

Análise do Manejo dos Resíduos da Construção Civil no Recife (PE): Desafios Ambientais e Estratégias Sustentáveis de Reaproveitamento

Analysis of Construction Waste Management in Recife (PE): Environmental Challenges and Sustainable Reuse Strategies

Rebeca Mikaelly Guerra de Moraes¹

Cecília Maria Mota Silva Lins²

Liliane Guimarães Rocha³

¹Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Pernambuco, Brasil.

²Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Pernambuco, Brasil.

³Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Pernambuco, Brasil.

contato: mikaellym1819@gmail.com

Palavras-

Chave:

Resíduos da construção civil
Gestão de resíduos
Sustentabilidade
Análise Sistemática Recife

RESUMO

A construção civil desempenha papel fundamental no desenvolvimento urbano e econômico, porém destaca-se também como uma das principais atividades geradoras de resíduos sólidos, especialmente os Resíduos da Construção Civil (RCC). Quando gerenciados de forma inadequada, esses resíduos podem ocasionar impactos ambientais, urbanos e sanitários relevantes. Nesse contexto, este trabalho analisa a gestão dos Resíduos da Construção Civil (RCC) a partir do levantamento realizado em obras licenciadas no município do Recife, bem como propõe soluções sustentáveis para o tratamento desses resíduos, com ênfase em um estudo sistemático da literatura científica, alinhado aos princípios da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). A pesquisa possui uma abordagem quali-quantitativa e baseou-se na análise documental de Relatórios Finais de Obra e de Demolição apresentados à Autarquia de Manutenção e Limpeza Urbana do Recife (EMLURB), referentes ao período de janeiro a setembro de 2025, totalizando 60 obras distribuídas nas diferentes Regiões Político-Administrativas do município. De forma complementar, realizou-se uma revisão sistemática da literatura científica sobre o reaproveitamento dos resíduos da construção civil Classe A, conforme a Resolução CONAMA nº 307/2002. Os resultados indicaram que a maior parte dos resíduos gerados foi destinada às Centrais de Tratamento de Resíduos (CTRs), evidenciando avanços no controle e na conformidade legal do gerenciamento desses materiais. Entretanto, observou-se baixa adoção de práticas de reutilização e reciclagem, especialmente no próprio canteiro de obras, em desacordo com a hierarquia de gestão estabelecida pela PNRS. A literatura analisada indica que o reaproveitamento dos RCC Classe A é tecnicamente viável e ambientalmente vantajoso, contribuindo para a redução do consumo de recursos naturais e dos impactos da disposição final. Destaca-se a substituição parcial da areia natural por agregados reciclados, com aplicação em argamassas de contrapiso e revestimento, evidenciando seu potencial de reutilização em elementos não estruturais da construção civil, sem prejuízo ao desempenho e com benefícios ambientais relevantes. Dessa forma, o estudo evidenciou a necessidade de fortalecimento de políticas públicas, incentivos e ações de conscientização voltadas à valorização dos RCC e à promoção de um modelo de gestão sustentável e alinhado à economia circular.

ABSTRACT

Key-word

Construction and
Demolition Waste
Management
Sustainability
Systematic
Analysis Recife.

Construction industry plays a fundamental role in urban and economic development; however, it also stands out as one of the main activities responsible for the generation of solid waste, especially Construction and Demolition Waste (RCC). When improperly managed, this waste can cause significant environmental, urban, and public health impacts. In this context, this study analyzes the management of Construction and Demolition Waste (RCC) based on a survey conducted in licensed construction sites in the municipality of Recife, Brazil, and proposes sustainable solutions for the treatment of this waste, with emphasis on a systematic review of the scientific literature aligned with the principles of the Brazilian National Solid Waste Policy (PNRS). The research adopted a qualitative and quantitative approach and was based on the documentary analysis of Final Construction and Demolition Reports submitted to the Recife Urban Cleaning and Maintenance Authority (EMLURB), covering the period from January to September 2025 and totaling 60 construction projects distributed across the different Political-Administrative Regions of the municipality. In addition, a systematic review of the scientific literature on the reuse of Class A construction and demolition waste, as defined by CONAMA Resolution No. 307/2002, was carried out. The results indicated that most of the waste generated was sent to Waste Treatment Centers (CTRs), demonstrating advances in control and legal compliance in the management of these materials. However, a low adoption of reuse and recycling practices was observed, particularly within construction sites, which is inconsistent with the waste management hierarchy established by the PNRS. The analyzed literature indicates that the reuse of Class A Construction and Demolition Waste is technically feasible and environmentally advantageous, contributing to the reduction of natural resource consumption and the impacts associated with final disposal. The partial replacement of natural sand with recycled aggregates stands out, with application in screed and coating mortars, highlighting their potential for reuse in non-structural elements of the construction industry, without compromising performance and with relevant environmental benefits. Thus, the study highlighted the need to strengthen public policies, incentives, and awareness-raising actions aimed at valuing RCC and promoting a sustainable management model aligned with the principles of the circular economy.

Palavras-chave: Resíduos da construção civil; Gestão de resíduos; Sustentabilidade; Análise Sistemática; Recife

Introdução

A indústria da construção civil desempenha um papel central no desenvolvimento econômico e social, atuando como um dos principais motores do crescimento urbano, da geração de empregos e da dinamização de diversos setores produtivos associados, como a indústria de materiais de construção, o transporte e os serviços técnicos especializados (VIEIRA, 2019). No Brasil, o setor da construção civil tem apresentado crescimento significativo ao longo das últimas décadas, impulsionado pelo acelerado processo de urbanização, pelo aumento da demanda por habitação, infraestrutura urbana e obras públicas, bem como por políticas governamentais voltadas à expansão do mercado imobiliário e à melhoria das condições de mobilidade e saneamento (VIEIRA, 2019). Entretanto, paralelamente aos benefícios econômicos e sociais, a expansão da construção civil tem resultado em um expressivo aumento na geração de resíduos, especialmente os Resíduos da Construção Civil (RCC), cuja gestão inadequada representa um dos principais desafios ambientais contemporâneos (VIEIRA, 2019).

Os resíduos da construção civil, quando não gerenciados de forma adequada, podem ocasionar diversos impactos ambientais e sanitários, tais como a degradação da paisagem urbana, o assoreamento de rios e canais, a obstrução de sistemas de drenagem, o comprometimento da qualidade do solo e da água, além da proliferação de vetores de doenças (CAMILO et al, 2022). Em áreas urbanas densamente ocupadas, esses impactos tendem a se intensificar, uma vez que a sobrecarga sobre os sistemas de

limpeza urbana, coleta e destinação final de resíduos é elevada, exigindo maior capacidade técnica, institucional e financeira dos municípios. Dessa forma, a gestão dos RCC assume papel estratégico no planejamento urbano e ambiental, demandando políticas públicas integradas e instrumentos normativos eficazes (CAMILO et al, 2022).

A Resolução nº 307/2002 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) define os Resíduos da Construção Civil, também denominados Resíduos da Construção e Demolição (RCD), como aqueles provenientes de atividades de construção, reforma, reparo e demolição de obras civis, bem como dos processos de preparação e escavação de terrenos. Ainda de acordo com o CONAMA (2002) essa categoria de resíduos engloba uma ampla diversidade de materiais, como concreto, argamassas, tijolos, blocos cerâmicos, solos, rochas, metais, madeiras, gesso, pavimentos asfálticos, vidros, plásticos, tubulações, fiações elétricas, tintas, colas e resinas. Essa heterogeneidade evidencia a complexidade inerente ao gerenciamento dos RCC, uma vez que envolve materiais com distintas características físicas, químicas, níveis de periculosidade e diferentes potenciais de reaproveitamento.

Em razão dessa diversidade, a Resolução CONAMA nº 307/2002 estabelece diretrizes específicas para a classificação, o manejo, a destinação e o reaproveitamento dos RCC, visando minimizar os impactos ambientais, reduzir a disposição inadequada e incentivar a reutilização e a reciclagem desses materiais. A correta segregação dos resíduos ainda no canteiro de obras é apontada como etapa fundamental para viabilizar o seu aproveitamento, permitindo a reinserção de materiais recicláveis

na cadeia produtiva da construção civil e reduzindo a demanda por recursos naturais extraídos do meio ambiente.

Segundo Camilo et al. (2022), a crescente geração de RCC configura um dos principais desafios ambientais da atualidade, sendo intensificada pelo crescimento acelerado da população mundial, pelo aumento da densidade demográfica nos grandes centros urbanos e pelo avanço econômico global (CAMILO et al, 2022). Esses fatores impulsionam a expansão da construção civil, responsável por atender à demanda por moradias, infraestrutura urbana, edificações comerciais e industriais. Como consequência direta desse processo, observa-se um aumento expressivo no volume de resíduos gerados, o que evidencia a necessidade de estratégias eficazes de gestão, reaproveitamento e destinação ambientalmente adequada (CAMILO et al, 2022).

No contexto nacional, dados recentes divulgados pela Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente (ABREMA) indicam que, em 2024, o país gerou aproximadamente 101 milhões de toneladas de resíduos da construção civil, correspondendo a uma parcela de 38% dos resíduos sólidos urbanos produzidos nacionalmente. Essa expressiva geração está fortemente associada às atividades de construção, reforma e demolição, com destaque para a participação de pessoas físicas e demolidoras, responsáveis por cerca de 46% do total de RCC gerado, seguidas pelas construtoras, com aproximadamente 30%, e pelos órgãos públicos e empresas de pavimentação, que respondem por cerca de 12% cada (ABREMA, 2025).

Apesar do elevado volume produzido, a taxa de reciclagem dos resíduos da construção civil no Brasil ainda é considerada baixa. Segundo a ABREMA (2025), apenas cerca de 21% dos RCC gerados são efetivamente reciclados, evidenciando um cenário de subaproveitamento desses materiais e a predominância de práticas inadequadas de disposição final. Esse contexto reforça a relevância da construção civil como um dos principais setores geradores de resíduos no país e evidencia o potencial ainda pouco explorado da reciclagem de RCC como estratégia para a redução de impactos ambientais e para a promoção da economia circular (ABREMA, 2025).

Embora os dados nacionais consolidados ainda apresentem limitações quanto à segregação regional detalhada, o Panorama da ABREMA (2025) destaca que a gestão dos resíduos da construção civil permanece um desafio significativo para os municípios brasileiros, especialmente nas regiões com intenso crescimento urbano, como o Nordeste. Nessas áreas, persistem dificuldades relacionadas à coleta adequada, à fiscalização das práticas de manejo e à destinação ambientalmente correta dos resíduos, o que demonstra a necessidade de fortalecimento das políticas públicas, da infraestrutura técnica e da capacidade institucional voltadas à gestão sustentável dos RCC (ABREMA, 2025).

No âmbito jurídico-institucional, a proteção ambiental no Brasil é assegurada pela Constituição Federal de 1988, que estabelece o meio ambiente ecologicamente equilibrado como um direito fundamental e impõe ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações. Esse princípio constitucional fundamenta a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), instituída pela Lei nº 6.938/1981, que define instrumentos voltados à preservação ambiental, consolida o conceito de desenvolvimento sustentável e cria o Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), responsável pela articulação, fiscalização e execução das políticas ambientais em âmbito federal, estadual e municipal.

Posteriormente, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei nº 12.305/2010, ampliou esse

arcabouço normativo ao estabelecer princípios, diretrizes e instrumentos voltados à gestão integrada e ao gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos. A PNRS introduz conceitos fundamentais para a gestão dos RCC, como o princípio do poluidor-pagador, a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos e o reconhecimento dos resíduos reutilizáveis e recicláveis como bens de valor econômico e social, incentivando a adoção de práticas sustentáveis em toda a cadeia produtiva da construção civil.

A PNRS também estabelece uma hierarquia de prioridades para o gerenciamento dos resíduos, que compreende, em ordem, a não geração, a redução, a reutilização, a reciclagem, o tratamento e, por último, a disposição final ambientalmente adequada. Essa hierarquia orienta tanto o poder público quanto os geradores na adoção de práticas que minimizem impactos ambientais, sociais e econômicos. Diretriz semelhante é adotada pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA), o que reforça a importância de estratégias preventivas e de valorização dos resíduos, especialmente no contexto da construção civil (BRASIL, 2010).

No que se refere aos resíduos da construção civil, a reutilização consiste na reaplicação dos materiais sem que estes sejam submetidos a processos de transformação, podendo ocorrer no próprio canteiro de obras ou em outras intervenções. A reciclagem, por sua vez, envolve o beneficiamento dos resíduos para a produção de novos materiais, como os agregados reciclados, que apresentam propriedades técnicas compatíveis com diversas aplicações em obras de edificações, infraestrutura e engenharia. Essas práticas contribuem para a economia de recursos naturais, a redução da demanda por áreas de disposição final e o estímulo ao desenvolvimento de tecnologias ambientalmente mais limpas (CONAMA, 2002; BRASIL, 2010).

No âmbito estadual, em consonância com a Política Nacional de Resíduos Sólidos, a Lei nº 14.236/2010 institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos de Pernambuco (PERS), estabelecendo princípios, diretrizes, responsabilidades e instrumentos voltados à gestão integrada dos resíduos sólidos. A legislação incentiva a regionalização da gestão e a formação de consórcios públicos, fortalecendo a cooperação entre municípios para o enfrentamento de desafios comuns, como a disposição inadequada de resíduos e a expansão desordenada de áreas de bota-fora (BRASIL, 2010).

A PERS também fomenta a adoção de práticas sustentáveis ao longo de toda a cadeia de gestão dos resíduos, por meio da implementação de sistemas de coleta seletiva, da priorização de materiais recicláveis nas compras públicas e do estímulo à educação ambiental. Além disso, a política contempla ações voltadas à capacitação técnica dos municípios e ao apoio à formalização e inclusão socioeconômica dos catadores, evidenciando seu caráter socioambiental e integrador (PERNAMBUCO, 2010).

No que se refere especificamente aos resíduos da construção civil, a política estadual prevê instrumentos próprios articulados aos planos municipais, atribuindo aos geradores a responsabilidade pelo correto encaminhamento dos resíduos e fortalecendo a governança ambiental por meio de mecanismos de monitoramento e fiscalização em articulação com a Agência Estadual de Meio Ambiente (CPRH, 2010).

Em nível municipal, o Recife instituiu um novo marco regulatório para a gestão dos resíduos da construção civil por meio da Lei nº 19.026/2022, regulamentada pelo Decreto nº 36.949/2023, que criou o Código de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos. Essa legislação atribui à Autarquia de Manutenção e Limpeza Urbana (EMLURB) a responsabilidade

pela gestão dos serviços de limpeza urbana, incluindo os RCC, e reforça o princípio da corresponsabilidade do gerador, que passa a responder pelo correto gerenciamento dos resíduos em todas as etapas do processo.

Nesse contexto, conforme prevê a Lei Municipal nº 19.026/2022 e a Lei Municipal nº 17.072/2005, são considerados grandes geradores os empreendimentos, pessoas físicas ou jurídicas, que geram resíduos da construção civil em volume superior a 1 m³ por dia, esses grandes geradores devem elaborar e apresentar o Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) e o Relatório de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (RGRCC), instrumentos fundamentais para a regularidade ambiental das obras e para a rastreabilidade dos resíduos gerados. Esses mecanismos fortalecem a fiscalização, asseguram o correto encaminhamento dos RCC e contribuem para o aprimoramento da gestão municipal.

O aproveitamento dos resíduos da construção civil como insumo alternativo apresenta elevado potencial para a redução do consumo de recursos naturais oriundos da extração mineral, para a diminuição dos impactos ambientais e para a redução dos custos associados à produção de materiais de construção. Além disso, essa prática estimula a economia circular, promove a gestão sustentável dos resíduos e reforça a responsabilidade ambiental do setor da construção civil, configurando-se como uma estratégia essencial para o enfrentamento dos desafios ambientais impostos pelo crescimento urbano contemporâneo (CARNEIRO, 2001).

Neste contexto, o presente estudo visa analisar a geração, gestão e reaproveitamento dos RCC no município do Recife (PE), considerando, a partir do estudo de algumas obras realizadas no município, os desafios relacionados ao manejo adequado desses materiais e a urgência de estratégias sustentáveis para minimizar impactos ambientais. A pesquisa combina a análise de obras realizadas na cidade, com dados sobre distribuição, coleta e destinação fornecidos pela EMLURB e outros órgãos municipais, à revisão sistemática da literatura, que identifica as principais aplicações dos RCC que incluem reciclagem, aplicação de técnicas de melhoria dos materiais reciclados, substituição parcial de agregados naturais e políticas públicas eficazes.

Material e métodos

Neste item são apresentados os procedimentos metodológicos adotados nesta pesquisa. Inicialmente, descreve-se a área de estudo, situada na Região Metropolitana do Recife (RMR). Em seguida, são detalhadas as etapas envolvidas no desenvolvimento do trabalho, bem como os procedimentos utilizados para a coleta e a análise dos dados.

DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

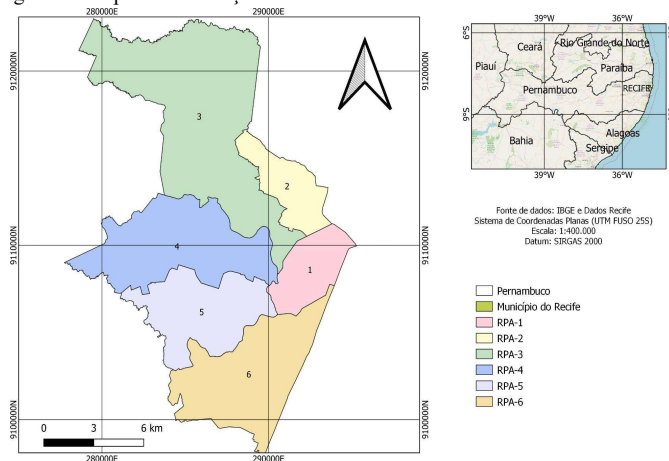
O presente estudo teve como foco em 60 obras licenciadas situadas no município do Recife (Figura 1), capital do Estado de Pernambuco. Do ponto de vista territorial, o Recife possui uma área aproximada de 218,8 km², caracterizando-se por elevada densidade demográfica, uma das maiores entre as capitais brasileiras. Segundo dados do Censo Demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022), o município abriga cerca de 1,49 milhão de habitantes.

Geograficamente, Recife está localizada em área de planície costeira com baixa altitude média e é cortada por importantes cursos d'água, como o rio Capibaribe, que

atravessa a cidade até desaguar no Oceano Atlântico, influenciando a dinâmica ambiental urbana e a gestão integrada de resíduos e qualidade da água. Estudos recentes ressaltam a dificuldade em conciliar crescimento urbano com sustentabilidade ambiental na RMR (OLIVEIRA et al., 2024).

No âmbito administrativo, a cidade é dividida por seis Regiões Político-Administrativas (RPAs), que englobam 94 bairros, distribuídas da seguinte forma: RPA 1 (Centro) com 11 bairros; RPA 2 (Norte) com 18 bairros; RPA 3 (Noroeste) com 29 bairros; RPA 4 (Oeste) com 12 bairros; RPA 5 (Sudoeste) com 16 bairros; e RPA 6 (Sul) com 8 bairros (Dias, 2022). No âmbito desta pesquisa, foram analisadas 60 obras, contemplando todas as RPAs do Recife.

Figura 1 - Mapa de localização das obras e das CTRs.



Fonte: Autor (2026)

PROCEDIMENTOS E ETAPAS DA PESQUISA

No que se refere à abordagem metodológica, a presente pesquisa adota um enfoque quali-quantitativo. De acordo com Prodanov e Freitas (2013), a pesquisa qualitativa utiliza o ambiente natural como fonte direta de dados, buscando compreender os fenômenos em seu contexto, enquanto a pesquisa quantitativa fundamenta-se na mensuração e análise de dados por meio de números e indicadores. A combinação dessas abordagens permitiu uma análise mais abrangente do objeto de estudo, integrando aspectos interpretativos e mensuráveis.

Quanto aos objetivos, o estudo enquadra-se nas modalidades exploratória e descritiva. A pesquisa apresenta caráter exploratório ao buscar compreender a geração dos resíduos da construção civil provenientes das obras analisadas, bem como suas respectivas formas de destinação. Por sua vez, o caráter descritivo manifesta-se ao apresentar o panorama atual da gestão desses resíduos no município do Recife, abordando aspectos como a legislação vigente, os instrumentos normativos e as práticas observadas, contribuindo para a contextualização e o entendimento do cenário estudado (DIAS, 2022). Adicionalmente, a análise sistemática de artigos científicos foi empregada com o objetivo de reunir, comparar e sintetizar estudos relevantes sobre a temática dos resíduos da construção civil (RCC), proporcionando um embasamento teórico atualizado enfatizando a reciclagem dos RCC.

Assim, a aplicação da metodologia foi estruturada de modo a assegurar uma análise abrangente da geração e destinação dos resíduos da construção civil (RCC) no município do Recife. Para tanto, as etapas metodológicas foram desenvolvidas de forma sequencial e integrada, conforme ilustrado na Figura 2, visando reunir evidências teóricas e empíricas que possibilitasse uma

compreensão crítica e detalhada do fenômeno analisado. A pesquisa foi estruturada em 6 etapas sequenciais, organizadas de modo a garantir a sistematização e a confiabilidade dos resultados obtidos.

Figura 2. Fluxograma a Metodologia



Fonte: Autor (2026)

Nesse contexto, adotaram-se como métodos de investigação a análise documental, o estudo de caso e a análise sistemática de artigos científicos, conforme proposto por Dias (2022). De forma complementar, esses métodos possibilitaram uma compreensão ampla e detalhada do fenômeno estudado, ao articular dados empíricos e fundamentos teóricos de maneira integrada.

A etapa de análise documental consistiu na consulta a produções científicas, tais como artigos, dissertações, teses e livros, além de documentos técnicos disponíveis em bases digitais e outras fontes de acesso público. Assim como, procedeu-se ao levantamento da legislação vigente nos âmbitos nacional, estadual e municipal, incluindo Leis, Decretos, Resoluções e demais normas relacionadas à gestão dos resíduos da construção civil. Esse levantamento possibilitou identificar os principais fundamentos legais e diretrizes que orientam o manejo dos RCC, bem como os desafios associados à sua gestão sustentável.

No estudo de caso das obras licenciadas do Recife realizou-se uma pesquisa documental, que se desenvolveu em duas fases: a amostragem e a coleta de dados. Na fase de amostragem, as obras analisadas foram definidas por meio de um levantamento censitário, que considerou todas as obras que apresentaram o Relatório Final de Obra (RFO) ou o Relatório Final de Demolição (RFD) durante o período de Janeiro a Setembro do ano de 2025. O recorte temporal foi estabelecido em razão de abranger o período com maior número de processos concluídos na Empresa de Manutenção e Limpeza Urbana do Recife (EMLURB), contemplando construções, reformas e demolições. A escolha dos RFO e RFD como fontes de informação justificou-se pela obrigatoriedade de sua elaboração para grandes geradores de resíduos, o que assegura a representatividade e a confiabilidade dos dados obtidos. O acesso aos processos foi autorizado pela EMLURB e realizado no acervo físico do setor da Gerência de Planejamento e Controle de Limpeza Urbana (GEPL).

A etapa seguinte consistiu na coleta e no tratamento dos dados, baseando-se em informações contidas nos documentos oficiais disponibilizados pela EMLURB. Foram analisadas planilhas de contagem dos tickets de pesagem, que registram informações sobre data e horário de entrada e saída nas Centrais

de Tratamento de Resíduos (CTRs), tipo e placa dos veículos, empresas responsáveis e quantidade de RCC transportada. Também foram examinadas as fichas de análise (folhas resumo), elaboradas pelos analistas responsáveis, nas quais constam dados do empreendedor, além das quantidades de resíduos estimadas no Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) e efetivamente comprovadas, seja por meio de reutilização ou destinação para as CTRs.

Apenas as informações devidamente comprovadas foram consideradas válidas para o estudo, sendo desconsideradas aquelas com inconsistências ou ausência de documentação comprobatória. Ademais, a pesquisa concentrou-se na análise dos resíduos Classe A, conforme classificação da Resolução CONAMA nº 307/2002, por se tratarem de materiais potencialmente reutilizáveis e recicláveis, como concreto, argamassa, blocos cerâmicos e outros componentes construtivos.

Em seguida, desenvolveu-se a análise sistemática de artigos científicos, com o objetivo de identificar, analisar e comparar estudos recentes e relevantes acerca das principais tecnologias de reciclagem aplicáveis aos resíduos da construção civil.

A revisão sistemática da literatura se configura como uma metodologia de pesquisa estruturada, orientada por protocolos rigorosos, com o objetivo de identificar, selecionar, avaliar e sintetizar criticamente a produção científica existente sobre um determinado tema. Em razão de seu elevado grau de rigor metodológico e transparência, a revisão sistemática é reconhecida por fornecer alto nível de evidência científica, sendo amplamente utilizada para subsidiar a tomada de decisão baseada em evidências, tanto em contextos públicos quanto privados (ROCHA, 2025).

Conforme Praia, Cachapuz e Pérez (2002), a revisão sistemática da literatura fundamenta-se na análise de materiais previamente compilados, como artigos científicos publicados em periódicos acadêmicos. Dessa forma, os estudos selecionados foram utilizados como base para a coleta, sistematização e interpretação das informações, com o propósito de propor diretrizes e estratégias voltadas à tecnologias de reciclagem voltadas ao aproveitamento dos resíduos da construção civil (RCC). Esse tipo de investigação tem sido amplamente empregado na literatura científica contemporânea e permite a organização das informações de maneira reflexiva e crítica, contribuindo para uma compreensão aprofundada do tema estudado (GIL, 2008; WILL, 2012).

A seleção dos estudos seguiu critérios previamente definidos, considerando a pertinência temática, a atualidade das publicações e a qualidade metodológica, assegurando a confiabilidade das informações analisadas. Essa etapa foi essencial para evidenciar tendências, estratégias e lacunas existentes na literatura, fortalecendo o embasamento teórico e conferindo maior rigor científico à pesquisa.

Tendo como referência o trabalho de Rocha (2025), que adotou uma abordagem sistemática fundamentada nas diretrizes do PRISMA para a proposição de uma rota tecnológica voltada à reciclagem de resíduos provenientes da mariscagem no litoral norte de Pernambuco, este estudo também empregou uma abordagem sistemática, estruturada em etapas sequenciais e claramente definidas, com o objetivo de identificar e mapear as principais tecnologias de reciclagem voltadas ao aproveitamento dos resíduos da construção civil.

A revisão sistemática baseou-se nas diretrizes do PRISMA – Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PAGE1 et al., 2021), contemplando as seguintes fases: (1) identificação, (2) seleção, (3) elegibilidade e

(4) inclusão dos estudos. Adicionalmente, incorporou-se uma quinta etapa, denominada síntese e análise crítica, destinada à interpretação integrada dos resultados e à avaliação crítica das evidências encontradas.

1 - IDENTIFICAÇÃO

A base de dados SciELO foi utilizada como fonte de pesquisa. A estratégia de busca adotada empregou os descritores, em língua portuguesa, “resíduo”, “construção” e “reciclagem”, combinados por meio de operadores booleanos na seguinte expressão: resíduo AND construção AND reciclagem. A busca foi realizada em novembro de 2025, resultando na identificação de 28 artigos.

2 – SELEÇÃO

Foram adotados os seguintes critérios de exclusão: (i) artigos publicados em um idioma diferente do português. Após a aplicação desses critérios e a etapa de filtragem inicial, permaneceram 28 artigos para análise.

3 - ELEGIBILIDADE

Procedeu-se à leitura dos títulos e resumos com o objetivo de verificar a aderência dos estudos ao tema da pesquisa. Foram incluídos apenas os trabalhos que apresentaram o uso direto ou o desenvolvimento de tecnologias associadas à reciclagem de resíduos da construção civil (RCC), com ênfase em processos físico-químicos, aplicações tecnológicas ou produtos finais. Foram excluídos os artigos que não tratassem da reciclagem de RCC e estudos que não abordassem os resíduos da construção civil classificados como Classe A. Ao final dessa etapa, permaneceram 12 artigos considerados elegíveis para a análise.

4 – INCLUSÃO

Os artigos selecionados foram lidos na íntegra. Em seguida, os estudos foram importados para uma planilha eletrônica, utilizada para a organização e análise dos dados, bem como para a elaboração de gráficos bibliométricos. Por meio dessa ferramenta, realizou-se uma análise de mapeamento temático a partir dos gráficos e indicadores gerados, avaliando-se, entre outros aspectos, o número de publicações por ano e a distribuição geográfica das publicações por estados.

5 – SÍNTESE E ANÁLISE CRÍTICA (META-ANÁLISE DESCRITIVA)

Foi elaborada uma planilha contendo dados categorizados de interesse para a meta-análise descritiva, incluindo o tipo de resíduo utilizado, a área de aplicação, o produto final gerado e os métodos de processamento ou tratamento dos resíduos da construção civil (RCC). Essa sistematização possibilitou a realização de inferências acerca das tendências tecnológicas identificadas na literatura. Dessa forma, a aplicação dos critérios estabelecidos resultou na análise de 10 documentos, com a participação de 36 autores no total.

A interpretação dos dados foi conduzida de forma integrada às etapas de análise e discussão dos resultados. Os dados empíricos obtidos a partir da análise documental e do estudo de caso das obras licenciadas no município do Recife foram comparados e analisados à luz da legislação vigente e dos referenciais teóricos. Esse procedimento permitiu confrontar as informações declaradas e comprovadas nos Relatórios Finais de Obra e Demolição com as diretrizes normativas e com as evidências científicas disponíveis, possibilitando a identificação de padrões, convergências e divergências nas práticas de geração, reutilização e destinação dos resíduos da construção civil. Assim, a etapa de discussão concentrou o processo interpretativo dos

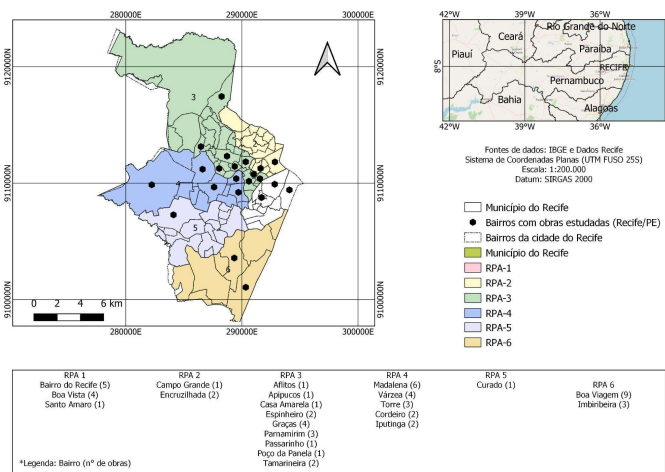
resultados, promovendo uma análise crítica e contextualizada dos dados, com vistas à compreensão do desempenho da gestão dos RCC no município do Recife e ao fortalecimento do debate sobre práticas sustentáveis no setor da construção civil.

Resultados e discussão

Este tópico apresenta os resultados obtidos no estudo, detalhando a destinação final dos resíduos gerados nas obras analisadas, a partir das informações fornecidas pelos respectivos geradores. Aborda-se, de forma específica, a parcela dos Resíduos da Construção Civil (RCC) encaminhada para aterros, evidenciando o volume de materiais que, por não apresentarem potencial técnico ou econômico de reaproveitamento ou reciclagem, foram destinados de maneira ambientalmente adequada às Centrais de Tratamento de Resíduos (CTRs). Paralelamente, são incorporados os resultados da análise sistemática da literatura, sobre as tecnologias de reciclagem voltadas ao aproveitamento dos resíduos da construção civil (RCC).

A partir da etapa de análise documental e o estudo de caso foi possível avaliar o manejo do RCC no município de Recife. Por meio da análise dos relatórios finais de obras e demolições apresentados à EMLURB pelos grandes geradores nos meses de Janeiro à Setembro do ano de 2025, foram identificadas 60 obras licenciadas no município do Recife. A distribuição espacial desses pontos de geração, conforme a divisão por Regiões Político-Administrativas (RPAs), ocorreu da seguinte maneira: RPA 1 – 10 obras; RPA 2 – 3 obras; RPA 3 – 16 obras; RPA 4 – 17 obras; RPA 5 – 1 obras; e RPA 6 – 12 obras, conforme apresentado na Figura 3.

Figura 3 - Mapa de localização das 60 obras estudadas.



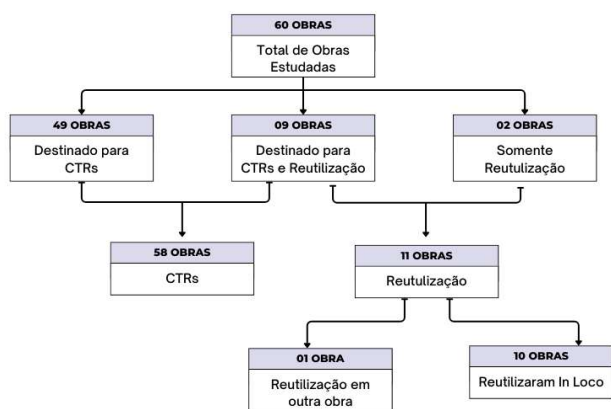
Fonte: Autor (2026)

Verificou-se que os bairros com maior concentração de obras foram Boa Viagem, Madalena, Bairro do Recife, Graças, Boa Vista e Várzea, evidenciando uma predominância das atividades construtivas em áreas de maior desenvolvimento urbano e econômico da cidade. No trabalho de Barbosa (2025), com um universo amostral de 142 obras, no período do ano de 2024, observou-se que os bairros nos quais houveram maior incidência dessas obras foram os seguintes: Boa Viagem, Boa Vista, Imbiribeira e Graças. De modo geral, os resultados indicam uma tendência consistente de concentração das atividades construtivas em bairros que já apresentam maior dinamismo urbano e econômico.

A correspondência dos resultados deste estudo com aqueles identificados por Barbosa (2025), especialmente em bairros como Boa Viagem, Boa Vista e Graças, sugere que essas áreas continuam sendo prioritárias para novos empreendimentos e intervenções, seja pela valorização imobiliária, seja pela disponibilidade de infraestrutura consolidada.

Nesse contexto, o fluxograma apresentado na Figura 4 permite visualizar de forma clara e organizada as principais destinações adotadas pelos geradores nas obras analisadas. Observa-se que essas destinações estão predominantemente associadas às atividades de construção, demolição e escavação, evidenciando o perfil das intervenções executadas e o comportamento dos responsáveis quanto ao manejo dos resíduos gerados.

Figura 4 - Fluxograma das destinações dadas pelos geradores ao RCC.



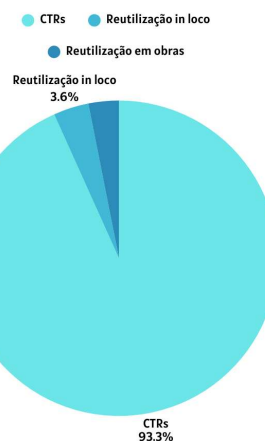
Fonte: Autor (2026)

Dentre os geradores que comprovaram a destinação dos resíduos, verificou-se que aproximadamente 3,33% realizaram apenas a reutilização do material, enquanto 81,66% optaram pela destinação exclusiva às Centrais de Tratamento de Resíduos (CTRs) e 15,0% adotaram ambas as formas de destinação. Entre as obras que promoveram a reutilização, observou-se que cerca de 90,90% aproveitaram o RCC in loco, ou seja, no próprio canteiro de obras, enquanto 9,09% reutilizam os resíduos em outros empreendimentos do mesmo gerador.

No que se refere às obras que encaminharam os resíduos para CTRs, identificou-se que aproximadamente 60% destinaram seus RCC a uma única empresa, enquanto 40% optaram por dois ou mais locais de destinação, decisão que pode estar relacionada a aspectos técnicos, logísticos ou operacionais.

Dessa forma, a partir da análise dos Relatórios Finais de Obra e Demolição disponibilizados pela EMLURB, foi possível identificar de maneira detalhada os padrões de geração e destinação dos RCC adotados pelos diferentes geradores. Conforme demonstrado no gráfico da Figura 5, constatou-se uma predominância da remoção dos resíduos Classe A para CTRs, correspondendo a 93,3% do total, ou 77.545 toneladas. Em contrapartida, a reutilização representou 3,60% (3.000 toneladas) quando realizada na própria obra, e 3,11% (2.590 toneladas) quando efetuada em outros empreendimentos do mesmo gerador.

Figura 5 - Gráfico das destinações dadas nas obras.



Fonte: Autor (2026)

Estudo semelhante foi realizado na pesquisa de Barbosa (2025), assim foi realizada uma análise comparativa dos dados de destinação dos resíduos da construção civil (RCC). Essa análise evidenciou mudanças significativas nas práticas adotadas pelos geradores entre os dois períodos avaliados, sendo o primeiro correspondente ao estudo realizado por Barbosa (2025), com dados referentes ao ano de 2024, e o segundo relativo ao período de janeiro a setembro de 2025, com base nos dados obtidos. Observou-se uma tendência de fortalecimento da destinação dos resíduos às Centrais de Tratamento de Resíduos (CTRs), acompanhada por uma redução expressiva das ações de reutilização direta dos materiais, tanto no próprio canteiro de obras quanto em outros empreendimentos do mesmo gerador. Tais padrões corroboram os resultados apresentados por Barbosa (2025) em seu estudo que também identificou predomínio da destinação às CTRs em detrimento do reaproveitamento in loco.

No estudo de Barbosa (2025), verificou-se que 9,15% dos geradores realizaram somente a reutilização dos resíduos, enquanto 75,35% destinaram exclusivamente às CTRs e 15,49% adotaram ambas as formas de destinação. Já neste estudo, os índices mudaram para 3,33%, 81,66% e 15%, respectivamente. Essa variação demonstra uma diminuição de 5,82 pontos percentuais nas práticas de reutilização, o que revela uma menor incorporação do RCC nos processos construtivos e, conseqüentemente, uma redução no reaproveitamento de recursos materiais. Paralelamente, a destinação exclusiva às CTRs cresceu levemente, sinalizando o predomínio de soluções baseadas na disposição final, em detrimento de estratégias sustentáveis de reaproveitamento, como também observado por Barbosa (2025).

A análise das modalidades de reutilização reforça essa tendência. Entre as obras que optaram por reaproveitar o RCC, cerca de 91,43% realizaram o reaproveitamento in loco no primeiro levantamento, percentual que permaneceu praticamente estável no segundo, com 90,90%. Em contrapartida, a reutilização em outras obras apresentou pequeno aumento, passando de 8,57% para 9,09%. Esses resultados sugerem que, apesar da redução geral do volume reutilizado, as obras que mantêm essa prática continuam priorizando o aproveitamento no próprio canteiro, por razões operacionais e de custo, que destacou a predominância da reutilização in loco nos casos estudados (BARBOSA, 2025).

No que se refere à destinação às CTRs, nota-se uma mudança mais expressiva no perfil das empresas receptoras. No primeiro conjunto de dados de Barbosa (2025), 79,07% dos geradores encaminharam seus resíduos a uma única empresa, enquanto 20,93% optaram por duas ou mais. Já no segundo levantamento, realizado a partir dos dados obtidos nos meses de Janeiro à Setembro de 2025, esses valores passaram a 60% e 40%, respectivamente. Essa alteração evidencia uma diversificação das destinações, possivelmente associada à ampliação do número de CTRs licenciadas, à variação de custos entre empresas e à busca por maior eficiência logística, aspectos também discutidos por Barbosa (2025).

Além das diferenças percentuais, os volumes totais também revelam contrastes importantes. No primeiro cenário, os dados coletados por Barbosa (2025) mostra que a remoção de resíduos Classe A para CTRs correspondeu a 143.401 toneladas (75,9%), enquanto a reutilização in loco representou 41.171 toneladas (21,8%) e o reaproveitamento em outras obras 4.394 toneladas (2,3%). No segundo cenário, os dados coletados de Janeiro à Setembro de 2025, entretanto, os valores foram bem menores: 77.545 toneladas (93,3%) destinadas às CTRs, 3.000 toneladas (3,60%) reutilizadas no próprio canteiro e 2.590 toneladas (3,11%) em outros empreendimentos. Essa redução no volume total indica uma diferença na escala das obras analisadas, possivelmente envolvendo empreendimentos de menor porte, mas confirma o predomínio da destinação às CTRs, conforme observado (BARBOSA, 2025).

Os resultados do estudo desenvolvido por Vieira et al. (2021), que investigou a geração de RCC em 45 canteiros de obras na cidade do Recife. Os autores identificaram a predominância dos resíduos Classe A, que representaram 85,67% do total gerado nas obras em andamento analisadas, enquanto as Classes B, C e D corresponderam a percentuais significativamente menores. Embora os resíduos Classe A apresentem elevado potencial de reciclagem e reutilização, o estudo evidencia que, na prática, esses materiais são majoritariamente destinados a aterros ou Centrais de Tratamento de Resíduos (CTR), em razão do baixo custo de transporte e disposição final, fator que acaba desestimulando estratégias de reaproveitamento in loco (VIEIRA et al, 2021).

Essa constatação dialoga diretamente com os resultados do presente estudo, no qual também se verificou o fortalecimento da destinação às CTRs em detrimento da reutilização direta dos materiais. Tal cenário demonstra que, mesmo diante de instrumentos normativos e parâmetros técnicos já consolidados, persiste um modelo de gestão orientado predominantemente para a destinação final, em vez da priorização de práticas alinhadas à redução e ao reaproveitamento dos resíduos.

Em síntese, o comparativo entre os dois levantamentos demonstra uma tendência clara de centralização da destinação dos RCC nas CTRs e uma consequente diminuição das práticas de reutilização, o que representa um retrocesso sob a ótica da sustentabilidade. Embora a destinação a CTRs garanta o manejo ambientalmente adequado dos resíduos, ela não substitui os benefícios ambientais e econômicos do reaproveitamento no ciclo produtivo da construção.

Um dos principais fatores associados a esse cenário refere-se ao modelo regulatório vigente, que prioriza a comprovação documental da destinação final como requisito

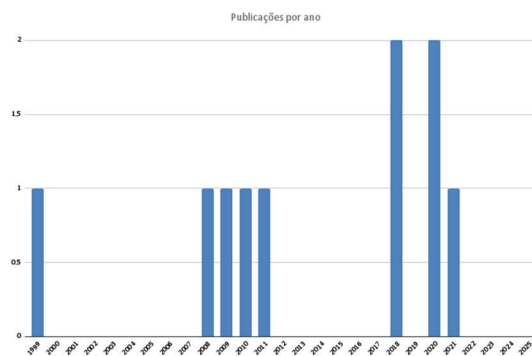
para regularização das obras (PAZ, 2014). A exigência de controle e rastreabilidade do transporte e da recepção dos resíduos por empresas licenciadas, embora represente avanço no controle ambiental, acaba por reforçar uma lógica orientada à destinação final (PAZ, 2014).

Do ponto de vista econômico, a destinação às CTRs tende a apresentar custo competitivo quando comparada aos investimentos necessários para implantação de estruturas de triagem e processamento no próprio canteiro. Estudos sobre gestão e previsão de geração de RCC indicam que a ausência de planejamento preventivo e a adoção de estratégias corretivas contribuem para a manutenção desse modelo (PAZ et al, 2016). Além disso, a limitação de espaço físico em obras urbanas, característica marcante em áreas consolidadas do Recife, dificulta a segregação adequada e o reaproveitamento in loco (PAZ et al., 2016)

Adicionalmente, verifica-se que, embora a Resolução CONAMA nº 307/2002 estabeleça diretrizes para a gestão dos RCC e incentive a reutilização e reciclagem (CONAMA, 2002), a consolidação de um mercado para agregados reciclados ainda enfrenta barreiras técnicas e culturais. A resistência quanto à qualidade dos materiais reciclados e a ausência de políticas públicas mais incisivas de incentivo ao seu uso contribuem para a permanência de um modelo predominantemente linear de gestão (MELO et al, 2013).

A partir da análise sistemática da produção científica ao longo do período avaliado, observa-se que as publicações apresentam caráter esporádico até meados da década de 2010, com ocorrências pontuais em 1999 e entre 2008 e 2011. Os maiores picos de produção foram registrados nos anos de 2018 e 2020, com dois artigos publicados em cada um desses anos, configurando os momentos de maior concentração de estudos sobre o tema. Embora tenha ocorrido uma leve redução, especialmente durante o período da pandemia da COVID-19, a produção manteve-se em patamar semelhante, indicando a continuidade do interesse científico. De modo geral, a média de publicações ao longo do período analisado foi de aproximadamente um artigo nos em que houve produção, valor que também foi atingido nos anos mais recentes.

Figura 6 - Produção científica anual.



Fonte: Autor (2026)

A Figura 7 apresenta a distribuição geográfica das publicações científicas no Brasil, discriminadas por estado, relativas ao tema analisado. Observa-se que a produção científica encontra-se concentrada em poucos estados, com destaque para Pernambuco, que apresenta o maior número de publicações identificadas (3 artigos). Em seguida, destacam-se a Bahia e o Espírito Santo, com 2 artigos publicados em cada

estado. Registros pontuais também foram observados em outros estados, como Rio Grande do Norte e Distrito Federal, com 1 artigo cada.

Figura 7 - Produção Científica dos países.



Fonte: Autor (2026)

Essa distribuição evidencia que a produção científica nacional sobre as tecnologias de reciclagem voltadas ao aproveitamento dos Resíduos da Construção Civil (RCC) ainda é incipiente e espacialmente concentrada, estando majoritariamente associada a estados com maior intensidade de atividades urbanas e construtivas. Ressalta-se, contudo, que tal concentração também está relacionada ao recorte adotado na seleção dos artigos analisados, os quais tiveram como foco estudos que abordam a reciclagem de RCC. Nesse contexto, observa-se que as pesquisas tendem a se desenvolver em regiões onde a geração de RCC é mais expressiva e onde os impactos ambientais decorrentes do manejo inadequado desses resíduos são mais evidentes. Além disso, os resultados apontam para a existência de lacunas regionais significativas, indicando a necessidade de ampliação de estudos sobre gestão, reutilização, reciclagem e destinação final ambientalmente adequada dos RCC em outras unidades federativas, de modo a subsidiar políticas públicas e práticas mais eficientes em escala nacional.

Com base na análise das palavras-chave identificadas nos artigos selecionados, observa-se uma expressiva concentração de termos associados à origem e ao processamento dos materiais. Destacam-se, pela elevada frequência, palavras como “reciclagem”, “resíduos da construção civil”, incluindo variações como “entulho”, “resíduo de concreto” e “resíduo cerâmico”, além de “argamassa” e “concreto”. Tal recorrência evidencia que as pesquisas estão majoritariamente direcionadas à reutilização dos resíduos da construção civil como matéria-prima para a produção de novos materiais construtivos.

A presença significativa de termos como “meio ambiente”, “durabilidade” e “desempenho mecânico”, frequentemente associados à “resistência”, indica que os estudos priorizam a avaliação dos benefícios ambientais e da viabilidade técnica desses materiais reciclados, considerando suas propriedades físicas e mecânicas. Ademais, a ocorrência de expressões de caráter mais técnico, como “módulo de deformação” e “abordagem de mistura em dois estágios”, revela o aprofundamento metodológico das pesquisas, com foco na aplicação de técnicas específicas de análise e processamento voltadas à otimização do desempenho e da qualidade do produto final.

O Quadro 1 apresenta uma síntese dos estudos relacionados à tecnologias de reciclagem voltadas ao aproveitamento dos resíduos da construção civil (RCC),

evidenciando as diferentes abordagens adotadas pelos autores ao longo do tempo. Observa-se que as pesquisas convergem para a viabilidade técnica e ambiental do uso de resíduos reciclados na produção de argamassas e concretos, destacando-se a redução do consumo de agregados naturais e a minimização dos impactos ambientais. Além disso, estudos mais recentes, como o de Silva e Capuzzo (2020), enfatizam a necessidade de tratamentos nos agregados reciclados, como a abordagem de mistura em dois estágios, a fim de melhorar o desempenho mecânico e a durabilidade dos concretos produzidos. Dessa forma, a literatura demonstra que o aproveitamento dos RCC, aliado a técnicas adequadas de processamento e gestão, constitui uma alternativa sustentável e eficiente para a construção civil.

Quadro 1 - Síntese dos autores e pesquisas.

Autores (Ano)	Título do artigo	Principais contribuições e resultados
Amorim, Pereira e Neves (1999)	Reciclagem de rejeitos da construção civil para uso em argamassas de baixo custo	Demonstraram que resíduos cerâmicos e entulhos podem atuar como materiais pozolânicos, resultando em argamassas de baixo custo e desempenho mecânico satisfatório.
Cabral et al. (2008)	Determinação da influência do tipo de agregado reciclado sobre o módulo de deformação de concretos	Desenvolveram modelo estatístico para estimar o módulo de deformação de concretos reciclados, evidenciando maior influência dos agregados graúdos, especialmente os cerâmicos.
Menezes et al. (2009)	Reciclagem de resíduos da construção civil para a produção de argamassas	Confirmaram o potencial dos RCC como materiais alternativos em argamassas, com propriedades físicas e mecânicas compatíveis para aplicações não estruturais.
Evangelista et al. (2010)	Alternativa sustentável para destinação de resíduos de construção classe A: sistemática para reciclagem em canteiros de obras	Verificaram que argamassas produzidas com resíduos podem apresentar durabilidade adequada, dependendo da composição e do tipo de resíduo incorporado.
Filho et al. (2011)	Estudo da durabilidade de argamassas alternativas contendo resíduos	Identificaram que a heterogeneidade dos agregados reciclados influencia significativamente o desempenho mecânico, reforçando a necessidade de controle e caracterização prévia.
Neto e Sales (2018)	Efeitos da variabilidade de agregados de RCD sobre o desempenho mecânico do concreto	Identificaram que a heterogeneidade dos agregados reciclados influencia significativamente o desempenho mecânico, reforçando a necessidade de controle e caracterização prévia.
Santana et al. (2018)	Modelos de regressão aplicados na caracterização de argamassas leves contendo agregados não convencionais.	Aplicaram modelos estatísticos para prever propriedades mecânicas de argamassas com agregados alternativos, comprovando a eficiência da modelagem na avaliação do desempenho.
Santos e Cabral (2020)	Análise técnica da reciclagem de resíduos de construção em canteiro de obras.	Evidenciaram que a reciclagem de RCC no próprio canteiro reduz custos, minimiza impactos ambientais e contribui para a gestão sustentável dos resíduos.
Silva e Capuzzo (2020)	Avaliação da durabilidade de concretos produzidos com agregados de resíduo de concreto utilizando a abordagem de mistura em dois estágios	Concluíram que concretos com agregados reciclados podem apresentar durabilidade satisfatória quando aplicadas técnicas adequadas de dosagem e mistura.
Scheifer et al. (2021)	Caracterização física e mecânica de blocos de concreto com incorporação de areia de resíduo de construção civil.	Demonstraram a viabilidade da incorporação de areia de RCC em blocos de concreto, com desempenho mecânico compatível às exigências normativas, desde que respeitados limites de substituição.

Fonte: Autor (2026)

Com base nos artigos avaliados foi possível destacar algumas propostas empregadas voltadas à sustentabilidade na gestão dos RCC, conforme apresentados abaixo.

De acordo com o estudo de Scheifer et al. (2021), a solução adotada para o reaproveitamento consistiu na substituição parcial da areia natural por agregados reciclados provenientes de resíduos de concreto e argamassa, classificados como RCC classe A, aplicados na produção de argamassas de contrapiso e revestimento. Os resultados evidenciaram que teores de substituição de até 50% são tecnicamente viáveis,

uma vez que as argamassas mantiveram desempenho satisfatório quanto às propriedades no estado fresco e endurecido, atendendo às classes de resistência estabelecidas pelas normas vigentes. Observou-se, ainda, que a incorporação do agregado reciclado não comprometeu a aderência ao substrato e contribuiu para a redução da fissuração, associada ao melhor empacotamento das partículas e ao controle do teor de finos.

No estudo realizado por Silva e Capuzzo (2020), a solução identificada para minimizar os efeitos adversos da incorporação de agregados de resíduo de concreto (ARC) na produção de novos concretos consistiu na aplicação da abordagem de mistura em dois estágios, especialmente com a utilização de uma fração controlada de cimento Portland na etapa inicial do processo. Essa metodologia possibilita a pré-molhagem dos agregados reciclados e a penetração da pasta de cimento em sua estrutura porosa, promovendo a densificação da microestrutura e a redução da porosidade e da permeabilidade do concreto. Como consequência, os concretos produzidos apresentaram melhorias significativas nos parâmetros de durabilidade, como menor absorção de água, melhor desempenho frente à penetração de cloretos e à carbonatação, demonstrando que a abordagem de mistura em dois estágios constitui uma alternativa tecnicamente viável para o uso sustentável de agregados reciclados na construção civil.

Neto e Sales (2018) destaca que a solução adotada para viabilizar o uso de agregados reciclados de resíduos da construção e demolição na produção de concretos consistiu no controle da variabilidade dos agregados e na limitação dos teores de substituição dos agregados naturais, com destaque para o uso mais favorável dos agregados reciclados miúdos em relação aos graúdos. Os autores observaram que a substituição de agregados graúdos naturais por agregados reciclados resultou em reduções mais expressivas da resistência à compressão, da resistência à tração e do módulo de elasticidade, em razão da maior porosidade e menor rigidez desses materiais. Em contrapartida, os concretos produzidos com substituição parcial ou total da areia natural por agregados reciclados miúdos apresentaram desempenho mecânico satisfatório, alcançando a resistência de projeto.

Já no estudo desenvolvido por Filho et al. (2011), a solução identificada para mitigar a perda de desempenho mecânico e o comprometimento da durabilidade de argamassas alternativas contendo resíduos consistiu no controle das condições de envelhecimento por meio da aplicação de ciclos de molhagem e secagem em ambiente laboratorial, em substituição ou complemento ao envelhecimento natural. Os autores demonstraram que o envelhecimento natural favorece a carbonatação das argamassas, promovendo a redução da portlandita e a formação predominante de calcita, o que limita a continuidade das reações pozolânicas e resulta em decréscimo da resistência à compressão ao longo do tempo. Em contrapartida, o envelhecimento acelerado possibilitou a manutenção da portlandita e a intensificação das reações pozolânicas, com a formação de silicoaluminatos de cálcio e potássio, contribuindo para a melhoria do comportamento mecânico e da durabilidade do material.

Os resultados apresentados por Amorim et al. (1999), a reciclagem de rejeitos da construção civil, especialmente entulhos e resíduos cerâmicos, mostrou-se tecnicamente viável para utilização como material pozolânico em argamassas de cal de baixo custo. Os autores verificaram que determinadas composições de resíduos apresentaram composição química e mineralógica compatíveis com os requisitos normativos, além

de atividade pozolânica significativa, evidenciada pelo consumo de cal e pelo índice de atividade pozolânica. As argamassas produzidas com esses materiais reciclados, em especial aquelas contendo a amostra denominada “Mistura”, a mistura é definida como uma amostra de material pozolânico obtida a partir da combinação de diferentes resíduos da construção civil, com predominância de resíduos cerâmicos associados a frações de entulho. Essa mistura resulta da moagem conjunta desses materiais, originando um produto com composição sílico-aluminosa, caracterizada por elevados teores de sílica (SiO_2) e alumina (Al_2O_3), elementos fundamentais para o desenvolvimento da atividade pozolânica. Em função dessa composição, apresentaram desempenho mecânico satisfatório, com resistências à compressão próximas às obtidas com pozolanas convencionais, indicando que a incorporação desses resíduos constitui uma solução promissora tanto do ponto de vista técnico quanto ambiental, ao possibilitar a redução de custos, o reaproveitamento de resíduos e a mitigação de impactos ambientais associados à construção civil.

Com base na investigação experimental de Cabral et al. (2008), foi proposta e validada uma abordagem estatística para avaliar a influência do tipo e do teor de agregados reciclados de resíduos de construção e demolição sobre o módulo de deformação de concretos. Os autores desenvolveram um modelo baseado em regressão linear múltipla, capaz de estimar o módulo de deformação em função da relação água/cimento e do percentual de substituição dos agregados naturais por reciclados, apresentando elevado coeficiente de determinação. Os resultados indicaram que a incorporação de agregados reciclados promove redução do módulo de deformação em relação aos concretos convencionais, sendo esse efeito mais pronunciado para os agregados graúdos, especialmente os de cerâmica vermelha, enquanto os agregados miúdos reciclados de concreto exercem menor influência.

De forma geral, os estudos analisados demonstram que a reciclagem de resíduos da construção civil constitui uma alternativa técnica e ambientalmente viável para a produção de argamassas e concretos, desde que haja criteriosa seleção, caracterização e controle dos materiais incorporados. Os resultados evidenciam que resíduos com composição sílico-aluminosa adequada apresentam atividade pozolânica significativa, possibilitando o desenvolvimento de propriedades cimentícias e desempenho mecânico satisfatório, especialmente quando combinados a proporções adequadas de cal e submetidos a períodos de cura prolongados. No caso dos concretos com agregados reciclados, verificou-se que a substituição dos agregados naturais resulta, de modo geral, em redução do módulo de deformação, sendo essa influência dependente do tipo de agregado e do teor de substituição, com maior impacto associado aos agregados graúdos, particularmente os de cerâmica vermelha. Ainda assim, a aplicação de modelos estatísticos mostrou-se eficiente para prever o comportamento mecânico desses materiais, permitindo otimizar dosagens e ampliar a confiabilidade técnica.

Assim, o aproveitamento de resíduos da construção civil configura-se como uma alternativa viável e estratégica, capaz de reduzir impactos ambientais, otimizar o uso de recursos naturais e contribuir para a diminuição de custos no setor da construção. Quando corretamente caracterizados e empregados em dosagens adequadas, esses resíduos podem ser incorporados aos materiais de construção sem prejuízos significativos ao desempenho técnico, ao mesmo tempo em que

promovem práticas mais sustentáveis e alinhadas aos princípios do desenvolvimento sustentável.

Conclusão

O crescimento da construção civil, embora essencial para o desenvolvimento urbano e econômico, traz consigo desafios significativos relacionados à geração e ao manejo dos resíduos da construção civil (RCC). No município do Recife, essa realidade se manifesta de forma expressiva, exigindo estratégias eficazes que conciliam a expansão urbana com a proteção ambiental e o uso racional dos recursos naturais. Nesse contexto, este trabalho buscou analisar como os RCC vêm sendo gerenciados em obras licenciadas na cidade, à luz da legislação vigente e das possibilidades de reaproveitamento sustentável desses materiais.

A análise dos Relatórios Finais de Obra e Demolição apresentados à EMLURB evidenciou que a destinação dos resíduos ocorre, em sua maioria, de forma regular, com encaminhamento predominante para Centrais de Tratamento de Resíduos (CTRs), entretanto, observa-se que essa prática não prioriza as etapas superiores da hierarquia estabelecida pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Esse resultado indica avanços importantes no controle, na fiscalização e na conformidade legal das obras, demonstrando que os instrumentos de gestão existentes têm cumprido um papel relevante na organização do manejo dos RCC no município. Contudo, observou-se que as práticas de reutilização e reaproveitamento dos resíduos, especialmente no próprio canteiro de obras, ainda são pouco representativas quando comparadas ao volume total gerado.

A comparação com estudos anteriores reforçou essa percepção, ao revelar uma tendência de redução das iniciativas de reutilização ao longo do tempo, acompanhada pelo aumento da destinação às CTRs. Embora essa alternativa assegure uma disposição ambientalmente adequada, ela não explora plenamente o potencial dos RCC como insumos para novos processos construtivos, conforme preconizado pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Assim, percebe-se um distanciamento entre a prática cotidiana das obras e a hierarquia de gestão que prioriza a não geração, a redução, a reutilização e a reciclagem dos resíduos.

Por outro lado, a revisão sistemática da literatura científica demonstrou que existem soluções tecnicamente viáveis e ambientalmente consistentes para o reaproveitamento dos RCC, especialmente dos resíduos Classe A. Os estudos analisados evidenciam que, quando corretamente selecionados, processados e aplicados, esses materiais podem apresentar desempenho satisfatório em argamassas e concretos, contribuindo para a redução do consumo de agregados naturais e para a diminuição dos impactos ambientais associados à construção civil. Esses resultados indicam que a limitação do reaproveitamento observada na prática não decorre da inviabilidade técnica, mas, sobretudo, de entraves operacionais, econômicos e institucionais.

Diante disso, torna-se evidente a necessidade de avançar para além do cumprimento das exigências legais, fortalecendo políticas públicas que incentivem efetivamente a reutilização e a reciclagem dos RCC. A ampliação de ações de educação ambiental, a capacitação dos profissionais da construção civil e o estímulo à adoção de tecnologias sustentáveis no canteiro de obras são medidas fundamentais para aproximar a prática dos princípios da economia circular.

Nesse sentido, o poder público, os geradores e os demais agentes do setor devem atuar de forma integrada, assumindo responsabilidades compartilhadas na busca por soluções mais sustentáveis.

Agradecimentos

Agradeço, primeiramente, à Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), pela formação acadêmica e pelo suporte institucional oferecido ao longo de todo o curso, contribuindo de forma significativa para o meu desenvolvimento profissional e pessoal.

Agradeço também à Autarquia de Manutenção e Limpeza Urbana do Recife (EMLURB) pela disponibilização dos dados utilizados nesta pesquisa, bem como pela colaboração e apoio institucional, fundamentais para o desenvolvimento do estudo e para a análise da gestão dos resíduos da construção civil no município.

Expresso minha sincera gratidão à minha orientadora, Prof^a. Dra. Cecília Maria Mota Silva Lins, pela dedicação, orientação cuidadosa, disponibilidade e valiosas contribuições ao longo do desenvolvimento deste trabalho, fundamentais para o seu aprimoramento científico e metodológico. Agradeço igualmente à minha coorientadora, Prof^a. Ma. Liliane Guimarães Rocha, pelo apoio, pelas contribuições técnicas e pelo compartilhamento de conhecimentos que enriqueceram esta pesquisa.

Por fim, agradeço de forma especial à minha família, pelo apoio incondicional, compreensão, incentivo e dedicação em todos os momentos dessa trajetória. O suporte emocional e a confiança depositada em mim foram essenciais para a superação dos desafios e para a conclusão desta etapa tão importante da minha vida.

Referências

ABNT - Associação Brasileira De Normas Técnicas. *NBR 10.004: Resíduos sólidos – Classificação*. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RESÍDUOS E MEIO AMBIENTE (ABREMA). *Panorama dos resíduos sólidos no Brasil: resíduos de construção e demolição*. Brasília, 2024. Disponível em: <https://www.abrema.org.br>. Acesso em: 15 de Dez. de 2025.

ABRELPE. *Panorama dos resíduos sólidos no Brasil*. Brasil, 2018.

AMORIM, L. V.; PEREIRA, A. S. G.; NEVES, G. A. RECICLAGEM DE REJEITOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL PARA USO EM ARGAMASSAS DE BAIXO CUSTO. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. v. 3, n. 2, 1999.

BARBOSA, Elinay Alves. *Mapeamento dos Resíduos da Construção Civil de Obras Licenciadas no Recife, Pernambuco*. 2025. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) – Departamento de Tecnologia Rural, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2025.

- BOHNENBERGER, J. C., PIMENTA, J. F. de P., ABREU, M. V. S., COMINI, U. B., CALIJURI, M. L., MORAES, A. P. De, PEREIRA, I. da S. (2018). *Identificação de áreas para implantação de usina de reciclagem de resíduos da construção e demolição com uso de análise multicritério*. Ambiente Construído, 18(1), pp. 299-311
- BRASIL. *Constituição da República Federativa do Brasil de 1988*. Brasília, DF: Presidência da República, 1988.
- BRASIL. Decreto nº 10.936, de 12 de janeiro de 2022. Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. *Diário Oficial da União*, Brasília-DF, 12 jan. 2022.
- BRASIL. Lei nº 12.305, de 12 de fevereiro de 1998. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605; e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília-DF, 02 ago. 2010.
- BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília-DF, 31 ago. 1981.
- CABRAL, A. E. B.; SCHALCH, V.; DAL MOLIN, D. C. C.; RIBEIRO, J. L. D. Determinação da influência do tipo de agregado reciclado de resíduo de construção e demolição sobre o módulo de deformação de concretos produzidos com agregados reciclados. *Revista IBRACON de Estruturas e Materiais*. v. 1, n. 2, 2008.
- CAMILO, B. Q.; CARDOSO, C.N.P.; BATISTA, S.BS.; MARQUES, A.T.; GADELHA, H.S.; FILHO, H.M.C.; MEDEIROS, R.F.; SANTOS, S.A. Solid waste in construction: management analysis of impacts impacted on the environment. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 2, p.1-9, 2022.
- CARNEIRO, A. P., QUADRTOS, B. E. C.; OLIVEIRA, A. M. V.; SAMPAIO, T. S.; ALBERTE, E. P. V. *Características do entulho e do agregado reciclado*. Projeto Entulho Bom. Salvador. EDUFBA/CEF. 2001.
- CAVALCANTE, J.P.; ALENCAR, T. C.S.B.D. Logística reversa aplicada aos resíduos da construção civil: um estudo para o município de Fortaleza – CE. *Id on Line Revista Multidisciplinar e de Psicologia*, v. 14, n. 47, p. 820–836, 2020.
- CAVALCANTI, M.M; EL-DEIR, S. G. Aproveitamento do RCD como Agregado na Indústria da Construção Civil. In: MENEZES,N.S. et al (Org.). *Resíduos Sólidos: Educação e meio ambiente*. 1. ed., Recife: EDUFRPE/Gampe UFRPE, 2021, p. 385-399.
- COELHO JUNIOR, A. R. Importância do gerenciamento de resíduos sólidos na construção civil. *Research, Society and Development*, v. 7, n. 10, p. 1-14. 2018.
- CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução 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, 05 jul. 2002.
- CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 448, de 18 de janeiro de 2012. Altera os arts. 2º, 4º, 5º, 6º, 8º, 9º, 10 e 11 da Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente- CONAMA. *Diário Oficial da União*, Brasília-DF, 18 jan. 2012.
- COSTA, L.S. *Diagnóstico da gestão dos resíduos da construção civil na cidade do Recife*. 2017. 43 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2017.
- CPRH - Agência Estadual de Meio Ambiente. *Consultar licenças*. Recife: CPRH, 2025. Disponível em: http://www.cprh.pe.gov.br:81/silia/control_consulta_licenca/control_consulta_licenca.php. Acesso em: 09 de ago. de 2025.
- CPRH - Agência Estadual de Meio Ambiente. *Planos de Gestão e Monitoramento*. Recife: CPRH, 2010. Disponível em: <https://www2.cprh.pe.gov.br/licenciamento-ambiental/planos-de-gestao-e-monitoramento/>. Acesso em: 29 de jun. de 2025.
- DIAS, V.B. *Avaliação dos impactos e proposta de indicadores dos resíduos de construção e demolição das obras informais na cidade do Recife*. 2022. 133 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2022.
- EPA - United States Environmental Protection Agency. *Sustainable Materials Management: Non-Hazardous Materials and Waste Management Hierarchy*. Washington: EPA, 2025. Disponível em: <https://www.epa.gov/smm/sustainable-materials-management-non-hazardous-materials-and-waste-management-hierarchy>. Acesso em: 26 de Dezembro de 2025.
- EVANGELISTA, P. P. A.; COSTAS, D. B.; ZANTA, V. M. Alternativa sustentável para destinação de resíduos de construção classe A: sistemática para reciclagem em canteiros de obras. *Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído - ANTAC*. v. 10, n. 3, 2010.
- FILHO, J. F.; MENEZES, R. R.; FERREIRA, H. S.; SANTANA, L. N. L.; NEVES, G. A.; FERREIRA, H. C. Estudo da durabilidade de argamassas alternativas contendo resíduos. *Associação Brasileira de Cerâmica*. v. 57, n. 344, 2011.
- GALVÃO, M. C. B.; RICARTE, I. L. M. REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA: CONCEITUAÇÃO, PRODUÇÃO E PUBLICAÇÃO. *Logeion Filosofia da Informação*, v. 6, n. 1, p. 57–73, 2019.
- GIL, A. C. *Metodologia do Ensino Superior*. 4ª ed. São Paulo: Editora Atlas, 2008.
- GUEDES, F. ; GUARNIERI, P. Percepções, Ações e Práticas em Logística Reversa de Consumidores Brasileiros em Relação ao Descarte de Eletroeletrônicos da Linha Branca. In: MENEZES,N.S. et al. (Org.). *Resíduos Sólidos: Educação e meio ambiente*. 1. ed., Recife: EDUFRPE/Gampe UFRPE, 2021, p. 694-708.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Recife (PE) – Panorama Cidades*. População no último Censo: 1 488 920 habitantes em 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pe/recife.html>. Acesso em: 30 de Dezembro de 2025.

LEÃO, U.M.M.R.; LEÃO, M.; SANCHES, J.C.M.; SCHNEIDER, K.W.S.; VALENZUELA, R.G.; SCHNEIDER, R.M. O cenário do gerenciamento de resíduos da construção civil no Brasil. In: XX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2024, Maceió. *Anais [...]*. Maceió: ENTAC, 2024.

LINS, E.J.M. *Banco de dados de indicadores de resíduos de construção e demolição (RCD) procedentes de edificações na cidade do Recife*. 2020. 240 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade de Pernambuco, Recife, 2020.

MENEZES, R. R.; FILHO, J. F.; FERREIRA, H. S.; NEVES, G. A.; FERREIRA, H. C. Reciclagem de resíduos da construção civil para a produção de argamassas. *Associação Brasileira de Cerâmica*. v. 55, n. 335, 2009.

MELO, A. B.; LAFAYETTE, K. P. V.; ROCHA, J. H. A. Produção de agregados reciclados de resíduos da construção civil na região metropolitana do Recife. *Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais*, Salvador, v. 1, n. 1, p. 78–90, 2013.

MONTEIRO, H. F. M. S. (2012). *Resíduos de construção e Demolição* (Estado da Arte) (Dissertação de mestrado). Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Porto, 2012.

NETO, L. A. V.; SALES, A. T. C. Efeitos da variabilidade de agregados de RCD sobre o desempenho mecânico do concreto de cimento Portland. *Revista Matéria Rio de Janeiro*. v. 23, n. 1, 2018.

OLIVEIRA, Leidjane Maria Maciel de et al. *Impacto de aspectos ambientais na Região Metropolitana do Recife por meio da integração de dados estatísticos de diferentes sistemas*. Estudos Universitários, v. 40, n. 2, p. 293–318, 2024.

PAZ, D. H. F. Desenvolvimento de sistema de apoio à gestão de resíduos de construção e demolição para municípios de pequeno porte. 2014. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2014.

PAZ, D. H. F.; LAFAYETTE, K. P. V. Previsão da geração de resíduos da construção civil no Brasil. *Revista Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 16, n. 1, p. 177–194, jan./mar. 2016.

PERNAMBUCO. Lei nº 14.236, de 13 de dezembro de 2010. Institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos, e dá outras providências. *Diário Oficial do Estado de Pernambuco*, Recife-PE, 13 dez. 2010.

PRAIA, J. F.; CACHAPUZ, A. F. C.; PÉREZ, D. G. *Problema, teoria e observação em ciência: para uma reorientação epistemológica da educação em ciência*; Ciência & Educação. v.8, nº1, p.127 – 145, 20

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E.C. *Metodologia do trabalho científico: Métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico*. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

RECIFE (PE). Lei Municipal nº 17.072, de 03 de janeiro de

2005. Estabelece as diretrizes e critérios para o Programa de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil no Município do Recife. *Diário Oficial do Município de Recife*, Recife-PE, 03 jan. 2005.

RECIFE. Decreto nº 36.949, de 4 de setembro de 2023. Regulamenta a Lei Municipal nº 19.026/2022, que institui o Código de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos do Município do Recife, e dá outras providências. *Diário Oficial do Município de Recife*, Recife-PE, 04 set. 2023.

RECIFE. Lei nº 19.026, de 30 de dezembro de 2022. Institui o Código de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos do Município do Recife e dá outras providências. *Diário Oficial do Município de Recife*, Recife-PE, 30 dez. 2022.

RECIFE. *Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil - PGRCC*. Recife: Licenciamento Unificado, 2025. Disponível em: <https://licenciamentounificado.recife.pe.gov.br/plano-de-gerenciamento-de-residuos-d-a-construcao-civil-pgrcc>. Acesso em: 04 de jul. de 2025.

ROCHA, Liliane Guimarães. *Proposta de Rota Tecnológica Para Reciclagem de Resíduos Provenientes da Mariscagem no Litoral Norte de Pernambuco*. 2025. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental - Departamento de Tecnologia Rural, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2025.

SANTANA, M. R. O. de; DOMINGUEZ, D. S.; IGLESIAS, S. M.; PESSÔA, J. R. de C.; DIAS, L. A. Modelos de regressão aplicados na caracterização de argamassas leves contendo agregados não convencionais de EVA e fibras de piaçava. *Revista Matéria Rio de Janeiro*. v. 23, n. 3, 2018.

SANTOS, D. V.; CABRAL, A. E. B. Análise técnica da reciclagem de resíduos de construção em canteiro de obras. *Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído - ANTAC*. v. 20, n. 3, 2020.

SANTOS, J. A. dos; SILVA, R. P.; OLIVEIRA, L. F. *Indicadores de geração de resíduos da construção civil em canteiros de obras na cidade do Recife (PE)*. Revista Produção e Engenharia, v. X, n. X, p. XX–XX, 2019.

SILVA, C. M. M. de A. e; CAPUZZO, V. M. S. Avaliação da durabilidade de concretos produzidos com agregados de resíduo de concreto utilizando a abordagem de mistura dois estágios. *Revista Matéria Rio de Janeiro*. v. 25, n. 1, 2020.

SILVA, W.C.; SANTOS, G.O.; ARAÚJO, W. E. L. Resíduos sólidos da construção civil: caracterização, alternativas de reuso e retorno econômico. *Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental*, v. 6, n. 2, p. 286-301, 2017.

SCHEIFER, D. M. CALLEJAS, I. J. A. Caracterização física e mecânica de blocos de concreto com incorporação de areia de resíduo de construção civil. *Revista Matéria Rio de Janeiro*, v. 26, n. 4, 2021.

SCHONWALD, G.; COSTA, J.F; SANTOS, E.V. A logística reversa como forma de reduzir os resíduos gerados na

construção civil. *Revista Brasileira Multidisciplinar*, v. 24, n. 1, p. 180–191, 2021. Disponível em: <https://rbmaes.emnuvens.com.br/revista/article/view/120>. Acesso em: 26 jun. 2025.

VIEIRA CR, ROCHA JHA, LAFAYETTE KPV, SILVA DM da. Análise dos fatores de influência e diagnóstico da gestão dos resíduos da construção civil (RCC) nos canteiros de obra da cidade do Recife-PE. urbe, *Rev Bras Gest Urbana*. 2019. Disponível em : <https://doi.org/10.1590/2175-3369.011.e20180176>

VIEIRA, Cidney Ribeiro; ROCHA, Joaquin Humberto Aquino; LAFAYETTE, Kalinny Patrícia Vaz; SILVA, Débora Maria da. Análise da geração dos resíduos da construção e demolição nos canteiros de obra da cidade do Recife-PE. *Revista Portuguesa de Estudos Regionais*, n. 59, p. 153–169, 2021.

WILL, D. E. M. *Metodologia da pesquisa científica*. Livro digital. 2ª ed. Palhoça. Unisul Virtual, 2012.