



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS
CAMPUS PALMAS
CURSO SUPERIOR DE ENGENHARIA CIVIL**

MARTINHO ATAIDES MARTINS NETO

**PRÁTICAS, DESAFIOS E SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS DA GESTÃO DE
RESÍDUOS SÓLIDOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL EM PALMAS: UMA
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

PALMAS

2025

MARTINHO ATAIDES MARTINS NETO

**PRÁTICAS, DESAFIOS E SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS DA GESTÃO DE
RESÍDUOS SÓLIDOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL EM PALMAS: UMA
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
como requisito parcial para obtenção do título
de Bacharel no Curso Superior de Engenharia
Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência
e Tecnologia do Tocantins, Campus Palmas.

Orientadora: Dr^a. Luciane de Paula Machado

PALMAS

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas do Instituto Federal do Tocantins

N469p Neto, Martinho Ataides Martins
 PRÁTICAS, DESAFIOS E SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS DA
 GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL EM
 PALMAS: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA / Martinho Ataides Martins
 Neto. – Palmas, TO, 2025.
 39 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) –
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, Campus
Palmas, Palmas, TO, 2025.

Orientador: Luciane de Paula Machado

1. Resíduos da construção civil. 2. Logística reversa. 3. Gestão
ambiental. I. Machado, Luciane de Paula. II. Título.

CDD 624

A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio, deste documento é autorizada para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica do IFTO com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

FOLHA DE APROVAÇÃO

MARTINHO ATAIDES MARTINS NETO

PRÁTICAS, DESAFIOS E SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS DA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL EM PALMAS: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Trabalho de conclusão de curso (TCC II)
apresentado à Coordenação do curso de
Engenharia Civil Instituto Federal do Tocantins
- Campus Palmas, como exigência à obtenção
do grau em Engenharia Civil.

Aprovado em: 10/12/2025

BANCA AVALIADORA

Documento assinado digitalmente
 **LUCIANE DE PAULA MACHADO**
Data: 20/01/2026 07:36:26-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr^a. Luciane de Paula Machado
Orientadora

Documento assinado digitalmente
 **RODRIGO ARAUJO FORTES**
Data: 20/01/2026 09:23:53-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Me. Rodrigo Araújo Fortes

Documento assinado digitalmente
 **ONESIMA AGUIAR CAMPOS BARRETO**
Data: 21/01/2026 10:36:44-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr^a. Onésima Aguiar Campos Barreto

RESUMO

A construção civil configura-se como um dos principais setores geradores de resíduos sólidos no Brasil, respondendo por aproximadamente 20% a 50% dos resíduos urbanos, conforme apontado pela literatura. Em Palmas–TO, município caracterizado por acelerado crescimento urbano, os resíduos da construção civil (RCC) têm ocasionado impactos ambientais relevantes, associados sobretudo ao descarte irregular, às limitações de fiscalização e às fragilidades do sistema municipal de gestão. Nesse contexto, o presente estudo tem como objetivo analisar a gestão dos RCC em Palmas–TO a partir de uma revisão bibliográfica, com foco no arcabouço legal, no funcionamento do sistema municipal e nos principais entraves apontados pela literatura. A metodologia baseia-se em revisão de artigos científicos, dissertações e trabalhos acadêmicos publicados entre 2010 e 2025. Os resultados evidenciam que, embora o município apresente alinhamento parcial às diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos e disponha de uma usina de reciclagem implantada em 2017, persistem limitações operacionais e institucionais que comprometem a efetividade da gestão, especialmente no controle de pequenos geradores, na fiscalização e na integração entre os agentes envolvidos. A literatura analisada também destaca, de forma pontual, diretrizes e recomendações voltadas ao fortalecimento da reciclagem, da logística reversa e de ações educativas. Conclui-se que, apesar de avanços normativos e estruturais, a gestão dos RCC em Palmas–TO ainda apresenta lacunas significativas, sendo necessário o aprimoramento da governança, da fiscalização e do incentivo ao uso de materiais reciclados, reconhecendo-se como limitação do estudo a escassez de dados públicos atualizados.

Palavras-chave: Resíduos da construção civil. Logística reversa. Gestão ambiental.

ABSTRACT

The construction industry is one of the main sectors responsible for the generation of solid waste in Brazil, accounting for approximately 20% to 50% of urban waste, as reported in the literature. In Palmas–TO, a municipality characterized by accelerated urban growth, construction and demolition waste (CDW) has caused significant environmental impacts, mainly associated with irregular disposal, limitations in enforcement, and weaknesses in the municipal management system. In this context, this study aims to analyze the management of CDW in Palmas–TO based on a literature review, focusing on the legal framework, the operation of the municipal system, and the main constraints identified in the literature. The methodology is based on a review of scientific articles, dissertations, and academic studies published between 2010 and 2025. The results indicate that, although the municipality shows partial alignment with the guidelines of the National Solid Waste Policy and has a recycling plant implemented in 2017, operational and institutional limitations persist, compromising the effectiveness of management, especially regarding the control of small generators, enforcement activities, and integration among the stakeholders involved. The analyzed literature also highlights, in a limited manner, guidelines and recommendations aimed at strengthening recycling practices, reverse logistics, and educational actions. It is concluded that, despite normative and structural advances, the management of CDW in Palmas–TO still presents significant gaps, making it necessary to improve governance, enforcement mechanisms, and incentives for the use of recycled materials, with the scarcity of updated public data recognized as a limitation of this study.

Keywords: Construction and demolition waste. Reverse logistics. Environmental management.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Geração mensal de RCC em toneladas.....	26
--	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxo logístico reverso na construção civil.....	23
Figura 2 - Processo de produção da usina de reciclagem.....	25

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classificação dos resíduos segundo a ABNT.....	16
Quadro 2 - Classificação dos resíduos segundo a CONAMA.....	17

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Síntese das contribuições de cada estudo relacionado à Palmas-TO.... 29

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
1.1 Problema de Pesquisa	11
1.2 Justificativa	12
1.3 Objetivo.....	13
1.3.1 Objetivo Geral	13
1.3.2 Objetivos Específicos	14
2 METODOLOGIA.....	14
2.1 Fontes de Dados e Estratégia de Busca.....	15
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
3.1 Conceitos Fundamentais dos Resíduos da Construção Civil	16
3.2 Classificação CONAMA e ABNT	17
3.3 Impactos Ambientais Associados aos RCC	18
3.4 Marco Legal e Normativo da Gestão dos RCC.....	19
3.5 Produção de RCC e Desafios de Segregação.....	20
3.6 Reciclagem e Reaproveitamento dos RCC	20
3.6.1 3Rs - Redução, Reutilização e Reciclagem de Resíduos	21
3.7 Panorama da Gestão dos RCC em Palmas–TO	22
3.8 Logística Reversa e Fluxos Operacionais dos RCC.....	24
3.9 Infraestrutura de Reciclagem e Usina de Palmas.....	25
3.10 Desafios Estruturais da Gestão dos RCC em Palmas.....	27
3.11 Soluções Sustentáveis Apontadas pela Literatura	29
3.12 Síntese da Revisão	30
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	32
5 CONCLUSÃO.....	34
REFERÊNCIAS	36

1 INTRODUÇÃO

A construção civil é um dos setores de maior relevância econômica no Brasil, contribuindo significativamente para o desenvolvimento urbano e para a geração de empregos formais. No entanto, também se destaca como um dos maiores geradores de resíduos sólidos urbanos, representando entre 20% e 50% do volume total produzido nas cidades brasileiras, conforme apontado por Miranda (2021). A elevada demanda por matérias-primas somada às perdas decorrentes de falhas de planejamento e execução em canteiros resulta em significativa produção de RCC, cuja má gestão gera impactos ambientais como assoreamento de corpos hídricos, proliferação de vetores, contaminação do solo e aumento dos custos públicos com limpeza urbana (Spadotto, 2011).

No cenário nacional, ressalta-se que a construção civil consome entre 20% e 50% dos recursos naturais extraídos, sendo responsável por metade da madeira destinada ao uso industrial, conforme destacado por John (2000). Esse comportamento evidencia o potencial de impacto ambiental do setor e reforça a necessidade de práticas sustentáveis de manejo dos resíduos.

Em Palmas-TO, capital mais jovem do país é marcada por intensa expansão urbana, a problemática dos RCC apresenta características ainda mais expressivas. Segundo Traldi (2019), a cidade gera aproximadamente 297,6 toneladas diárias de resíduos da construção civil. Já dados do Plano Estadual de Resíduos Sólidos indicam a produção de 15 mil toneladas mensais, o que corresponde a cerca de 27,9% de todo o volume gerado no estado (Monteiro, 2023). Apesar das diferenças metodológicas, ambos os dados evidenciam a magnitude do problema e a necessidade de aprimoramento dos mecanismos municipais de controle e fiscalização.

Mesmo com avanços, como a implantação da primeira usina certificada de reciclagem de RCC em 2017, estudos indicam que Palmas ainda enfrenta desafios relevantes. Caitano (2024) aponta a permanência de descarte irregular em áreas urbanas e margens de córregos; Moreira (2018) e Carvalho (2022) destacam a baixa segregação dos resíduos na fonte; e Barreto (2016) evidencia a fragilidade da fiscalização devido à insuficiência de equipes e de instrumentos digitais de monitoramento. Além disso, pequenos geradores frequentemente evitam o sistema formal de destinação, contribuindo para 'fugas' na logística reversa (Carvalho, 2022).

Esses problemas persistem mesmo no contexto de um arcabouço legal robusto. A Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010) estabelece princípios como

responsabilidade compartilhada, não geração e redução de resíduos. De forma complementar, a Resolução CONAMA nº 307/2002 define diretrizes específicas para o gerenciamento dos RCC, incluindo sua classificação e destinação ambientalmente adequada. No entanto, como observa a literatura, a existência das normas não garante sua plena implementação, especialmente em municípios em desenvolvimento acelerado (Carvalho, 2022; Caitano, 2024).

A disposição inadequada de resíduos sólidos em áreas urbanas compromete diretamente a qualidade ambiental e a saúde pública, favorecendo a contaminação do solo, a obstrução de sistemas de drenagem, a proliferação de vetores de doenças e a degradação da paisagem urbana. Em Palmas-TO, observa-se que terrenos baldios e vazios urbanos são frequentemente utilizados como locais de descarte irregular, evidenciando fragilidades no planejamento urbano e na fiscalização ambiental (Teixeira, 2013).

Diante desse cenário, torna-se fundamental analisar criticamente as práticas, os desafios e as soluções sustentáveis voltadas à gestão dos RCC em Palmas. Este estudo, baseado em revisão bibliográfica abrangente, busca reunir contribuições recentes da literatura científica para subsidiar políticas públicas, apoiar boas práticas e colaborar para o aprimoramento do sistema municipal, promovendo um desenvolvimento mais sustentável e ambientalmente responsável.

1.1 Problema de Pesquisa

A RCC no Brasil é orientada por um conjunto robusto de instrumentos legais, incluindo a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010) e a Resolução CONAMA nº 307/2002, que estabelecem diretrizes para a redução, segregação, reutilização, reciclagem e destinação ambientalmente adequada desses materiais. No entanto, diversos estudos apontam que, apesar da consolidação desse arcabouço normativo, a implementação prática ainda enfrenta dificuldades significativas em muitos municípios brasileiros.

No caso de Palmas-TO, essa problemática se torna ainda mais evidente. Embora o município conte com Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) atualizado e tenha implantado sua primeira usina certificada de reciclagem de RCC em 2017, uma parcela expressiva dos resíduos gerados não segue o fluxo formal de destinação. Segundo o PMGIRS (2024), grande parte dos RCC apresenta destinação final desconhecida, evidenciando lacunas nos mecanismos de rastreamento e monitoramento.

Carvalho (2022) e Caitano (2024) destacam que o descarte irregular persiste como prática comum em áreas urbanas e periurbanas, especialmente entre pequenos geradores que,

devido à falta de fiscalização, desconhecimento das exigências legais ou percepção de custos elevados, não se integram ao sistema oficial de coleta. Barreto (2016 *et al* Carvalho, 2022) acrescenta que a insuficiência de equipes de fiscalização e a falta de ferramentas tecnológicas contribuem para a evasão do fluxo de destinação adequada.

Essa situação é agravada pelo rápido crescimento urbano de Palmas, que apresenta aumento contínuo na densidade construtiva, o que intensifica a geração de RCC. Estudos indicam produção diária de aproximadamente 297,6 toneladas (Traldi, 2019) e valores mensais superiores a 15 mil toneladas conforme o Plano PERS/TO (Monteiro, 2023), reforçando a necessidade de mecanismos eficientes de gestão.

Assim, apesar da existência de políticas e instrumentos regulatórios, subsiste uma lacuna entre o que é previsto pela legislação e o que ocorre na prática municipal. Diante disso, surge a questão central que orienta este estudo: Como a literatura científica, técnica e normativa caracteriza a gestão dos resíduos da construção civil no município de Palmas–TO, identificando os principais desafios e as soluções sustentáveis propostas para o aprimoramento desse sistema?

1.2 Justificativa

A RCC configura-se como um dos principais desafios ambientais enfrentados pelos municípios brasileiros, especialmente aqueles em acelerado processo de expansão urbana, como Palmas–TO. A literatura aponta que a construção civil apresenta elevada geração de resíduos, decorrente de desperdícios, falhas de planejamento, baixa qualificação da mão de obra e insuficiente segregação nos canteiros de obras, o que evidencia lacunas estruturais e operacionais no setor (Lima, 2016). Esses fatores, associados ao crescimento contínuo das obras públicas e privadas, reforçam a relevância do tema no campo acadêmico e a necessidade de aprofundamento teórico sobre os sistemas de gestão de RCC discutidos na literatura.

A importância deste estudo emerge do reconhecimento, amplamente registrado em pesquisas científicas, de que a destinação inadequada dos RCC está associada a impactos ambientais significativos, tais como assoreamento de cursos d'água, obstrução de sistemas de drenagem, poluição do solo, proliferação de vetores e aumento das despesas públicas com limpeza urbana (Galdino et al., 2023). A produção acadêmica também indica que, mesmo em municípios que contam com estruturas formais para o manejo desses resíduos, persistem práticas irregulares de descarte, revelando que o problema extrapola limitações físicas e envolve aspectos institucionais, normativos e comportamentais (Caitano, 2024).

Somam-se a esse cenário as dificuldades recorrentes de implementação das políticas públicas estabelecidas pela Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS (Lei nº 12.305/2010) e pela Resolução CONAMA nº 307/2002. Diversos autores (Moreira, 2018; Carvalho, 2022) destacam que, em âmbito municipal, a prática da gestão de RCC ainda se encontra distante das diretrizes legais, em razão da insuficiência de fiscalização, da ausência de monitoramento sistemático e da baixa articulação entre os agentes envolvidos no processo. Esses elementos são amplamente discutidos na literatura, mas frequentemente de forma fragmentada, dificultando uma visão integrada do problema.

Outro aspecto relevante evidenciado nos estudos refere-se às divergências nos dados de geração de RCC, como aquelas apontadas por Traldi (2019), que estima 297,6 toneladas diárias, e pelo Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Tocantins – PERS/TO (Monteiro, 2023), que indica mais de 15 mil toneladas mensais. Essas discrepâncias, recorrentes em diferentes publicações, revelam a ausência de padronização metodológica e reforçam a necessidade de revisões que organizem, comparem e analisem criticamente as informações disponíveis na literatura.

Adicionalmente, pesquisas apontam a baixa adesão de pequenos geradores ao sistema formal de gestão como uma das principais causas do descarte irregular e da ruptura do fluxo adequado de manejo dos RCC (Carvalho, 2022). Tal problemática é frequentemente abordada em estudos isolados, sem uma síntese que permita compreender suas implicações de forma articulada, o que compromete a efetividade das estratégias de reciclagem e amplia a sobrecarga sobre o poder público.

Diante desse contexto, torna-se fundamental desenvolver pesquisas de caráter bibliográfico que integrem e sistematizem o conhecimento já produzido, promovendo uma análise crítica das práticas, dos desafios e das soluções sustentáveis discutidas na literatura sobre a gestão de RCC. Assim, este estudo se justifica pela relevância científica e social de reunir, analisar e sintetizar as contribuições acadêmicas existentes sobre o tema, com foco nas discussões aplicáveis à realidade de Palmas-TO, contribuindo para o fortalecimento do debate acadêmico, o apoio à formulação e ao aprimoramento das políticas públicas e a orientação de futuras investigações empíricas na área.

1.3 Objetivo

1.3.1 Objetivo Geral

Examinar, por meio de revisão bibliográfica, a gestão dos RCC no contexto municipal, com ênfase no município de Palmas-TO, à luz da literatura científica e das normas ambientais

vigentes, visando compreender as práticas discutidas, os desafios recorrentes e as soluções sustentáveis apontadas pelos estudos existentes.

1.3.2 Objetivos Específicos

1. Examinar o arcabouço legal e normativo relacionado à gestão dos RCC, conforme abordado na literatura científica, considerando a Política Nacional de Resíduos Sólidos e a Resolução CONAMA nº 307/2002, com foco no contexto municipal e nas referências aplicáveis a Palmas–TO;
2. Sistematizar, a partir da produção acadêmica, as abordagens teóricas e os modelos de fluxo de gestão dos RCC descritos para municípios brasileiros, destacando as interpretações presentes nos estudos relacionados à realidade de Palmas–TO;
3. Identificar, com base na literatura científica, os principais desafios e entraves operacionais, técnicos, ambientais, institucionais e comportamentais associados à gestão dos resíduos da construção civil em âmbito municipal;
4. Evidenciar as divergências e limitações metodológicas apontadas nos estudos sobre a geração de RCC, ressaltando a necessidade de padronização e organização das informações disponíveis na literatura;

2 METODOLOGIA

Este trabalho se caracteriza como uma pesquisa bibliográfica com abordagem qualitativa, voltada à análise das práticas, desafios e soluções sustentáveis relacionadas à gestão dos RCC no município de Palmas–TO. A pesquisa bibliográfica, conforme Chemin (2015), consiste no estudo sistemático de materiais previamente publicados, tais como artigos científicos, livros, legislações, relatórios técnicos, dissertações e trabalhos acadêmicos, permitindo a construção de conhecimento por meio da interpretação e comparação de diferentes fontes.

A abordagem qualitativa foi escolhida por possibilitar uma compreensão aprofundada dos fenômenos analisados, uma vez que não se restringe a quantificações, mas valoriza interpretações, significados e percepções presentes na literatura científica. Dessa forma, a metodologia adotada busca entender como a gestão dos RCC tem sido apresentada, discutida e avaliada por diferentes autores, especialmente no contexto de cidades em expansão acelerada, como Palmas.

O levantamento bibliográfico contemplou materiais publicados entre 2010 e 2025, período marcado pela consolidação e implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010), além de avanços na regulamentação e discussões sobre a gestão de RCC em âmbito nacional e municipal. Foram consultados livros, artigos científicos, dissertações, legislações, estudos técnicos, relatórios públicos e trabalhos de conclusão de curso disponibilizados em bancos digitais, bibliotecas institucionais e repositórios acadêmicos.

Nesse sentido, foram analisados aproximadamente 5 artigos científicos, 2 dissertações e 2 trabalhos técnicos diretamente relacionados à temática dos RCC, sendo 7 com recorte específico para o município de Palmas-TO.

2.1 Fontes de Dados e Estratégia de Busca

Os materiais foram consultados através de bancos digitais: Google Acadêmico e Periódicos Capes com palavras chaves como “RCC”, “Gerenciamento de resíduos da construção civil” e “Gerenciamento de RCC em Palmas-TO”. Além disso, a seleção dos documentos considerou critérios como relevância temática, atualidade e aderência ao tema central da pesquisa. Nesse sentido, para exclusão foram descartados do presente estudo trabalhos com temas que não estavam diretamente relacionados ao tema de gerenciamento de resíduos, artigos sem textos completos disponíveis e que tenham sido publicados há mais de 10 anos quando relacionados a estudos específicos de Palmas-TO.

Entre as principais fontes utilizadas, destacam-se estudos acadêmicos sobre a gestão dos RCC em Palmas (Carvalho, 2022; Monteiro, 2023; Traldi, 2019; Caitano, 2024), pesquisas sobre impactos ambientais (Galdino *et al.*, 2023; Spadotto *et al.*, 2011), além de normativas essenciais como a Resolução CONAMA nº 307/2002 e as normas técnicas da ABNT.

A análise dos dados bibliográficos ocorreu em quatro etapas principais:

1. Leitura exploratória: identificação inicial das fontes mais relevantes e alinhadas ao tema;
2. Organização temática: classificação dos conteúdos em categorias específicas, como arcabouço legal, impactos ambientais, reciclagem, logística reversa e panorama municipal;
3. Síntese crítica: integração dos conteúdos provenientes de diferentes autores, destacando convergências e divergências;
4. Interpretação: elaboração de reflexões sobre os achados, permitindo relacionar os resultados da literatura com a realidade da gestão de RCC em Palmas.

Assim, a metodologia empregada possibilita uma compreensão ampla, crítica e fundamentada do estado atual da gestão dos resíduos da construção civil no município, permitindo identificar lacunas, desafios e potenciais soluções apontadas pela literatura especializada.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A gestão dos RCC tem sido amplamente discutida nas últimas décadas devido aos impactos ambientais, sociais e econômicos associados ao manejo inadequado desses materiais. A construção civil está entre os setores que mais consomem recursos naturais e que mais geram resíduos sólidos, o que reforça a necessidade de políticas públicas, práticas sustentáveis e normativos específicos que orientem uma gestão adequada dos RCC. Nesta revisão, são apresentados os conceitos fundamentais, impactos, legislações e demais elementos essenciais para compreender o cenário atual, com foco na realidade do município de Palmas–TO.

3.1 Conceitos Fundamentais dos Resíduos da Construção Civil

Os resíduos da construção civil são definidos pela Resolução CONAMA nº 307/2002 como materiais provenientes de atividades de construção, reforma, ampliação, demolição e preparo de terrenos, podendo incluir cerâmicas, concreto, argamassa, metais, madeira, plásticos, gesso, solo e diversos outros subprodutos gerados no canteiro. Conforme o SEBRAE (2022), esses resíduos possuem forte potencial poluidor e necessitam ser manuseados e destinados de forma adequada para evitar danos ao meio ambiente, uma vez que muitos apresentam tempo de decomposição elevado ou risco de contaminação.

A literatura destaca que o setor da construção civil está entre os maiores consumidores de recursos naturais do planeta. John (2000) aponta que aproximadamente 50% da madeira destinada ao uso industrial é consumida pela construção civil, demonstrando sua significativa influência sobre a exploração de recursos e sobre a geração de resíduos. Além disso, entre 20% e 50% de todo o volume de resíduos sólidos urbanos gerados em municípios brasileiros é composto por RCC, conforme indicado por Miranda (2021).

A classificação normativa também contribui para a compreensão desses resíduos. A Resolução CONAMA nº 307/2002 divide os RCC em quatro classes (A a D), enquanto normas como a ABNT NBR 10004 e as normas específicas de reciclagem e reaproveitamento (NBR 15112, 15113, 15114, 15115 e 15116) fornecem critérios técnicos para segregação, triagem, transporte, reciclagem e uso de agregados reciclados.

A segregação na fonte é apontada como uma etapa essencial para o sucesso da gestão dos RCC. Quando não ocorre, os resíduos tornam-se misturados e contaminados, prejudicando sua reciclabilidade e aumentando o volume destinado à disposição final. Dessa forma, Moreira (2018) destaca que a falta de segregação é um dos principais fatores que comprometem a eficiência das usinas de reciclagem.

3.2 Classificação CONAMA e ABNT

A classificação dos resíduos da construção civil está regulamentada pela Resolução nº 307/2002 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) e pela NBR 10.004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Ambas oferecem diretrizes para a identificação e manejo desses materiais, com foco na sustentabilidade e na redução de impactos ambientais.

A NBR 10.004, classifica de maneira geral todos os tipos de resíduos sólidos:

Quadro 1 - Classificação dos resíduos segundo a ABNT

CLASSE	CARACTERÍSTICAS	TIPO
CLASSE I	Apresentam riscos à saúde pública ou ao meio ambiente devido a características como inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade.	Tintas, solventes, óleos e materiais contaminados.
CLASSE II A	Não inertes: Podem apresentar propriedades como biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade.	Resíduos orgânicos, papéis, plásticos, madeiras.
CLASSE II B	Inertes: Não sofrem transformações físicas, químicas ou biológicas significativas quando dispostos no ambiente.	Entulhos de concreto, tijolos e argamassas.

Fonte: Autor (2025)

A classificação dos resíduos sólidos da construção civil é fundamental para a adoção de práticas sustentáveis, pois orienta a segregação, o manejo e a destinação ambientalmente adequados dos materiais gerados nas obras. Os resíduos Classe I, por apresentarem periculosidade, demandam tratamento e descarte especializados devido aos riscos à saúde pública e ao meio ambiente. Os resíduos Classe II A, embora não perigosos, possuem potencial de reaproveitamento e reciclagem, contribuindo para a redução do volume destinado a aterros quando corretamente segregados. Já os resíduos Classe II B, majoritariamente inertes, representam a maior fração dos resíduos da construção civil e, apesar do menor risco ambiental, exigem gestão adequada para evitar impactos urbanos e possibilitar sua reutilização. Assim, a correta classificação dos resíduos constitui a base para uma gestão eficiente e sustentável na construção civil, especialmente no contexto urbano de Palmas.

Segundo a Resolução CONAMA nº 307/2002, os resíduos da construção civil são divididos em quatro classes principais:

Quadro 2 - Classificação dos resíduos segundo a CONAMA

CLASSE	CARACTERÍSTICAS	TIPO
CLASSE A	Resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados.	Tijolos, blocos cerâmicos, telhas e placas de revestimento.
CLASSE B	Resíduos recicláveis para outras destinações.	Plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras e gesso.
CLASSE C	Resíduos para os quais não existem tecnologias ou aplicações economicamente viáveis para reciclagem ou recuperação.	Sacos de cimento, espumas expansivas, fitas de amarração e telas de proteção.
CLASSE D	Resíduos perigosos ou contaminados.	Tintas, solventes, óleos e materiais contaminados.

Fonte: Autor (2025)

A classificação dos Resíduos da Construção Civil (RCC) em Classes A, B, C e D orienta a gestão sustentável dos materiais gerados nas obras. Os resíduos Classe A apresentam alto potencial de reutilização e reciclagem como agregados, enquanto os da Classe B são recicláveis para outras destinações. A Classe C representa um desafio por não dispor de tecnologias economicamente viáveis de reciclagem, e a Classe D exige manejo e destinação especiais por envolver resíduos perigosos ou contaminados. Essa classificação é fundamental para o cumprimento da legislação ambiental e para a redução dos impactos ambientais da construção civil.

3.3 Impactos Ambientais Associados aos RCC

O manejo inadequado dos resíduos da construção civil gera diversos impactos ambientais significativos. Spadotto *et al.* (2011) apontam que o descarte irregular de RCC pode acarretar obstrução de redes de drenagem, contribuindo para enchentes e alagamentos; assoreamento de córregos e rios; poluição do solo; proliferação de vetores; e degradação da paisagem urbana.

Lombardi Filho (2017) reforça que o descarte clandestino é um problema recorrente em várias cidades brasileiras, sendo consequência da insuficiência de fiscalização, dos custos associados ao transporte e à destinação adequada e da falta de conscientização da população. Esses impactos não se limitam ao ambiente físico, mas atingem também a saúde pública e os custos operacionais de gestão municipal.

O acúmulo de RCC em áreas inadequadas favorece a proliferação de insetos e roedores, aumenta o risco de doenças e compromete a qualidade estética e ambiental das cidades.

Galdino et al. (2023) lembram que a disposição irregular desses resíduos provoca danos diretos, como assoreamento de drenagens, poluição visual e aumento da demanda por serviços de limpeza urbana.

Ademais, a literatura aponta que a presença de vazios urbanos exerce forte influência na ocorrência de pontos de descarte irregular de resíduos sólidos. A ausência de cercamento, manutenção e uso definido desses espaços contribui para que sejam percebidos pela população como locais adequados para o despejo de resíduos, incluindo entulhos de obras. Essa prática reforça processos de degradação ambiental e dificulta a efetividade das ações de gestão ambiental urbana e colabora com impacto ambiental (Teixeira, 2013).

A Resolução CONAMA nº 001/1986 define impacto ambiental como qualquer alteração das propriedades físicas, químicas ou biológicas do meio ambiente que afetem a saúde, a segurança e o bem-estar da população, a biota, as condições estéticas e sanitárias ou a qualidade dos recursos ambientais. Essa definição reforça que o manejo inadequado dos RCC ultrapassa a esfera ambiental e alcança dimensões sociais e econômicas relevantes.

3.4 Marco Legal e Normativo da Gestão dos RCC

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei nº 12.305/2010, constitui o principal instrumento legal de orientação para a gestão dos resíduos sólidos no Brasil. A PNRS introduziu conceitos essenciais como responsabilidade compartilhada, logística reversa, não geração, redução, reutilização, reciclagem e destinação final ambientalmente adequada. Segundo a lei, a gestão integrada dos resíduos é de responsabilidade dos municípios, mas envolve também geradores, transportadores e entidades privadas ao longo do ciclo de vida dos materiais.

No âmbito específico da construção civil, a Resolução CONAMA nº 307/2002 estabelece diretrizes para a gestão dos RCC, incluindo sua classificação, responsabilidades dos geradores, regras para transporte e critérios para destinação. Atualizações posteriores, como a Resolução CONAMA nº 448/2012, ampliaram as exigências, reforçando a proibição do descarte de RCC em aterros de resíduos domiciliares ou áreas de “bota-fora” e incentivando a elaboração de Planos Municipais de Gerenciamento de RCC.

Além dos instrumentos legais, as normas técnicas da ABNT, como as NBR 15112, 15113, 15114, 15115 e 15116, orientam a operação de áreas de transbordo e triagem, usinas de reciclagem e o uso de agregados reciclados em pavimentação, concreto não estrutural e demais aplicações. Segundo Moreira (2018), o cumprimento dessas normas proporciona maior segurança operacional e fortalece a cadeia de reciclagem.

3.5 Produção de RCC e Desafios de Segregação

A produção de resíduos da construção civil no Brasil apresenta índices elevados, decorrentes principalmente de falhas de planejamento, perdas durante o manuseio de materiais, baixa qualificação da mão de obra e ausência de práticas consolidadas de gestão nos canteiros. Lima (2016) destaca que elementos como erros de projeto, execução inadequada e mau armazenamento contribuem significativamente para o aumento do volume de RCC.

A literatura aponta que o setor da construção civil gera, em muitos municípios, volumes superiores aos resíduos domiciliares, situação reforçada por dados do CREA (2017 *apud* Monteiro, 2023). Esse cenário evidencia que, além do dinamismo econômico, o setor produz quantidade expressiva de materiais que necessitam de manejo adequado.

A falta de segregação na fonte é identificada como um dos maiores entraves para a reciclagem. A mistura de resíduos de diferentes classes compromete a qualidade dos materiais encaminhados às usinas, dificultando o reaproveitamento e aumentando o volume destinado aos aterros (Moreira, 2018). Caitano (2024) ressalta que, em Palmas, ainda é comum que os resíduos cheguem às áreas de triagem sem qualquer separação prévia, o que desorganiza o fluxo operacional e reduz a eficiência da reciclagem.

Além disso, Carvalho (2022) aponta que a adoção de práticas de segregação ainda é limitada por fatores como:

- Baixa conscientização dos trabalhadores;
- Resistência às mudanças nos processos;
- Ausência de fiscalização contínua;
- Falta de incentivos econômicos;
- Dificuldades para pequenos geradores acessarem o sistema formal de destinação.

Esses desafios reforçam a necessidade de ações integradas envolvendo educação ambiental, fiscalização eficiente e incentivo ao uso de tecnologias que melhorem o controle dos resíduos.

3.6 Reciclagem e Reaproveitamento dos RCC

A reciclagem dos RCC representa uma oportunidade ambiental, social e econômica relevante para o setor da construção civil. Segundo a ABRECON (2018), os agregados reciclados provenientes de concreto, argamassa e cerâmica podem ser utilizados em bases e

sub-bases de pavimentação, drenagem, fabricação de artefatos de concreto não estrutural e na produção de blocos, entre outras aplicações.

Souza *et al.* (2004) destacam que a reciclagem contribui para a redução do consumo de matérias-primas naturais, diminuindo a extração de agregados virgens e minimizando os impactos ambientais associados à mineração. Essa prática também reduz o volume de resíduos destinados a aterros, ampliando a vida útil dessas áreas e reduzindo custos municipais.

Contudo, a viabilidade da reciclagem depende da qualidade da matéria-prima e da estrutura operacional das usinas. Carvalho (2022) reforça que dificuldades como baixa segregação na origem, presença de impurezas e falta de integração dos geradores com as áreas de triagem prejudicam a produção de agregados de boa qualidade.

Experimentos realizados por Teixeira (2018) demonstram que o concreto com agregados reciclados pode apresentar resistência inferior em relação ao concreto convencional; no entanto, mantém desempenho adequado para aplicações como calçadas, pisos, praças e obras de pequeno porte. Esse resultado reafirma que o material reciclado possui potencial de uso em diversas situações, desde que seu emprego seja tecnicamente adequado.

Além dos aspectos ambientais, a reciclagem apresenta benefícios econômicos. Conforme ABRECON (2023), o custo médio de disposição dos RCC em aterros especializados gira em torno de R\$120,00 por tonelada, podendo ser reduzido quando há reaproveitamento in loco ou envio para usinas regionais de reciclagem. Em obras de médio porte, a economia pode ultrapassar R\$12.000,00 para cada 100 toneladas reaproveitadas.

Assim, a reciclagem constitui um instrumento essencial para a construção sustentável, contribuindo para redução de impactos ambientais, diminuição de gastos e fortalecimento da economia circular.

3.6.1 3Rs - Redução, Reutilização e Reciclagem de Resíduos

O conceito dos 3Rs (Reduzir, Reutilizar e Reciclar) apresentou-se devido à preocupação com o aumento da produção de resíduos e com os impactos ambientais decorrentes do consumo excessivo de recursos. Conforme apresentado por Leão (2025), o princípio dos 3Rs constitui um elemento essencial para o avanço da sustentabilidade e para o fortalecimento da economia circular no setor da construção civil, alinhando-se ao entendimento também discutido por Galvez-Martos *et al.* (2018).

Nesse sentido, relevante para múltiplas áreas, os 3Rs proporcionam consciência e eficácia na gestão de recursos promovendo diferentes comportamentos individuais e institucionais. Na construção civil, uma das atividades que mais consome recursos naturais e gera resíduos, a implementação desse conceito tem se mostrado de grande valia para a minimização de impactos ambientais e a otimização de processos produtivos.

1. Redução:

A redução consiste em consumir uma quantidade menor, diminuindo o desperdício, contribuindo para que menos matéria prima seja retirada da natureza. Para isso pode-se incluir o planejamento adequado dos projetos como etapa fundamental para evitar o consumo exacerbado.

2. Reutilização:

A reutilização de produtos e materiais possibilitam grandes benefícios na construção civil. Materiais de demolição, por exemplo, podem ser reaproveitados em novas construções, reduzindo a necessidade de novos recursos e diminuindo a quantidade de resíduos encaminhados a aterros.

3. Reciclagem:

A reciclagem é apresentada como uma solução para os resíduos que não podem ser reutilizados. Na construção civil, isso pode incluir a reciclagem de concreto, madeira e outros materiais, transformando-os em novos produtos e reduzindo a pressão sobre os recursos naturais.

Os 3Rs não apenas contribuem apenas para a preservação ambiental, mas também refletem na economia de receita das empresas. A gestão eficiente dos resíduos pode levar a uma redução nos gastos com descarte e na compra de novos materiais.

Para a implementação desta ferramenta alguns fatores são prejudiciais, dentre eles, pode-se citar a falta de conscientização e a resistência a novos hábitos. Para a construção civil em Palmas, é essencial promover uma educação ambiental e o esclarecimento sobre a importância da gestão de resíduos.

3.7 Panorama da Gestão dos RCC em Palmas–TO

O município de Palmas apresenta características que tornam o gerenciamento dos RCC particularmente desafiador. Trata-se de uma capital planejada, criada em 1989, que apresenta uma das maiores taxas de crescimento urbano do país. Esse dinamismo intensifica a produção de RCC e pressiona a infraestrutura municipal responsável por sua gestão.

Traldi (2019) estima que Palmas gera cerca de 297,6 toneladas diárias de RCC, enquanto o Plano Estadual de Resíduos Sólidos aponta produção mensal superior a 15 mil toneladas (Monteiro, 2023). Apesar da diferença entre metodologias, ambos os valores demonstram que o município produz um volume expressivo de resíduos, o que exige sistemas de rastreamento e destinação bem estruturados.

A instalação da primeira usina certificada de reciclagem de RCC em 2017 representou um avanço significativo para Palmas, permitindo a triagem, britagem e separação granulométrica de resíduos de Classe A (Traldi, 2019). No entanto, a literatura enfatiza que sua capacidade ainda é inferior ao volume gerado, gerando gargalos operacionais e dificultando o escoamento adequado dos resíduos (Carvalho, 2022).

Outro problema recorrente refere-se ao descarte irregular, identificado por Caitano (2024) em margens de córregos, terrenos baldios e áreas não autorizadas. Esses pontos clandestinos persistem devido à insuficiência de equipes de fiscalização (Barreto, 2016), à falta de monitoramento digital e à baixa adesão dos pequenos geradores ao sistema formal.

Carvalho (2022) também descreve “fugas” no fluxo da logística reversa, quando resíduos deixam de seguir o caminho correto e são descartados irregularmente. Isso ocorre especialmente na etapa de transporte, onde o acompanhamento ainda é manual e sujeito a falhas.

Além disso, a ausência de ações contínuas de educação ambiental e de campanhas de conscientização prejudica a segregação adequada e o cumprimento das normas, dificultando a adoção de práticas sustentáveis por parte dos diferentes agentes envolvidos na cadeia dos RCC.

O município apresenta características particulares no que se refere à gestão dos resíduos da construção civil, em função de seu crescimento urbano contínuo e da intensificação das obras de infraestrutura. A expansão da malha urbana, associada a práticas de descarte irregular e à gestão ineficiente, contribui para o agravamento da problemática dos RCC, demandando soluções fundamentadas em dados técnicos, planejamento integrado e fortalecimento da atuação do poder público municipal (Silva, 2015).

Em síntese, embora Palmas tenha avançado com a criação de planos municipais, implantação de usina e regulamentação de empresas transportadoras, ainda enfrenta desafios que exigem soluções integradas, maior tecnicidade e fortalecimento institucional.

3.8 Logística Reversa e Fluxos Operacionais dos RCC

A logística reversa no âmbito da construção civil constitui um dos instrumentos fundamentais previstos pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010), que estabelece a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos e incentiva o retorno dos resíduos ao ciclo produtivo. No contexto dos RCC, a LR tem o intuito de tratar do trânsito dos resíduos onde seu início se dá nos pontos de consumo e seu final nos pontos de origem (Luchezzi, 2013). Nesse sentido, a Figura 1 apresenta o funcionamento do fluxo reverso na construção civil.

Figura 1: Fluxo logístico reverso na construção civil



Fonte: Luchezzi (2013)

Carvalho (2022) ainda destaca que a logística reversa na construção civil possui características peculiares devido à multiplicidade de agentes envolvidos, como construtoras, transportadoras, caçambeiros, áreas de triagem, usinas de reciclagem e, em alguns casos, cooperativas de catadores. A integração desses agentes é essencial para garantir que os resíduos gerados sejam devidamente rastreados e encaminhados ao destino correto.

Entretanto, estudos apontam fragilidades nos fluxos operacionais dos RCC em Palmas. Carvalho (2022) identifica “fugas” no processo, especialmente relacionadas aos pequenos geradores, que frequentemente descartam seus resíduos em locais irregulares por desconhecimento das normas, ausência de fiscalização ou percepção de custos elevados. Essas falhas afetam diretamente a eficiência da logística reversa e aumentam o volume de resíduos destinados indevidamente ao ambiente.

Além disso, a literatura evidencia a escassez de tecnologias de monitoramento digital, como rastreamento por GPS, QR codes ou sistemas informatizados de controle de caçambas

que são tecnologias já adotadas em cidades como São Paulo e Curitiba, conforme discutido por Carvalho (2022). A ausência desses mecanismos em Palmas dificulta o acompanhamento das rotas, dos volumes transportados e dos locais de descarga, contribuindo para o descarte irregular.

Assim, fortalecer os fluxos da logística reversa exige não apenas infraestrutura adequada, mas também instrumentos de fiscalização, integração entre os agentes e políticas de incentivo para ampliar a adesão dos pequenos geradores ao sistema formal.

3.9 Infraestrutura de Reciclagem e Usina de Palmas

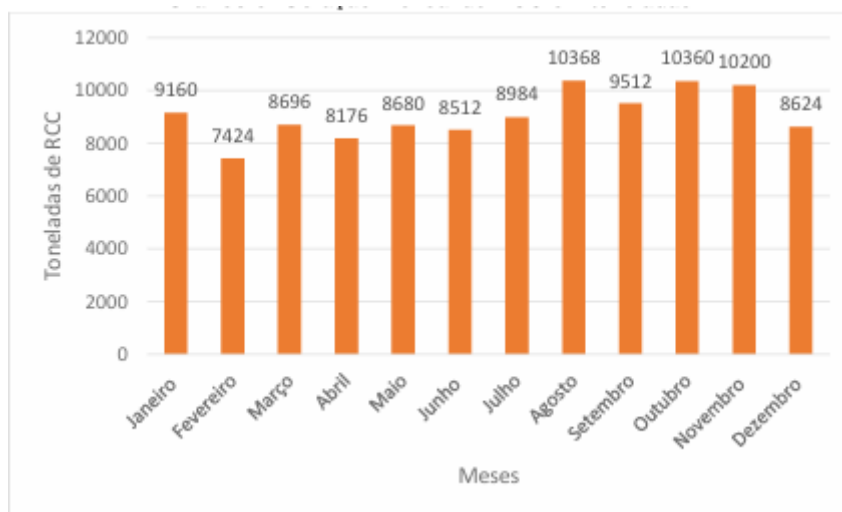
A implantação da primeira usina certificada de reciclagem de RCC em Palmas, no ano de 2017, representou um marco para a gestão dos resíduos no município. Segundo Traldi (2019), o processo de reciclagem e a destinação dos resíduos conduzidos pela usina seguem integralmente o Art. 10 da Resolução CONAMA nº 307/2002, que estabelece as diretrizes para as formas adequadas de disposição dos resíduos da construção civil. O autor destaca que os materiais resultantes da reciclagem são posteriormente comercializados para utilização em aterros, obras de pavimentação e execução de baldrames. Ademais, a Figura 2 apresenta, de maneira sintética, as etapas que compõem o processo de reciclagem de RCC realizado na usina.

Figura 2: Processo de produção da usina de reciclagem

Fonte: Traldi (2019)

Esses processos estão alinhados às recomendações das normas da ABNT, especialmente as NBR 15114, 15115 e 15116, que tratam respectivamente da reciclagem, do uso de agregados reciclados em concreto não estrutural e em pavimentação.

Apesar dos avanços, Carvalho (2022) ressalta que a capacidade da usina é insuficiente diante do volume gerado no município, valor estimado por Traldi (2019) em aproximadamente 297,6 toneladas diárias de RCC conforme Gráfico 1. Essa disparidade entre geração e capacidade de processamento cria gargalos operacionais e pode atrasar ou inviabilizar a destinação adequada, sobretudo para pequenos geradores que dependem do fluxo contínuo para descarte regular.

Gráfico 1: Geração mensal de RCC em toneladas

Fonte: Traldi, 2019.

Outro ponto recorrente na literatura é a necessidade de modernização tecnológica da usina. Monteiro (2023) menciona que, embora a estrutura existente permita o processamento básico dos resíduos, há limitações na automação, no controle digital e na rastreabilidade do processo, o que dificulta a expansão do uso dos agregados reciclados no próprio município.

Além disso, a baixa integração entre construtoras, transportadoras e a usina contribui para o subaproveitamento do potencial da reciclagem. Sem mecanismos de controle eficientes, muitos resíduos deixam de chegar à usina e acabam destinados irregularmente.

Assim, embora a usina seja um importante avanço, sua eficiência depende de melhorias estruturais, fortalecimento da logística reversa e maior adesão dos geradores ao sistema formal.

3.10 Desafios Estruturais da Gestão dos RCC em Palmas

Mesmo com avanços institucionais e operacionais, Palmas ainda enfrenta desafios significativos relacionados ao gerenciamento dos RCC. Os principais entraves identificados na literatura incluem:

a) Descarte irregular persistente

Caitano (2024) relata a presença constante de pontos clandestinos de descarte em áreas como margens de córregos, terrenos baldios e regiões urbanas periféricas. Esses locais se tornam depósitos recorrentes devido à ausência de mecanismos de fiscalização contínuos e de penalidades efetivas.

b) Fiscalização insuficiente

Barreto (2016) enfatiza que o município conta com equipes reduzidas e carece de ferramentas tecnológicas adequadas para monitoramento. A ausência de sistemas informatizados e rastreamento digital permite que resíduos desviem do fluxo formal, dificultando a responsabilização dos geradores.

c) Baixa adesão dos pequenos geradores

Pequenos produtores de RCC frequentemente realizam o descarte irregular por desconhecimento das normas, dificuldades logísticas, falta de transporte próprio ou percepção de custos elevados. Carvalho (2022) descreve que essa parcela é responsável por grande parte das “fugas” no sistema.

d) Capacidade limitada da usina

Conforme já apontado por Traldi (2019), a geração municipal supera a capacidade da usina de reciclagem, gerando atrasos e desestímulo ao descarte formal. Esse descompasso contribui para o acúmulo de resíduos e para o descarte clandestino.

e) Falta de educação ambiental

A ausência de campanhas educativas permanentes e de ações voltadas para conscientização da população impede a construção de uma cultura de responsabilidade ambiental, o que se reflete na segregação inadequada e no cumprimento insuficiente das normas (Caitano, 2024).

f) Baixa integração entre atores da gestão

Moreira (2018) observa que a cooperação entre geradores, transportadoras, áreas de triagem, usina e poder público ainda é limitada, dificultando a consolidação de um sistema eficiente.

g) Lacunas na logística reversa

A inexistência de ferramentas de rastreamento e a falta de controle das caçambas acarretam perdas no processo e ampliam o descarte irregular (Carvalho, 2022).

Apesar da existência de instrumentos legais e normativos voltados à gestão dos resíduos da construção civil, diversos estudos indicam que a aplicação prática dessas diretrizes ainda ocorre de forma limitada em Palmas e muitos outros municípios brasileiros. A insuficiência de fiscalização, o desperdício de materiais nos canteiros de obras e a baixa adoção de práticas de reutilização e reciclagem contribuem para a manutenção de sistemas de gestão pouco eficientes (Silva, 2015).

Em conjunto, esses desafios evidenciam que Palmas ainda está em processo de consolidação de seu sistema de gestão dos RCC, sendo necessárias ações estruturais,

tecnológicas e educativas para fortalecer a governança ambiental e promover práticas sustentáveis.

3.11 Soluções Sustentáveis Apontadas pela Literatura

A literatura especializada apresenta um conjunto de soluções sustentáveis capazes de aprimorar a gestão dos resíduos da construção civil, especialmente em municípios que enfrentam desafios estruturais como Palmas–TO. Essas soluções envolvem tanto melhorias operacionais quanto estratégias de educação ambiental, mecanismos tecnológicos e instrumentos de governança.

a) Fortalecimento da segregação na fonte

A segregação adequada dos resíduos é fundamental para aumentar a eficiência da reciclagem e reduzir o volume destinado a aterros. Nesse sentido, Moreira (2018) afirma que a separação prévia dos materiais evita contaminações e melhora significativamente a qualidade dos agregados reciclados. A adoção de treinamentos contínuos para trabalhadores e de normas claras nos canteiros é indicada como solução.

b) Ampliação e modernização da usina de reciclagem

A capacidade operacional da usina de Palmas é inferior ao volume diário de RCC gerado no município, conforme Traldi (2019). Portanto, a literatura recomenda investimentos em ampliação física, automação de processos, implementação de equipamentos de maior desempenho e melhoria no controle de qualidade dos agregados reciclados (Monteiro, 2023).

c) Adoção de tecnologias de rastreamento e monitoramento

Carvalho (2022) destaca que tecnologias como GPS, QR Codes e sistemas informatizados permitem monitorar rotas, horários e volumes transportados, reduzindo o descarte irregular e promovendo maior transparência. Essas ferramentas já são utilizadas em grandes centros urbanos, como São Paulo e Curitiba, e são apontadas como aplicáveis ao contexto palmense.

d) Logística reversa integrada

A criação de sistemas integrados, conectando geradores, transportadores, áreas de triagem e a usina de reciclagem, é apontada como fundamental para evitar “fugas” no fluxo dos RCC (Carvalho, 2022). A integração pode ocorrer por meio de aplicativos de gestão, exigência de notas de transporte e cadastros obrigatórios de pequenas empresas.

e) Incentivo ao uso de agregados reciclados

A utilização de agregados reciclados em pavimentação, calçadas, drenagens e concretos não estruturais é amparada por normas da ABNT (NBR 15114, 15115, 15116). Teixeira *et al.*

(2018) demonstra que agregados reciclados apresentam resistência suficiente para uso em obras de pequeno e médio porte, sendo uma alternativa viável tanto ambiental quanto economicamente. A adoção desse material em obras públicas é frequentemente citada como medida de incentivo.

f) Campanhas de educação ambiental

Caitano (2024) enfatiza que a falta de conscientização da população contribui para o descarte inadequado. Programas de educação ambiental, treinamentos em empresas, ações comunitárias e divulgação das normas municipais são estratégias recomendadas para promover a responsabilidade compartilhada e o cumprimento das regras.

g) Criação de ecopontos e pontos de entrega voluntária (PEVs)

A escassez de áreas formais de descarte para pequenos geradores é recorrente na literatura. A criação de ecopontos facilita o descarte regular, reduz custos e evita que resíduos sejam lançados clandestinamente (Galdino *et al.*, 2023). Essa medida é especialmente importante em áreas periféricas, onde ocorre maior incidência de deposição irregular.

h) Fortalecimento da fiscalização

Barreto (2016) observa que a fiscalização insuficiente favorece a prática de descarte irregular. A ampliação das equipes, integração de ferramentas digitais e aplicação efetiva de multas contribuem para aumentar o controle e reduzir infrações.

Em conjunto, essas soluções apontam que a gestão sustentável dos RCC depende não apenas de infraestrutura, mas também de governança, educação, tecnologia e incentivos econômicos, demandando ações integradas e contínuas.

3.12 Síntese da Revisão

A literatura conclui que Palmas possui avanços importantes, mas ainda enfrenta limitações estruturais, institucionais e operacionais. O grande volume de resíduos, aliado à baixa segregação e à limitada capacidade da usina, requer ações integradas envolvendo poder público, iniciativa privada e sociedade. Soluções tecnológicas, educativas e estruturais são fundamentais para o aprimoramento da gestão dos RCC no município. Nesse sentido, a tabela a seguir demonstra uma síntese a respeito dos autores em destaque neste estudo e suas principais contribuições:

Tabela 1: Síntese das contribuições de cada estudo relacionado à Palmas-TO

Autores	Título	Principais contribuições
---------	--------	--------------------------

Traldi (2019)	A destinação dos resíduos da construção civil no município de Palmas Tocantins	- Descreveu o funcionamento da usina de reciclagem de RCC em Palmas; - Desenvolveu através de gráficos formas de enfatizar a significativa geração de RCC em Palmas.
Caitano (2024)	Gestão dos resíduos da construção civil em Palmas–TO e os desafios do descarte irregular.	-Reforça a falta de educação ambiental; -Relata a presença constante de pontos clandestinos de descarte em áreas como margens de córregos, terrenos baldios e regiões urbanas periféricas.
Carvalho (2022)	Avaliação da gestão dos resíduos da construção civil em Palmas–TO	-Descreve que pequenos produtores de RCC são responsáveis por grande parte das “fugas” no sistema de gerenciamento sustentável desses resíduos; -Ressalta que a capacidade da usina é insuficiente diante do volume gerado no município.
Monteiro (2023)	Reciclagem e gestão dos resíduos da construção civil em Palmas–TO	-Indica a necessidade de modernização tecnológica na usina de reciclagem de RCC de Palmas; - Aponta que o Plano Municipal de Saneamento Básico de Palmas não possui dados precisos sobre a geração de resíduos da construção civil e demolição.
Moreira (2018)	Gestão de RCC: Estudo de Caso da construção da escola de tempo integral em Palmas-TO	-Pesquisou e descreveu NBR's e dados pertinentes a respeito de RCC no Brasil e em Palmas-TO.

Fonte: Autor, 2025.

Assim, conclui-se que a construção de uma gestão eficaz dos RCC exige ações integradas entre poder público, setor privado e sociedade civil, além de investimentos estruturais, educacionais e tecnológicos. A literatura fornece subsídios consistentes para orientar tais ações, fundamentando tanto a compreensão crítica do problema quanto a formulação de propostas aplicáveis ao contexto municipal.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise integrada da literatura evidencia que a gestão dos RCC em Palmas-TO apresenta avanços estruturais relevantes, mas permanece marcada por limitações que comprometem a eficácia do sistema. O conjunto dos estudos analisados revela pontos de consenso e divergência que permitem compreender o estágio atual do gerenciamento local e seus desafios.

No que se refere à geração de resíduos, há consenso de que o volume produzido no município é elevado e crescente. Traldi (2019) estimou cerca de 297,6 toneladas diárias de RCC, enquanto o Plano Estadual de Resíduos Sólidos (PERS/TO) indica mais de 15 mil toneladas mensais. A divergência entre os valores decorre, segundo Monteiro *et al.* (2023), da ausência de padronização metodológica e da falta de registros sistematizados, demonstrando fragilidades no monitoramento municipal. Assim, embora os autores concordem sobre a magnitude do problema, divergem quanto à exatidão e confiabilidade dos dados disponíveis.

Outro ponto recorrente na literatura é a implantação da usina de reciclagem de RCC em 2017, frequentemente citada como marco positivo. Enquanto Traldi (2019) destaca que a usina possibilitou o reaproveitamento de resíduos Classe A, gerando agregados reciclados aplicáveis em pavimentação e drenagem, Carvalho (2022) enfatiza que a capacidade instalada é insuficiente diante da demanda crescente. Dessa forma, a autora evidencia um limite estrutural que, somado a falhas operacionais, provoca acúmulo de material e reduz a eficiência do processamento. Essa comparação revela uma divergência interpretativa: para Traldi (2019), a usina representa um avanço estrutural; para Carvalho (2022), o avanço existe, mas não atende plenamente às necessidades do município.

A literatura também aponta com convergência a persistência do descarte irregular, sobretudo em áreas urbanas e margens de córregos. Caitano (2024) relaciona essa prática à baixa fiscalização e ao desconhecimento sobre o funcionamento da usina. Carvalho (2022) amplia essa análise ao identificar “fugas” na logística reversa devido à falta de rastreamento de caçambas, destacando que a fiscalização deficitária facilita práticas clandestinas. Assim,

enquanto Caitano (2024) foca os comportamentos inadequados dos geradores, Carvalho (2022) atribui parte do problema ao arranjo institucional, divergindo quanto às causas centrais, mas convergindo quanto aos efeitos negativos.

Outro aspecto crítico diz respeito à segregação inadequada na fonte, apontada unanimemente como entrave à eficiência da reciclagem. Moreira (2018) destaca que a mistura de resíduos compromete a qualidade dos reciclados, enquanto Caitano (2024) observa que essa prática permanece comum em Palmas, gerando sobrecarga na usina. Assim, os autores convergem ao indicar que a falta de segregação reduz a qualidade do processo e impede maior aproveitamento dos resíduos.

A adesão dos pequenos geradores ao sistema formal também se configura como problema recorrente. Carvalho (2022) afirma que este grupo é responsável por grande parte do descarte irregular, motivado por fatores econômicos e logísticos. Galdino *et al.* (2023) complementam ao sugerir que campanhas educativas e implantação de ecopontos podem melhorar esse cenário. Observa-se que, embora os autores concordem sobre a importância de integrar pequenos geradores ao sistema, diferem nas soluções propostas, enquanto Carvalho (2022) enfatiza instrumentos de fiscalização e rastreamento, Galdino *et al.* (2023) destacam medidas educativas e de infraestrutura.

Também se identificam divergências quanto ao papel dos instrumentos legais. Embora todos reconheçam a robustez normativa representada pela PNRS, Resolução CONAMA nº 307/2002 e normas ABNT, Carvalho (2022) afirma que a efetividade é limitada por falhas institucionais; já Monteiro *et al.* (2023) interpretam a legislação como guia para implementação de práticas sustentáveis, mas reconhecem dificuldades operacionais. Em síntese, há consenso sobre a importância das normas, mas divergências quanto ao grau de sua efetividade em Palmas.

Por fim, a literatura apresenta um conjunto de soluções possíveis, entre as quais se destacam: ampliação e modernização da usina (Traldi, 2019; Monteiro *et al.*, 2023), adoção de tecnologias de rastreamento de caçambas (Carvalho, 2022), implantação de ecopontos (Galdino *et al.*, 2023), campanhas permanentes de educação ambiental (Caitano, 2024) e incentivos ao uso de agregados reciclados (Teixeira *et al.*, 2018). Observa-se forte convergência entre os autores quanto à necessidade de ações integradas e contínuas que promovam sustentabilidade e eficiência.

Assim, a discussão revela que a gestão dos RCC em Palmas encontra-se em processo de consolidação, mas depende de avanços estruturais, tecnológicos e institucionais. A cidade apresenta base normativa e iniciativas iniciais suficientes para evoluir, porém o êxito depende

do fortalecimento da governança, ampliação da capacidade instalada, integração entre os atores envolvidos e combate efetivo ao descarte irregular.

5 CONCLUSÃO

Este estudo examinou a gestão dos resíduos da construção civil (RCC) no contexto municipal, com ênfase no município de Palmas–TO, a partir de uma revisão bibliográfica fundamentada na literatura científica e nas normas ambientais vigentes. A análise das fontes permitiu compreender como o tema tem sido abordado nos estudos existentes, bem como identificar padrões conceituais, limitações recorrentes e lacunas ainda presentes na produção acadêmica.

A literatura analisada evidencia que o arcabouço legal e normativo, estruturado principalmente a partir da Política Nacional de Resíduos Sólidos e da Resolução CONAMA nº 307/2002, constitui uma base consolidada para a gestão dos RCC em âmbito municipal. Contudo, os estudos indicam que a efetividade desse marco regulatório depende de sua operacionalização, sendo recorrente a identificação de fragilidades institucionais, especialmente no que se refere à fiscalização, à responsabilização dos agentes envolvidos e à articulação entre os instrumentos de gestão.

No que diz respeito às abordagens teóricas e aos modelos de fluxo de gestão discutidos na literatura, observa-se a recorrência de diretrizes como a segregação na fonte, o controle do transporte, a destinação adequada e a valorização dos resíduos por meio da reciclagem. Entretanto, os trabalhos relacionados ao contexto de Palmas–TO apresentam, em sua maioria, caráter descritivo e fundamentam-se em adaptações de modelos desenvolvidos para outros municípios, sem aprofundamento empírico que permita avaliar sua aplicação de forma mais consistente.

Os estudos revisados também convergem ao apontar desafios estruturais associados à gestão dos RCC em âmbito municipal, incluindo limitações operacionais, institucionais e comportamentais. Entre os aspectos mais frequentemente destacados estão a baixa adesão de pequenos geradores, a segregação inadequada dos resíduos e a fragilidade dos mecanismos de fiscalização, fatores que, segundo a literatura, comprometem a eficácia das políticas públicas e das práticas de gestão ambiental no setor da construção civil.

Outro ponto relevante identificado refere-se às divergências metodológicas presentes na literatura, especialmente quanto às estimativas de geração de RCC e às formas de coleta e organização dos dados. A ausência de padronização e a dependência de informações

secundárias desatualizadas limitam a comparabilidade entre estudos e dificultam análises mais precisas sobre a realidade municipal, incluindo o contexto de Palmas–TO.

Como limitação central deste trabalho, destaca-se a base bibliográfica reduzida e concentrada majoritariamente em estudos locais e trabalhos acadêmicos, além da restrita diversidade de bases científicas consultadas. Tal condição impõe limites ao alcance analítico da revisão e reforça a necessidade de cautela na interpretação dos resultados, não permitindo generalizações amplas.

Diante desse cenário, torna-se evidente a necessidade de aprofundamento das pesquisas sobre a gestão dos RCC, com a realização de estudos empíricos baseados em dados atualizados e metodologias padronizadas. Investigações futuras poderão contribuir para o avanço do conhecimento teórico, bem como para o aprimoramento das políticas públicas, dos instrumentos de gestão e das práticas sustentáveis no âmbito municipal.

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10004: Resíduos sólidos – Classificação**. Rio de Janeiro, 2004.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15112: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Execução de camadas de base e sub-base**. Rio de Janeiro, 2004.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15113: Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Áreas de transbordo e triagem**. Rio de Janeiro, 2004.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15114: Resíduos sólidos da construção civil – Áreas de reciclagem**. Rio de Janeiro, 2004.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15115: Agregados reciclados de resíduos da construção civil – Execução de camadas de pavimentação**. Rio de Janeiro, 2004.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15116: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Utilização em concreto não estrutural**. Rio de Janeiro, 2004.

ABRECON. Associação Brasileira Para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição. **Panorama da Reciclagem de Resíduos da Construção Civil**. São Paulo, 2018.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 001, de 23 de janeiro de 1986**. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental – RIMA. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 17 fev. 1986.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002**. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. *Diário Oficial da União*, Brasília, 17 jul. 2002.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 448, de 18 de janeiro de 2012**. Altera dispositivos da Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002, que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 19 jan. 2012.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010.** Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm> Acesso em: 17 jan. 2025.

Barreto, Onésima Aguiar Campos. **Resíduos da construção civil no município de Palmas-Tocantins: proposição de um modelo de boas práticas de manejo.** 2016.

Caitano, Cristiélen Rodrigues. **Análise da destinação e disposição final dos resíduos da construção civil no município de Palmas-TO.** *Multidebates*, v. 8, n. 2, p. 248-258, 2024.

Carvalho, Magnny Maisy de Barros. **Resíduos da construção civil em Palmas-TO: a inserção da logística reversa no gerenciamento.** Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente) – Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2022.

Chemin, B. F. **Manual Univates para trabalhos acadêmicos: planejamento, elaboração e apresentação.** 3 ed. 2015, 315 p. Lajeado: Ed. da Univates, 2015.

Galdino, Fábio Willian Marques; Santos, Maicon Felicio dos; Diniz, Thiago Rodrigues; Pereira, Cláudio Roberto O. **Impactos ambientais: descarte irregular de resíduos sólidos urbanos gerados pela população de residências convencionais em Porto Velho/RO.** *Revista Científica de Alto Impacto*, v. 27, n. 127, out. 2023.

Gálvez-Martos, J. L.; Del Río, S.; Cortés, A.; Artamendi, I. **Closing the loop for high-value construction and demolition waste.** *Science of The Total Environment*, v. 616 617, p. 286–295, 2018.

John, V. M. *apud* Silva, Alex Fabiane Fares. **Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil de acordo com a Resolução CONAMA nº 307/02 - Estudo de caso para um conjunto de obras de pequeno porte.** Escola de Engenharia da UFMG. Belo Horizonte, MG. 2007.

John, V. M. **Reciclagem de resíduos na construção civil: contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento.** 120p. Tese (Livre-Docência em Engenharia Civil). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, (2000).

Leão, Úrsula Maíra Maciel Rigon; Leão, Marlon; Schneider, Roselene Maria. **Panorama e**

análise crítica da gestão de resíduos da construção civil no Brasil: desafios, normativas e perspectivas para a sustentabilidade. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, v. 16, n. 1, p. e8680, 2025.

Lima, H. L. **Proposta de método para obtenção de índice da qualidade de segregação de resíduos da construção civil.** Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2016. Disponível em: <<http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/12059>> . Acesso em: 15 jan. 2025.

Lombardi Filho, P. **Modelo de Destinação de Resíduos da Construção Civil Baseado na Análise da Infraestrutura e Legislação do Município de São Paulo.** 113f. (Mestrado em Ambiente, Saúde e Sustentabilidade) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

Monteiro, Bianca Stephany Lemes; Picanço, Aurélio Pessoa; Soares, Geovany Braga. **Gestão e sustentabilidade: a destinação dos resíduos sólidos da construção civil – o caso de uma obra de médio porte em Palmas–TO.** Congresso da ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2023.

Moreira, Bruna Sônego. **Gestão de RCC (resíduos de construção civil): estudo de caso da construção da escola de tempo integral em Palmas–TO.** 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Centro Universitário Luterano de Palmas, CEULP/ULBRA, Palmas, 2018.

SEBRAE. **A importância do gerenciamento correto de resíduos da construção civil.** 2022. Disponível em: <<https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/a-importancia-do-gerenciamento-correto-de-residuos-da-construcao-civil,1b589a4873722810VgnVCM100000d701210aRCRD>>. Acesso em: 15 jan. 2025.

Souza, U. E. L., et al. Diagnóstico e combate à geração de resíduos na produção de obras de construção de edifícios: uma abordagem progressiva. *Ambiente Construído*. 4(4): p. 33-46. Porto Alegre, 2004.

Teixeira, José Henrique da Silva; Oliveira, Maria do P. Socorro Lamego. **Resíduos de construção e demolição – concreto reciclável.** *Revista Científica Semana Acadêmica*, n. 144, 2018. Disponível em: <<https://semanaacademica.org.br/artigo/residuos-de-construcao-e-demolicao-concreto-reciclavel>>. Acesso em: 20 jan. 2025.

Traldi, Rafaella Miranda. **A destinação dos resíduos da construção civil no município de Palmas Tocantins**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação do Tocantins, Campus Palmas, 2019. 52 f.

Lombardi Filho, P. **Modelo de Destinação de Resíduos da Construção Civil Baseado na Análise da Infraestrutura e Legislação do Município de São Paulo**. 113f. (Mestrado em Ambiente, Saúde e Sustentabilidade) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

Luchezzi, C.; Terence, M. C. **Logística reversa aplicada na construção civil**. *Revista Mackenzie de Engenharia e Computação*. São Paulo, v. 13, p. 144-160, out. 2013.

Ribeiro Teixeira, Daiany; Viana Da Paz, et. al. **Caracterização da disposição dos resíduos sólidos gerados no município de Palmas-Tocantins: Um estudo de caso em quadras selecionadas**. *Revista Espaço e Geografia*, [S. l.], v. 16, n. 1, p. 1–39, 2022. DOI: 10.26512/2236-56562013e39936. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/espacoegeografia/article/view/39936>. Acesso em: 10 jan. 2026.

Silva, Juarez Pereira da. **Caracterização de resíduos de construção civil na cidade de Palmas–TO**. 2015. 72f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal do Tocantins, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Palmas, 2015.

Spadotto, Aryane et al. **Impactos ambientais causados pela construção civil**. *Unoesc & Ciência*, Joaçaba, v.2, n. 2, p. 173-180, jul./dez. 2011