



UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO  
ESCOLA DE MINAS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL



ANA BEATRIZ MALTA BRAZ

**GESTÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL: UMA REVISÃO SOBRE OS  
DESAFIOS E ESTRATÉGIAS PARA PROMOÇÃO DO DESENVOLVIMENTO  
SUSTENTÁVEL DO SETOR**

OURO PRETO

Julho 2026

ANA BEATRIZ MALTA BRAZ

GESTÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL: UMA REVISÃO SOBRE OS  
DESAFIOS E ESTRATÉGIAS PARA PROMOÇÃO DO DESENVOLVIMENTO  
SUSTENTÁVEL DO SETOR

Monografia apresentada ao Curso de  
Engenharia Civil da Universidade Federal de  
Ouro Preto como requisito parcial para  
obtenção do título de Engenheira Civil.

Orientador: Prof. Dr. Keoma Defáveri do  
Carmo e Silva

OURO PRETO

Julho 2026

## SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

B827g Braz, Ana Beatriz Malta.

Gestão de resíduos da construção civil [manuscrito]: uma revisão sobre os desafios e estratégias para promoção do desenvolvimento sustentável do setor. / Ana Beatriz Malta Braz. - 2026.

56 f.: il.: color., gráf., tab..

Orientador: Prof. Dr. Keoma Defáveri do Carmo e Silva.

Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas. Graduação em Engenharia Civil .

1. Construção civil - Reaproveitamento (Sobras, refugos, etc.). 2. Sustentabilidade. 3. Construção civil - Administração - Resíduos industriais. I. Carmo e Silva, Keoma Defáveri do. II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU 624

Bibliotecário(a) Responsável: Maristela Sanches Lima Mesquita - CRB-1716



## FOLHA DE APROVAÇÃO

**Ana Beatriz Malta Braz**

### **Gestão de resíduos da construção civil: uma revisão sobre os desafios e estratégias para promoção do desenvolvimento sustentável do setor**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Civil

Aprovada em 31 de julho de 2026

#### Membros da banca

Prof. Dr. Keoma Defáveri do Carmo e Silva - Universidade Federal de Ouro Preto  
Ma. Marialaura Herrera Rosas - Universidade Federal de Ouro Preto  
Me. Victor Rezende Carvalho - Universidade Federal de Ouro Preto

Prof. Dr. Keoma Defáveri do Carmo e Silva, orientador do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 20/08/2026



Documento assinado eletronicamente por **Keoma Defaveri do Carmo e Silva, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 28/08/2026, às 16:07, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [http://sei.ufop.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **1169965** e o código CRC **25429FFE**.

Dedico este trabalho a todos que acreditaram em mim,  
mesmo quando eu mesma duvidei da minha capacidade.

Cada página representa não apenas conhecimento,  
mas também determinação, fé e a certeza de que  
vale a pena continuar.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, agradeço a Deus, por ter me concedido força e sabedoria ao longo desta caminhada. Em especial, agradeço ao Grupo de Oração Universitário (GOU), que foi um importante apoio espiritual durante essa trajetória, proporcionando momentos de fé, acolhimento e fortalecimento nos desafios vividos ao longo da graduação.

À minha família, expresso minha mais sincera gratidão por todo o amor, apoio, incentivo e confiança depositados em mim durante todos esses anos. A presença e o encorajamento de vocês foram fundamentais para que eu pudesse superar as dificuldades e alcançar este momento tão importante.

Aos amigos que a universidade me proporcionou, agradeço pela parceria, pelas conversas, pelos momentos de descontração e por todo o apoio compartilhado ao longo dessa jornada. Levo comigo não apenas os conhecimentos adquiridos, mas também as amizades construídas durante esse período.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Keoma, agradeço pela oportunidade de desenvolver este trabalho, pela confiança, pela paciência e pelos ensinamentos transmitidos ao longo da orientação. Sua dedicação e disponibilidade foram essenciais para a realização desta pesquisa e para o meu crescimento acadêmico.

À Pró-Reitoria de Assuntos Comunitários e Estudantis (PRACE), agradeço pelo suporte financeiro concedido durante a graduação, que contribuiu significativamente para a minha permanência e para o desenvolvimento da minha formação acadêmica.

Por fim, agradeço a todos aqueles que, de alguma forma, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho e para a conclusão desta etapa da minha vida. Cada gesto de incentivo, apoio e colaboração teve grande importância nessa caminhada.

## RESUMO

A construção civil é um dos setores que mais contribuem para a geração de resíduos sólidos, o que torna a gestão desses resíduos um tema de grande relevância diante dos impactos ambientais, econômicos e sociais associados ao descarte inadequado desses materiais. Nesse contexto, este trabalho teve como objetivo analisar a gestão dos resíduos da construção civil, identificando os principais desafios, estratégias, tecnologias e práticas sustentáveis empregadas para a redução, reutilização e reciclagem dos resíduos gerados, bem como compreender como esse gerenciamento vem sendo realizado em diferentes contextos. Para atingir esse objetivo, foi desenvolvida uma pesquisa de natureza qualitativa, baseada em revisão bibliográfica, utilizando artigos científicos, dissertações, teses, livros, normas técnicas e legislações relacionadas ao tema. Os resultados encontrados evidenciaram que a gestão dos resíduos ainda apresenta diferenças significativas entre os contextos analisados, com desafios recorrentes relacionados à segregação, ao descarte inadequado e à implementação das práticas de gerenciamento, mas que a adoção integrada de tecnologias, práticas sustentáveis e estratégias de planejamento contribui para tornar a gestão dos resíduos mais eficiente, reduzindo os impactos ambientais da atividade construtiva. Concluiu-se que a gestão sustentável dos resíduos da construção civil depende da integração entre boas práticas de gerenciamento, inovação tecnológica, planejamento, reutilização e reciclagem dos materiais, bem como da atuação conjunta do poder público, das empresas e dos profissionais da construção civil.

**Palavras-chave:** Gestão de resíduos; Resíduos da construção civil; Sustentabilidade; Reciclagem.

## **ABSTRACT**

Civil construction is one of the sectors that most contribute to the generation of solid waste, which makes the management of this waste a topic of great relevance given the environmental, economic and social impacts associated with the inadequate disposal of these materials. In this context, this work aimed to analyze the management of civil construction waste, identifying the main challenges, strategies, technologies and sustainable practices used for the reduction, reuse and recycling of waste generated, as well as to understand how this management has been carried out in different contexts. To achieve this goal, a qualitative research was developed, based on bibliographic review, using scientific articles, dissertations, theses, books, technical standards and legislation related to the subject. The results found showed that waste management still presents significant differences between the contexts analyzed, with recurring challenges related to segregation, inadequate disposal and the implementation of management practices, but that the integrated adoption of technologies, sustainable practices and planning strategies contributes to making waste management more efficient, reducing the environmental impacts of constructive activity. It was concluded that the sustainable management of construction waste depends on the integration of good management practices, technological innovation, planning, reuse and recycling of materials, as well as the joint action of the public authorities, companies and construction professionals.

**Keywords:** Waste management; Construction waste; Sustainability; Recycling.

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1: Fluxograma da metodologia de pesquisa e execução do trabalho. ....   | 10 |
| Figura 2: Evolução da geração de RCD no município de Belo Horizonte - MG. .... | 16 |
| Figura 3: Gráfico dos níveis de gestão das obras analisadas. ....              | 19 |
| Figura 4: Comparação entre ciclo ideal e ciclo real na gestão de resíduos .... | 21 |
| Figura 5: Pirâmide das tecnologias aplicadas à gestão de resíduos. ....        | 26 |
| Figura 6: Hierarquia das práticas sustentáveis na construção civil ....        | 31 |
| Figura 7: Estimativa das práticas e dimensões sustentáveis. ....               | 34 |

## **LISTA DE TABELAS**

|                                                                                           |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1 - Classificação e tipo dos resíduos da construção civil .....                    | 5  |
| Tabela 2 - Síntese comparativa de estudos sobre gestão de RCC em diferentes municípios... | 15 |
| Tabela 3 - Práticas de gerenciamento de RCC nas obras analisadas.....                     | 18 |
| Tabela 4 - Tecnologias aplicadas à gestão de RCC e suas principais funções.....           | 22 |
| Tabela 5 - Práticas sustentáveis na construção civil.....                                 | 28 |
| Tabela 6 - Comparação entre materiais convencionais e materiais sustentáveis .....        | 32 |

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ABRECON – Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolições

BIM – Building Information Modeling

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos

RCC – Resíduos da Construção Civil

RCD – Resíduos da Construção e Demolição

SINDUSCON-SP – Sindicato da Indústria de Construção Civil de São Paulo

## SUMÁRIO

|        |                                                               |    |
|--------|---------------------------------------------------------------|----|
| 1.     | Introdução .....                                              | 1  |
| 1.1.   | Objetivo .....                                                | 2  |
| 1.1.1. | Objetivos específicos .....                                   | 2  |
| 1.2.   | Justificativas / contribuições.....                           | 2  |
| 2.     | Revisão da literatura .....                                   | 3  |
| 2.1.   | Resíduos da construção civil .....                            | 3  |
| 2.2.   | Gestão de resíduos na construção civil.....                   | 3  |
| 2.3.   | Classificação e tipos de resíduos na construção civil.....    | 4  |
| 2.4.   | Impactos ambientais gerados pelo descarte de resíduos.....    | 6  |
| 2.5.   | Importância da gestão de resíduos .....                       | 8  |
| 2.6.   | Reutilização de resíduos gerados na construção civil .....    | 9  |
| 3.     | Materiais e métodos.....                                      | 10 |
| 3.1.   | Materiais .....                                               | 11 |
| 3.2.   | Métodos .....                                                 | 11 |
| 4.     | Resultados e Discussões .....                                 | 14 |
| 4.1.   | Análise comparativa da gestão de resíduos .....               | 14 |
| 4.2.   | Análise das tecnologias utilizadas para a gestão de RCC ..... | 22 |
| 4.3.   | Análise das práticas sustentáveis na construção civil.....    | 27 |
| 5.     | Conclusão .....                                               | 36 |

## 1. INTRODUÇÃO

A construção civil integra o ciclo da natureza por ser uma das principais consumidoras de recursos naturais. Ao mesmo tempo em que desempenha um papel relevante no desenvolvimento socioeconômico, o setor se destaca como um expressivo gerador de resíduos, cujo volume tem aumentado de forma contínua. Esse cenário acarreta significativos impactos ambientais, decorrentes do elevado consumo de recursos naturais e sobretudo, da disposição inadequada ou irregular dos resíduos oriundos das atividades de construção e demolição (NAVES, 2014). Segundo Pinto (1999), os resíduos provenientes da construção civil no Brasil correspondem a aproximadamente 41% a 70% da massa total de resíduos sólidos gerados em centros urbanos de médio e grande porte. Diante dessa expressiva participação, evidencia-se a necessidade de uma destinação adequada para os resíduos sólidos.

A gestão adequada dos resíduos da construção civil (RCC) mostra-se não apenas necessária, mas também plenamente viável. Além de contribuir para a preservação ambiental, essa prática traz benefícios econômicos, o que reforça a importância de que os geradores e responsáveis pelo gerenciamento desses resíduos busquem conhecimento sobre as formas corretas de manejo (PAULO e COELHO, 2017). Nesse contexto, torna-se fundamental compreender quais são os primeiros passos para um gerenciamento eficiente e como esse processo deve ser conduzido. De acordo com Paulo e Coelho (2017), a gestão dos resíduos tem início ainda na fase de projeto, sendo essencial adotar uma abordagem que considere a desconstrução das edificações. Isso implica planejar o uso de materiais passíveis de reutilização e reaproveitamento no futuro, bem como a elaboração de um plano de gerenciamento adequado para esses resíduos.

A temática de resíduos da construção civil se faz muito importante, diante do alto desperdício observado nas obras e da destinação muitas vezes inadequada desses materiais, cujas consequências da destinação inadequada somada a uma má gestão impactam profundamente toda a sociedade, reforçando a importância crítica do assunto (BRANDÃO, 2013). Ademais, Sena *et al.* (2013) destacam que qualquer sistema de gestão desses resíduos só atingirá seus objetivos de redução, reutilização e reciclagem se for acompanhado por um sistema robusto de informação, divulgação e, principalmente, por uma fiscalização ambiental eficaz, somada a um trabalho contínuo e eficiente de educação da população.

## 1.1. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é analisar como é realizada a gestão de resíduos gerados pelo setor da construção civil, identificando os principais desafios e as lacunas no conhecimento relacionados com a gestão desses resíduos.

### 1.1.1. Objetivos específicos

- Identificar quais são os principais desafios na implementação da redução e reutilização sustentável de resíduos da construção civil;
- Analisar quais são as estratégias e tecnologias utilizadas para a redução e reutilização dos resíduos gerados;
- Analisar as boas práticas na gestão de resíduos da construção civil.

## 1.2. JUSTIFICATIVAS / CONTRIBUIÇÕES

A gestão sustentável de resíduos na construção civil é um tema de grande relevância ambiental, econômica e social, especialmente diante do crescente volume de resíduos gerados e de seus impactos negativos. Apesar dos avanços normativos e tecnológicos, ainda há desafios significativos na implementação de práticas eficazes para a redução, reutilização e reciclagem desses resíduos (GUEDES *et al.*, 2024). Nesse contexto, se justifica a necessidade de se aprofundar o conhecimento sobre as lacunas e barreiras que dificultam a adoção de uma gestão sustentável. Além disso, a pesquisa pode servir como referência para profissionais, formuladores de políticas públicas e acadêmicos interessados na temática.

Ao ser identificado os principais desafios e boas práticas de uma gestão sustentável, este estudo poderá contribuir para a melhoria das diretrizes de gestão de resíduos, incentivando também a adoção de soluções sustentáveis no setor da construção civil. Dessa forma, espera-se que a pesquisa ajude a tornar as práticas do setor mais responsáveis, reduzindo os impactos ambientais e incentivando um uso mais consciente dos recursos.

## **2. REVISÃO DA LITERATURA**

### **2.1. RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Segundo a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 307 (2002), os resíduos da construção civil são definidos como materiais que são oriundos de construções, reparos, reformas e demolições, incluindo os materiais que são provenientes da preparação e escavação de terrenos, sendo eles: concreto em geral, argamassas, blocos cerâmicos, resinas, tintas, metais, madeiras e compensados, forros, gesso, telhas, vidros, pavimento asfáltico, plásticos, dentre outros materiais que são chamados e conhecidos como entulho de obras (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 2002).

A diversidade de materiais na construção civil gera um volume de resíduos que, conforme aponta Pinto (1999), frequentemente supera a produção de resíduos domiciliares nos centros urbanos. As características desses resíduos da construção civil (RCC) são variáveis, dependendo diretamente do tipo de obra e da localização regional da obra. Nesse contexto, Damasceno e Souza (2021), enfatizam que caracterizar esses materiais e identificar seu potencial de reaproveitamento é um passo fundamental para a gestão pública. O conhecimento detalhado desses fatores permite a criação de planos de gerenciamento municipais mais eficazes, garantindo uma destinação aos RCC e promovendo benefícios econômicos e ambientais.

De acordo com Chahud (2007), apud Damasceno e Souza (2021), a geração de resíduos em construções novas ocorre principalmente na fase inicial, motivado pela incompatibilidade entre projetos e pela baixa racionalidade no uso de insumos, enquanto em reformas a perda provém da falta de cultura de reciclagem. Frente a esse cenário, a Resolução nº 307 do Conama (Brasil, 2002), atualizada pela Resolução nº 348 de 2004 (Brasil, 2004), atribuiu ao gerador a responsabilidade integral pelo gerenciamento dos resíduos produzidos. Conforme Fernandez (2012), esse avanço legal e técnico, estabeleceu responsabilidades e obrigações concretas aos geradores, como a segregação dos resíduos por classe e seu correto encaminhamento para reciclagem ou destinação final adequada.

### **2.2. GESTÃO DE RESÍDUOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei nº 12.305 (2010), juntamente com a Resolução CONAMA nº 448 (2012), define a gestão integrada de resíduos

sólidos como um conjunto de ações voltadas à busca de soluções para os resíduos. Esse processo considera de forma integrada as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com participação da sociedade e foco no desenvolvimento sustentável. Já o gerenciamento de resíduos sólidos refere-se às ações operacionais aplicadas ao manejo dos resíduos. Essas ações abrangem as etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada, incluindo também a disposição correta dos rejeitos. Tais procedimentos devem estar em conformidade com o plano municipal de gestão integrada ou com o plano de gerenciamento de resíduos sólidos (CONAMA, 2012).

A gestão de resíduos na construção civil vai além dos aspectos técnicos, envolvendo também dimensões sociais, econômicas e ambientais, o que evidencia a complexidade do tema e demanda uma abordagem maior. A falta de preparo e de conscientização sobre o tema exige, portanto, respostas integradas e inovadoras (GUEDES *et al.*, 2024). Neste contexto, conforme aponta Ferreira (2013), a eficácia e a eficiência nessa gestão dependem fundamentalmente da redução na geração de resíduos. Essa redução, por sua vez, está vinculada a dois fatores críticos: a tecnologia empregada nos processos e a forma de execução das operações. Para que os resultados sejam positivos, ambas as condicionantes precisam evoluir rumo a práticas e métodos ambientalmente mais adequados.

Para que os programas de redução, reutilização e reciclagem de resíduos da construção civil se tornem práticas sustentáveis, é essencial um manejo adequado desses materiais. Ao tornar as ações mais sustentáveis, se amplia tanto a vida útil das matérias-primas quanto sua aplicação em outras atividades (NAVES, 2014). Esse gerenciamento adequado, que inclui a chamada política reversa, busca justamente criar meios para que os resíduos sejam reaproveitados. Nesse sentido, a abordagem promove uma visão mais ampla, na qual o gerenciador deixa de considerar os recursos explorados como meramente descartáveis para integrá-los a uma lógica que concilia preservação ambiental e viabilidade econômica. Sob essa perspectiva, o condicionamento de recursos naturais passa a ser priorizado, fundamentando uma gestão que valoriza o ciclo de vida dos materiais (PAULO e COELHO, 2017).

### 2.3. CLASSIFICAÇÃO E TIPOS DE RESÍDUOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Segundo a Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolições (ABRECON) (2014), citada por Guedes *et al.* (2024), a correta gestão e

classificação dos RCC são fundamentais para a sustentabilidade do setor da construção civil, pois contribuem para a redução dos impactos ambientais e para o aumento da eficiência operacional. Esses resíduos são divididos em quatro classes principais (A, B, C e D), cada uma apresentando características próprias e requisitos específicos quanto ao manejo e à destinação final.

A Resolução CONAMA nº 307 (2002) estabelece a classificação dos RCC, conforme apresentado na Tabela 1. Essa classificação contribui para um manejo mais adequado dos RCC. Além disso, favorece o reaproveitamento dos resíduos em diferentes etapas e áreas da construção civil. A resolução também determina que esses resíduos não podem ser destinados a aterros de lixo doméstico ou para locais inadequados, como os denominados “bota-fora” (OLIVEIRA e MENDES, 2008).

Tabela 1 - Classificação e tipo dos resíduos da construção civil

| CLASSES  | CLASSIFICAÇÃO                                                                                                                                                                                          | TIPO                                                                                                           |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| CLASSE A | Resíduos que possam ser reutilizados ou reciclados como agregados, tais como resíduos de construção, demolição, reformas, reparos de edificações, reparos de pavimentação e de processo de fabricação. | Materiais como concreto, argamassa, componentes cerâmicos, blocos, tubos e solo provenientes de terraplanagem. |
| CLASSE B | Resíduos recicláveis para outras destinações.                                                                                                                                                          | Materiais como plásticos, vidros, papel/papelão, metais, madeiras e outros.                                    |
| CLASSE C | Resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que                                                                                                    | Produtos oriundos do gesso.                                                                                    |

|          |                                                                                                                                                  |                                                                                 |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
|          | permitam a sua reciclagem ou recuperação.                                                                                                        |                                                                                 |
| CLASSE D | Resíduos perigosos oriundos de processo de construção, demolição, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros. | Materiais como tintas, solventes, óleos e outros produtos prejudiciais à saúde. |

Fonte: Adaptado de CONAMA (2002).

Ainda com base na Resolução CONAMA nº 307 (2002), pode-se destacar que ela detalha a destinação ambientalmente adequada para os resíduos da construção civil e define claramente as responsabilidades dos municípios e dos geradores no que se refere à disposição final desses materiais.

De acordo com as classes definidas na Tabela 1 acima, as formas de destinação dos RCC são: (a) resíduos de classe A: devem ser reutilizados ou reciclados como agregados ou conduzidos para áreas de aterro de RCC, para futuramente serem utilizados ou reciclados; (b) resíduos de classe B: devem ser reutilizados, reciclados ou direcionados para as áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de forma que seja possível futuramente serem utilizados ou reciclados; (C) resíduos de classe C: devem ser armazenados, destinados e transportados de acordo com as normas técnicas específicas; e (d) resíduos de classe D: devem estar de acordo com as normas técnicas específicas ao serem armazenados, transportados, reutilizados e destinados (CONAMA, 2002).

#### 2.4. IMPACTOS AMBIENTAIS GERADOS PELO DESCARTE DE RESÍDUOS

A indústria da construção civil atua como um pilar essencial da economia, embora seja também uma das maiores fontes de resíduos sólidos. De acordo com Guy, Shell e Esherick (2006), a crescente percepção sobre os impactos ambientais negativos no setor da construção, tem exigido uma revisão urgente e o aprimoramento das práticas de manejo e descarte de resíduos gerados. Complementando essa visão, Paulo e Coelho (2017), ressaltam que, embora

toda atividade humana gere impactos, a construção civil possui uma responsabilidade acentuada por representar 14% do PIB (Produto Interno Bruto) brasileiro. Por demandar intensamente o consumo de recursos naturais e ser um dos maiores emissores de resíduos do país, o setor provoca alterações profundas na qualidade do meio ambiente.

A cadeia produtiva da construção civil provoca impactos ambientais relevantes em todas as fases do seu ciclo, desde a extração de matérias-primas até a execução e futura demolição das edificações. A produção de materiais, a execução das obras e o uso das construções também contribuem para esses impactos. Entre os efeitos mais significativos que geram consequências nocivas ao meio ambiente, destacam-se o esgotamento dos recursos naturais e a poluição decorrente da geração de resíduos (EDUFBA, 2001). Esse cenário é agravado pelo modelo de desenvolvimento acelerado e pelo consumo excessivo. Tais fatores intensificam a produção e o descarte inadequado de resíduos. Nesse contexto, os resíduos sólidos configuram-se como um dos principais problemas ambientais da atualidade, afetando a natureza de forma cada vez mais intensa (FREITAS, 2021).

Segundo o Sindicato da Indústria de Construção Civil de São Paulo (SINDUSCON-SP) (2005), a disposição irregular de RCC decorre da falta de políticas públicas que organizem os fluxos de descarte, somada à negligência dos geradores no manejo adequado desses materiais. Essa combinação gera impactos ambientais, como a degradação de mananciais e áreas de proteção permanente, além da proliferação de doenças. O acúmulo inadequado também provoca o assoreamento de rios e a obstrução de sistemas de drenagem urbana, como galerias e piscinões. Adicionalmente, Sinduscon-SP (2005), destaca também, a ocupação de vias públicas por entulhos, em que prejudica a mobilidade de pessoas e veículos, deteriorando a paisagem das cidades, e alerta que a presença desses resíduos pode oferecer riscos diretos à saúde e segurança pública.

A avaliação dos impactos causados pelos resíduos gerados, evidencia a necessidade da implantação mundial de sistemas de controle da geração de resíduos sólidos. De acordo com Shak *et al.* (2014), tais sistemas são fundamentais para assegurar condições ambientais adequadas às futuras gerações. Essas diretrizes devem estar alinhadas a princípios sustentáveis e ecológicos. Entre as medidas propostas, destaca-se a reutilização de materiais que normalmente seriam descartados como resíduos sem utilidade. Além disso, a adoção de programas de gerenciamento de resíduos mostra-se essencial no setor da construção. Conforme

Figuerola e Pinedo (2022), esses programas possibilitam a previsão e o controle dos impactos ambientais. Também permitem a diminuição e a compensação dos efeitos negativos decorrentes das atividades construtivas.

## 2.5. IMPORTÂNCIA DA GESTÃO DE RESÍDUOS

A importância da gestão de resíduos fundamenta-se no agravamento dos problemas associados aos resíduos sólidos nas sociedades atuais, o que compromete diretamente a qualidade de vida urbana. Segundo Assis (2012), esses resíduos geram riscos à saúde pública e degradação ambiental, envolvendo complexas questões sociais, econômicas e administrativas. No setor da construção, Moriconi (2009), destaca que a gestão eficaz enfrenta barreiras críticas, como a falta de conscientização sobre a segregação na fonte e a carência de infraestrutura para reciclagem. Além disso, embora a legislação ambiental brasileira seja rigorosa, sua aplicação prática é limitada pela fiscalização inadequada e pela escassez de recursos.

Segundo Gonçalves e Haubrick (2020), a preservação ambiental tornou-se uma preocupação global diante do intenso uso de recursos naturais para o crescimento econômico. A geração de resíduos sólidos é um dos impactos mais críticos, especialmente quando práticas de sustentabilidade e a correta gestão do destino final são ignoradas. No contexto brasileiro, a construção civil é vital para o desenvolvimento da infraestrutura e da economia, porém atua como uma das principais fontes de poluição. O setor é responsável por volumes expressivos de resíduos sólidos, líquidos e gasosos que degradam continuamente os ecossistemas. Dessa forma, Gonçalves e Haubrick (2020), reforçam a necessidade de conciliar a expansão urbana com a gestão adequada.

O aumento do poder de compra tem intensificado os padrões de consumo no Brasil e no mundo, estimulando o descarte frequente de bens e fortalecendo a cultura do desperdício. Esse comportamento contribui diretamente para o crescimento da geração de resíduos sólidos (FERREIRA, 2013). Diante desse cenário, a separação, a coleta e a destinação adequadas dos resíduos tornam-se fundamentais. Essas práticas auxiliam na redução da poluição ambiental e na preservação dos recursos naturais. Além disso, evitam impactos negativos sobre a comunidade local. Sendo assim, a importância da gestão de resíduos está diretamente associada

ao desenvolvimento sustentável e à melhoria da qualidade de vida da população (GUEDES, *et al.*, 2024).

## 2.6. REUTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS GERADOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Conforme D'almeida e Vilhena (2010), a conservação da natureza encontra na reutilização e na reciclagem meios eficazes para conter o desperdício de energia e materiais presentes no lixo. Os resíduos, que inicialmente atuam como fatores de degradação ambiental quando acumulados ou incinerados, possuem potencial para se tornarem ativos econômicos valiosos por meio do reaproveitamento. Ademais, Figueroa e Pinedo (2022), afirmam que a prática de reutilizar materiais vai além da simples edificação urbana, sendo fundamental para a construção de cidades verdadeiramente sustentáveis. Esse modelo de gestão, baseado no planejamento e na visão de longo prazo, é essencial para garantir a preservação de recursos e elevar a qualidade de vida das gerações futuras.

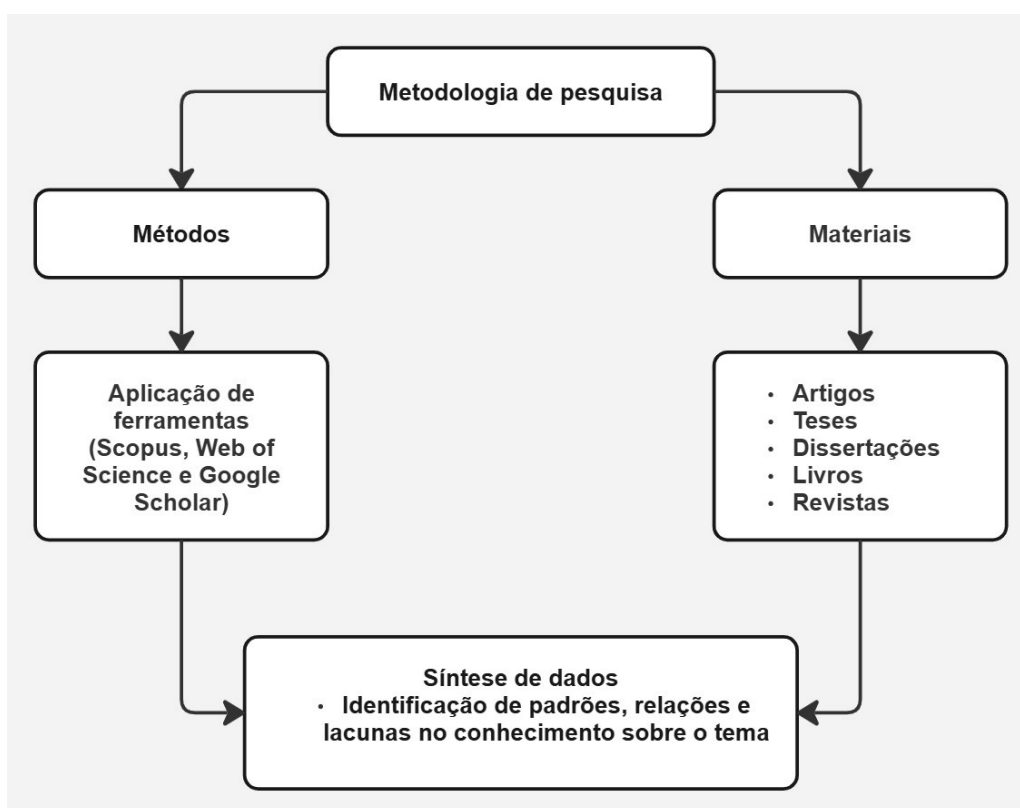
De acordo com Glória *et al.* (2020), a adoção da reciclagem sob uma perspectiva sustentável é determinante para reduzir a disposição inadequada de resíduos na construção civil, promovendo a preservação ambiental e a sustentabilidade. Para viabilizar esse processo, Neto e Schalch (2010), defendem a implementação de técnicas de minimização, como a separação dos materiais ainda na fonte geradora. Tal estratégia é o que permite o reaproveitamento eficiente dos insumos no ciclo produtivo. Além da gestão do descarte, a utilização de métodos construtivos que priorizem a redução do desperdício, a exemplo do uso de formas de concreto ajustáveis e reutilizáveis, contribui significativamente para a sustentabilidade setorial.

Segundo Pinto (1999), o reaproveitamento integral dos resíduos da construção civil em centros urbanos de médio e grande porte supriria a demanda por matéria-prima em novas habitações e vias. Além do benefício ambiental, estudos indicam que a reciclagem desses materiais pode ser até 40% mais barata que o descarte em locais apropriados. Glória *et al.* (2020) complementam que essa prática de reutilização do RCC é vital para o desenvolvimento sustentável, ressaltando que cabe aos gestores públicos investir na implantação de Planos de Gestão de Resíduos Sólidos (PGRS). Embora 82% dos responsáveis pelo setor da construção civil reconheçam a importância da sustentabilidade, a efetivação dessas políticas ainda depende de incentivos estruturais.

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho adotou uma abordagem metodológica de natureza qualitativa para a compreensão dos conceitos, legislações e dados sobre a geração e gestão de resíduos. Utilizou-se a coleta, análise e interpretação de dados, visando aprofundar o conhecimento sobre as práticas de gestão de resíduos utilizadas pelo setor da construção civil. Os procedimentos metodológicos empregados no trabalho estão apresentados, em forma de fluxograma, como mostrado na Figura 1. Para tanto, foi realizada uma revisão bibliográfica baseada em materiais como artigos científicos, trabalhos de conclusão de curso, teses, dissertações, livros e revistas especializadas. A seleção dos materiais seguiu como critérios de relevância a atualidade e a aderência aos objetivos da pesquisa, utilizando-se palavras-chave pertinentes ao tema e a consulta a bases de dados reconhecidas. Dessa forma, buscou-se identificar as principais tendências, desafios e relacionadas a gestão de resíduos da construção civil.

Figura 1: Fluxograma da metodologia de pesquisa e execução do trabalho.



Fonte: Elaborado pela autora.

Para analisar a situação da gestão de resíduos da construção civil (RCC), a metodologia de pesquisa foi dividida em duas etapas, sendo elas: 1) a seleção dos materiais e métodos a serem utilizados e 2) revisão bibliográfica à cerca do conceito e do funcionamento da gestão e gerenciamento dos RCC no Brasil. Assim, essa análise permitiu uma compreensão qualitativa do panorama atual da geração e gestão de RCC no contexto brasileiro, conciliando a fundamentação teórica com os dados disponíveis na literatura.

### 3.1. MATERIAIS

Os materiais utilizados na pesquisa consistem, principalmente, em documentos bibliográficos e científicos como artigos científicos, trabalhos de conclusão de curso (TCCs), dissertações e teses, livros técnicos, revistas especializadas, normas técnicas e legislações pertinentes. A seleção dos materiais foi realizada por meio de consulta a base de dados reconhecidas, tais como Google acadêmico, Scielo, Scopus e Web of Science, em que são bases que reúnem publicações científicas confiáveis e amplamente utilizadas na área da engenharia e construção civil.

Na realização da busca dos materiais, foram utilizadas palavras-chave relacionadas ao tema, tais como: “gestão de resíduos da construção civil”, “resíduos da construção civil”, “sustentabilidade na construção civil”, “reciclagem”, “reutilização”, “gerenciamento de resíduos sólidos”, “*construção sustentável*”, “*waste management in construction*”, “*construction and demolition waste*”. Sendo essas palavras-chave combinadas em português e quando necessário em inglês, utilizando operadores booleanos como “AND” e “OR”, onde: “AND”, restringe a busca, exigindo que todos os termos estejam presentes no resultado e “OR”, expande a busca, encontrando resultados com pelo menos um dos termos utilizados.

### 3.2. MÉTODOS

Os métodos utilizados para encontrar esses materiais, foram a aplicação de ferramentas de busca nas bases digitais e sites de pesquisa. Para a escolha desses materiais foram levados em conta os seguintes critérios: (a) relevância em relação ao tema e aos objetivos da pesquisa; (b) a atualidade, priorizando publicações dos últimos anos; (c) clareza metodológica e

consistência dos dados apresentados; e (d) contribuição teórica ou prática para a gestão de resíduos na construção civil.

As buscas iniciais retornaram aproximadamente 830 resultados na Web of Science, 56 na Scielo e 32.000 no Google Acadêmico. Esses quantitativos representam os resultados apresentados pelas respectivas plataformas durante o levantamento inicial e não foram somados para estabelecer o número total de estudos encontrados, uma vez que pode haver sobreposição entre as bases consultadas, especialmente em razão da abrangência do Google Acadêmico.

Diante da quantidade de resultados obtidos, foi realizada uma seleção inicial com base na análise dos títulos, priorizando-se os trabalhos que apresentavam maior proximidade com o tema e com os objetivos da pesquisa. Posteriormente, os trabalhos considerados pertinentes foram analisados quanto ao conteúdo e à contribuição para o desenvolvimento do estudo. Também foram consultadas as referências bibliográficas dos trabalhos selecionados, permitindo a identificação de outras publicações relevantes que contribuíram para a fundamentação teórica da pesquisa.

Para a seleção dos materiais foram utilizados também o critério de inclusão em que priorizava trabalhos atuais publicados entre o ano de 1999 e 2026, que abordassem diretamente práticas e desafios na gestão dos resíduos ou soluções para a sustentabilidade na gestão de RCC, contendo estudos de caso e outras pesquisas pertinentes. Como critério de exclusão, foram desconsiderados trabalhos que tratassem de resíduos de outras indústrias sem foco na construção civil e documentos cujo foco principal não seja a sustentabilidade. Sendo assim, os materiais em que não apresentaram relação direta com o tema ou que possuíam informações desatualizadas foram descartados.

Após o processo de levantamento, seleção e análise dos materiais, aproximadamente 23 trabalhos acadêmicos foram utilizados como base principal da revisão bibliográfica, além de legislações, normas técnicas e outras fontes pertinentes ao desenvolvimento da pesquisa. A quantidade final de trabalhos utilizados representa, portanto, os estudos que apresentaram maior aderência aos objetivos estabelecidos, não correspondendo ao total de resultados inicialmente disponibilizados pelas bases de dados.

Após a coleta e organização das informações, foi realizada a análise crítica dos resultados, relacionando-os com os objetivos propostos e com a literatura existente. Os dados

qualitativos foram interpretados à luz do referencial teórico, fazendo-se comparações e contextualizando as discussões teóricas. A análise dos dados ocorreu por meio da organização das informações em categorias temáticas, permitindo identificar: as principais práticas de gestão de resíduos, os benefícios ambientais, econômicos e sociais, os desafios enfrentados pelo setor da construção civil, e as soluções e estratégias sustentáveis adotadas na construção civil. Essa etapa permitiu também discutir as tendências atuais, lacunas e perspectivas futuras para a gestão de resíduos na construção civil.

Na fase conclusiva desta pesquisa, os resultados da revisão bibliográfica e da análise de dados foram interpretados de forma integrada. Essa junção de métodos permitiu fundamentar as conclusões, possibilitando que as tendências e desafios identificados na literatura fossem comparados com os dados reais da geração e gestão de RCC, resultando em recomendações que faziam sentido para o cenário atual.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1. ANÁLISE COMPARATIVA DA GESTÃO DE RESÍDUOS

Os resultados obtidos na análise da gestão de resíduos, abrangendo diferentes contextos municipais e canteiros de obras, encontram-se sintetizados na Tabela 2. É possível observar a estrutura de gestão, as práticas adotadas e os principais desafios e lacunas encontradas em cada localidade. Entre os municípios avaliados, Belo Horizonte (MG), se destaca pela existência de um sistema estruturado de gestão, caracterizado pela adoção de práticas sistematizadas de reciclagem, as quais contribuem para o reaproveitamento dos resíduos gerados. Por outro lado, a situação em Uberaba (MG), mostra que mesmo tendo uma infraestrutura física adequada e ecopontos distribuídos pela cidade, ainda se tem uma persistência no descarte em locais irregulares. Já em Goiânia (GO), observa-se uma heterogeneidade nas práticas adotadas nos canteiros de obras, enfrentando barreiras como a falta de espaço físico para disposição final e a pouca comunicação com o poder público.

De forma geral, ao se fazer uma comparação entre os municípios apresentados na Tabela 2, é possível observar que os três municípios ainda enfrentam desafios relacionados à destinação inadequada dos resíduos. Observa-se também que o nível de estruturação da gestão dos RCC influencia diretamente nas práticas adotadas, embora a existência de infraestrutura e de instrumentos legais, por si só, não seja suficiente para garantir resultados efetivos. Enquanto Belo Horizonte apresenta um sistema mais consolidado, com melhores resultados na segregação e reciclagem dos resíduos, Uberaba demonstra que a disponibilidade de ecopontos e de um arcabouço legal não elimina problemas relacionados ao descarte irregular e à implementação das políticas de gestão.

Em Goiânia, por sua vez, a ausência de um modelo de gestão padronizado resulta em maior variabilidade nas práticas adotadas, refletindo limitações estruturais e institucionais que dificultam a implementação de ações mais eficientes. Apesar das diferenças observadas entre os municípios, nota-se que alguns desafios são recorrentes em todos os contextos analisados, especialmente aqueles relacionados ao descarte irregular, à insuficiência de fiscalização e à necessidade de maior integração entre o poder público e os demais agentes envolvidos. Esses resultados evidenciam e reforçam que a melhoria da gestão de RCC exige uma atuação conjunta entre os geradores e demais agentes envolvidos.

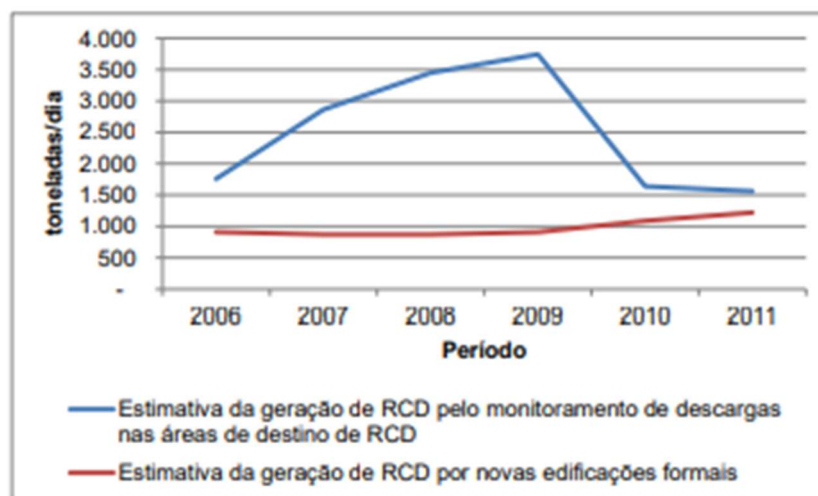
Tabela 2 - Síntese comparativa de estudos sobre gestão de RCC em diferentes municípios

| <b>Município</b>           | <b>Estrutura de Gestão</b>                                                                                 | <b>Prática predominante</b>                                                                                               | <b>Principais desafios / lacunas</b>                                                                             |
|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Belo Horizonte - MG</b> | Sistema estruturado pioneiro, estações de reciclagem e coleta/transporte por agentes privados cadastrados. | Grandes obras: segregação e reutilização/reciclagem.<br><br>Pequenas obras: descarte em caçambas, muitas vezes irregular. | Alto índice de construções informais e descarte irregular por pequenas obras.                                    |
| <b>Uberaba - MG</b>        | Rede de Ecopontos, serviço de caçambeiros cadastrados e arcabouço legal definido.                          | Descarte irregular persistente, indicando falha na implementação.                                                         | Ineficiência operacional, persistência de disposição irregular e estrutura organizacional deficiente.            |
| <b>Goiânia - GO</b>        | Identificação de distintos níveis de gestão (de ausência total a programas estruturados).                  | Variável: desde nenhuma segregação até gestão ambiental estruturada.                                                      | Falta de integração com o poder público, limitação de espaço, ausência de incentivos e dificuldades estruturais. |

Fonte: Elaborado pela autora com base em Bessa, Mello e Lourenço (2019), Fanta e Sarmento (2015) e Naves (2014).

Diante desse cenário, embora Belo Horizonte (MG) se destaque pelo seu sistema organizado, os dados sobre a quantidade de resíduos de construção e demolição (RCD) gerados na capital mineira ainda revelam desafios importantes que precisam de atenção. Esses dados levantados por Lúcio (2013) sobre a quantidade de resíduos gerados, encontram-se apresentados na Figura 2. Os dados mostram que as projeções feitas para o ano de 2009 variaram entre 1.000 e 3.750 toneladas por dia, representando uma diferença de aproximadamente 275%. Essa diferença de 2.750 toneladas/dia entre as estimativas evidencia um grande desafio no dimensionamento da geração real de RCD na cidade e a influência significativa do setor informal na composição total dos resíduos gerados.

Figura 2: Evolução da geração de RCD no município de Belo Horizonte - MG.



Fonte: Lúcio (2013).

Os dados apresentados na Figura 2 mostra que, apesar das incertezas relacionadas à estimativa da geração de RCD, Belo Horizonte dispõe de um sistema de gestão relativamente consolidado quando comparado aos demais municípios analisados. Conforme apresentado na Tabela 2, o município se destaca por apresentar uma estrutura consolidada de coleta, transporte e triagem de resíduos, com participação ativa de agentes privados, sobretudo na locação de caçambas e no transporte dos materiais para estações de reciclagem ou aterros licenciados.

Conforme discutido por Bessa, Mello e Lourenço (2019), Belo Horizonte foi pioneiro na adoção de práticas sistematizadas de reciclagem, baseadas em análises qualitativas e quantitativas dos resíduos gerados, contribuindo para a redução da demanda por novos materiais, diminuição de custos municipais e fortalecimento de ações de educação ambiental. No entanto, observa-se que a segregação dos resíduos ocorre de forma desigual, sendo mais efetiva em obras de grande porte, enquanto pequenas obras ainda apresentam práticas inadequadas, como a ausência de separação e o descarte irregular em vias públicas.

Resultados semelhantes são observados em Uberaba (MG). O estudo de Faita e Sarmiento (2015) mostra que, embora exista uma infraestrutura física adequada, com ecopontos distribuídos pela cidade e um arcabouço legal definido, a gestão dos RCC ainda apresenta baixa eficiência operacional. A persistência de deposições irregulares, já identificada na Tabela 2, indica que a simples existência de equipamentos e normas não garante a efetividade da gestão,

sendo imprescindível o aprimoramento dos processos administrativos, da fiscalização e das ações de conscientização da população. Essa necessidade de olhar para além das leis e entender o que acontece na prática fica ainda mais evidente quando analisamos o dia a dia dentro dos canteiros de obras.

As diferenças observadas entre os municípios analisados na Tabela 2 demonstram que a gestão dos resíduos da construção civil não depende apenas das políticas públicas e da infraestrutura disponível, mas também da forma como essas diretrizes são implementadas nos canteiros de obras. Nesse contexto, os resultados apresentados por Naves (2014) evidenciam que, em um mesmo município, podem coexistir diferentes níveis de gerenciamento dos RCC, refletindo a diversidade de práticas adotadas pelas empresas e seus distintos graus de comprometimento com a gestão dos resíduos.

A partir da análise realizada por Naves (2014) em dez obras distintas no município de Goiânia (GO), foi possível observar que as obras não seguem um padrão único, se dividindo assim em diferentes perfis de gestão ambiental adotadas nos canteiros. A síntese dessas informações é apresentada na Tabela 3. É possível observar o perfil de gestão, as práticas utilizadas no canteiro de cada obra analisada e as principais dificuldades relatadas pelas empresas. Com o objetivo de facilitar a apresentação das informações, as obras foram agrupadas de acordo com os perfis de gestão dos resíduos observados em cada uma delas, sendo identificadas apenas por numeração (obras 1 a 10), conforme a identificação adotada pelo autor. Dessa forma, as obras 1, 3 e 8 foram reunidas no grupo de gestão avançada/completa, as obras 4 e 5 no grupo de gestão parcial ou em implementação, e as obras 2, 6, 7, 9 e 10 no grupo de gestão inexistente ou terceirizada.

A análise dessas obras variou desde obras com ausência total de práticas de separação, onde o entulho é tratado apenas como um material a ser descartado, até obras com programas estruturados de gerenciamento, que realizam a separação correta dos resíduos. Entre os principais problemas práticos enfrentados destacam-se a falta de espaço físico nos canteiros para realizar a separação dos resíduos e a dificuldade em conscientizar e treinar os próprios funcionários a fazer a separação correta do entulho gerado.

Tabela 3 - Práticas de gerenciamento de RCC nas obras analisadas.

| <b>Perfil de gestão</b>     | <b>Obras analisadas</b> | <b>Prática no canteiro</b>                                                    | <b>Destino dos resíduos</b>                                                          | <b>Principais dificuldades/observações</b>                                   |
|-----------------------------|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Avançada / completa         | 1,3,8                   | Segregação total dos resíduos e a utilização de baias e caçambas específicas. | Encaminhamento seletivo para recicladoras, cooperativas ou reuso interno.            | Falta de implantação de um plano de gestão integrada pelo poder público.     |
| Parcial ou em implementação | 4,5                     | Segregação apenas de alguns resíduos (parcial).                               | Parte para recicladoras e parte para caçambas comuns.                                | Falta de estrutura técnica e dificuldade de integração com a municipalidade. |
| Inexistente / Terceirizada  | 2,6,7,9,10              | Nenhuma segregação e descarte direto em caçambas comuns.                      | Terceirizado (transportadora), sem acompanhamento e com destino ao aterro sanitário. | Falta de espaço no canteiro ou burocracia e falta de apoio municipal.        |

Fonte: Elaborado pela autora com base em Naves (2014).

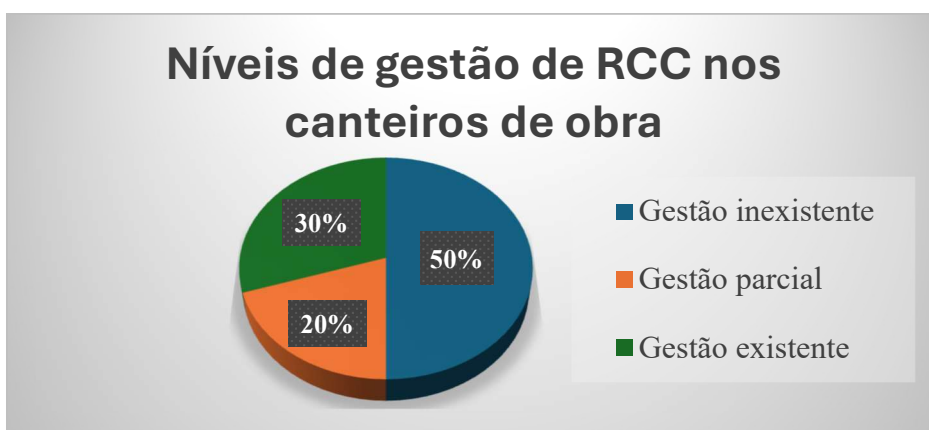
Diante desse cenário apresentado na Tabela 3, um dado qualitativo de extrema relevância identificado por Naves (2014) foi o interesse manifesto por parte de algumas empresas (especificamente as obras 5, 6 e 9) em implementar programas de gestão, mas condicionam isso a um maior suporte e integração com o poder público municipal. Apesar das dificuldades apresentadas, observa-se que alguns desafios são comuns a todos os perfis de gestão. A limitação de espaço físico nos canteiros, por exemplo, aparece como um dos principais entraves para a segregação dos resíduos. Além disso, dificuldades relacionadas à conscientização dos trabalhadores e ao treinamento das equipes também foram identificadas.

Esse posicionamento demonstra que parte das empresas reconhece a importância da gestão dos RCC, porém percebe limitações que ultrapassam a atuação individual dos empreendimentos.

Ainda tratando dos resultados da Tabela 3, outro aspecto relevante é que as obras com gestão mais estruturada (obras 1,3 e 8), apresentaram benefícios que vão além da destinação ambientalmente adequada dos resíduos. A segregação na fonte possibilitou o encaminhamento de materiais para reciclagem e reutilização, reduzindo o desperdício de recursos e favorecendo o aproveitamento de materiais que, em outros cenários, seriam descartados como rejeitos. Em contrapartida, os canteiros que não adotavam práticas sistematizadas de gerenciamento (obras 2, 6, 7, 9, e 10), demonstraram maior dependência da disposição final em aterros, evidenciando uma gestão predominantemente corretiva, em vez de preventiva.

A partir dos perfis de gestão detalhados na Tabela 3, foi possível mapear como esses diferentes níveis de gestão se distribuem entre as obras analisadas de forma quantitativa. Dessa forma, a Figura 3 apresenta a divisão percentual das obras estudadas por Naves (2014), classificadas de acordo com os níveis de gestão adotados nos canteiros. Os dados revelam que metade das obras analisadas (50%) não apresentam qualquer tipo de gestão dos RCC, descartando os resíduos de forma inadequada. Por outro lado, o gráfico mostra um cenário positivo em 30% dos empreendimentos por possuírem sistemas de gerenciamento existentes e estruturados, mesmo que em diferentes níveis de consolidação. O restante das obras (20%) se encontra em um meio-termo, realizando apenas uma gestão parcial dos resíduos gerados.

Figura 3: Gráfico dos níveis de gestão das obras analisadas.



Fonte: Elaborado pela autora com base em Naves (2014).

A predominância de obras sem qualquer prática de gestão (50%) observadas na Tabela 3 e Figura 3 evidencia a fragilidade das ações adotadas nos canteiros. Este resultado alinha-se às observações de Naves (2014), que identificou grande heterogeneidade na adoção de práticas de gerenciamento de RCC. Os principais obstáculos identificados, como limitações de espaço físico, ausência de incentivos, dificuldades estruturais e baixa integração com o poder público, demonstram que a implementação da gestão de resíduos depende não apenas do porte da obra, mas também de condições institucionais e organizacionais, conforme já sinalizado na análise comparativa da Tabela 2. A presença de 30% de obras com sistemas estruturados demonstra que iniciativas bem-sucedidas são possíveis, mas ainda restritas a uma minoria dos empreendimentos e que as boas práticas ainda dependem mais das características organizacionais de cada empresa do que de um padrão consolidado de gerenciamento.

A realidade observada nos municípios e nos canteiros de obras analisados não se restringe aos estudos de caso apresentados, mas reflete um cenário recorrente na gestão de RCC em diferentes municípios. A análise conjunta dos trabalhos de Lucio (2013), Fanta e Sarmento (2015), Naves (2014), Bessa, Mello e Lourenço (2019) e Guedes *et al.* (2024), permitiu identificar padrões semelhantes, evidenciando que as dificuldades encontradas são recorrentes, independentemente do porte da obra ou do contexto em que ela está inserida. Em conjunto, esses fatores criam um ciclo vicioso no qual a limitação de espaço nos canteiros e a insuficiência de conhecimento técnico favorecem a mistura dos resíduos de diferentes classes (A, B, C e D), conforme classificação estabelecida pela Resolução CONAMA nº307 (2002), comprometendo a segregação na fonte e reduzindo as possibilidades de reutilização e reciclagem dos materiais.

Com base nessas evidências discutidas ao longo deste trabalho, foi possível elaborar um modelo conceitual representado por dois cenários distintos: o ciclo ideal e o ciclo real da gestão de resíduos, apresentados na Figura 4. No ciclo ideal, a segregação dos resíduos ocorre na fonte geradora, permitindo o acondicionamento adequado e o encaminhamento de cada classe para processos de reutilização, reciclagem ou destinação final ambientalmente adequada. Em contrapartida, no ciclo real, os estudos analisados evidenciam que, a gestão dos resíduos é frequentemente comprometida por fatores como a limitação de espaço nos canteiros, a insuficiente capacitação da mão de obra, falhas no controle operacional e a ausência de incentivos para a segregação. Como consequência, ocorre a mistura precoce dos resíduos, reduzindo significativamente seu potencial de reaproveitamento e aumentando o volume destinado a aterros ou a formas inadequadas de disposição final.

Figura 4: Comparação entre ciclo ideal e ciclo real na gestão de resíduos



Fonte: Elaborado pela autora.

Diante desse cenário, a adoção de estratégias que favoreçam o retorno e o reaproveitamento dos resíduos torna-se relevante para o aprimoramento da gestão dos RCC. Entre essas estratégias, destaca-se a logística reversa, definida pela Lei nº 12.305 (2010), que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), como um instrumento de desenvolvimento econômico e social destinado a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou para outra destinação final ambientalmente adequada. No contexto da construção civil, a aplicação desse instrumento pode contribuir para reduzir o descarte inadequado e ampliar as possibilidades de reutilização, reciclagem e aproveitamento de determinados materiais.

Essa estratégia é especialmente relevante para resíduos que apresentam características que demandam cuidados específicos em sua destinação, podendo envolver a participação de fabricantes e fornecedores na estruturação de sistemas de retorno. Figueroa e Pinedo (2022) destacam a logística reversa como uma alternativa de gerenciamento capaz de possibilitar o encaminhamento de materiais excedentes ou descartados para reutilização, reciclagem ou destinação adequada. Essa abordagem está alinhada às diretrizes da Resolução CONAMA nº 307 (2002), que estabelece como prioridades para a gestão dos resíduos da construção civil a

não geração, a redução, a reutilização, a reciclagem e, somente quando essas alternativas não forem possíveis, a destinação final ambientalmente adequada. Nesse sentido, a incorporação de sistemas de logística reversa ao gerenciamento dos RCC pode contribuir para aproximar o ciclo real do modelo ideal apresentado na Figura 4, ao favorecer o retorno de materiais aos processos produtivos e reduzir a dependência da disposição final.

#### 4.2. ANÁLISE DAS TECNOLOGIAS UTILIZADAS PARA A GESTÃO DE RCC

Os resultados obtidos na análise das tecnologias utilizadas para a gestão de RCC, encontram-se sintetizados na Tabela 4. Com o intuito de facilitar a análise entre as diferentes ferramentas identificadas na literatura, os resultados foram apresentados reunindo as principais ferramentas tecnológicas encontradas, organizando-as segundo a sua escala de aplicação, a função principal e os benefícios associados a gestão de RCC. De forma geral, é possível observar que essas ferramentas tecnológicas atuam em diferentes etapas do processo de gestão, desde o planejamento inicial das atividades até o monitoramento, transporte e destinação final dos resíduos, contribuindo para tornar o gerenciamento mais organizado, eficiente, rastreável e, sobretudo, proporcionando um maior controle dos resíduos gerados.

Tabela 4 - Tecnologias aplicadas à gestão de RCC e suas principais funções

| <b>Tecnologia / sistema</b>  | <b>Escala / local de aplicação</b>         | <b>Função Principal</b>                                               | <b>Benefícios apontados</b>                                                                                          |
|------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Software Integrado de Gestão | Nível organizacional (empresas, canteiros) | Organizar, planejar e administrar todas as etapas da cadeia geradora. | Facilita a implantação de programas, emissão de relatórios consistentes em tempo real e melhora a tomada de decisão. |
| Projeto Piloto 1             | Nível regional (DF e Goiânia)              | Modernizar a indústria via reciclagem e tecnologias sustentáveis.     | Fortalecimento da gestão, integração de agregados reciclados e o                                                     |

|                             |                                        |                                                                         |                                                                                                              |
|-----------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                             |                                        |                                                                         | escoamento eficiente de materiais segregados                                                                 |
| Sistema "COLETA online-RCC" | Nível municipal (Fortaleza)            | Controle e monitoramento em tempo real do transporte e destinação final | Maior rastreabilidade do processo.                                                                           |
| Sistema MTR-MG              | Nível estadual (Minas Gerais)          | Rastreamento de resíduos gerados e recebidos no estado.                 | Monitoramento via documentos eletrônicos obrigatórios (MTR, CDF, DMR).                                       |
| Modelagem BIM               | Nível do empreendimento (projeto/obra) | Modelagem 3D integrada de informações do ciclo de vida.                 | Visão abrangente, previsão e quantificação de geração de resíduos e o planejamento de estratégias de gestão. |

Fonte: Elaborado pela autora com base em Damasceno e Souza (2021), Lacerda (2016), Naves (2014) e Silva (2024).

Ao se realizar uma análise comparativa das tecnologias apresentadas na Tabela 4 é possível observar que embora as ferramentas aplicadas à gestão de RCC possuam finalidades distintas, todas compartilham o objetivo de ampliar a sua eficiência. A principal diferença entre elas está na escala de aplicação e na etapa da cadeia de gerenciamento em que atuam. Enquanto os softwares integrados de gestão concentram-se na organização das informações e no acompanhamento das atividades desenvolvidas nos canteiros, sistemas como o MTR-MG e o Coleta Online-RCC priorizam o controle da movimentação e da destinação dos resíduos, ampliando a rastreabilidade e facilitando o monitoramento pelos órgãos responsáveis. Em contrapartida, iniciativas como o Projeto Piloto 1 e a modelagem BIM apresentam uma abordagem mais preventiva, buscando reduzir a geração de resíduos por meio do planejamento e da otimização dos processos construtivos.

Essa diferença apresentada evidencia que as tecnologias analisadas não procuram solucionar um mesmo problema, mas atuar sobre diferentes fragilidades do gerenciamento dos RCC. Nesse contexto, conforme proposto por Naves (2014), o desenvolvimento de sistemas informatizados integrados configura-se como uma ferramenta essencial para o planejamento e a administração de todas as etapas da cadeia geradora. Segundo o autor, a adoção de softwares de gestão com interfaces simples e banco de dados estruturados favorece a emissão de relatórios em tempo real, contribuindo para a quantificação dos resíduos, a redução de desperdícios e a tomada de decisão baseada em informações confiáveis. Dessa forma, essas ferramentas estabelecem uma ligação entre o planejamento das atividades e o gerenciamento operacional desenvolvido nos canteiros de obras.

Além dos sistemas voltados à gestão interna, destacam-se as tecnologias direcionadas ao monitoramento e a rastreabilidade dos resíduos, que ampliam o controle sobre o transporte e a destinação final dos materiais. Entre essas iniciativas, Lacerda (2016) destaca o Projeto Piloto 1, implementado no Distrito Federal e em Goiânia, que demonstrou o potencial do uso de tecnologias sustentáveis para fortalecer a reciclagem e ampliar o reaproveitamento de materiais segregados diretamente nos canteiros de obras. De forma semelhante, o sistema COLETA online-RCC, implementado em Fortaleza, permite o controle e o monitoramento em tempo real do transporte e da destinação final dos resíduos, assegurando maior rastreabilidade e confiabilidade às informações geradas.

Na mesma perspectiva, Damasceno e Souza (2021) destacam a implementação do Sistema Estadual de Manifesto de Transporte de Resíduos (MTR-MG), obrigatório em Minas Gerais desde dezembro de 2020. A plataforma possibilita o rastreamento dos resíduos gerados por meio da emissão de documentos eletrônicos, como o Manifesto de Transporte de Resíduos (MTR), o Certificado de Destinação Final (CDF) e a Declaração de Movimentação de Resíduos (DMR), contribuindo para a padronização das informações, o fortalecimento do controle ambiental e o aumento da transparência e fiscalização das atividades relacionadas aos resíduos da construção e demolição. A semelhança entre essas plataformas indica uma tendência de utilização de sistemas digitais para ampliar a rastreabilidade dos resíduos, reduzindo a dependência de registros manuais e favorecendo maior transparência no acompanhamento das etapas de transporte e destinação final.

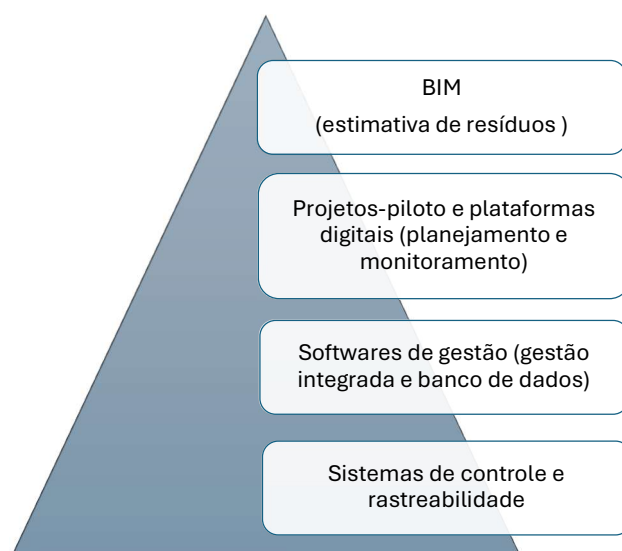
Enquanto as tecnologias anteriormente discutidas concentram-se predominantemente no controle, monitoramento e registro dos resíduos já gerados, a Modelagem da Informação da Construção (Building Information Modeling – BIM) destaca-se como uma tecnologia inovadora com uma abordagem mais estratégica e preventiva. Conforme Silva (2020), o BIM permite a integração de informações ao longo de todo o ciclo de vida da edificação, desde a concepção do projeto até a sua operação. De acordo com Lima (2018) apud Silva (2024), essa tecnologia pode ser utilizada para mapear e quantificar a geração de resíduos nas diferentes etapas do projeto, por meio da inserção de dados específicos sobre materiais e processos construtivos, utilizando softwares como Autodesk Revit e Navisworks, favorecendo a previsão de impactos, a otimização do uso de materiais e a definição antecipada de estratégias de gerenciamento.

Nesse sentido, observa-se que ao deslocar a gestão dos resíduos para a fase de projeto, o BIM modifica a lógica tradicional do gerenciamento, que normalmente concentra esforços após a geração dos resíduos. Essa característica diferencia essa tecnologia das demais ferramentas analisadas e reforça seu papel na adoção de estratégias preventivas. Embora sua implementação exija maior capacitação técnica e qualidade das informações inseridas nos modelos digitais, Silva (2024) destaca que seus benefícios, como maior precisão nas estimativas, redução de desperdícios e aprimoramento do planejamento, superam essas limitações, consolidando essa tecnologia como uma das principais ferramentas para o fortalecimento da sustentabilidade na construção civil.

Ainda de acordo com a Tabela 4, a atuação complementar das tecnologias apresentadas pode ser melhor compreendida por meio da Figura 5, onde a organização da hierarquia das tecnologias é apresentada em forma de pirâmide. Com o objetivo de ilustrar os diferentes níveis de atuação das ferramentas tecnológicas, a ilustração sintetiza como a integração entre sistemas de rastreabilidade e a modelagem BIM estabelece uma hierarquia de controle que vai desde a operação em campo até o nível estratégico de tomada de decisão. Na base da pirâmide encontram-se os sistemas de controle e rastreabilidade, como o MTR-MG e o COLETA online-RCC, que garantem o monitoramento do transporte e da destinação final dos resíduos, conforme discutido por Damasceno e Souza (2021) e Lacerda (2016), sendo esses, instrumentos fundamentais para assegurar a conformidade legal e a transparência do processo, constituindo o primeiro passo para uma gestão estruturada.

Em um nível intermediário da pirâmide representada na Figura 5, destacam-se os softwares de gestão integrada e os bancos de dados propostos por Naves (2014), que ampliam a capacidade de planejamento, quantificação e tomada de decisão, e ao centralizar informações em tempo real sobre a cadeia geradora de resíduos essas ferramentas fortalecem a gestão operacional e administrativa, permitindo maior controle e eficiência no manejo dos RCC. Já no topo da pirâmide, a utilização da modelagem BIM representa um avanço tecnológico mais sofisticado, voltado à previsão e à redução da geração de resíduos ainda na fase de projeto, conforme apontam Silva (2020) e Silva (2024). Embora sua implementação demande maior capacitação técnica e qualidade das informações inseridas, o BIM apresenta elevado potencial para integrar sustentabilidade e produtividade, consolidando-se como uma tecnologia estratégica para a construção civil sustentável, ocupando o nível mais elevado na hierarquia.

Figura 5: Pirâmide das tecnologias aplicadas à gestão de resíduos.



Fonte: Elaborado pela autora.

A comparação realizada entre as tecnologias analisadas mostra que elas não devem ser compreendidas como soluções independentes, mas como ferramentas complementares que atuam em diferentes momentos do gerenciamento dos resíduos. Enquanto os sistemas de rastreabilidade concentram-se no acompanhamento do transporte e da destinação final dos materiais, os softwares de gestão integrada favorecem a organização das informações e o monitoramento das atividades desenvolvidas durante a execução da obra. Em uma etapa

anterior, a modelagem BIM amplia essa abordagem ao permitir que decisões relacionadas à redução da geração de resíduos sejam incorporadas ainda na fase de projeto. Essa atuação em diferentes níveis demonstra que uma gestão mais eficiente depende da integração entre tecnologias voltadas tanto ao planejamento quanto ao controle operacional.

Apesar dos avanços proporcionados pelas tecnologias analisadas, os estudos também evidenciam limitações que podem comprometer sua aplicação prática em determinados contextos. No caso dos sistemas de rastreabilidade, como o MTR-MG, por exemplo, a obrigatoriedade legal não elimina dificuldades relacionadas à subnotificação por parte de geradores informais nem os desafios enfrentados por municípios com menor estrutura técnica e administrativa para operacionalizar essas plataformas. Esses aspectos demonstram que a efetividade dessas ferramentas depende não apenas de sua disponibilidade, mas também da capacitação dos usuários, da padronização dos procedimentos e da articulação entre os diferentes agentes envolvidos na gestão dos resíduos.

Outro aspecto observado é que a incorporação dessas tecnologias representa uma mudança na forma como a gestão dos resíduos é conduzida. Em vez de direcionar esforços apenas para corrigir problemas após a geração dos resíduos, parte das ferramentas analisadas possibilita antecipar decisões, organizar processos e produzir informações que subsidiam o gerenciamento ao longo de todo o ciclo construtivo. Dessa forma, percebe-se que o uso dessas tecnologias amplia a capacidade de planejamento e acompanhamento das atividades, favorecendo uma gestão mais sistematizada e baseada em informações, sem substituir, contudo, a necessidade de fiscalização, capacitação dos profissionais e adoção de boas práticas nos canteiros de obras.

#### 4.3. ANÁLISE DAS PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

A análise realizada sobre práticas sustentáveis na construção civil, considerando diferentes dimensões e níveis de intervenção ao longo do ciclo de vida das edificações, encontra-se sintetizadas na Tabela 5. A partir das informações obtidas nos estudos analisados, foi possível sistematizar as principais práticas adotadas pelo setor, organizando-as de acordo com as suas categorias de atuação e seus benefícios empregados. É possível observar a diversidade de ações empregadas para a redução dos impactos ambientais na construção civil,

abrangendo desde intervenções na fase de projeto até estratégias operacionais nos canteiros de obras. Essa diversidade de abordagens evidencia que a redução dos impactos ambientais depende da integração entre decisões de projeto, escolha de materiais, organização dos processos construtivos e adoção de mecanismos de gestão.

Conforme Kibert (2019), essas práticas podem ser organizadas em três grandes eixos: gestão de processos e resíduos, seleção de materiais de menor impacto ambiental e implementação de soluções voltadas à eficiência hídrica e energética. Embora apresentem objetivos específicos, esses eixos não atuam de forma isolada. Pelo contrário, mostram que a sustentabilidade depende da articulação entre medidas preventivas, relacionadas ao planejamento da obra e ações executadas durante sua construção e operação. Dessa forma, observa-se que os benefícios ambientais tendem a ser ampliados quando essas estratégias são adotadas de maneira integrada, e não como iniciativas pontuais.

Tabela 5 - Práticas sustentáveis na construção civil

| <b>Categoria</b> | <b>Prática</b>                    | <b>Descrição</b>                                                                     | <b>Benefícios</b>                                                           |
|------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| Projeto          | Projeto para desmontagem          | Projetar edificações pensando no futuro desmonte e reaproveitamento dos componentes. | Facilita a reciclagem e o reuso no fim da vida útil.                        |
| Projeto          | Construção modular                | Utilização de módulos pré-fabricados produzidos em ambiente controlado.              | Redução de desperdícios, menor tempo de obra e maior controle de qualidade. |
| Materiais        | Utilização de madeira certificada | Utilização de madeira com origem comprovada e manejo sustentável.                    | Reduz o desmatamento ilegal.                                                |
| Materiais        | Utilização de tijolos ecológicos  | Blocos produzidos com solo-cimento ou resíduos, sem queima em fornos.                | Menor consumo energético na produção e aproveitamento de resíduos.          |

|           |                                       |                                                                                                                                   |                                                              |
|-----------|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Materiais | Utilização de concreto reciclado      | Substituição de agregados naturais por materiais provenientes de reciclagem de RCC.                                               | Reduz a extração de recursos naturais.                       |
| Materiais | Utilização de isolantes naturais      | Materiais como fibra de coco, lã de rocha ou celulose para isolamento térmico/acústico.                                           | Menor impacto ambiental comparado a isolantes sintéticos.    |
| Materiais | Utilização de telhas de fibra vegetal | Telhas produzidas com fibras naturais e resinas.                                                                                  | Alternativa renovável às telhas de amianto ou fibrocimento.  |
| Canteiro  | Segregação na fonte                   | Separar os resíduos por classes no local da geração.                                                                              | Viabiliza a reciclagem.                                      |
| Canteiro  | Gestão de água                        | Monitoramento e redução do consumo, reaproveitamento da água da chuva e reuso de água em atividades como lavagem de equipamentos. | Reduz custos operacionais e impacto sobre recursos hídricos. |
| Canteiro  | Gestão de energia                     | Uso de equipamentos eficiente, iluminação LED e controle de consumo.                                                              | Reduz custos operacionais e emissões associadas.             |
| Gestão    | Plano de gerenciamento de resíduos    | Documento que planeja e controla todas as etapas da gestão de resíduos.                                                           | Garante conformidade legal e organização.                    |
| Gestão    | Certificações ambientais              | Selos que atestam práticas sustentáveis na construção.                                                                            | Agrega valor ao imóvel e credibilidade.                      |

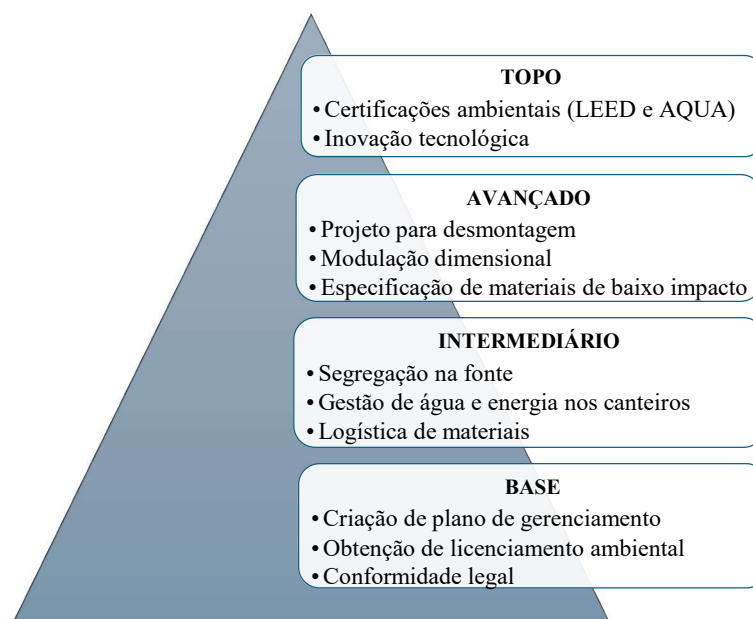
Fonte: Elaborado pelo autor com base em Kibert (2019), Paulo e Coelho (2017), Oliveira *et al.* (2020) e Silva (2024).

Os resultados sintetizados na Tabela 5 evidenciam que a incorporação de práticas sustentáveis pode ocorrer em diferentes momentos do processo construtivo, desde decisões tomadas ainda na fase de projeto até intervenções executadas durante a obra. Embora Kibert (2019) defenda o uso de tecnologias inovadoras como a construção modular e o uso de fontes de energia renováveis, os estudos desenvolvidos em contextos nacionais indicam que a adoção dessas práticas ocorre de forma gradual. Em Cacoal (RO), por exemplo, Oliveira *et al.* (2020) observaram que os profissionais priorizam soluções de aplicação mais imediata, como o reaproveitamento da água da chuva, o uso de sistemas fotovoltaicos e o aproveitamento da iluminação e ventilação natural. Esse resultado sugere que, na prática, a escolha das estratégias sustentáveis costuma estar relacionada não apenas aos benefícios ambientais, mas também à sua viabilidade técnica e econômica.

Essa busca por soluções economicamente viáveis também reforça a importância da gestão sustentável dos materiais e da dinâmica interna nos canteiros de obras. Conforme discutido por Souza e Tanno (2022), práticas como controle adequado de estoques, a redução de desperdícios e o planejamento da cadeia de suprimentos contribuem simultaneamente para a diminuição dos impactos ambientais e para o aumento da eficiência produtiva. Isso demonstra que a sustentabilidade não está restrita ao emprego de materiais ecológicos ou de novas tecnologias, mas também depende da melhoria dos processos construtivos. Ou seja, ganhos ambientais e operacionais tendem a ocorrer de forma conjunta quando a gestão da obra é conduzida de maneira planejada.

A diversidade de práticas identificadas na literatura demonstra que elas apresentam diferentes níveis de abrangência e influência sobre o desempenho ambiental das edificações. Enquanto algumas ações atendem principalmente às exigências legais e organizacionais, outras interferem diretamente no planejamento da obra e na redução da geração de impactos ao longo do ciclo de vida da construção. Com o objetivo de organizar essa evolução, a Figura 6 organiza essas práticas em uma hierarquia. Na base, encontram-se as práticas regulamentares básicas para qualquer iniciativa de sustentabilidade. No nível intermediário, situam-se as práticas operacionais que organizam os canteiros e reduzem desperdícios durante a execução. No nível avançado, destacam-se as práticas da fase de projeto que previnem impactos e otimizam o ciclo de vida dos materiais, enquanto no topo, posicionam-se as práticas que integram a sustentabilidade de forma sistêmica.

Figura 6: Hierarquia das práticas sustentáveis na construção civil



Fonte: Elaborado pela autora.

A organização hierárquica apresentada na Figura 6 evidencia que a sustentabilidade na construção civil não depende da adoção isolada de uma prática específica, mas da evolução gradual das estratégias empregadas ao longo do empreendimento. As ações posicionadas na base da pirâmide, como o atendimento à legislação e a elaboração do plano de gerenciamento de resíduos, representam requisitos mínimos para uma gestão ambiental adequada. Entretanto, à medida que se avança para os níveis superiores, observa-se uma mudança de enfoque: as práticas deixam de atuar apenas sobre os impactos já existentes e passam a preveni-los ainda nas etapas de planejamento e concepção do projeto.

Entre as estratégias apresentadas na Figura 6, a seleção dos materiais se destaca por influenciar diretamente o consumo de recursos naturais, a geração de resíduos e o desempenho ambiental das edificações ao longo de todo o seu ciclo de vida. De acordo com Silva (2024), a especificação e o uso de materiais como madeira certificada, tijolos ecológicos, concreto reciclado, isolantes naturais e telhas de fibra vegetal permite conciliar desempenho técnico, durabilidade e menor impacto ambiental. Embora ainda existam desafios associados aos custos iniciais e à logística de aquisição desses materiais, os resultados demonstram que sua adoção representa um avanço indispensável para a consolidação de um modelo construtivo mais

sustentável, especialmente quando considerada a redução de impactos ao longo do ciclo de vida das edificações.

Considerando a relevância da escolha de materiais para o desempenho ambiental das edificações, a Tabela 6 apresenta uma comparação direta entre os materiais convencionalmente empregados na construção civil e suas respectivas alternativas sustentáveis, destacando as vantagens ambientais e os desafios associados a cada categoria. A análise conjunta dos dados evidencia que, embora os custos iniciais dos materiais sustentáveis possam ser superiores em alguns casos, os benefícios ao longo do ciclo de vida como durabilidade, eficiência energética e potencial de reciclagem compensam o investimento adicional, especialmente quando considerados os impactos ambientais evitados.

Tabela 6 - Comparação entre materiais convencionais e materiais sustentáveis

| <b>Categoria</b> | <b>Material convencional</b>               | <b>Material sustentável</b>                 | <b>Vantagens ambientais</b>                                                                | <b>Desafios</b>                                                   |
|------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| Estrutura        | Concreto convencional (agregados naturais) | Concreto reciclado (agregados de RCC)       | Reduz a extração de recursos naturais e diminui o volume de resíduos destinados a aterros. | Controle de qualidade dos agregados.                              |
| Vedações         | Tijolo cerâmico queimado                   | Tijolo ecológico (solo-cimento ou resíduos) | Elimina a queima (menor consumo energético) e aproveita resíduos.                          | Aceitação pelo mercado e a necessidade de mão de obra capacitada. |
| Madeira          | Madeira nativa sem certificação            | Madeira certificada                         | Garante origem legal e manejo sustentável e combate ao desmatamento ilegal.                | Custo inicial mais elevado e disponibilidade limitada.            |

|            |                                                     |                                                           |                                                                       |                                                    |
|------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| Cobertura  | Telhas de fibrocimento                              | Telhas de fibra vegetal                                   | Material renovável e menor impacto na produção.                       | Durabilidade em comparação a outras.               |
| Isolamento | Isolantes sintéticos (poliestireno, lã de vidro)    | Isolantes naturais (fibra de coco, celulose, lã de rocha) | Biodegradáveis, menor energia incorporada e conforto térmico similar. | O custo e a disponibilidade no mercado brasileiro. |
| Acabamento | Tintas convencionais (compostos orgânicos voláteis) | Tintas ecológicas (base de água)                          | Menor emissão de poluentes internos.                                  | O custo e a menor variedade de cores e texturas.   |

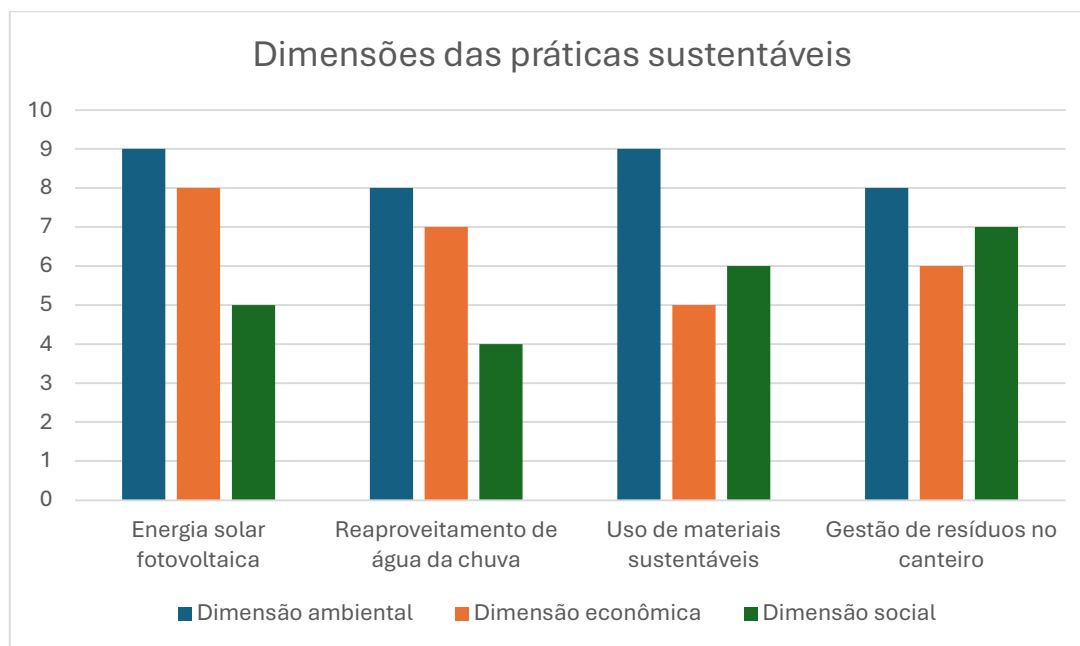
Fonte: Elaborado pela autora com base em Oliveira *et al.* (2020) e Silva (2024).

É importante destacar que as práticas sustentáveis analisadas não se limitam aos benefícios ambientais. Conforme ressaltado por Oliveira *et al.* (2020), tais ações também apresentam impactos positivos nos âmbitos econômico e social, especialmente pela geração de emprego e renda e pela redução de custos operacionais ao longo da vida útil das edificações. Essa constatação reforça o caráter multidimensional da sustentabilidade na construção civil, alinhando-se aos princípios do desenvolvimento sustentável e evidenciando que as práticas sistematizadas na Tabela 5 e hierarquizadas na Figura 6 produzem benefícios que transcendem a dimensão estritamente ambiental.

Considerando que essas práticas exercem influências distintas sobre cada dimensão da sustentabilidade, buscou-se sintetizar, de forma comparativa, a contribuição das principais estratégias identificadas na literatura para os aspectos ambiental, econômico e social. Para isso, foi elaborada uma estimativa comparativa com base nos benefícios e limitações relatados por autores como Oliveira *et al.* (2020) e Silva (2024), estabelecendo-se uma escala de 0 a 10 de acordo com a intensidade relativa dos impactos associados a cada prática. Ressalta-se que esses valores não representam dados quantitativos obtidos diretamente dos estudos, mas uma síntese

interpretativa construída a partir da análise dos resultados encontrados na revisão bibliográfica. Os resultados obtidos dessa estimativa encontram-se apresentados na Figura 7.

Figura 7: Estimativa das práticas e dimensões sustentáveis



Fonte: Elaborado pela autora com base em Oliveira *et al.* (2020) e Silva (2024).

A estimativa apresentada na Figura 7 evidencia que as diferentes práticas contribuem de maneiras distintas para cada dimensão da sustentabilidade. Observa-se que a utilização de energia solar fotovoltaica e o uso de materiais sustentáveis apresentam maior destaque na dimensão ambiental, em razão do potencial de redução do consumo de recursos naturais e das emissões associadas às edificações. O reaproveitamento de água da chuva, por sua vez, demonstra benefícios tanto ambientais quanto econômicos, decorrentes da diminuição da demanda por água potável e da redução dos custos de consumo. Já a gestão de resíduos no canteiro destaca-se por apresentar contribuições mais equilibradas entre as três dimensões, especialmente no aspecto social, devido ao potencial de geração de emprego, incentivo à reciclagem e melhoria da organização dos processos produtivos.

Observa-se, portanto, que cada prática sustentável apresenta potencialidades distintas e complementares. Enquanto algumas estratégias concentram seus benefícios na redução dos impactos ambientais, outras contribuem de forma mais expressiva para a eficiência econômica

ou para o fortalecimento dos aspectos sociais da atividade construtiva. Esses resultados sugerem que a adoção isolada de uma única prática tende a gerar benefícios pontuais, enquanto a combinação de diferentes estratégias permite atender, de forma mais equilibrada, às dimensões ambiental, econômica e social da sustentabilidade na construção civil.

## 5. CONCLUSÃO

A gestão sustentável dos resíduos da construção civil representa um dos principais desafios para o desenvolvimento de um setor construtivo ambientalmente mais responsável. A partir da revisão bibliográfica realizada, foi possível compreender como a gestão desses resíduos tem sido conduzida em diferentes contextos e identificar as principais estratégias, tecnologias e práticas sustentáveis adotadas para minimizar os impactos decorrentes da atividade construtiva.

Os resultados obtidos permitiram alcançar os objetivos propostos neste trabalho. A análise dos estudos demonstrou que a gestão dos resíduos da construção civil é realizada de maneira heterogênea entre municípios e entre diferentes canteiros de obras, refletindo diferentes níveis de estruturação, organização e comprometimento com as práticas de gerenciamento. Enquanto algumas localidades apresentam sistemas mais estruturados, com mecanismos de coleta, triagem, reciclagem e controle mais consolidados, outras ainda enfrentam dificuldades relacionadas ao descarte irregular, à limitação da fiscalização, à baixa integração entre os agentes envolvidos e às deficiências na implementação das políticas de gestão.

Os estudos também mostraram que a existência de infraestrutura e de instrumentos legais, por si só, não garante a efetividade do gerenciamento, sendo necessária uma maior articulação entre poder público, empresas e profissionais do setor. Quanto às possibilidades de redução da geração de resíduos na construção civil, a literatura analisada demonstra que esse processo depende da adoção integrada de diferentes estratégias ao longo de todo o ciclo de vida da edificação. Medidas como o planejamento adequado desde a fase de projeto, a segregação dos resíduos na fonte geradora, a reutilização e reciclagem dos materiais, a escolha de materiais sustentáveis, a racionalização do uso dos recursos e a incorporação de tecnologias de apoio ao gerenciamento mostraram-se fundamentais para minimizar desperdícios e ampliar o aproveitamento dos resíduos gerados.

Nesse contexto, foi possível observar que ferramentas tecnológicas, como sistemas informatizados de gestão, plataformas de rastreabilidade e monitoramento e a Modelagem da Informação da Construção (BIM), desempenham funções complementares dentro do gerenciamento dos resíduos. Enquanto algumas tecnologias atuam no controle, na organização das informações e no acompanhamento da movimentação dos materiais, outras possibilitam antecipar decisões ainda na fase de projeto, contribuindo para prevenir a geração de resíduos e

otimizar o uso dos recursos. Da mesma forma, práticas sustentáveis como o reaproveitamento de água da chuva, a utilização de sistemas de energia solar fotovoltaica, a adoção de materiais de menor impacto ambiental e o gerenciamento adequado dos resíduos demonstraram contribuir não apenas para a redução dos impactos ambientais, mas também para melhorias econômicas e operacionais ao longo da vida útil das edificações.

Os estudos analisados também evidenciaram que a adoção de uma gestão sustentável, fundamentada na reutilização, na reciclagem e na incorporação de tecnologias e materiais mais eficientes, contribui significativamente para a redução do volume de resíduos gerados na construção civil. Entretanto, a efetividade dessas estratégias está condicionada a fatores que vão além da disponibilidade de soluções técnicas. A literatura demonstra que a conscientização dos profissionais, a capacitação da mão de obra, a existência de incentivos governamentais, a fiscalização e o planejamento das obras desde sua concepção exercem papel determinante para que essas práticas sejam efetivamente incorporadas ao processo construtivo.

Entre os principais desafios identificados destacam-se a limitação de espaço físico nos canteiros para segregação dos resíduos, a deficiência na capacitação dos trabalhadores, a baixa adesão às práticas de gerenciamento, a dificuldade de fiscalização, a insuficiente integração entre os diferentes agentes envolvidos e a persistência do descarte irregular. Em conjunto, esses fatores contribuem para a mistura dos resíduos ainda na fonte geradora, reduzindo seu potencial de reutilização e reciclagem e comprometendo a eficiência dos sistemas de gestão.

Dessa forma, conclui-se que a gestão sustentável dos resíduos da construção civil não deve ser compreendida apenas como uma exigência legal ou ambiental, mas como uma estratégia capaz de promover maior eficiência na utilização dos recursos, reduzir desperdícios e contribuir para a sustentabilidade do setor. Os resultados obtidos reforçam que a combinação entre planejamento, boas práticas de gerenciamento, inovação tecnológica, utilização de materiais sustentáveis e participação integrada do poder público, das empresas e dos profissionais, representa uma estratégia importante para o aprimoramento da gestão dos resíduos e para a redução dos impactos ambientais associados à atividade construtiva.

Por fim, como sugestão para trabalhos futuros, recomenda-se a realização de pesquisas de campo que permitam avaliar a aplicação prática das estratégias discutidas nesta revisão bibliográfica, bem como estudos comparativos envolvendo diferentes municípios e regiões do país, com o objetivo de identificar fatores que influenciam a efetividade da gestão dos resíduos

em distintos contextos. Também são recomendadas investigações voltadas à avaliação da viabilidade técnica, econômica e ambiental da implementação de tecnologias como a modelagem BIM e os sistemas digitais de rastreabilidade em obras de diferentes portes, contribuindo para ampliar o conhecimento sobre os impactos dessas ferramentas na redução da geração de resíduos e na consolidação de práticas mais sustentáveis no setor da construção civil.

## REFERÊNCIAS

ASSIS, C. M. de. **Avaliação da gestão integrada de resíduos sólidos urbanos em municípios da Região Metropolitana de Belo Horizonte**. 2012, 381f. Tese (Doutorado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012. Disponível em: <<https://repositorio.ufmg.br/items/077cc37f-a1ed-43fc-80d6-7c015b20aa48>>. Acesso em: 26 dez. 2025.

BESSA, S. A. L.; MELLO, T. A. G; LOURENÇO, K. K. **Análise quantitativa e qualitativa dos resíduos de construção e demolição gerados em Belo Horizonte/MG**. urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana, 2019, 11, e20180099. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/urbe/a/YKd78sYKLW9yYFFkL4Qw3mD/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 14 jan 2026.

BRANDÃO, M. F. **Análise e avaliação da gestão de resíduos da construção civil em belo horizonte**. Dissertação. Programa de Mestrado em Construção Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, MG. 2013. Disponível em: <<https://repositorio.ufmg.br/server/api/core/bitstreams/55b70d23-4c09-4936-81d3-63f843a0166c/content>>. Aceso em: 21 fev. 2025.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº. 448, de 19 de janeiro de 2012**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 19 jan. 2015.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução Nº 307, de 5 de julho de 2002**. Disponível em <[https://conama.mma.gov.br/?option=com\\_sisconama&task=arquivo.download&id=305](https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=305)>. Acesso em: 21 dez. 2025.

D’ALMEIDA, M. L.; VILHENA, A. **Lixo Municipal: manual de gerenciamento integrado**. 2.ed. São Paulo: IPT/CEMPRE, 2010. 370p.

DAMASCENO, L. L. M.; SOUZA, L. R. **Gestão dos resíduos sólidos da construção civil em três cidades localizadas na região do Alto Paraopeba**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal de São João del-Rei, Campus Alto Paraopeba, Ouro Branco, 2021. Disponível em: <<https://www.ufsj.edu.br/portal2-repositorio/File/ccivi/TCC%20-%20Lavinia%20Luisa%20e%20Luana%20Rezende-Site.pdf>>. Acesso em: 21 dez.2025.

EDUFBA. (ed). **Reciclagem do entulho para a produção de materiais de construção**. 1ª ed. Salvador: EDUFBA, 2001.

FAITA, M. M.; SARMENTO, L. A. V. **Gestão dos resíduos da construção civil: estudo de caso em Uberaba**. Colloquium Exactarum, v. 7, p. 26-35, 2015. Disponível em:<<https://journal.unoeste.br/index.php/ce/article/view/1461/1489>>. Acesso em: 14 jan. 2026.

FERNANDEZ, J. A. B. Diagnóstico dos Resíduos Sólidos da Construção Civil. **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA**, Brasília, 2012. Disponível em:<<https://repositorio.ipea.gov.br/server/api/core/bitstreams/34e21572-0ac6-46dc-8d63-0adf6be959a4/content>>. Acesso em: 21 dez. 2025.

FERREIRA, A.L.C. **GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: um estudo de caso na REGAP**. Monografia. Curso de Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia UFMG. Belo Horizonte, MG. 2013. Disponível em:<<https://repositorio.ufmg.br/server/api/core/bitstreams/18dba54f-73fb-4090-9534-4df57513a401/content>>. Acesso em: 21 dez. 2025.

FIGUEROA, M. T. A. D.; PINEDO, F. K. C. A Sustentabilidade na Gestão dos Resíduos da Construção Civil no Brasil. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, v. 10, n.75, p. 97-106, 2022.

FREITAS, D. S. de. **Impactos ambientais decorrentes do descarte inadequado dos resíduos sólidos em áreas urbanas do município de Ariquemes – Rondônia**. 2021. 37f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária) - Faculdade de Educação e Meio Ambiente - FAEMA, Ariquemes, 2021. Disponível em:<<https://repositorio.unifaema.edu.br/bitstream/123456789/3023/1/91812.1639182524.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2025.

GLÓRIA, M. V. A.; RIBEIRO JUNIOR, L. C.; SOUSA, F. H. F. Reciclagem e Reutilização de Resíduos da Construção Civil e Demolição. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, Ano 05. ed. 11, v. 09, p. 61-80. nov. 2020.

GONÇALVES, J. R. M. R.; HAUBRICK, S. C. O. de P. Medidas de redução de geração de resíduos sólidos na construção civil como atendimento dos requisitos de sustentabilidade do PBQP-H/SIAC. **Revista Augustus**, Rio de Janeiro, v.25, n. 50, p. 12-32, mar./jun. 2020.

GUEDES, I.F.; BARBOSA, L.S.; SOUZA, R.J.L.; SALOMÃO, P.E.A. GESTÃO SUSTENTÁVEL DE RESÍDUOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: DESAFIOS E ESTRATÉGIAS. **Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro**. [S.l.], v. 6, n. 1, 2024. Disponível em: <<https://revista.unipacto.com.br/index.php/multidisciplinar/article/view/2532>>. Acesso em: 13 mar. 2025.

GUY, B.; SHELL, S.; ESHERICK, H. Design for deconstruction and materials reuse. **Proceedings of the CIB Task Group**, Gainesville, Florida; San Francisco, CA, v. 39, n. 4, p. 189-209, 2006. Disponível em: <[https://study.urfu.ru/aid/publication/8922/1/index.files/my\\_lectures/texts\\_pdf/civil\\_engineering/75508728\\_DesignforDeconstructionPaper.pdf](https://study.urfu.ru/aid/publication/8922/1/index.files/my_lectures/texts_pdf/civil_engineering/75508728_DesignforDeconstructionPaper.pdf)>. Acesso em: 22 dez. 2025.

KIBERT, C. J. **Edificações Sustentáveis: Projeto, Construção e Operação**. 2019. 4 ed., Porto Alegre: Bookman Editora, 2020. Disponível em: <[https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=MnCrDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR1&dq=Edifica%C3%A7%C3%B5es+Sustent%C3%A1veis.+Projeto,+Execu%C3%A7%C3%A3o,+Opera%C3%A7%C3%A3o.+4+ed&ots=12NpxZ-P5g&sig=fYBOxi42hGs-78RRpaq4q\\_uZLMI#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=MnCrDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR1&dq=Edifica%C3%A7%C3%B5es+Sustent%C3%A1veis.+Projeto,+Execu%C3%A7%C3%A3o,+Opera%C3%A7%C3%A3o.+4+ed&ots=12NpxZ-P5g&sig=fYBOxi42hGs-78RRpaq4q_uZLMI#v=onepage&q&f=false)>. Acesso em: 13 jan. 2026.

LACERDA, D. P. **Gestão de resíduos da construção civil nas dez maiores cidades do Brasil**. Trabalho de conclusão de curso (Graduação - Produção e Gestão do Ambiente Construído) - Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016. Disponível em: <<https://repositorio.ufmg.br/server/api/core/bitstreams/6c5a4db0-6fbb-47e0-b518-6f1aa019564d/content>>. Acesso em: 18 jan. 2026.

LÚCIO, R. F. **Diagnóstico do sistema de gerenciamento de resíduos de construção e demolição no município de Belo Horizonte – MG**. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Belo Horizonte, 2013. Disponível

em:<<https://repositorio.ufmg.br/items/f03d4fe4-a6a4-44ec-9768-d855674ec517>>. Acesso em 14 jan. 2026.

MORICONI, G. Recyclable materials in concrete technology: sustainability and durability. **Department of Materials and Environment Engineering and Physics**, Università Politecnica delle Marche, Ancona, Italy, 2009. Disponível em:<[http://www.claisse.info/special%20papers/moriconi\\_full\\_text.pdf](http://www.claisse.info/special%20papers/moriconi_full_text.pdf)>. Acesso em: 26 dez. 2025.

NAVES, A. R. da C. **Gestão de resíduos sólidos da construção civil e demolição no município de Goiânia: gargalos e oportunidades na reutilização ou reciclagem**. Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dra. Maria Socorro Duarte da Silva Couto. 2014. Dissertação (Mestrado Profissional em Tecnologia de Sistemas de Produção Limpa) - Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Goiás, Goiânia, 2014. Disponível em: <[https://www.ifg.edu.br/attachments/article/5213/Dissertação\\_Processos%20Sustentáveis\\_An\\_drea%20Rodrigues%20da%20Cunha%20Naves.pdf](https://www.ifg.edu.br/attachments/article/5213/Dissertação_Processos%20Sustentáveis_An_drea%20Rodrigues%20da%20Cunha%20Naves.pdf)>. Acesso em: 21 fev. 2025.

NETO, J. da C. M.; SCHALCH, V. **Gestão dos Resíduos de Construção e Demolição: Estudo da Situação no Município de São Carlos-SP, Brasil**. Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, v. 36, p. 41-50, 2010. Disponível em: <<http://www.civil.uminho.pt/revista/artigos/n36/Pag.41-50.pdf>>. Acesso em: 9 jan. 2026.

OLIVEIRA, E. G. de; MENDES, O.; **Gerenciamento de resíduos da construção civil e demolição: estudo de caso da resolução 307 do CONAMA**. v. 87, p. C3, Goiânia, 2008.

OLIVEIRA, N. D. A. de; ALEIXO, A. D.; SILVA, S. A. da; BORITZA, O. R. RIBAS, J. D. Práticas Sustentáveis Aplicadas ao Setor da Construção Civil: Importância, Perspectivas e Benefícios. **EUROPEAN ACADEMIC RESEARCH**, Rondônia, v. VIII, p. 2353-2385, jul. 2020. Disponível em:<<https://euacademic.org/UploadArticle/4463.pdf>>. Acesso em: 17 jan. 2026.

PAULO, E. E. de O.; COELHO, J. M. Gestão de resíduos sólidos na construção civil. **Revista Espacios**. ISSN 0798 1015, Vol. 38, (Nº 18), p.31, 2017. Disponível em: <<https://revistaespacios.com/a17v38n18/a17v38n18p31.pdf>>. Acesso em: 21 fev. 2025.

PINTO, T.P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. Orientador: Prof. Dr. Vahan Agopyan. 1999. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999. Disponível em: <<http://casoi.com.br/hjr/pdfs/GestResiduosSolidos.pdf>>. Acesso em: 21 dez. 2025.

SANTOS, A. L. dos. **Diagnóstico ambiental da gestão e destinação dos resíduos da construção e demolição (RCD): análise das construtoras associadas ao SINDUSCON/RN e empresas coletoras atuantes no município de Parnamirim - RN**. 2019. 107 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009. Disponível em: <<https://repositorio.ufrn.br/server/api/core/bitstreams/7c3b7b2e-9cb7-456e-bf17-67b8bb66a392/content>>. Acesso em: 9 jan. 2026.

SENA, R.S. *et al.* **GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E DEMOLIÇÃO NO DISTRITO FEDERAL**. Resumos Expandidos do I CONICBIO / II CONABIO / VI SIMCBIO (v.2) Universidade Católica de Pernambuco. Recife, PE. 2013.

SHAK K.P.Y.; WU T.Y.; LIM S.L.; LEE C.A. Sustainable reuse of rice residues as feedstocks in vermicomposting for organic fertilizer production. **Environmental Science and Pollution Research**, [S.l.], n. 21, p. 1349-1359, 2014. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s11356-013-1995-0>>. Acesso em: 20 dez. 2025.

SILVA, F. Z. **Práticas sustentáveis relacionadas aos materiais de construção: uma análise dos aspectos ambientais por revisão sistemática**. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto Politécnico, Bacharel em Engenharia Civil, Rio de Janeiro, 2024. Disponível em: <<http://www.repositorio.poli.ufrj.br/monografias/projpoli10044790.pdf>>. Acesso em: 18 jan 2026.

SILVA, P. Análise do Ciclo de Vida de Materiais de Construção. **Revista de Sustentabilidade Ambiental**, v. 20, n. 4, p. 7790, 2020.

SINDUSCON-SP, SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Gestão Ambiental de Resíduos da Construção Civil: a Experiência do SindusCon-SP**. São Paulo: SINDUSCONSP, 2005. 48 p. Disponível

em:<[https://sindusconsp.com.br/download/https-sindusconsp-com-br-wp-content-uploads-2015-05-manual\\_residuos\\_solidos\\_capa-pdf/](https://sindusconsp.com.br/download/https-sindusconsp-com-br-wp-content-uploads-2015-05-manual_residuos_solidos_capa-pdf/)>. Acesso em: 20 dez 2025.

SOUZA, D. F. de; TANNO, V. **Práticas sustentáveis na construção civil: A gestão eficaz de materiais e resíduos como ferramenta estratégica para redução de custos produtivos e impactos ambientais.** 2022. Disponível em:<[https://repositorio.pgsscogna.com.br/bitstream/123456789/54784/1/DIEGO\\_FERNANDO\\_DE\\_SOUZA\\_ATIVIDADE\\_DEFESA.pdf](https://repositorio.pgsscogna.com.br/bitstream/123456789/54784/1/DIEGO_FERNANDO_DE_SOUZA_ATIVIDADE_DEFESA.pdf)>. Acesso em 17 jan. 2026.