente e empregado em proporções compatíveis com as exigências de desempenho. A aplicação desses resíduos reforça o compromisso com práticas sustentáveis, promove economia de recursos e estimula uma nova abordagem para o ciclo produtivo da construção civil, alinhada aos princípios da economia circular e da redução de impactos ambientais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da análise dos estudos selecionados, observou-se que o uso de resíduos da construção civil como substituição parcial ou total de agregados naturais em concretos e argamassas apresenta um comportamento consistente entre as diferentes pesquisas. De modo geral, verificam-se variações significativas nas propriedades físicas e mecânicas dos materiais produzidos com agregados reciclados, sendo essas influenciadas principalmente pelo teor de substituição, pela granulometria e pela natureza do resíduo incorporado.

Nos estudos voltados à utilização de resíduos como agregados graúdos em concreto, os resultados evidenciaram que substituições moderadas — especialmente na faixa de 30% a 50% — tendem a manter desempenho mecânico satisfatório, mesmo com a redução da massa específica e aumento da absorção de água. Andrade et al. (2018) destacam que concretos confeccionados com 50% de agregado reciclado apresentaram redução da resistência à compressão, mas ainda dentro de valores compatíveis com usos estruturais menos exigentes, além de trabalhabilidade levemente inferior devido à textura mais áspera do agregado reciclado. Quando o teor de substituição alcança 100%, os efeitos negativos tornam-se mais evidentes, com maior porosidade e aumento na absorção de água, o que compromete a durabilidade e limita a aplicação em elementos estruturais. Ainda assim, os autores destacam que o uso integral de resíduo pode ser adequado para aplicações não estruturais ou de baixa responsabilidade.

Em relação às argamassas, tanto Pimentel et al. (2018) quanto Landim et al. (2018) observaram que o aumento gradual do teor de resíduos na mistura influencia diretamente as propriedades no estado fresco e endurecido. O aumento da substituição do agregado natural por material reciclado resultou em menor massa específica e maior capacidade de retenção de água, o que pode beneficiar a trabalhabilidade em algumas situações, especialmente nas argamassas mistas. No entanto, essa mesma característica ocasiona aumento da absorção de água por capilaridade e redução da resistência mecânica, efeitos atribuídos à maior porosidade e irregularidade dos resíduos provenientes do processo de britagem

(PIMENTEL et al., 2018). No estudo de Landim et al. (2018), os resultados reforçam essa tendência ao demonstrar resistências satisfatórias, mas inferiores às argamassas convencionais, evidenciando que o comportamento final está fortemente ligado à qualidade do beneficiamento e à proporção de resíduos aplicada.

De forma transversal aos estudos avaliados, identificou-se que a presença de finos — característica comum nos resíduos reciclados — exerce papel relevante tanto na consistência quanto no desempenho mecânico das misturas. Percentuais elevados de finos podem aumentar a retenção de água e melhorar a plasticidade, mas também podem gerar maior incidência de fissuras e comprometer o desempenho mecânico em idades avançadas, conforme observado por Pimentel et al. (2018) em argamassas com maiores teores de substituição. Já nos concretos analisados por Andrade et al. (2018), o excesso de finos nos agregados reciclados foi associado ao aumento da absorção e à redução da massa específica, mas não inviabilizou a incorporação do resíduo em teores moderados.

Outro aspecto comum entre as pesquisas refere-se aos benefícios ambientais e econômicos associados ao uso do RCD. Silva et al. (2022) destacam que a diminuição da extração de agregados naturais e a redução do volume de resíduos destinados a aterros representam ganhos expressivos em sustentabilidade, reforçando a importância da economia circular no setor da construção civil. Além disso, o reaproveitamento de resíduos pode reduzir custos operacionais relacionados ao transporte e à destinação final, embora os custos de beneficiamento e controle de qualidade ainda possam representar obstáculos para sua ampla implementação.

De modo geral, os resultados dos artigos analisados convergem para a percepção de que o uso de resíduos da construção civil, quando devidamente processados e aplicados em proporções adequadas, apresenta desempenho satisfatório e potencial significativo para compor concretos e argamassas em substituição parcial aos agregados naturais. No entanto, a heterogeneidade e a variabilidade do resíduo constituem desafios importantes, exigindo controle rigoroso da origem, da britagem, da seleção granulométrica e das condições de mistura. Assim, a aplicação de resíduos reciclados é tecnicamente viável e ambientalmente vantajosa, desde que acompanhada de processos padronizados que assegurem uniformidade e qualidade ao produto final.

CONCLUSÃO

A análise crítica das pesquisas recentes indica que a incorporação de resíduos da construção civil (RCD) em concretos e argamassas não apenas potencializa avanços para o setor construtivo, mas também contribui para o enfrentamento de desafios ambientais, econômicos e sociais contemporâneos. O uso de RCD como substituto parcial de agregados naturais, especialmente em índices de 30% a 50%, apresenta desempenho

mecânico satisfatório para aplicações não estruturais e algumas estruturais de menor exigência, mantendo padrões compatíveis de resistência à compressão e trabalhabilidade. Em argamassas, as alterações nas propriedades físicas e mecânicas, como absorção e massa específica, ressaltam a necessidade de controle rigoroso de granulometria e beneficiamento dos resíduos, promovendo viabilidade técnica e segurança de aplicação.

Os benefícios ambientais da adoção dessa estratégia são inequívocos: redução significativa do consumo de matérias-primas, minimização do descarte de resíduos em aterros e mitigação dos impactos associados à extração de recursos naturais. Os ganhos econômicos, relacionados à redução de custos com extração, transporte e descarte, fortalecem a sustentabilidade da cadeia produtiva e promovem maior aderência ao conceito de economia circular, como recomendado por organismos nacionais e internacionais. Além disso, o desenvolvimento de tecnologias de beneficiamento, padronização operacional e controle de qualidade emerge como eixo central para a expansão do uso industrial dos resíduos reciclados e para a confiabilidade do setor.

Contudo, persistem desafios técnicos relevantes, notadamente a heterogeneidade dos resíduos, a escassez de processos industriais padronizados e a exigência de pesquisa aplicada para o refinamento dos critérios técnico-normativos em escala nacional. Recomenda-se, portanto, o fortalecimento de políticas públicas, investimentos em infraestrutura de reciclagem, incentivo à pesquisa interdisciplinar e formação especializada para profissionais do setor, visando superar barreiras operacionais e promover a adoção efetiva dos resíduos reciclados em projetos de engenharia civil.

Conclui-se que a integração dos resíduos da construção civil na produção de concretos e argamassas representa um avanço significativo para o desenvolvimento sustentável, consolidando o papel estratégico do setor como agente transformador no paradigma da construção circular e na redução do impacto ambiental no contexto urbano brasileiro. Estudos futuros deverão aprofundar as interfaces entre beneficiamento, desempenho e ciclo de vida dos materiais reciclados, ampliando a confiabilidade científica e o alcance prático dessas soluções.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, Viviane Dias; TEIXEIRA, Ricardo Luiz Perez; OLIVEIRA, Carlos Augusto de Souza. *Resíduos da construção civil para a produção de concretos estruturais*. Revista Construindo, v. 8, n. 2, 2016. Disponível em: <https://revista.fumec.br/index.php/construindo/article/view/4804/2436> Revista FUMEC+2Revista FUMEC+2. Acesso em: 25 de outubro de 2025.

PIMENTEL, Lia Lorena; PISSOLATO Júnior, Osvaldo; JACINTHO, Ana Elisabete Paganelli Guimarães de; MARTINS, Helene Laura de Sousa. *Argamassa com areia proveniente da britagem de resíduo de construção civil – Avaliação de características físicas e mecânicas*. Revista Matéria, v. 23, n. 1, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rmat/a/JJ8rGkNnK5TNxNws7Z6pKKr/abstract/?lang=pt> e também disponível em PDF em: https://www.researchgate.net/publication/323558570_Argamassa_com_areia_proveniente_da_britagem_de_residuo_de_construcao_civil__Avaliacao_d_e_caracteristicas_fisicas_e_mecanicas. Acesso em: 25 de outubro de 2025.

SILVA, Jamilly Alfano da; AQUINO FILHO, Gastão Coelho de; SILVA, Cícero Joelson Vieira. *Adição de resíduos reciclados de construção e demolição na produção de argamassas sustentáveis*. Revista Eletrônica de Educação da Faculdade Araguaia, v. 13, n. 1, p. 46-55, 2018. Disponível em: https://sipe.uniaraguaia.edu.br/index.php/REVISTAUNIARAGUAIA/article/download/625/pdf_13_9/2364. Acesso em: 25 de outubro de 2025.

SCHILLER, Dorlivete et al. *[Título completo do artigo a confirmar]*. [s.l.], s.d. Disponível em: <http://www.fumec.br/revistas/construindo/article/view/4804/2436> Centro Científico Conhecer Acesso em: 25 de outubro de 2025.