



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE TUCURUÍ
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL

EDILBERTO GUIMARÃES RODRIGUES

**ANÁLISE DA GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS DA
CONSTRUÇÃO CIVIL NO MUNICÍPIO DE TUCURUÍ-PA**

TUCURUÍ-PA
2025

EDILBERTO GUIMARÃES RODRIGUES

**ANÁLISE DA GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS DA
CONSTRUÇÃO CIVIL NO MUNICÍPIO DE TUCURUÍ-PA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Engenharia Civil, do Campus Universitário de Tucuruí, da Universidade Federal do Pará, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Prof.^a MSc. Grazielle Tigre de Souza.

TUCURUÍ-PA
2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

R696a Rodrigues, Edilberto Guimarães.

Análise da gestão integrada de resíduos da construção civil no município de Tucuruí-PA / Edilberto Guimarães Rodrigues. — 2025.

167 f. : il. color.

Orientador(a): Prof^a. MSc. Grazielle Tigre de Souza
Trabalho de Conclusão (Graduação) - Universidade Federal do Pará, Campus Universitário de Tucuruí, Faculdade de Engenharia Civil, Tucuruí, 2025.

1. gestão de RCD. 2. IGRCD. 3. políticas públicas. 4. sustentabilidade. I. Título.

CDD 624

EDILBERTO GUIMARÃES RODRIGUES

**ANÁLISE DA GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS DA
CONSTRUÇÃO CIVIL NO MUNICÍPIO DE TUCURUÍ-PA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Engenharia Civil, do Campus Universitário de Tucuruí, da Universidade Federal do Pará, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Data da aprovação: 03/04/2025

Conceito: **EXCELENTE**

BANCA EXAMINADORA

Profa. MSc Grazielle Tigre de Souza.
Orientadora – FEC/CAMTUC/UFPA

Prof. Me. Davi Barbosa da Silva Costa
Examinador Interno – FEC/CAMTUC/UFPA

Prof. Dr. Rodrigo Passos Cândido da Silva
Examinador Externo – FAESA/CAMTUC/UFPA

Aos meus pais, Elizeu Manoel Rodrigues e Carmem Guimarães Rodrigues, cuja fé inabalável e amor incondicional me sustentaram durante toda a minha vida. Embora a saudade seja grande, sei que vocês estão em paz, e a esperança de que um dia nos reencontraremos me dá forças para continuar. Este TCC é, em última instância, uma homenagem ao legado que deixaram em minha vida, e uma prova de que, com a fé que vocês me ensinaram, sempre encontrarei o caminho, mesmo nas horas mais difíceis.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me dar forças para continuar, mesmo nos momentos de dificuldades. Aos meus pais, Elizeu Manoel Rodrigues e Carmem Guimarães Rodrigues, que já partiram, mas que continuam sendo minhas maiores fontes de inspiração e amor. Mesmo em sua ausência física, sinto sua presença em cada conquista e em cada passo que dou. Vocês foram fundamentais em minha formação e em tudo o que sou, e este trabalho é, em grande parte, um tributo a tudo o que me ensinaram e ao apoio incondicional que sempre me deram.

À minha esposa Any, pelo amor, paciência e apoio incondicional durante toda essa caminhada. Aos meus filhos, que são minha motivação diária e me encham de orgulho a cada dia. E, especialmente, à minha bebê Aressa, que trouxe ainda mais luz e alegria para minha vida. Vocês são a razão pela qual nunca desisto e me esforço sempre para ser uma pessoa e um profissional melhor. Este trabalho também é de vocês, pois sem seu apoio e amor, nada disso seria possível.

Aos meus amigos e colegas de turma, que foram verdadeiros companheiros ao longo dessa jornada, me oferecendo não só palavras de incentivo, mas também momentos de descontração e apoio emocional. Obrigado por estarem ao meu lado, mesmo nos momentos em que eu mais duvidei de mim mesmo. Sua amizade foi essencial para que eu pudesse seguir adiante.

Aos meus professores, especialmente à minha orientadora, Profa. Grazielle Tigre de Souza, por sua paciência, dedicação e orientação durante todo o processo de desenvolvimento deste TCC. Seus ensinamentos e conselhos foram indispensáveis para que eu pudesse alcançar este resultado. Agradeço também a todos os professores que, com seu conhecimento e experiência, contribuíram para a minha formação acadêmica ao longo do curso.

Aos meus familiares, que sempre estiveram ao meu lado, me apoiando com amor e compreensão, especialmente durante os períodos mais desafiadores. Vocês foram meu alicerce, e sem o apoio de cada um de vocês, não teria conseguido chegar até aqui. Sou grato(a) pela paciência, por cada palavra de apoio e por cada gesto de carinho ao longo dessa jornada.

Este trabalho é o resultado de um esforço coletivo, em que cada pessoa mencionada teve uma contribuição essencial. A todos, meu sincero agradecimento.

“Se o Senhor não edificar a casa, em vão trabalham os que a edificam; se o Senhor não guardar a cidade, em vão vigia a sentinela.” (Salmo 127:1, Almeida Revista e Corrigida)

RESUMO

A gestão dos resíduos da construção e demolição (RCD) é um desafio para os municípios devido ao alto volume gerado e aos impactos ambientais decorrentes desses materiais. Práticas eficazes de manejo são essenciais para minimizar danos e promover a sustentabilidade urbana. Nesse contexto, o presente estudo tem como objetivo analisar a gestão integrada dos RCD em Tucuruí-PA, identificando suas características e propondo soluções para aprimorar o manejo e reduzir os impactos ambientais negativos. Trata-se de uma pesquisa quantitativa, descritiva e aplicada, com coleta de dados por meio de pesquisa documental e de campo, incluindo entrevistas e questionários aplicados a 18 sujeitos relacionados à gestão de RCD. A análise foi realizada com base no Índice de Gestão de Resíduos da Construção e Demolição (IGRCD) desenvolvido por Paz (2019), complementada por análise estatística e pela análise do arranjo institucional proposta por Leme (2016). Os resultados evidenciaram um cenário crítico: o município obteve um IGRCD de apenas 15%, classificando sua gestão de RCD como “Insuficiente”. Nenhum dos grupos de indicadores – Instrumentos de Gestão, Programas Municipais, Coleta e Triagem, Tratamento e Disposição Final – atingiram resultados que indicaram práticas estruturadas e eficazes. A análise estatística comprovou esta fragilidade, revelando que 85% das respostas dos agentes consultados foram definidas como “Não Favoráveis”, reforçando a ausência de políticas públicas eficientes. A média geral dos indicadores foi de apenas 0,3 pontos, com moda e mediana igual a zero, evidenciando que a maioria dos aspectos avaliados carece de implementação mínima, refletindo uma gestão municipal ineficaz e sem avanços. A análise de correlação entre os grupos de indicadores demonstrou forte padrão de correlação entre Instrumentos de Gestão e Tratamento/Disposição Final ($p_s = 1,000$), apontando que a ausência de diretrizes normativas impacta diretamente a destinação dos resíduos. As associações entre Programas Municipais e Tratamento ($p_s = 0,750$) e entre Coleta e Triagem e Tratamento ($p_s = 0,625$) indicam que melhorias na gestão dos resíduos exigem uma abordagem sistêmica e integrada. Contudo, o baixo índice entre Programas Municipais e Coleta/Triagem ($p_s = 0,125$) revela um desalinhamento entre ações educativas e operacionais, comprometendo a eficácia do gerenciamento e dificultando a implementação de estratégias que possam melhorar a segregação e o reaproveitamento de resíduos. Conclui-se que a adoção de instrumentos de gestão, educação ambiental e fiscalização é essencial para aprimorar a gestão dos resíduos.

Palavras-chave: gestão de RCD; IGRCD; políticas públicas, sustentabilidade.

ABSTRACT

The management of construction and demolition waste (CDW) is a challenge for municipalities due to the high volume generated and the environmental impacts resulting from these materials. Effective management practices are essential to minimize harm and promote urban sustainability. In this context, the present study aims to analyze the integrated management of CDW in Tucuruí-PA, identifying its characteristics and proposing solutions to improve handling and reduce negative environmental impacts. This is a quantitative, descriptive, and applied research, with data collected through documentary and field research, including interviews and questionnaires applied to 18 individuals involved in CDW management. The analysis was based on the Construction and Demolition Waste Management Index (IGRCD) developed by Paz (2019), complemented by statistical analysis and the institutional arrangement framework proposed by Leme (2016). The results revealed a critical scenario: the municipality scored only 15% on the IGRCD, classifying its CDW management as “Insufficient.” None of the indicator groups – Management Instruments, Municipal Programs, Collection and Sorting, Treatment and Final Disposal – showed results indicative of structured and effective practices. The statistical analysis confirmed this weakness, revealing that 85% of the responses from consulted agents were classified as “Not Favorable,” reinforcing the lack of effective public policies. The overall average score of the indicators was only 0.3 points, with both mode and median equal to zero, indicating that most of the evaluated aspects lack even minimal implementation, reflecting an ineffective and stagnant municipal management. The correlation analysis between the indicator groups demonstrated a strong correlation pattern between Management Instruments and Treatment/Final Disposal ($\rho_s = 1.000$), indicating that the absence of regulatory guidelines directly impacts waste destination. The associations between Municipal Programs and Treatment ($\rho_s = 0.750$) and between Collection and Sorting and Treatment ($\rho_s = 0.625$) indicate that improvements in waste management require a systemic and integrated approach. However, the low correlation between Municipal Programs and Collection/Sorting ($\rho_s = 0.125$) reveals a misalignment between educational and operational actions, compromising the effectiveness of management and hindering the implementation of strategies to improve waste segregation and reuse. It is concluded that the adoption of management tools, environmental education, and enforcement is essential to improve waste management.

Keywords: CDW management; IGRCD; public policies; sustainability.

LISTA DE FIGURA

Figura 1 – Principais resultados da PAIC – 2022.....	27
Figura 2 – Tendências do Emprego na Construção Civil Brasileira	29
Figura 3 – Participação das mulheres no setor da construção civil no Brasil em 2023.....	30
Figura 4 – Disposição e tratamento de RSU, 2011 - 2017, por países selecionados.....	35
Figura 5 – Destinação de RCD nos municípios brasileiros em 2019	53
Figura 6 – Total de municípios brasileiros atendidos por tipo de unidade de disposição final e suas áreas de abrangência - 2019.....	54
Figura 7 – Hierarquia entre os instrumentos de planejamento e gestão de resíduos sólidos no Brasil.....	70
Figura 8 – Regulamento do PMGRCC para a gestão pública e privada.....	72
Figura 9 – Mapa de localização de Tucuruí-PA	76
Figura 10 – Fluxograma do caminho metodológico.....	79
Figura 11– Mapeamento dos pontos de geração de RCD na Vila Permanente	110
Figura 12 – Calendário e roteiro para coleta de RCD em Tucuruí-PA - 2024	115
Figura 13 – Localização do lixão de Tucuruí-PA.....	123
Figura 14 – Materiais dispostos sem segregação adequada em obras residenciais	127
Figura 15 – Resíduos de construção civil descartados sem controle.....	128
Figura 16 – Ausência de segregação adequada de materiais recicláveis.....	129
Figura 17 – RCD sem acondicionamento adequado em obras de construção civil.....	130
Figura 18 – Vista da obra em aterro e respectiva área de escavação.....	132
Figura 19 Exposição de trabalhadores da construção civil à condições inadequadas	133
Figura 20 – Modelo de fluxos de RCD estabelecido pela Resolução Conama nº 307/2002..	179

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Cadeia produtiva da construção civil por participação (%) no PIB - 2021	26
Gráfico 2 – Participação (%) do PIB da construção no PIB total do Brasil	28
Gráfico 3 – Comparativo da taxa de crescimento econômico entre países, por ano de referência	28
Gráfico 4 – Características das fases do empreendimento comercial tradicional	34
Gráfico 5 – Disposição final adequada x inadequada de RSU no Brasil (t/ano e %) - comparativo 2021 e 2022	36
Gráfico 6 – Abrangência da Coleta de RCD nos Municípios Brasileiros por Região – 2021..	41
Gráfico 7 – Massa de resíduo de construção civil gerada por classe	42
Gráfico 8 – Distribuição dos municípios quanto à estruturação da gestão ambiental local (2009)	65
Gráfico 9 -- Tipos de estrutura existente nas prefeituras para lidar com a gestão ambiental (em %) – 2009	66
Gráfico 10 – Pessoal que trabalha na área ambiental no município de Tucuruí, por categorias	89
Gráfico 11 – Evolução do número de trabalhadores na construção civil em relação ao total de pessoal ocupado, por ano e região geográfica	94
Gráfico 12 – Ocupação por atividade na construção civil (%) em relação ao total de pessoal ocupado, por ano e unidade geográfica	94
Gráfico 13 – Evolução do número de vínculos empregatícios no emprego formal na construção civil em Tucuruí e variação percentual, por unidade geográfica	95
Gráfico 14 – Evolução do saldo de vagas por competência da movimentação.....	96
Gráfico 15 – Movimentações do vínculo empregatício, por ano, tipo de movimentação e sexo	97
Gráfico 16 – Admissões no emprego formal na construção civil, por ano e grau de instrução	98
Gráfico 17 – Evolução do número de admissões no emprego formal na construção civil, por ano e faixa etária.....	98
Gráfico 18 – Comparativo da coleta de RCD no município de Tucuruí em 2024	117
Gráfico 19 – Pontuação aferida por grupo de indicadores	153
Gráfico 20 – Percentual da pontuação obtida por cada grupo de indicador	154
Gráfico 21 – Enquadramento do município de Tucuruí na classificação do IGRCD	154
Gráfico 22 – Distribuição percentual das categorias	163

Gráfico 23 – Valores dos coeficientes de correlação entre grupos de indicadores em Tucuruí e Recife.....	170
Gráfico 24 – Comparativo das médias dos grupos de indicadores entre Tucuruí e Recife....	171
Gráfico 25 – Comparativo das categorias entre Tucuruí e Recife.....	171
Gráfico 26 – Distribuição das pontuações dos diferentes grupos de indicadores	172

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Normas internacionais para gestão da qualidade e garantia da qualidade.....	33
Quadro 2 – Classificação dos resíduos de construção civil de acordo com a Resolução nº 307/2002 – Conama.....	38
Quadro 3 – Código de cores para os diferentes tipos de resíduos conforme a Resolução Conama nº 275/2001	43
Quadro 4 – Estratégias de reintegração dos resíduos da construção civil	45
Quadro 5 – Possíveis ações redutoras de perdas e da geração de resíduos	46
Quadro 6 – Identificação dos resíduos por etapas da obra e possível reaproveitamento	47
Quadro 7 – Sugestões de destinação dos resíduos da construção civil por tipo	50
Quadro 8 – Destinos e condições para disposição de resíduos da construção civil	52
Quadro 9 – Características que diferenciam gestão e gerenciamento de resíduos sólidos.....	55
Quadro 10 – Indicadores de gestão de RCD definidos a partir do que estabelece a Resolução Conama nº 307/2002	59
Quadro 11 – Indicadores dos instrumentos de gestão de RCD.	61
Quadro 12 – Indicadores dos programas de gestão de RCD.	61
Quadro 13 – Indicadores da coleta e triagem de RCD.	62
Quadro 14 – Indicadores do tratamento e disposição final de RCD.	62
Quadro 15 – Enquadramento metodológico da pesquisa	77
Quadro 16 – Classificação das pontuações do IGRCD	82
Quadro 17 – Caráter e atividade do Comdema	90
Quadro 18 – Instrumentos de gestão ambiental no município de Tucuruí, por ano de incidência.....	91
Quadro 19 – Instrumentos de planejamento no município de Tucuruí	101
Quadro 20 – Síntese das edificações estudadas.....	125

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Investimentos em construção e participação no PIB em países selecionados (2019)	31
Tabela 2 – Necessidade de investimentos na construção no Brasil – 2021 a 2030.....	32
Tabela 3 – Distribuição das unidades de processamento de RSU em operação no Brasil, por tipo e percentual, em 2020.....	36
Tabela 4 – Municípios por categoria de disposição final de RSU em operação no Brasil – 2021	37
Tabela 5 – Relação dos 10 maiores geradores de RCD no mundo por ano de referência.....	39
Tabela 6 – Número de vínculos empregatícios no emprego formal e percentual por grande setor – 2023	93
Tabela 7 – Estimativa da quantidade de RCD gerados em Tucuruí-PA	111
Tabela 8 – Quantificação por tipo de resíduo sólido	112
Tabela 9 – Composição dos RCD por classe em Tucuruí-PA.....	113
Tabela 10 – Avaliação do arranjo institucional para a gestão municipal local	138
Tabela 11 – Matriz avaliativa dos instrumentos de gestão de RCD	139
Tabela 12 – Matriz avaliativa dos programas de gestão de RCD.....	143
Tabela 13 – Matriz avaliativa da coleta e triagem de RCD.....	147
Tabela 14 – Matriz avaliativa do tratamento e disposição final de RCD	150
Tabela 15 – Resultados da correlação entre os grupos de indicadores.....	164

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
Abramat	Associação Brasileira da Indústria de Materiais de Construção
Abrecon	Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição
ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
APA	Área de Proteção Ambiental
ATT	Área de Transbordo e Triagem
BIM	Building Information Modeling
BREEAN	Building Research Establishment Environmental Assessment Method
Caged	Cadastro Geral de Empregados e Desempregados
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção Civil
CMMAD	Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento
CNAE	Classificação Nacional de Atividades Econômicas
Coema	Conselho Estadual de Meio Ambiente
Comdema	Conselho Municipal do Meio Ambiente
Conama	Conselho Nacional do Meio Ambiente
Copemarte	Cooperativa de Materiais de Reciclagem de Tucuruí
FGV	Fundação Getúlio Vargas
Fiesp	Federação das Indústrias do Estado de São Paulo
FMMA	Fundo Municipal de Meio Ambiente
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas
IDHM	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
IGRCD	Índice de Gestão de Resíduos da Construção e Demolição
ISO	International Organization for Standardization
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MPPA	Ministério Público do Pará
MTR	Manifesto de Transporte de Resíduos
Munic	Pesquisa de Informações Básicas Municipais
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
PAIC	Pesquisa Anual da Indústria da Construção

PBQP-H	Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat
PEV	Ponto de Entrega Voluntária
PIB	Produto Interno Bruto
PGRCC	Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil
Planares	Plano Nacional de Resíduos Sólidos
Plansab	Plano Nacional de Saneamento Básico
PMGIRS	Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos
PMGRCC	Plano Municipal de Gestão de Resíduos da Construção Civil
PNMA	Política Nacional do Meio Ambiente
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PNSB	Política Nacional de Saneamento Básico
RCD	Resíduos da Construção Civil
RCD	Resíduos da Construção e Demolição
RDS	Reservas de Desenvolvimento Sustentável
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
Semas	Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade
Semma	Secretaria Municipal de Meio Ambiente
Semoh	Secretaria Municipal de Obras e Habitação
Semurb	Secretaria Municipal de Urbanismo
SGQ	Sistema de Gestão de Qualidade
Sinir	Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SISMMAT	Sistema Municipal do Meio Ambiente
SISNAMA	Sistema Nacional do Meio Ambiente
STP	Sistema Toyota de Produção
URPV	Unidades de Recebimento de Pequenos Volumes
ZPVS	Zonas de Proteção da Vida Silvestre

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	19
1.1 Contextualização do tema	19
1.2 Objetivos	20
1.2.1 Objetivo geral	20
1.2.2 Objetivos específicos	21
1.3 Justificativa	21
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	24
2.1 Conceitos fundamentais	24
2.1.1 Desenvolvimento sustentável e sustentabilidade.....	24
2.1.2 Responsabilidade socioambiental.....	25
2.2 Construção civil no Brasil	26
2.2.1 Características e cenário atual da construção civil no Brasil.....	26
2.2.3 Construção sustentável	33
2.3 Resíduos sólidos	34
2.4 Resíduos da construção e demolição (RCD)	37
2.4.1 Definição de RCD	37
2.4.2 Classificação dos RCD	37
2.4.3 Geração de RCD.....	38
2.4.5 Composição dos RCD	41
2.4.6 Coleta no canteiro e triagem.....	42
2.4.7 Acondicionamento.....	42
2.4.8 Armazenamento dos RCD	43
2.4.9 Transporte de RCD.....	43
2.4.10 Impactos ambientais	44
2.4.11 O Conceito 3R's	44
2.4.11.1 Redução	45
2.4.11.2 Reutilização	46
2.4.11.3 Reciclagem	47
2.4.12 Logística reversa.....	48
2.4.13 Tratamento, destinação e disposição final de RCD.....	49
2.5 Gestão e gerenciamento de RCD no Brasil	54

2.5.1 Modelos para implantação de gestão integrada de RCD nos municípios brasileiros	56
2.5.3 Estrutura organizacional para a gestão integrada de RCD	64
2.5.4 A responsabilidade dos grandes geradores na gestão e gerenciamento de RCD.....	68
2.6 Disposições legais e normativas	69
2.6.1 Breve histórico da evolução dos marcos legais no Brasil	69
2.6.2 Política Nacional do Meio Ambiente	70
2.6.3 Plano Nacional de Saneamento Básico	71
2.6.4 Política Nacional de Resíduos Sólidos	71
2.6.5 Plano Nacional de Resíduos Sólidos	71
2.6.6 Plano Municipal de Gestão de Resíduos da Construção Civil	72
2.6.7 Novo marco legal do saneamento básico (Lei 14.026/2020)	73
2.6.8 Resolução Conama nº 307/2002.....	73
2.6.9 Normalização técnica	74
3 METODOLOGIA.....	75
3.1 Caracterização da área de estudo	75
3.2 Abordagem metodológica da pesquisa	77
3.2 Métodos de Procedimentos da Pesquisa	78
3.2.1 Levantamento de dados	79
3.2.2 Classificação do arranjo institucional.....	80
3.2.3 Aplicação do IGRCD.....	81
3.2.4 Análise Estatística.....	84
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	88
4.1 Diagnóstico e análise situacional da gestão integrada de RCD no município de Tucuruí	88
4.1.1 Arranjo institucional da gestão integrada de RCD	88
4.1.2 Modelagem da indústria da construção civil	91
4.1.3 Instrumentos legais da gestão integrada de RCD	99
4.1.4 Aspectos gerais da gestão integrada de RCD	106
4.1.5 Diretrizes da gestão municipal para o gerenciamento de RCD	108
4.1.5.1 Caracterização dos RCD.....	108
4.1.5.2 Coleta, triagem e transporte.....	113
4.1.5.3 Tratamento e disposição final.....	119
4.1.5.3.2 Disposição final	122
4.1.6 Gerenciamento nas obras sujeitas ao PGRCC	124

4.1.7 Avaliação da gestão integrada de RCD no município de Tucuruí	137
4.1.7.1 Avaliação do arranjo institucional da gestão de RCD.....	137
4.1.7.2 Análise da gestão de RCD com base no IGRCDD.....	138
4.1.7.3 Análise estatística	160
4.1.7.4 Análise integrada	167
4.1.7.5 Análise comparativa com Recife-PE.....	168
4.1.8 Proposições para adequação e melhorias da gestão integrada de resíduos da construção civil no município de Tucuruí-PA	173
4.1.8.1 Estratégias para a gestão municipal.....	173
4.1.8.2 Proposta de gerenciamento para os grandes geradores	180
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	183
REFERÊNCIAS	186
APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO APLICADO À SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE (SEMMA)	198
APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO APLICADO À SECRETARIA MUNICIPAL DE OBRAS E HABITAÇÃO (SEMOH)	198
APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO APLICADO À SECRETARIA MUNICIPAL DE URBANISMO (SEMURB)	199
APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO APLICADO EM CANTEIROS DE OBRAS.....	199
APÊNDICE E – QUESTIONÁRIO APLICADO À EMPRESA DE RECICLAGEM..	200
APÊNDICE F – QUESTIONÁRIO APLICADO A LOJAS DE MATERIAL DE CONSTRUÇÃO.....	201
APÊNDICE G – QUESTIONÁRIO APLICADO AO MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DO PARÁ (MPPA)	202
APÊNDICE H – ROTEIRO DE OBSERVAÇÃO EM CAMPO: GESTÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL	202

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização do tema

A crescente urbanização e o avanço da construção civil nas últimas décadas têm gerado volumes significativos de RCD em diversas cidades brasileiras, resultando em desafios para a destinação adequada de materiais provenientes da construção, renovação e demolição de edificações e infraestrutura urbana (Pinto, 1999). De acordo com a Pesquisa Setorial Abrecon 2020, realizada pela Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição (Abrecon, 2022), o Brasil gera cerca de 100 milhões de toneladas de RCD anualmente, sendo que apenas 20% desses resíduos recebem destinação adequada.

Considerando o alto consumo de matéria-prima, a geração de resíduos e os impactos ambientais, faz-se necessário a adoção de novas medidas para promover o desenvolvimento sustentável, buscando o aprimoramento dos sistemas construtivos, com o emprego de novas técnicas e materiais, e maior racionalidade construtiva (Mass, 2017). Neste aspecto, o reaproveitamento e a reciclagem de RCD mostram-se soluções aplicáveis para se obter maior sustentabilidade na construção.

A questão da geração de resíduos e a destinação adequada destes materiais é um desafio que compete, entre outros atores, ao poder público equacionar, por meio da adoção de medidas quanto à elaboração e à implantação de legislações que disciplinem o gerenciamento dos resíduos e que apresentem instrumentos apropriados para a gestão dos resíduos sólidos (Cruz, 2021).

Nesse sentido, a Lei nº 12.305, de 5 de agosto de 2010, institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e estabelece instrumentos norteadores por meio de planos que contemplem a gestão de resíduos sólidos. Por conseguinte, destaca-se o Plano Municipal de Gestão de Resíduos da Construção Civil (PMGRCC) como incumbência do Distrito Federal e dos municípios quanto à elaboração, a fim de orientar a gestão integrada dos resíduos sólidos em âmbito local.

Na esteira da PNRS, as ações de regulação e fiscalização referentes à gestão dos RCD são orientadas pela Resolução nº 307 (Brasil, 2002), de 5 de julho 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a indicar a gestão adequada.

A PNRS ainda incorpora a dimensão da gestão integrada de resíduos sólidos de forma mais ampla que, segundo Paz (2019), é a maneira mais adequada de gerenciar os resíduos

sólidos urbanos (RSU), por meio da implementação de um sistema de gestão integrada. No entanto, apesar da importância e dos avanços da gestão dos RCD, nos municípios é ainda um desafio frente ao volume e ao tratamento dispensado aos resíduos gerados. A gestão integrada de RCD é um conceito que envolve a articulação entre diferentes setores e atores para promover o controle, a minimização e a valorização dos resíduos. Segundo Lima (2012), um sistema de avaliação da gestão municipal de RCD deve considerar três eixos essenciais: universalidade dos serviços, proteção à saúde ambiental e preservação dos recursos naturais.

Para que esse modelo seja eficaz, o monitoramento e a avaliação dos resultados tornam-se fundamentais, sendo os indicadores uma ferramenta essencial nesse processo. Indicadores de sustentabilidade permitem medir a eficácia das ações adotadas e identificar fragilidades na gestão, auxiliando na tomada de decisão e no aprimoramento contínuo do sistema. No entanto, apesar da importância e dos avanços da gestão dos RCD, verifica-se que esta temática ainda é um desafio no município de Tucuruí-PA, sobretudo diante do volume gerado e das dificuldades no tratamento e destinação dos resíduos.

Este trabalho tem como tema a gestão integrada de RCD, e traz à tona o questionamento sobre a efetividade deste paradigma no município de Tucuruí-PA. A percepção de que a gestão de RCD no município é prejudicada por falhas na estruturação de políticas públicas, na conscientização dos envolvidos e na infraestrutura de reciclagem e destinação final, resultando em um sistema ineficiente e insustentável, sugere que a presente pesquisa busca não apenas confirmar estas fragilidades e os impactos ambientais negativos, mas também catalisar a identificação de oportunidades de intervenção. Para solucionar este problema, propõe-se uma análise detalhada das diretrizes existentes e das práticas de gerenciamento aplicadas.

A metodologia adotada para este estudo é de caráter quantitativo, utilizando a pesquisa bibliográfica para embasar teoricamente o trabalho e a pesquisa documental e de campo. Neste sentido foram utilizados questionários para coleta e análise de dados primários, além de serem solicitados dados secundários aos órgãos públicos e privados setoriais.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

Analisar a gestão integrada dos resíduos da construção civil no município de Tucuruí-PA, avaliando sua estrutura, efetividade e principais características com o objetivo de subsidiar

melhorias nas políticas públicas locais voltadas ao manejo sustentável dos resíduos da construção civil.

1.2.2 Objetivos específicos

- Investigar as políticas públicas existentes para a gestão de RCD;
- Examinar o cenário atual da gestão de RCD no município;
- Discriminar os principais desafios enfrentados pelos gestores e a população;
- Propor estratégias e diretrizes para melhorar a gestão e promover a sustentabilidade.

1.3 Justificativa

A avaliação da gestão integrada de resíduos da construção civil é um tema de grande relevância tanto para a prática quanto para a teoria. No contexto atual de crescimento urbano e expansão das atividades de construção civil, a gestão inadequada dos resíduos gerados por este setor tem gerado impactos ambientais significativos, como a degradação do solo, contaminação de corpos hídricos e a perda de recursos naturais.

De acordo com Siqueira e Macedo (2023), muitos municípios brasileiros, incluindo Tucuruí, não possuem uma gestão adequada, mesmo diante das exigências legais estabelecidas pela Resolução Conama nº 307/2002 (Brasil, 2002) e pela PNRS (Brasil, 2010). Esta lacuna evidencia a necessidade urgente de planos de gestão que sejam acessíveis e aplicáveis às realidades locais, especialmente em municípios com histórico significativo de geração de RCDC devido a grandes obras de infraestrutura.

Nesse sentido, estudar esse tema é fundamental para identificar lacunas e propor soluções que contribuam para um manejo mais eficiente e sustentável dos resíduos, promovendo benefícios não apenas para o meio ambiente, mas também para a qualidade de vida da população local.

Este estudo é de extrema importância para gestores públicos, empresários do setor da construção, profissionais da área ambiental e para a sociedade como um todo. Para os gestores públicos, as informações geradas por este trabalho podem servir como subsídios para a formulação de políticas públicas mais eficazes, alinhadas às necessidades e realidades locais. Conforme apontado por Fernandes (2013), o levantamento de boas práticas de gestão de RCD oferecem subsídios para a geração de um modelo orientativo da gestão municipal desses

resíduos. Esse modelo prioriza o retorno dos materiais reaproveitáveis e recicláveis ao processo produtivo e inclui a disposição ambientalmente adequada dos rejeitos, alinhando-se aos princípios da economia circular e ao cumprimento das diretrizes estabelecidas pela PNRS.

Nesse contexto, a pesquisa realizada por Siqueira e Macedo (2023) reafirma que estratégias como redução, reutilização e reciclagem dos RCD são indispensáveis para mitigar os impactos ambientais e fomentar o desenvolvimento sustentável em municípios como Tucuruí.

Para o setor privado, especialmente as empresas de construção, este estudo oferece uma análise crítica das práticas adotadas no manejo de resíduos e propõe alternativas sustentáveis que podem aumentar a eficiência e reduzir custos operacionais. Fernandez (2013) enfatiza o elevado potencial de reciclagem e a baixa periculosidade dos resíduos da construção e demolição (RCD), alertando que o não reaproveitamento desses materiais representa uma perda significativa de recursos alternativos. O autor destaca que o reaproveitamento dos RCD não apenas reduz os impactos ambientais, mas também promove uma mudança cultural em direção a um modelo cíclico de produção, com benefícios evidentes em todos os níveis do processo construtivo.

Para a comunidade científica, a pesquisa contribui com novos dados sobre a gestão de resíduos em um município do interior do Brasil, agregando conhecimento a partir de um contexto específico, mas com potenciais aplicações em outras regiões com características semelhantes. Dorsa (2021) destaca que estudos são essenciais para subsidiar políticas públicas mais eficazes e adaptadas às realidades regionais.

A viabilidade deste estudo é garantida por diversos fatores. Primeiramente, a disponibilidade de fontes de consulta é ampla, incluindo estudos acadêmicos, relatórios técnicos e dados fornecidos por órgãos públicos, como a Prefeitura de Tucuruí e a Secretaria Municipal de Meio Ambiente.

Do mesmo modo, os recursos humanos necessários para a realização da pesquisa estão ao alcance, como a colaboração de profissionais da área de gestão ambiental e apoio da comunidade acadêmica local. Quanto aos recursos materiais, o acesso a infraestrutura de coleta de dados (questionários, entrevistas e visitas técnicas) e a disponibilidade de tempo para a realização da pesquisa, tornam o estudo viável.

A oportunidade de realizar esta pesquisa neste momento dá-se pela crescente preocupação com as questões ambientais e pelo cenário de desenvolvimento urbano que o município de Tucuruí vem enfrentando. Com o aumento das atividades de construção civil e a pressão por soluções sustentáveis, o estudo da gestão de resíduos torna-se urgente. Este trabalho

também é oportuno porque as políticas públicas voltadas à gestão dos RCD em Tucuruí ainda estão em processo de aprimoramento. Como apontado por Siqueira e Macedo (2023), estratégias bem estruturadas podem auxiliar nos aspectos físicos, políticos, socioambientais e econômicos do município.

Portanto, este estudo se justifica pela sua relevância social, científica e prática; pela viabilidade da sua realização; e pela oportunidade única de contribuir para a melhoria da gestão dos resíduos no município de Tucuruí-PA. Ele colabora com o desenvolvimento sustentável ao propor soluções adequadas à realidade local que minimizem os impactos ambientais causados pelos RCD.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Esta revisão bibliográfica tem como objetivo contextualizar a gestão integrada de RCD em Tucuruí, abordando conceitos-chave, práticas sustentáveis, legislação e políticas públicas. Também analisa modelos adotados em outras cidades, oferecendo base teórica para compreender os desafios locais e propor melhorias na gestão dos resíduos.

2.1 Conceitos fundamentais

2.1.1 Desenvolvimento sustentável e sustentabilidade

Conforme destaca Sgoda (2016), o crescimento da demanda por recursos naturais tem ocorrido em um ritmo insustentável, impulsionando iniciativas para um modelo de desenvolvimento mais sustentável. Pereira e Curi (2012) destacam que o meio ambiente é dinâmico e sofre mudanças tanto naturais quanto induzidas pelo homem.

O conceito de desenvolvimento sustentável, citado por Oliveira e Simão (2014) e discutido por Sgoda (2016), surgiu da necessidade de preservação ambiental, sendo moldado por eventos e conferências globais. Esse conceito requer uma visão abrangente e integrada das melhorias e soluções para os crescentes problemas ambientais, sociais e econômicos. Dentre os eventos históricos que trataram do tema, destacam-se a criação do Clube de Roma, a Conferência de Estocolmo e a Cúpula da Terra ECO 92, que resultaram na Declaração do Rio e na Agenda 21, reforçando a integração entre desenvolvimento e sustentabilidade.

A Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável (2002) reforçou o compromisso global com a sustentabilidade. No Brasil, a Agenda 21 foi implementada em 2003, promovendo planejamento participativo para equilibrar conservação ambiental, justiça social e crescimento econômico. Antes disso, o Relatório Brundtland já havia formalizado o conceito de desenvolvimento sustentável como aquele que “atende às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das futuras gerações de atenderem às suas próprias necessidades”.

A Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento ampliou essa visão ao incluir dimensões políticas, éticas e culturais, aproximando ciências naturais e sociais (CMMAD, 1991). Além disso, o desenvolvimento sustentável pode ter um recorte local, com a cooperação de governos, empresas e organizações não governamentais e todos os setores da sociedade para buscar soluções para os problemas socioambientais (Sgoda, 2016).

Nesse contexto de evolução das agendas globais e do amadurecimento do conceito de sustentabilidade, surge a Agenda 2030, um compromisso assumido por 193 Estados-membros da Organização das Nações Unidas (ONU), formalizado por meio da Resolução 70 da Assembleia Geral, em setembro de 2015, sob o título “Transformando o Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável”. Esse documento propõe um horizonte estratégico para a transformação do modelo de desenvolvimento, integrando as dimensões econômica, social e ambiental, e respeitando as especificidades e prioridades de cada país e localidade (Brasil, 2024a).

No centro da Agenda estão os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), um conjunto de metas e indicadores que delineiam caminhos para a construção de um modelo mais inclusivo, justo e ambientalmente equilibrado. Composto por 17 objetivos, o plano global busca a melhoria da qualidade de vida das populações, a proteção do planeta, o incentivo à prosperidade e o fortalecimento de parcerias, com o propósito de promover a paz e o desenvolvimento sustentável em escala mundial.

Assim, os ODS, estabelecidos pela Agenda 2030, materializam o conceito de desenvolvimento sustentável ao propor metas integradas que articulam crescimento econômico, inclusão social e proteção ambiental, de forma interdependente e global.

2.1.2 Responsabilidade socioambiental

A industrialização e o êxodo rural resultaram no crescimento desordenado das cidades, aumentando a poluição e a geração de resíduos sólidos, um dos mais graves problemas ambientais da era industrial (Farias, 2014). A extração e deposição irregular de materiais impactam o meio ambiente, exigindo políticas para reutilização e reciclagem, reduzindo a necessidade de novos recursos.

Na construção civil, a disposição incorreta de resíduos causa degradação ambiental, como assoreamento de rios, obstrução de vias e proliferação de doenças (Farias, 2014). Esse setor consome grandes quantidades de recursos naturais e gera expressivos volumes de resíduos, agravando problemas ambientais (Angulo; Oliveira; Machado, 2022). A gestão adequada de RCD evita desperdícios, substituindo materiais convencionais por reciclados e reduzindo a demanda por matérias-primas. Além disso, a destinação irregular de resíduos onera a limpeza pública, gerando custos elevados para os municípios (Farias, 2014).

O gerenciamento eficiente de RCD melhora a qualidade ambiental e reduz custos na produção de insumos. A construção civil, ao adotar práticas sustentáveis, promove o desenvolvimento sustentável e um crescimento econômico responsável. Nesse contexto, a responsabilidade socioambiental se destaca como princípio orientador, ao integrar as dimensões social, econômica e ambiental em uma gestão ética e comprometida com a redução das desigualdades, a preservação dos recursos e o bem-estar coletivo (Brasil, 2020).

2.2 Construção civil no Brasil

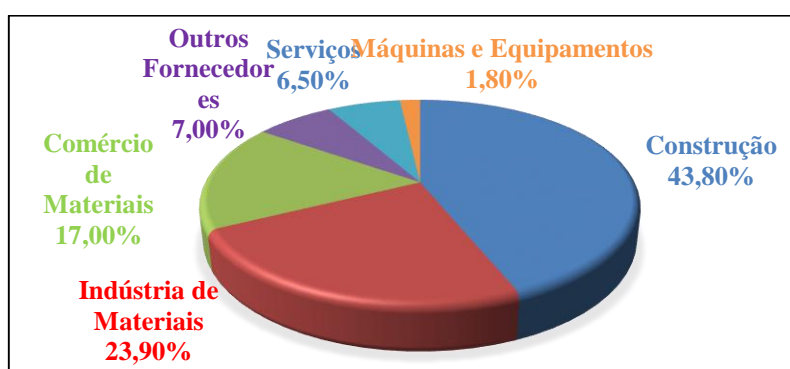
2.2.1 Características e cenário atual da construção civil no Brasil

A construção civil envolve o planejamento, execução e manutenção de obras em edificações, infraestrutura viária, hidráulica e industrial (CBIC;CNI, 2017). No Brasil, é um setor estratégico para a economia, impulsionando o PIB, gerando empregos e movimentando a cadeia produtiva.

Segundo Souza (2021), a indústria da construção civil divide-se em três subsectores: construção pesada (infraestrutura e saneamento), montagem industrial (sistemas elétricos e telecomunicações) e edificações (residenciais e comerciais). O IBGE (2007) classifica a construção civil em obras de edifícios, infraestrutura e serviços especializados. O setor envolve construtoras, incorporadoras e fornecedores de insumos, com impacto direto no desenvolvimento do país (CNI; CBIC, 2017).

Dados da Associação Brasileira da Indústria de Materiais de Construção (Abramat) e da Fundação Getúlio Vargas (FGV) mostram a participação percentual de cada segmento na cadeia produtiva da construção civil, evidenciando sua relevância para a economia em 2021.

Gráfico 1 – Cadeia produtiva da construção civil por participação (%) no PIB - 2021



Fonte: Adaptado de Abramat e FGV (2021).

Em 2021, cerca de 10,1 milhões de pessoas trabalhavam na construção civil, gerando 61,3% da renda do setor (Fiesp, 2021). A Pesquisa Anual da Indústria da Construção (PAIC) analisa dados estruturais e econômico-financeiros do setor. O estudo mais recente (2022) apresenta a estrutura da indústria da construção no Brasil (Figura 1).

Figura 1 – Principais resultados da PAIC – 2022

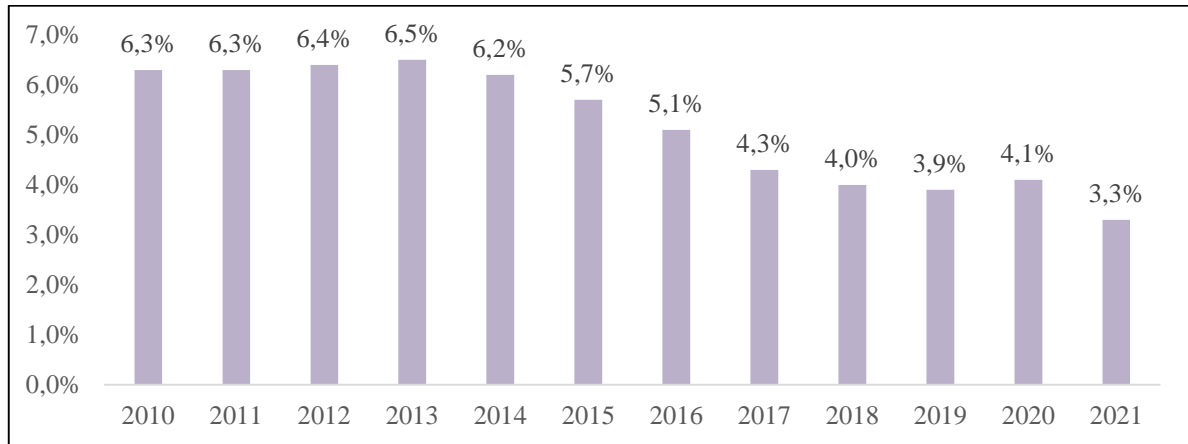


Fonte: IBGE (2024)

Os dados revelam um panorama robusto do setor da construção no Brasil em 2022, com destaque para a construção de edifícios, obras de infraestrutura e serviços especializados. A construção de edifícios lidera em valor de incorporações, obras e/ou serviços, totalizando R\$ 186,1 bilhões, e emprega 862,8 mil pessoas, com R\$ 26,9 bilhões em salários. As obras de infraestrutura, embora apresentem um valor menor em incorporações (R\$ 147,8 bilhões), oferecem salários ligeiramente superiores, totalizando R\$ 28 bilhões para 684,7 mil pessoas ocupadas. Os serviços especializados, por sua vez, movimentam R\$ 105,1 bilhões e empregam o maior número de pessoas, com 770,3 mil trabalhadores e R\$ 24,7 bilhões em salários. Esses números demonstram a relevância econômica do setor e seu impacto significativo na geração de empregos e renda no país (IBGE, 2024).

O setor da construção civil é fundamental para a economia brasileira, contribuindo significativamente para o PIB. Para um crescimento mais sustentável do país, é essencial ampliar sua participação nesse indicador (CBIC;CNI, 2017).

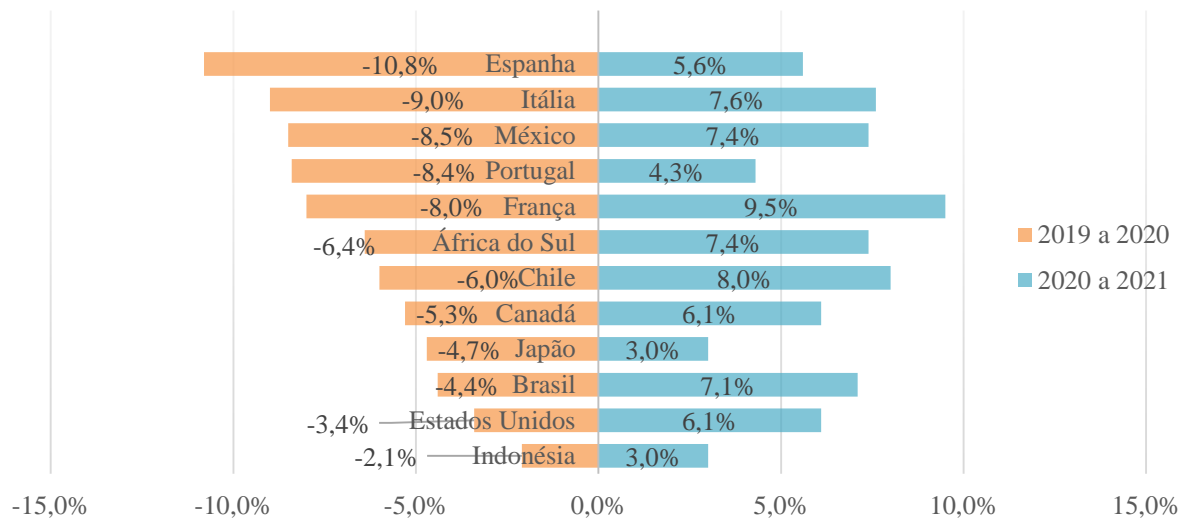
Gráfico 2 – Participação (%) do PIB da construção no PIB total do Brasil



Fonte: Adaptado de CBIC (2022a)

Os últimos anos foram marcados por um contexto sanitário, social, econômico e político bastante diverso da perspectiva histórica dos últimos cem anos. As perdas econômicas com a pandemia foram globais, com redução PIB, aumento do desemprego e elevação do endividamento público.

Gráfico 3 – Comparativo da taxa de crescimento econômico entre países, por ano de referência



Fonte: Adaptado de Fiesp (2021)

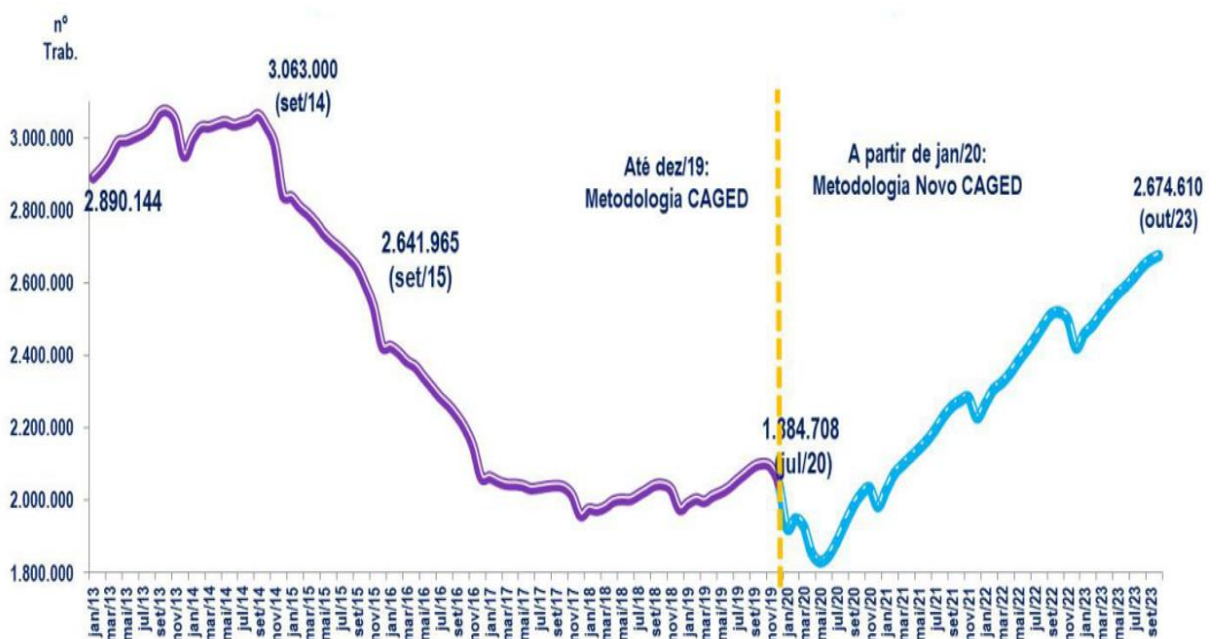
A paralisação econômica, especialmente no setor de serviços, gerou recessão e aumento do desemprego. O Brasil enfrentou ajustes mais intensos na inflação e no desemprego, mas seu PIB teve desempenho comparável ao de países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) e outras nações (Gráfico 3) em desenvolvimento (Fiesp, 2021). Após queda de 28% entre 2014 e 2020, a construção civil cresceu 17,7% em 2021-2022,

superando a expansão de 8,2% da economia nacional (CBIC, 2022b). No entanto, o setor registrou queda de 0,5% em 2023 (CBIC, 2024).

Em relação ao emprego, compreende-se que a atividade da construção civil no Brasil possui relevante papel social, sendo também o setor protagonista nas ações para reverter o escasso acesso ao saneamento básico que marcam a realidade nacional, bem como o elevado déficit habitacional, haja vista a indústria viver em simbiose com o crescimento populacional do país e a constante necessidade de novas moradias (CNI; CBIC, 2017).

Em 2022, o setor da construção civil no Brasil demonstrou um forte desempenho, refletido no mercado de trabalho com mais de 2,5 milhões de trabalhadores empregados. Dados do Cadastro Geral de Empregados e Desempregados (Caged) indicam que o setor alcançou, em outubro de 2022, o patamar de 2,596 milhões de trabalhadores com carteira assinada, o maior número desde 2015 (CBIC, 2022a). Além de seu papel econômico, a construção civil contribui para o desenvolvimento social, ajudando a reduzir o déficit habitacional e a melhorar o acesso ao saneamento básico (CNI; CBIC, 2017).

Figura 2 – Tendências do Emprego na Construção Civil Brasileira

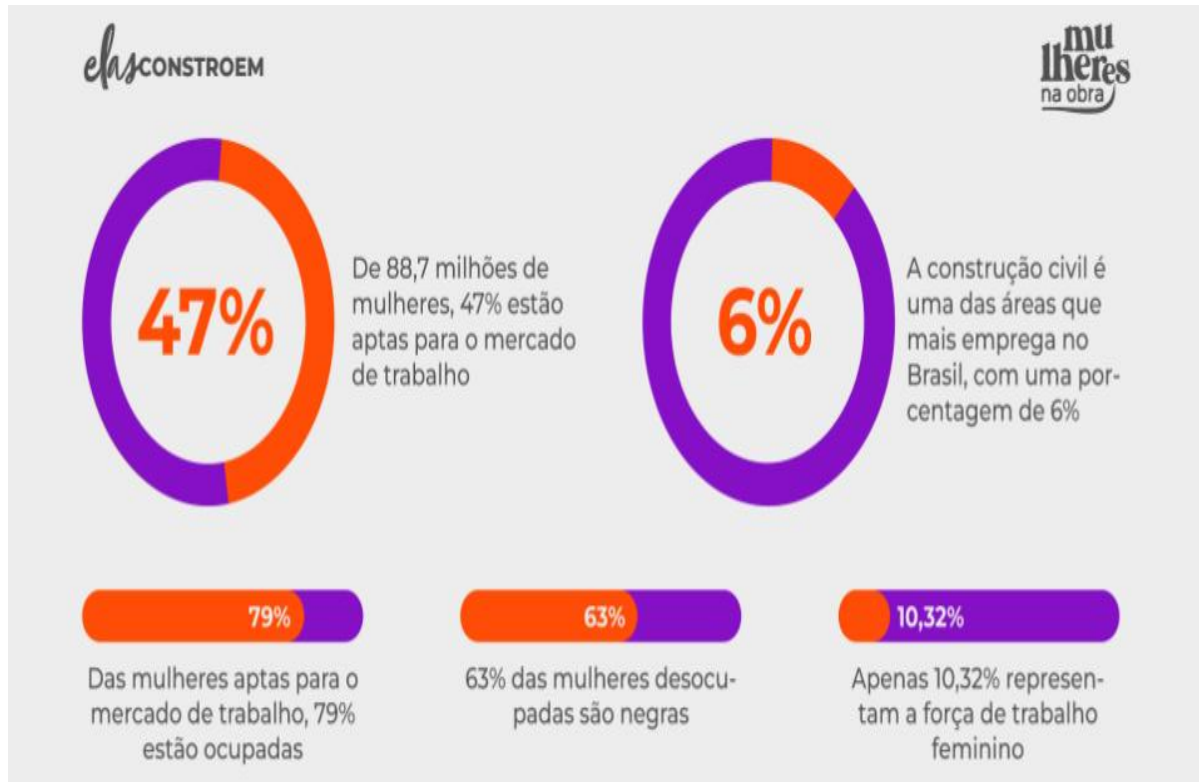


Fonte: Adaptado de CBIC (2022a)

O protagonismo feminino na construção civil tem crescido significativamente, com um aumento de 120% na presença das mulheres no setor entre 2007 e 2018, superando barreiras históricas de gênero. Elas têm ocupado diversas funções, como engenheiras, arquitetas,

pedreiras, carpinteiras e técnicas, destacando-se pela eficiência, atenção aos detalhes e foco no trabalho (Sebrae, 2022).

Figura 3 – Participação das mulheres no setor da construção civil no Brasil em 2023



Fonte: CBIC (2023)

É essencial mudar a mentalidade dos empregadores do setor da construção civil para reconhecer o valor das mulheres, promovendo processos seletivos focados em potencial e capacitação (Sebrae, 2022). Além disso, dados indicam que pretos e pardos representam 65,1% da força de trabalho no setor, mas com remuneração mais baixa (CNN, 2023). O acesso da população negra à engenharia ainda é desigual, com apenas 32% de formandos em cursos (FNE, 2022).

Em relação ao rendimento, a remuneração média na construção caiu ao menor valor no ano de 2020 (2007 - 2020), e o setor de infraestrutura continuou sendo o mais remunerado (IBGE, 2022a). A construção continua a representar mais de 55% dos investimentos nacionais (CNI; CBIC, 2017), mas é necessário repensar os modelos de financiamento, considerando a participação privada e a modernização dos marcos regulatórios para garantir investimentos e suprir os déficits de infraestrutura (Fiesp, 2021).

De acordo com os estudos da Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (Fiesp), durante os primeiros anos da crise fiscal, os governos estaduais e municipais reduziram

significativamente os investimentos públicos, levando à paralisação e cancelamento de obras em todo o país. Além disso, o volume de investimentos do governo federal também registrou uma queda extraordinária entre 2014 e 2021, resultando em uma redução expressiva nos investimentos em construção.

A Tabela 1 evidencia a disparidade nos investimentos em construção entre países, com o Brasil apresentando um dos menores valores per capita e baixa participação (3,2% em moradias e 3,6% em outras obras) no Produto Interno Bruto (PIB). Em contraste, países como Canadá e Coreia do Sul registram investimentos mais elevados e maior representatividade do setor na economia. A média global (4,7% para moradias e 5,2% para outras obras) destaca a necessidade de estímulo ao setor no Brasil.

Tabela 1 – Investimentos em construção e participação no PIB em países selecionados (2019)

País	PIB per capita (em dólares)		Investimento em construção como participação no PIB (%)	
	Moradias	Outras Obras	Moradias	Outras Obras
Austrália	2.724,93	4.636,63	5,1%	8,7%
Brasil	494,27	559,61	3,2%	3,6%
Canadá	3.768,49	4.011,67	7,4%	7,9%
República Tcheca	1.938,34	2.687,73	4,5%	6,2%
Chile ²	1.456,14	1.429,95	5,8%	5,7%
França	3.201,04	3.000,72	6,5%	6,0%
Alemanha	3.684,50	2.371,15	6,5%	4,2%
Grécia	262,49	821,16	0,9%	2,7%
México	1.219,74	1.172,64	6,0%	5,7%
Portugal	1.187,26	2.282,78	3,2%	5,3%
Coréia do Sul	2.289,72	4.197,23	5,3%	9,8%
Espanha	2.414,88	1.792,18	5,7%	4,2%
Estados Unidos	2.435,89	3.001,58	3,7%	4,6%
Média	2.027,18	2.243,34	4,7%	5,2%

Fonte: Adaptado de Fiesp (2021)

A Tabela 2 apresenta a necessidade de investimentos na construção civil para o período de 2021 a 2030, em um cenário de crescimento econômico de 2,0% ao ano (Fiesp, 2021). Observa-se que, no cenário projetado, os investimentos em obras e instalações representam a maior parcela dos aportes, totalizando mais de 10% do PIB.

A habitação e o desenvolvimento urbano concentram os maiores volumes de recursos, refletindo a prioridade em infraestrutura social. Já setores como saneamento e mobilidade ainda apresentam participação proporcionalmente reduzida, evidenciando desafios históricos de financiamento.

Tabela 2 – Necessidade de investimentos na construção no Brasil – 2021 a 2030

	Investimento em bilhões de reais			Investimento em (%) do PIB		
	Obras e instalações	Máquinas e equipamentos	Total	Obras e instalações	Máquinas e equipamentos	Total
Desenvolvimento urbano	463,008	84,601	547,6	5,7%	1,0%	6,7%
Habitação	397,556	21,582	419,1	4,9%	0,3%	5,1%
Novas moradias	228,674	14,596	243,2	2,8%	0,2%	3,0%
Reformas e manutenção	168,882	7,037	175,9	2,1%	0,1%	2,1%
Saneamento	25,619	23,332	48,95	0,3%	0,3%	0,6%
Mobilidade	22,314	32,668	54,98	0,3%	0,4%	0,7%
Outras obras urbanas	17,519	25,648	43,16	0,2%	0,3%	0,5%
Infraestrutura econômica	158,470	176,062	334,5	1,9%	2,1%	4,1%
Transportes	96,600	39,058	135,6	1,2%	0,5%	1,7%
Energia elétrica	27,528	45,444	72,97	0,3%	0,69%	0,9%
Bens minerais	23,979	61,792	85,77	0,3%	0,8%	1,0%
Telecomunicações	10,362	29,768	40,13	0,1%	0,4%	0,5%
Outras obras e serviços de construção	202,886	17,642	230,5	2,5%	0,2%	2,7%
Total	824,364	260,067	1084,28	10,1%	3,2%	13,2%

Fonte: Adaptado de Fiesp (2021)

A Fiesp (2021) propõe um plano estratégico para acelerar o ciclo de obras na construção civil, com foco em melhorar a competitividade e as condições de vida no Brasil. As principais ações incluem: reformar e ampliar a infraestrutura de transportes; apoiar os setores de saneamento, energia e telecomunicações; construir e modernizar moradias e prédios públicos; revigorar a cadeia produtiva com investimentos em P&D, treinamento e sustentabilidade; aprimorar as relações público-privadas e modernizar os marcos regulatórios; e ampliar as fontes de financiamento do crédito imobiliário.

2.2.2 Qualidade na construção civil

A expansão da construção civil, especialmente a partir de 1990, intensificou a competitividade, exigindo maior qualidade, durabilidade e preços acessíveis (Oliveira, 2013). A gestão da qualidade tornou-se essencial, sendo um pré-requisito para a sustentabilidade, com foco na melhoria contínua (CIC, 2008). Segundo Pereira e Moura (2013), com base em Souza e Abiko (1997), qualidade é a satisfação total dos clientes em todas as etapas do projeto, desde a concepção até a execução e manutenção.

Para garantir qualidade, a redução de perdas e o uso racional dos recursos são fundamentais. A implantação de programas de qualidade e produtividade, como o Ciclo PDCA, foi essencial para a construção civil (Vasconcelos, 2020).

Certificações como a NBR ISO 9001:2015 e o Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H) são amplamente adotadas para aprimorar os processos (Vasconcelos, 2020). A série ISO 9000, composta por normas para gestão e garantia da qualidade, é um modelo global para o setor (Vasconcelos, 2020). A ABNT NBR 15575/2013 estabelece requisitos para a especificação de projetos habitacionais.

Quadro 1 – Normas internacionais para gestão da qualidade e garantia da qualidade

Série ISO 9000	Descrição
ISO 9000 – Fundamentos e vocabulário	Descreve os fundamentos do sistema de gerenciamento da qualidade e especifica a sua terminologia.
ISO 9001 – Sistemas de gerenciamento da qualidade	Requisitos - especifica requisitos para um Sistema de Gestão de Qualidade (SGQ) e tem como objetivo aumentar a satisfação do cliente.
ISO 9004 – Sistemas de gerenciamento da qualidade	Guia para melhoramento do desempenho – fornece as diretrizes para implantação do SGQ considerando tanto a eficácia como a eficiência do
ISO 19011 – Auditorias internas da qualidade e ambiental	Descreve o gerenciamento e a condução de auditorias da qualidade e ambiental.

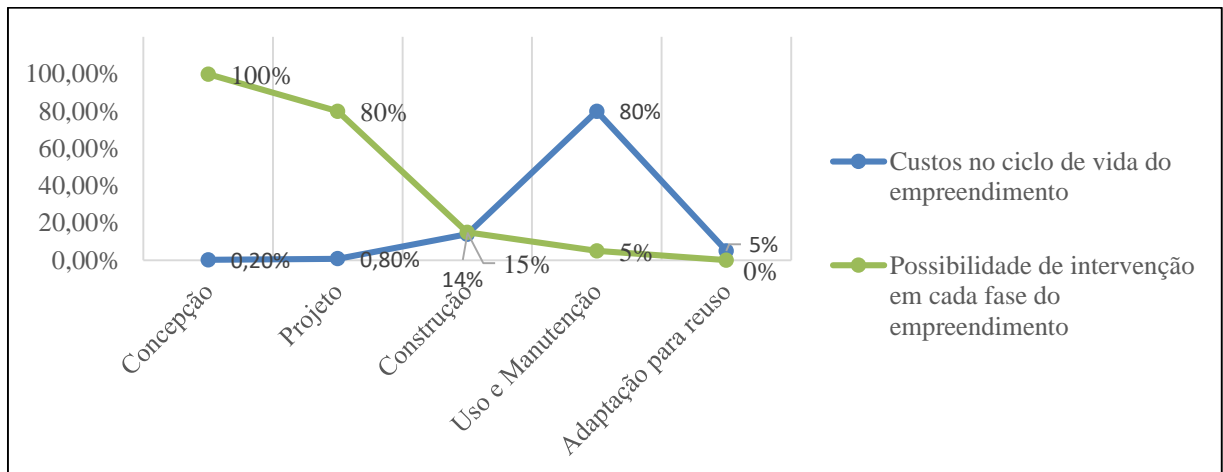
Fonte: Vasconcelos (2020)

No entanto, Oliveira (2017) destaca a dificuldade de implementar controles de qualidade eficazes em obras diversificadas, sugerindo as metodologias ágeis, a exemplo do *Scrum*, como alternativas para gestão de projetos na construção civil.

2.2.3 Construção sustentável

A construção sustentável busca integrar ambientes naturais e construídos de forma equilibrada, considerando aspectos ambientais, econômicos, sociais e culturais (CIC, 2008). De acordo com Sgoda (2016), com base em Daegani (2010), esta abordagem é considerada um pré-requisito para o desenvolvimento sustentável, atendendo a critérios de viabilidade econômica, sustentabilidade ambiental e justiça social. As fases do ciclo de vida de um empreendimento — da concepção à demolição — apresentam impactos ambientais variados, conforme o Gráfico 4 (CIC, 2008).

Gráfico 4 – Características das fases do empreendimento comercial tradicional



Adaptado de CIC (2008)

No Brasil, fatores como mudança climática, eficiência energética, uso racional de água e resíduos de construção são principais influências no setor (CNI; CBIC, 2017). A CBIC criou o Programa Construção Sustentável para promover a sustentabilidade nas políticas públicas, com objetivos como redução de emissões e gestão de resíduos (CNI; CBIC, 2017). O uso de metodologias de avaliação, como o método PDCA, e certificações como *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED) e *Building Research Establishment Environmental Assessment Method* (BREEAM), são essenciais para medir a sustentabilidade das construções (Mello, 2019). O Brasil ocupa a 5ª posição no ranking global de construções sustentáveis, com mais de 1,5 mil edificações certificadas (GBC Brasil, 2018).

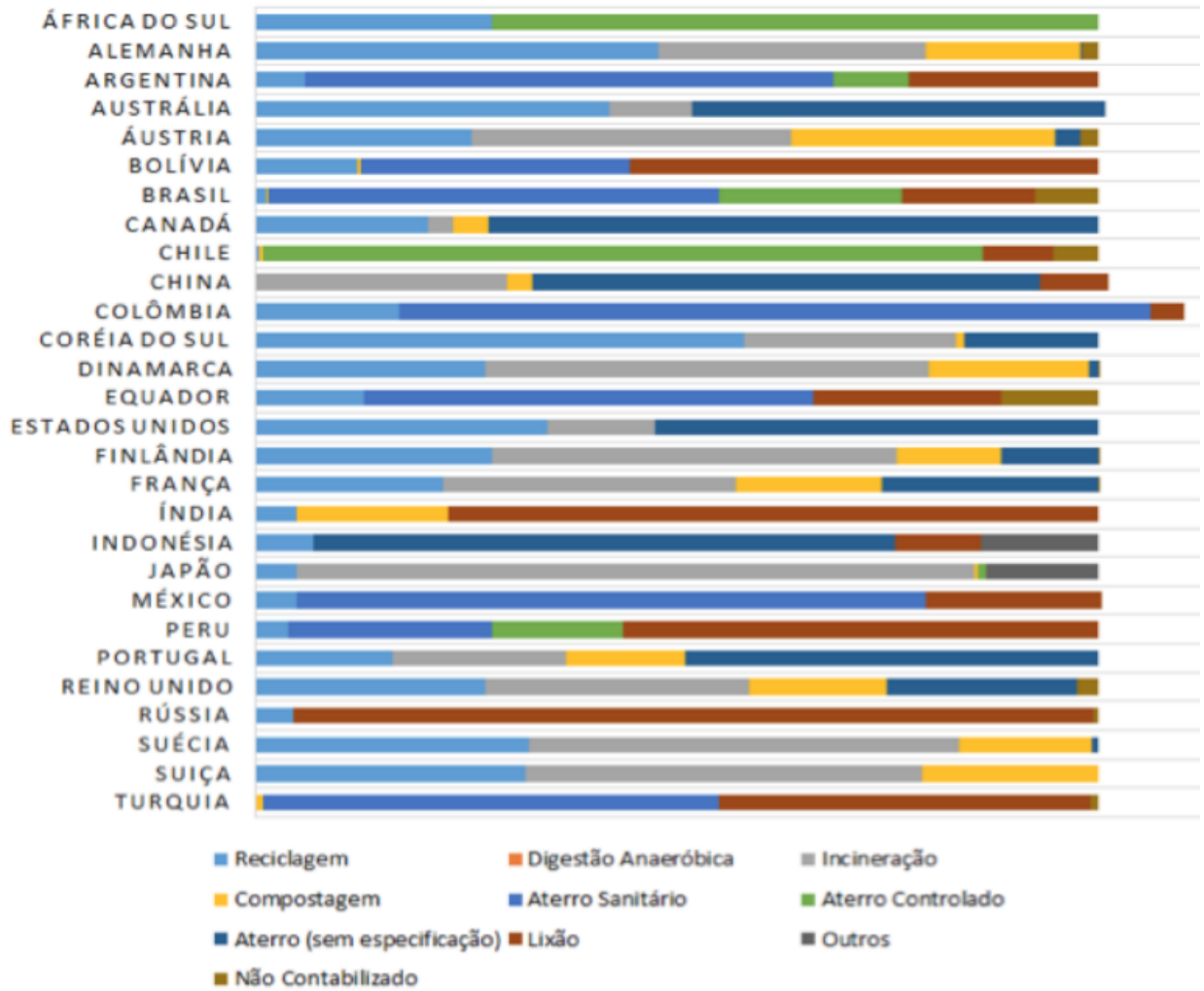
Além disso, sistemas como o Procel Edifica e o Selo Casa Azul ajudam a garantir edificações sustentáveis, embora muitas certificações ignorem aspectos sociais importantes, como a qualidade de vida no canteiro de obras (CIC, 2008). A *Lean Construction* é uma abordagem gerencial inovadora que adapta os princípios do Sistema Toyota de Produção (STP) para a construção civil, visando aumentar a produtividade e promover uma gestão enxuta diante do cenário econômico atual (Ribeiro, 2020).

2.3 Resíduos sólidos

A PNRS (Lei nº 12.305/10) define resíduos sólidos como materiais descartados resultantes de atividades humanas, classificados conforme seu risco ambiental e à saúde pública (Brasil, 2010). A ABNT NBR 10004/2004 categoriza os resíduos em Classe I (perigosos), Classe IIA (não inertes) e Classe IIB (inertes). A Lei ainda classifica os resíduos por origem,

como domiciliares, comerciais, industriais e de construção civil. A geração global de RSU alcança 2,01 bilhões de toneladas anuais, com previsão de aumento para 3,4 bilhões até 2050 (Antenor; Szigethy, 2020).

Figura 4 – Disposição e tratamento de RSU, 2011 - 2017, por países selecionados



Fonte: Antenor; Szigethy (2020)

No Brasil, a gestão inadequada resulta em despejos a céu aberto e uso de aterros. Em 2022, foram registradas 76,1 milhões de toneladas de resíduos coletados, mas com sérias deficiências no processo de destinação final (Abrelpe, 2022). O Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) de 2020 revelou que a maior parte dos resíduos foi destinada a aterros, com ações de recuperação de materiais recicláveis em 43,6% dos municípios com dados coletados.

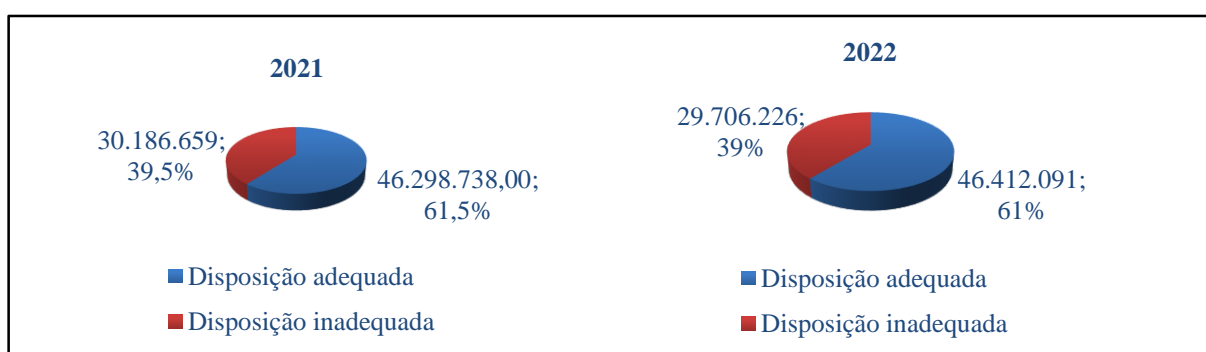
Tabela 3 – Distribuição das unidades de processamento de RSU em operação no Brasil, por tipo e percentual, em 2020

Tipo de unidade de processamento	Quantidade	Percentual (%)
Lixão	1.545	30,1%
Aterro controlado	617	12,3%
Aterro sanitário	652	13,0%
Unidade de triagem (galpão ou usina)	1.325	26,4%
Unidade de compostagem (pátio ou usina)	74	1,5%
Unidade de transbordo (RDO+RPU)	202	4,0%
Unidade de tratamento por incineração	16	0,3%
Unidade de manejo de galhadas e podas	47	0,9%
Vala específica de RSS (Resíduos Serviços de Saúde)	16	0,3%
Unidade de tratamento por micro-ondas ou autoclave	21	0,4%
Queima em forno de qualquer tipo	2	0,0%
Área de transbordo e triagem de RCC e volumosos (ATT)	64	1,3%
Área de reciclagem de RCC (Resíduos de Construção Civil)	44	0,9%
Aterro de RCC (aterros inertes)	78	1,6%
Outro	315	6,3%

Fonte: SNIS (2021)

Em 2020, havia 1.677 cooperativas/associações de catadores em 1.199 municípios (SNIS-2020), com 35,7 mil associados, distribuídos principalmente no Sudeste (40,1%) e Sul (31,8%). O Brasil enfrenta um grande déficit na universalização dos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, especialmente na destinação final dos RSU, apesar das normas legais existentes (Abrelpe, 2022).

Gráfico 5 – Disposição final adequada x inadequada de RSU no Brasil (t/ano e %) - comparativo 2021 e 2022



Fonte: Abrelpe (2022)

Em relação à destinação final, a Abrelpe (2022) indicou que a maioria dos municípios enfrenta desafios para garantir soluções adequadas, resultando em custos elevados, estimados em três a cinco vezes superiores ao necessário para implementar a gestão adequada. A universalização dos serviços de limpeza e manejo de resíduos requer investimentos significativos, estimados em R\$ 60 bilhões até 2040, conforme o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (Planares).

Tabela 4 – Municípios por categoria de disposição final de RSU em operação no Brasil – 2021

Regiões	Norte		Centro-Oeste	Sudeste	Sul	Brasil
Adequada	96	515	175	887	1.071	2.774
Inadequada	354	1.279	292	781	120	2.856
Total	450	1.794	467	1.668	1.191	5.5570

Fonte: Abrelpe (2022)

2.4 Resíduos da construção e demolição (RCD)

2.4.1 Definição de RCD

Os resíduos da construção civil (RCC) são conhecidos como RCD, termo derivado da tradução do inglês "*Construction and Demolition Waste*", conforme aponta Andrade (2017), com base em Nunes (2004). Paz (2019) afirma, segundo avaliação de Shen *et al.*, (2004), que estes materiais são gerados em atividades de construção, reforma, demolição, escavação e terraplenagem. A Lei nº 12.305/2010 define-os como provenientes de obras de construção civil, incluindo preparação e escavação de terrenos. Caracterizam-se por materiais como tijolos, concreto, madeira, metais e plásticos, sendo conhecidos como entulhos, caliça ou metralha, conforme as considerações de Marques Neto (2005), mencionado por Almeida, (2019).

2.4.2 Classificação dos RCD

Os RCD são altamente heterogêneos, o que dificulta a padronização global de sua composição. A variedade de materiais depende das técnicas e metodologias da indústria local de construção, como a qualidade da mão de obra e os métodos utilizados, conforme discutido por Oliveira (2018), com base em Karpinsk et al. (2009).

A Lei nº 12.305/2010, ao classificar os RCD, facilita a segregação e gestão desses resíduos, promovendo a redução de custos e possibilitando a reutilização, conforme destacado por Paz (2019), com base em Freitas (2009). A NBR 10004/2004 classifica os RCD como inertes (Classe IIB), com alguns resíduos perigosos (Classe I) e não inertes (Classe IIA).

A Resolução Conama nº 307/2002 e a nº 469/2015 estabelecem diretrizes para o tratamento específico de resíduos, incluindo embalagens de tintas e outros resíduos não previstos (Conama, 2002; 2015). O maior volume de resíduos gerado são os recicláveis, como

argamassa, concreto e blocos, conforme apontado por Fernandez (2011), citado por Souza e Bernardo (2014).

Quadro 2 – Classificação dos resíduos de construção civil de acordo com a Resolução nº 307/2002 – Conama

Classe	Definição	Resíduos
Classe A	são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados	- resíduos provenientes de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem. - resíduos de construção, demolição, reformas e reparos de edificações como componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto. - resíduos oriundos do processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meio-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras.
Classe B	são os resíduos recicláveis para outras destinações	plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras, embalagens vazias de tintas imobiliárias e gesso.
Classe C	são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação	- lâ de rocha; lâ de vidro, tubos de poliuretano, massa de vidro e saco de cimento pós-consumo
Classe D	são resíduos perigosos oriundos do processo de construção	tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde.

Fonte: Adaptado de Brasil (2002); Curitiba (2015)

2.4.3 Geração de RCD

A quantidade de RCD gerados globalmente é significativa, com crescente volume devido à construção e renovação de infraestruturas. Em 2014, a China gerou 1,13 bilhões de toneladas de RCD, conforme dados apresentados por Oliveira (2019), com base em Lu et al. (2017), enquanto a Austrália produziu 19,5 milhões de toneladas, segundo Almeida (2019), com base em Pickin e Randell (2017).

Na Europa, os RCD compostos por 300 milhões de toneladas de resíduos inertes, 30 milhões de toneladas de resíduos não inertes e 3 milhões de toneladas de resíduos perigosos (Almeida, 2019). Nos Estados Unidos, em 2014, foram geradas 534 milhões de toneladas de

resíduos, sendo 28,9 milhões provenientes da construção e 505,1 milhões da demolição, segundo dados da USEPA (2016), citados por Almeida (2019).

O concreto de cimento Portland constituiu 67% dos RCD nos Estados Unidos em 2015, sendo a maior parte proveniente de demolições, segundo dados da USEPA (2015) apresentados por Ramos (2022). A Tabela 5 apresenta as estimativas dos 10 maiores geradores de RCD.

Tabela 5 – Relação dos 10 maiores geradores de RCD no mundo por ano de referência

Ranking	País	Quantidade (Milhões de toneladas)	Ano Base
1°	China	1.020,0	2012
2°	Índia	530,0	2013
3°	EUA	519,0	2012
4°	França	246,7	2012
5°	Alemanha	201,3	2012
6°	Reino Unido	100,2	2012
7°	Japão	75,4	2011
8°	Coreia do Sul	68,0	2012
9°	Itália	39,7	2012
10°	Espanha	27,7	2012

Fonte: Ramos (2022)

Segundo dados do Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (Snir), os resíduos da construção civil gerados em 2019 somaram 58.069.035,86 toneladas (Sinir, 2021a). No entanto, a Pesquisa Setorial Abrecon 2019/2020 estimou que a geração nacional de RCD é de cerca de 100 milhões de toneladas por ano, com uma média per capita de 500 kg/hab/ano (Angulo; Oliveira; Machado, 2022).

Observa-se que no Brasil o volume de RCD representa em média 40% a 70% da quantidade total dos resíduos gerados anualmente, percentual bem mais alto do observado na União Europeia, onde esses resíduos representam cerca de 25% a 30% do total produzido (Correa, Pereira; Rêgo, 2020).

A maior parte dos RCD no Brasil está nos grandes aglomerados urbanos das regiões Sudeste, Nordeste, Sul e Centro-Oeste, que representam 30% da população e geram 30% dos resíduos, enfrentando problemas graves de gestão e descarte irregular (Angulo; Oliveira; Machado, 2022). Segundo Torres (2023), a massa total de RCD gerada no Brasil em 2022 foi de aproximadamente 120 milhões de toneladas, sendo grande parte descartada irregularmente. Os principais geradores são executores de reformas, construtores de novas edificações e pequenas residências autoconstruídas (Brasil, 2010).

O desperdício de materiais é a principal causa da geração de RCD, ocorrendo desde a seleção de fornecedores até a fase de pós-ocupação, elevando custos e impactos ambientais, conforme destacado por Oliveira (2018), com base em Ahankoob et al. (2012). Cerca de 48%

das usinas cobram até R\$ 15,00/m³ para receber esses resíduos, além do custo com armazenamento em caçambas, segundo dados apresentados por Oliveira (2018), a partir da Abrecon (2015).

O Building Information Modeling (BIM) surge como ferramenta para minimizar desperdícios, permitindo o planejamento e o gerenciamento eficientes, conforme apontado por Oliveira (2019), com base em Liu et al. (2011). A previsão e a quantificação dos resíduos são fundamentais para decisões ambientais e econômicas, conforme discutido por Oliveira (2018), a partir dos estudos de Hobbs et al. (2011) e Lage et al. (2010).

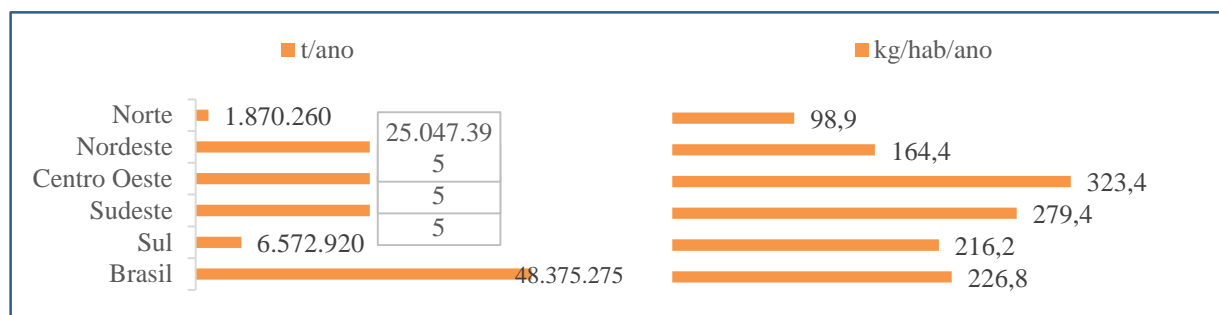
Métodos como registros de empreiteiros, pesagem no canteiro, análise de fluxo de materiais e estimativas baseadas na área construída são utilizados para mensuração de RCD, conforme apresentado por Oliveira (2018), com base em Jalali (2007). No entanto, muitos dos métodos empregados em países desenvolvidos não são aplicáveis a economias emergentes, devido às diferenças nas técnicas de construção, como discutido por Oliveira (2018), a partir de Bakshan et al. (2015).

2.4.4 Coleta de RCD

Em relação à coleta de resíduos de construção e demolição (RCD) no Brasil, os dados da Abrelpe de 2017 indicam que, em 2016, os municípios coletaram cerca de 45 milhões de toneladas de RCD, o que corresponde a aproximadamente 0,6 kg por habitante por dia. Essa coleta geralmente se refere aos resíduos abandonados em logradouros públicos (Oliveira, 2018). No período pré-pandemia, houve um aumento na coleta de RCD, passando de 33 milhões de toneladas em 2010 para 44,5 milhões em 2019. Além disso, a quantidade coletada per capita aumentou de 174,3 kg para 213,5 kg por habitante por ano (Abrelpe, 2020).

Em 2020, a coleta de RCD alcançou aproximadamente 47 milhões de toneladas, resultando em um índice de 221,2 kg por habitante por ano. Os RCD representaram cerca de 57% do total de RSU gerados naquele ano, o que está alinhado com as estimativas de que os RCD podem representar entre 50% e 70% dos RSU (Ramos, 2022). Já em 2021, a coleta de RCD aumentou para mais de 48 milhões de toneladas, um crescimento de 2,9% em relação ao ano anterior (Gráfico, 6).

Gráfico 6 – Abrangência da Coleta de RCD nos Municípios Brasileiros por Região – 2021



Fonte: Adaptado de Abrelpe (2022)

A quantidade coletada por habitante foi de cerca de 227 kg por ano, e grande parte desses resíduos foi encontrada abandonada em vias e logradouros públicos (Abrelpe, 2022). A região Sudeste é responsável por mais da metade dos RCD coletados no Brasil, enquanto a região Centro-Oeste se destaca pela maior coleta per capita, com quase 323 kg por habitante por ano.

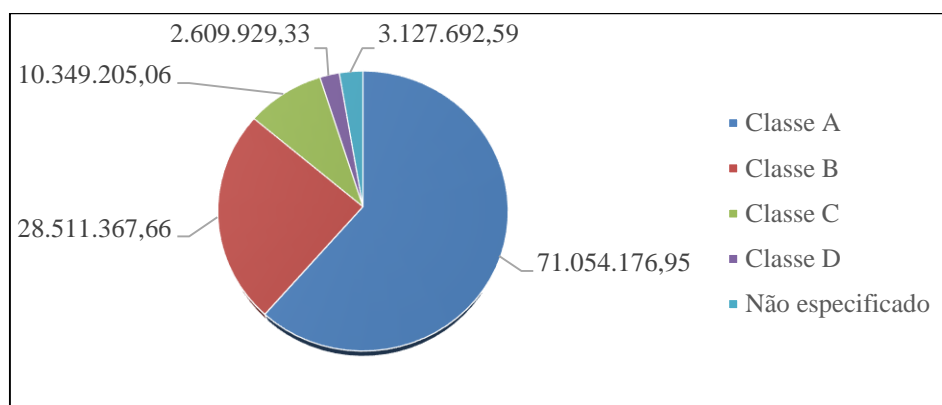
2.4.5 Composição dos RCD

Os resíduos da construção civil são caracterizados por sua elevada geração e composição heterogênea, incluindo materiais como isopor, gesso, metal e madeira (Almeida, 2019). A composição varia conforme a localidade e tecnologia utilizada. A madeira é mais comum em construções americanas e japonesas, enquanto o drywall é mais usado na Europa e EUA (Oliveira, 2018).

No Brasil, a maior fração dos resíduos é da Classe A, que pode ser reciclada. Estudos indicam que cerca de 80% a 90% dos resíduos são dessa classe (Oliveira, 2018; Ramos, 2022). Em Fortaleza, a argamassa é o principal componente dos resíduos da construção civil, seguida por concreto e cerâmica vermelha, conforme registrado por Oliveira (2018), com base em Oliveira et al. (2011). Já em São Paulo, 91% dos resíduos são classificados como Classe A, segundo dados apresentados por Oliveira (2019), a partir de Angulo et al. (2011).

Os resíduos da construção civil incluem tijolos, blocos cerâmicos, concreto, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassas, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações e fiação elétrica (Brasil, 2002). A classificação dos resíduos é feita em quatro classes: A (recicláveis), B (recicláveis para outras destinações), C (sem tecnologia viável para reciclagem) e D (perigosos). O Gráfico 7 apresenta a composição observada para os RCD no Brasil.

Gráfico 7 – Massa de resíduo de construção civil gerada por classe



Fonte: Adaptado de Sinir (2021b)

2.4.6 Coleta no canteiro e triagem

A coleta é a forma de recolhimento do RCC na geração. A triagem consiste na separação dos resíduos por Classe e/ou tipo específico. Pode preceder o acondicionamento realizado no próprio canteiro ou ser feita após o transporte externo do resíduo nos locais de destinação.

2.4.7 Acondicionamento

O gerenciamento de resíduos da construção civil envolve várias etapas, incluindo acondicionamento, transporte e destinação final. Conforme a Resolução Conama nº 307/2002, o acondicionamento deve garantir o confinamento dos resíduos após a geração, assegurando condições para reutilização e reciclagem (Lima e Lima, 2009; Fortaleza, 2022).

Os recipientes devem ser compatíveis com o tipo de resíduo, estanques e resistentes, e devem ser sinalizados (Quadro 3), para indicar o tipo de resíduo (Fortaleza, 2022; Cabral; Moreira, 2011; Curitiba, 2015).

Os dispositivos de armazenamento mais comuns incluem bombonas, bags, baias e caçambas estacionárias, que devem ser sinalizados para facilitar a organização e preservação da qualidade dos resíduos (Lima e Lima, 2009; Fortaleza, 2022).

O acondicionamento final depende do tipo de resíduo e sua destinação, e deve ser planejado para facilitar a remoção (Lima e Lima, 2009). A sinalização dos recipientes com cores padronizadas é essencial para a identificação correta dos resíduos (Cabral; Moreira, 2011)

Quadro 3 – Código de cores para os diferentes tipos de resíduos conforme a Resolução Conama nº 275/2001

Cor	TIPO DE RESÍDUO
Azul	papel/papelão
Vermelho	plástico
Verde	vidro
Amarelo	metal
Preto	madeira
Laranja	resíduos perigosos
Branco	resíduos ambulatoriais e de serviços de saúde
Roxo	resíduos radioativos
Marrom	resíduos orgânicos
Cinza	resíduo geral não reciclável ou misturado, ou contaminado não passível de separação.

Fonte: Elaborado pelo autor

2.4.8 Armazenamento dos RCD

O armazenamento de resíduos é a contenção temporária em abrigos internos ou externos até a coleta, seguindo normas técnicas para proteger o meio ambiente e a saúde (Fortaleza, 2022; FIEB, 2020). O armazenamento deve considerar as características dos resíduos, como periculosidade e volume, além da compatibilidade com o local de geração (Fortaleza, 2022). Para o dimensionamento da área de armazenamento, são levados em conta a viabilidade física do imóvel, a distância do local de geração e a frequência da coleta (Fortaleza, 2022).

2.4.9 Transporte de RCD

O transporte de resíduos da construção civil é essencial para garantir a correta destinação e gestão sustentável desses materiais. Ele envolve o deslocamento dos resíduos para aterros licenciados ou usinas de reciclagem, seguindo regulamentações locais e normas técnicas (Lei 12.305/2010; Resolução Conama nº 307/2002).

A escolha do método de transporte depende da quantidade e tipo de material, além da distância e regulamentações locais (ABNT NBR 13221/2003). O transporte interno ocorre até o armazenamento temporário, enquanto o transporte externo é realizado por empresas especializadas (Fortaleza, 2022).

Os custos elevados com o transporte podem levar à deposição ilegal, especialmente em cidades menores (Angulo, 2005). A deposição irregular é comum em pequenas obras ou reformas, devido à falta de recursos financeiros para contratar empresas legalizadas (Andrade, 2017).

Para mitigar esses problemas, é necessário o posicionamento estratégico de áreas de coleta para minimizar distâncias e custos, conforme destacado por Angulo (2005), com base em Pinto (1999). Além disso, o uso do Manifesto de Transporte de Resíduos (MTR) é obrigatório para garantir a rastreabilidade dos resíduos, conforme a PNRS.

2.4.10 Impactos ambientais

A destinação inadequada de RCD causa impactos ambientais significativos, incluindo poluição da água, solo e ar, além de emissões de CO₂. Essa prática também afeta a saúde pública, com gastos estimados em US\$ 1,85 bilhão entre 2016 e 2021 no Brasil (Abrelpe, 2022).

Os principais impactos incluem esgotamento de recursos naturais, contaminação ambiental e perda de biodiversidade (Abrelpe, 2022). A redução desses impactos pode ser alcançada com práticas sustentáveis, como o uso racional de recursos e materiais de baixo impacto ambiental (Leite, 2019).

2.4.11 O Conceito 3R's

Para aumentar a vida útil de materiais já processados e minimizar os impactos ambientais causados pelo descarte inadequado, é fundamental adotar práticas baseadas no princípio dos 3R's: reduzir, reutilizar e reciclar. Essas diretrizes orientam ações sustentáveis no setor da construção civil e em diversas outras atividades produtivas, promovendo o uso mais racional dos recursos naturais e contribuindo significativamente para a preservação ambiental (Veit, 2012).

Estudos demonstrados no Quadro 4 comprovaram a viabilidade técnica, ambiental e financeira da reutilização de resíduos da construção civil (RCD) em diversos produtos e aplicações. Essa prática não apenas contribui para a redução da quantidade de resíduos dispostos em aterros, como também diminui os custos com matéria-prima virgem, gerando benefícios econômicos e ambientais. Além disso, a reciclagem e reutilização dos RCD podem impulsionar a geração de emprego e renda, fortalecendo a cadeia da economia circular no setor da construção.

Portanto, adotar o conceito dos 3R's no contexto da gestão de RCD é uma estratégia essencial para se avançar rumo a uma construção mais sustentável, responsável e alinhada às diretrizes das políticas públicas de resíduos sólidos no Brasil.

Quadro 4 – Estratégias de reintegração dos resíduos da construção civil

Descrição do resíduo sólido	Forma de reinserção	Vantagens e desvantagens	Fontes
Agregado reciclado	Peças para pavimento intertravado	Substituição de até 30% do teor de areia natural por areia reciclada.	Leal (2018)
	Argamassas mistas para uso em revestimento	Substituição de 15 a 85% do teor de areia natural pela fração fina da areia reciclada	Monte Júnior (2017)
	Agregado para fabricação de tubos pré-moldados de concreto	Substituição de 33% do agregado natural pelo agregado reciclado.	Davies (2017)
	Camadas de base e sub-base de pavimentos	Reduz a quantidade de material encaminhado a aterros.	Bagatini (2011)
	Mistura asfáltica	Propriedades da mistura asfáltica satisfatória.	Zhu <i>et al.</i> (2012)
Resíduo de Madeira Pinus	Agregado para produção de blocos de concreto	Menor custo para a fabricação de blocos.	Kreidlow e Souza (2017)
Revestimento asfáltico	Restauração e/ou recuperação de rodovias	Recuperação das propriedades originais do ligante asfáltico (CAP), menor tempo de interrupção do tráfego. Desvantagem: necessidade de mão de obra especializada e de maquinário apropriado.	Costa e Wandemyr Filho (2010)
Resíduo de construção civil	Remediação para drenagem ácida em mina	Redução em 90% do desequilíbrio ambiental manifestado pela poluição hídrica e contaminação do solo.	Moraes, Silva e Curi (2017)
Resíduo de vidro	Concreto	Substituição parcial do agregado miúdo por vidro (5, 10 e 15%)	Cordeiro e Montel (2015); Su e Chen (2002)
Placas de gesso	Mesma aplicação do gesso convencional	Necessário adicionar retardador de pega. Propriedades mecânicas melhores que as placas comerciais.	Geraldo <i>et al.</i> (2017)

Fonte: Espírito Santo (2019)

2.4.11.1 Redução

A redução na geração de resíduos de construção civil é um objetivo importante, conforme a Resolução Conama 307/2002. Isso pode ser alcançado desde a concepção do projeto arquitetônico, escolhendo materiais e sistemas construtivos adequados para minimizar resíduos (Andrade, 2017). O aperfeiçoamento do detalhe do projeto e a compra eficiente de materiais também são estratégias eficazes, conforme apontado por Oliveira (2018), com base em Lima e Lima (2009).

Além disso, políticas de apoio e boas práticas no canteiro de obras podem reduzir a geração de resíduos e promover a economia circular, segundo Ramos (2022), com base em dados da Deloitte (2017). Processos racionalizados, como proposto pelo Sindicato da Construção do Estado de São Paulo, também contribuem para essa redução (Vieira, 2022).

Quadro 5 – Possíveis ações redutoras de perdas e da geração de resíduos

Processos convencionais	Processos diferenciados e mais racionalizados
Estruturas armadas em concreto, moldadas no local, com emprego de fôrmas de madeira.	Utilização de estruturas em concreto pré-moldadas
Alvenaria e estrutura armada dissociadas.	Alvenaria com paredes estruturais.
Emprego exclusivo de blocos em alvenaria (concreto ou cerâmicos) para vedações internas e externas, combinado a estrutura armada reticulada	Estrutura metálica, com vedações externas em painéis cimentícios e vedações internas em drywall.
Elevação das vedações e execução dos revestimentos sem considerar modularidade.	Coordenação modular representada em quadriculas para otimizar aquisição e aplicação dos elementos de vedação e de revestimentos.
Recorte de paredes para embutir tubulações.	Passagem das tubulações por “shafts”, reduzindo necessidade de recortes.

Fonte: Vieira (2022)

2.4.11.2 Reutilização

A reutilização de resíduos da construção civil representa uma prática ambientalmente positiva e estratégica dentro da política nacional de gestão de resíduos. Prevista pela PNRS, essa abordagem visa o aproveitamento de materiais sem a necessidade de transformação física ou química, ou seja, seu uso direto em novas funções, conforme estabelecido na Lei nº 12.305/2010 (Brasil, 2022a). Tal prática encontra respaldo também na Resolução Conama nº 307/2002, que define reutilização como o reaproveitamento direto dos resíduos, reforçando sua aplicabilidade prática em diversas etapas do ciclo de produção da construção civil (Brasil, 2002).

A reutilização ajuda a reduzir a geração de novos resíduos, economiza recursos financeiros e evita custos de destinação (São Paulo; Sinduscon-SP, 2012). Além disso, a reutilização precede a reciclagem e pode ser aplicada em diversas funções, como na construção de estruturas provisórias ou sinalizações (Quadro 6).

A conscientização ambiental é fundamental para promover essa prática. A valorização da reutilização como ação sustentável contribui não apenas para a redução do impacto ambiental, mas também para o fortalecimento de uma cultura de responsabilidade socioambiental no setor.

Quadro 6 – Identificação dos resíduos por etapas da obra e possível reaproveitamento

Fases da obra	Tipos de resíduos possivelmente gerados	Possível reutilização no canteiro	Possível reutilização fora do canteiro
Limpeza do terreno	Solos, rochas, vegetação, galhos	Reaterros	Aterros
Montagem do canteiro	Blocos cerâmicos, concreto (areia; brita)	Base de piso, enchimentos	Fabricação de agregados
	Madeiras	Formas/escoras/travamentos (gravatas)	Lenha
Fundações	Solos	Reaterros	Aterros
	Rochas	Jardinagem, muros de arrimo	Aterros
Superestrutura	Concreto (areia; brita)	Base de piso; enchimentos	Fabricação de agregados
	Madeira	Cercas; portões	Lenha
	Sucata de ferro, fôrmas plásticas	Reforço para contrapisos	Reciclagem
Alvenaria	Blocos cerâmicos, blocos de concreto, argamassa	Base de piso, enchimentos, argamassas	Fabricação de agregados
	Papel, plástico		Reciclagem
Instalações hidro-sanitárias	Blocos cerâmicos	Base de piso, enchimentos	Fabricação de agregados
	PVC; PPR		Reciclagem
Instalações elétricas	Blocos cerâmicos	Base de piso, enchimentos	Fabricação de agregados
	Conduítes, mangueira, fio de cobre	Reparos elétricos e proteção e isolamento	Reciclagem
Reboco interno/externo	Argamassa	Argamassa	Fabricação de agregados
Revestimentos	Pisos e azulejos cerâmicos	Reaterros	Fabricação de agregados
	Piso laminado de madeira, papel, papelão, plástico	proteção de superfícies	Reciclagem
Forro de gesso	Placas de gesso acartonado	Readequação em áreas comuns	Correção de paredes
Pinturas	Tintas, seladoras, vernizes, texturas	–	Reciclagem
Coberturas	Madeiras	Formas/escoras/travamentos (gravatas)	Lenha
	Cacos de telhas de fibrocimento	Reaterros	Aterros

Fonte: Adaptado de Lima e Lima (2009)

Deve-se atentar para as recomendações das normas regulamentadoras e observar seus procedimentos para que os materiais estejam enquadrados no padrão de qualidade por elas exigidos para a reutilização (Lima; Lima, 2009).

2.4.11.3 Reciclagem

A reciclagem de resíduos de construção civil é regulamentada pela Resolução Conama 307/2002, que define o processo como a transformação de resíduos para reaproveitamento

(Brasil, 2002). A maioria dos resíduos gerados é da Classe A, que pode ser reciclada como agregados (Andrade, 2017).

Na Europa, a reciclagem de RCD é significativa, com países como Holanda e Dinamarca alcançando taxas de reciclagem entre 50% e 95% (Paulino *et al.*, 2023). No Brasil, o número de áreas de reciclagem tem crescido, mas ainda é limitado, com apenas 44 unidades mapeadas em 2020 (SNIS, 2021). Em 2021, a Abrecon estimou cerca de 380 usinas, distribuídas no país (Angulo; Oliveira; Machado, 2022).

A produção de agregados reciclados no Brasil opera abaixo da capacidade máxima, não ultrapassando 20 milhões de toneladas por ano, o que representa cerca de 15% dos resíduos de construção gerados (Angulo; Oliveira; Machado, 2022). A reciclagem não substitui a mineração, mas complementa, oferecendo produtos com menores custos logísticos e impactos ambientais (Angulo; Oliveira; Machado, 2022).

Em municípios menores, a reciclagem enfrenta desafios econômicos e carece de estruturação adequada (Angulo; Oliveira; Machado, 2022). A reutilização e reciclagem trazem benefícios como redução de resíduos e consumo de matérias-primas, mas ainda são vistas como uma sobrecarga em muitas obras (Lima; Lima, 2009).

A distribuição regional indica que o Sudeste lidera na geração de entulho, com 44,506 milhões de toneladas por ano, seguido pelo Sul (15,096 milhões) e Nordeste (9,814 milhões). No entanto, a capacidade máxima das usinas e a produção de agregado reciclado (AR) ainda são desproporcionais à geração de resíduos. Por exemplo, no Sudeste, a capacidade máxima das usinas é de 32,236 milhões de toneladas por ano, enquanto apenas 10,865 milhões de toneladas são efetivamente recicladas em agregado reciclado. Regiões como o Norte e Centro-Oeste apresentam capacidades ainda mais limitadas, com baixa produção desses materiais em relação à geração anual de entulho. Esses dados evidenciam a necessidade de ampliar a infraestrutura e as políticas voltadas à reciclagem e reaproveitamento dos RCD em todas as regiões do país.

2.4.12 Logística reversa

A logística reversa, conforme a PNRS, é um instrumento que visa coletar e restituir resíduos ao setor empresarial para reaproveitamento em ciclos produtivos ou destinação ambientalmente adequada (Brasil, 2010). Ela promove a responsabilidade compartilhada pelo

ciclo de vida dos produtos, envolvendo consumidores, empresas e o poder público (Sinir, 2023a).

Além disso, a logística reversa fortalece a gestão de resíduos, promovendo a inclusão social de catadores e cooperativas na coleta e segregação de produtos pós-consumo, melhorando a empregabilidade e qualidade de vida (FIEB, 2020). Na construção civil, a logística reversa ajuda a reduzir impactos ambientais e a explorar menos recursos naturais, reinserindo materiais no processo produtivo, produzindo benefícios sociais, econômicos e ambientais (Siqueira, 2018).

A logística reversa oferece vários benefícios, como incentivar o reuso e reciclagem de resíduos, aumentar a vida útil dos aterros e compartilhar responsabilidades entre setores (Sinir, 2023a). Além disso, ela promove a eficiência no uso de recursos naturais e gera empregos e novos negócios.

2.4.13 Tratamento, destinação e disposição final de RCD

2.4.13.1 Tratamento de RCD

O tratamento de resíduos da construção civil envolve o uso de tecnologias para neutralizar ou transformar resíduos perigosos em fontes de renda, como a produção de matéria-prima (São Paulo; Sinduscon-SP, 2012). A seleção do tratamento adequado depende do tipo de resíduo, viabilidade econômica e técnica, além da capacitação do pessoal envolvido (São Paulo; Sinduscon-SP, 2012).

Globalmente, cerca de 35% dos resíduos de construção são aterrados, com variações significativas entre países, como 30% nos EUA e 25% em Hong Kong, conforme destacado por Almeida (2019), a partir dos estudos de Ajayi e Oyedele (2017). Contudo, no Brasil grande parte dos resíduos ainda é enviada para aterros sem tratamento adequado. Normas e conceitos de sustentabilidade são fundamentais para um gerenciamento eficaz (Almeida, 2019).

2.4.13.2 Destinação e disposição final de RCD

A PNRS diferencia "destinação final ambientalmente adequada" e "disposição final ambientalmente adequada". A destinação inclui reutilização, reciclagem, compostagem e aproveitamento energético, conforme normas do Sisnama e órgãos competentes (Brasil,

2010). Já a disposição refere-se à distribuição ordenada de rejeitos em aterros sanitários, única forma permitida por lei, ao contrário de aterro controlado e lixão (Fortaleza, 2022). A Resolução Conama 307/2002 proíbe a disposição de RCD em aterros de resíduos de RSU, em áreas de ‘bota fora’, encostas, corpos d’água, lotes vagos e em áreas protegidas por Lei.

Os RCD devem ser classificados (Classe A a D) e destinados conforme riscos ambientais e origem, como reciclagem de agregados (Classe A) ou tratamento específico para materiais perigosos. Os RCD classe B podem ser comercializados com empresas, cooperativas ou associações de coleta seletiva que comercializam ou reciclam esses resíduos ou até mesmo serem usados como combustível para fornos e caldeiras. Para os resíduos das categorias C e D, deverá acontecer o envolvimento dos fornecedores para que se configure a corresponsabilidade na destinação dos mesmos (Lima; Lima 2009).

A alternativa de aterro do RCD é diferenciada em relação a outros resíduos, na medida em que o aterro normatizado (NBR 15113:2004) pode cumprir função de reservação de materiais triados (São Paulo; Sinduscon-SP, 2012).

Quadro 7 – Sugestões de destinação dos resíduos da construção civil por tipo

(continua)

Classe do Resíduo	Tipo de resíduo	Cuidados requeridos	Destinação
A	blocos de concreto, blocos cerâmicos, argamassas, concreto, tijolos, outros componentes cerâmicos ou cimentícios	Privilegiar soluções de destinação que envolvam a reciclagem dos resíduos, de modo a permitir seu aproveitamento como agregado.	Áreas de Transbordo e Triagem, Áreas para Reciclagem ou Aterros de resíduos da construção civil licenciadas pelos órgãos competentes; os resíduos classificados como classe A (blocos, telhas, argamassa e concreto em geral) podem ser reciclados para uso em pavimentos e concretos sem função estrutural
	Solo	Examinar a caracterização prévia dos solos para definir destinação.	Desde que não estejam contaminados, destinar a pequenas áreas de aterramento ou em aterros de resíduos da construção civil, ambos devidamente licenciados pelos órgãos competentes.
B	Madeira sem contaminantes	Para uso em caldeira, garantir separação da serragem dos demais resíduos de madeira.	Atividades econômicas que possibilitem a reciclagem destes resíduos, a reutilização de peças ou o uso como combustível em fornos ou caldeiras.
	Madeira com contaminantes (tintas e vernizes)	Triturar a madeira para constituição de biomassa.	Atividades econômicas com queima de biomassa em fornos de alta temperaturas

Quadro 7 - Sugestões de destinação dos resíduos da construção civil por tipo

(conclusão)

Classe do Resíduo	Tipo de resíduo	Cuidados requeridos	Destinação
B	Plásticos (embalagens, aparas de Tubulações, etc.)	Máximo aproveitamento dos materiais contidos e a limpeza da embalagem.	Empresas, cooperativas ou associações de coleta seletiva que comercializam ou reciclam estes resíduos
	Papelão (sacos e caixas de embalagens) e papéis (escritório)	Proteger de intempéries.	Empresas, cooperativas ou associações de coleta seletiva que comercializam ou reciclam
	Metal (ferro, aço, fiação revestida, arames etc.)	Não há.	Empresas, cooperativas ou associações de coleta seletiva que comercializam ou reciclam
	Serragem	Ensacar e proteger de intempéries.	Reutilização dos resíduos em superfícies impregnadas com óleo para absorção e secagem, produção de briquetes (geração de energia) ou outros usos.
	Gesso em placas acartonadas	Proteger de intempéries.	É possível a reciclagem pelo fabricante ou empresas de reciclagem.
	Gesso de revestimento e artefatos	Proteger de intempéries.	É possível o aproveitamento pela indústria gesseira e empresas de reciclagem.
	Embalagens metálicas de tintas imobiliárias vazias, com filme seco	Isentas de qualquer contaminação.	Pontos de entrega da logística reversa. Siderúrgicas.
	Telas de fachada e de proteção	Não há.	Possível reaproveitamento para a confecção de bags e sacos ou até mesmo por recicladores de plásticos.
C	Lã de vidro, lã de rocha	Acondicionados em recipientes fechados e isolados dos demais resíduos. Usar EPIs no manejo para evitar contato e inalação.	Encaminhar para aterros licenciados para recepção de resíduos perigosos.
	Tubos de poliuretano, plásticos não recicláveis	Confinar, evitando dispersão.	Encaminhar para aterros licenciados para recepção de resíduos não perigosos (Classe II).
	EPS (poliestireno expandido - exemplo: isopor)	Confinar, evitando dispersão.	Possível destinação para empresas, cooperativas ou associações de coleta seletiva.
D	Materiais, instrumentos e embalagens contaminados por resíduos perigosos (exemplos: broxas, pincéis, panos, estopas etc.)	Maximizar a utilização dos materiais para a redução dos resíduos a descartar.	Encaminhar para aterros licenciados para recepção de resíduos perigosos.

Fonte: Silva e Lopes (2021)

Quadro 8 – Destinos e condições para disposição de resíduos da construção civil

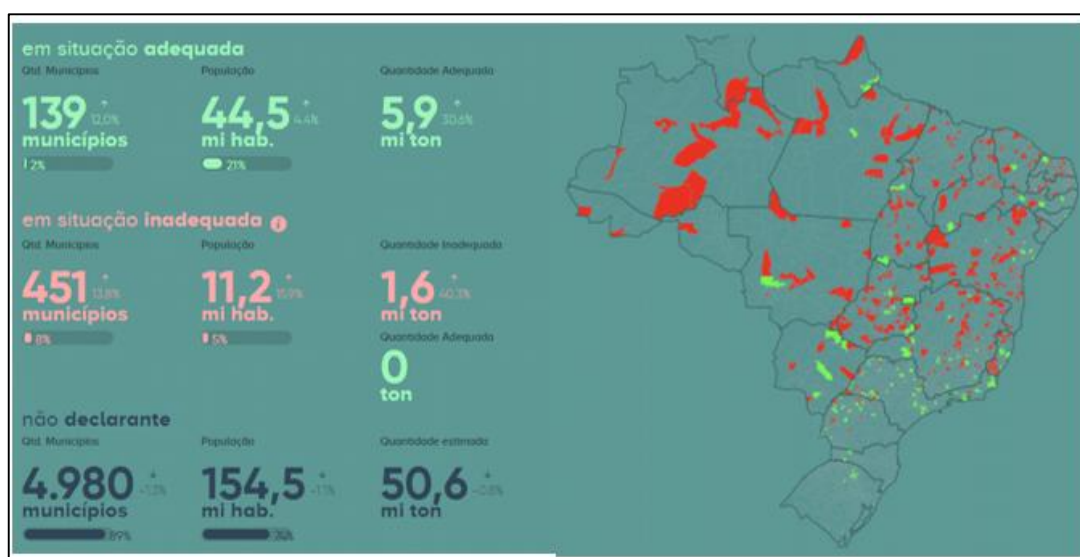
Tipo de área	Descrição	Condições para utilização	Observações
Pontos de entrega voluntária (PEV)	Área pública ou viabilizada pela administração pública apta para o recebimento de pequenos volumes de resíduos da construção civil.	Disponibilizada pela administração pública local.	Restrição ao recebimento de cargas de RCC constituídas predominantemente por RCC perigosos e não-inertes (tintas, solventes, óleos, resíduos provenientes de instalações industriais e outros), enquadrados como Classe I da NBR 10004:2004.
Área de Transbordo e Triagem (ATT)	Estabelecimento privado ou público destinado ao recebimento de RCC e resíduos volumosos gerados e coletados por agentes privados, e que deverão ser usadas para a triagem dos resíduos recebidos, eventual transformação e posterior remoção para adequada disposição.	Licenciada pela administração pública municipal.	Restrição ao recebimento de cargas predominantemente constituídas por resíduos classe D.
Área de Reciclagem	Estabelecimento privado ou público destinado à transformação dos resíduos classe A em agregados.	Licenciada pela administração pública municipal. No âmbito estadual, licenciamento pelo órgão de controle ambiental, expresso nas licenças de Instalação e Operação.	–
Aterros de Resíduos da Construção Civil	Estabelecimento privado ou público onde serão empregadas técnicas de disposição de RCC classe A no solo.	Licenciamento municipal de acordo com legislação específica. Licenciamento estadual de acordo com legislação específica.	Os resíduos classe B, C e D poderão apenas transitar pela área para serem, em seguida, transferidos para destinação adequada.
Aterros para resíduos industriais	Área licenciada para o recebimento de resíduos industriais classe I e II (NBR 10004:2004).	Licenciamento municipal de acordo com legislação específica. Licenciamento estadual de acordo com legislação específica.	Caracterização prévia dos resíduos definirá se deverão ser destinados a aterros industriais classe I e II (NBR 10004:2004).
Instalações de empresas que comercializam tambores e bombonas para reutilização	Compram (e vendem) embalagens metálicas ou plásticas destinadas ao acondicionamento de produtos químicos.	No município, Alvará de Funcionamento. No Estado, Licença de Instalação e Operação e Certificado de Aprovação da destinação dos resíduos.	Esgotamento e captação dos resíduos remanescentes, além da lavagem e captação dos efluentes para destinação conforme certificados de aprovação.
Agentes diversos	Sucateiros, cooperativas, grupos de coleta seletiva e outros agentes que comercializam resíduos recicláveis.	Contrato social ou congênere, alvará de funcionamento, inscrição municipal.	Em caso de necessidade da utilização de agentes eminentemente informais, reconhecer o destino a ser dado ao resíduo e registrá-lo da maneira mais segura possível.

Fonte: Adaptado de Silva e Lopes (2021)

Conforme dados do Sinir, o Brasil possui diversas unidades de manejo de RCD, segundo a metodologia do SNIS. Entre elas, destacam-se áreas de reciclagem, transbordo e triagem, aterros de RCD e usinas de triagem.

De acordo com o Sinir, em 2019, a geração estimada de RCD no Brasil foi de 58 milhões de toneladas (5570 municípios), enquanto a destinação registrada foi de 8,2 milhões de toneladas (590 municípios). Apenas 139 municípios (2% do total), concentrando 21% da população, apresentaram disposição final adequada, principalmente os de maior porte (Sinir, 2021a).

Figura 5 – Destinação de RCD nos municípios brasileiros em 2019

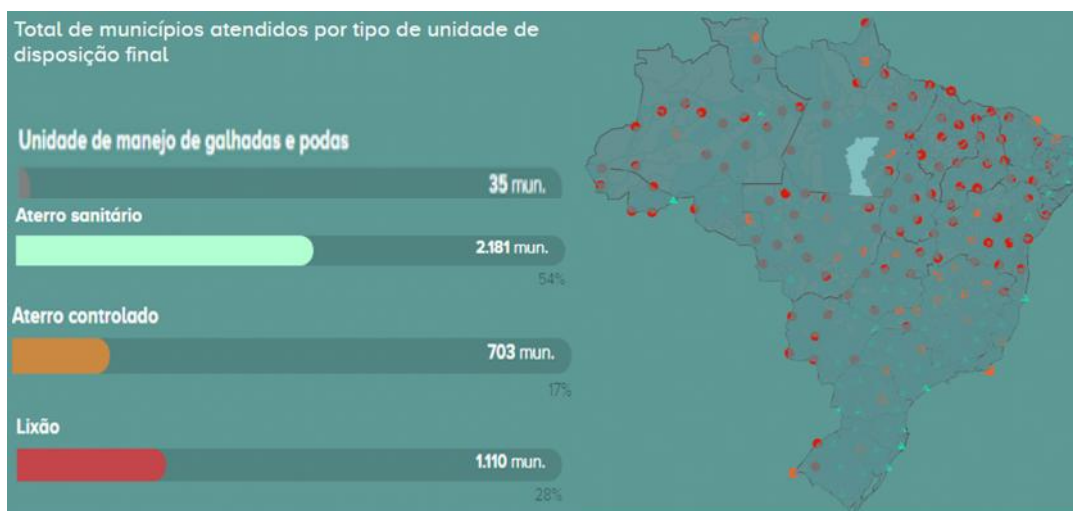


Fonte: Sinir (2023b)

Os dados do Sinir sobre RSU são mais robustos, com 37% dos municípios em situação adequada, 32% em não adequada e 30% sem declaração. Isso indica dificuldades na segregação de RCD nos municípios. Além disso, os números de aterros sanitários (2181), aterros controlados (703) e lixões (1110) são superiores aos dados de RCD. A distância média para disposição final de RCD aumentou nos municípios em situação inadequada, de 7,6 km (2018) para 44 km (2019), enquanto nos municípios em situação adequados variou entre 20 e 30 km, atingindo 25,8 km em 2019 (Sinir, 2023b).

Torres (2023) aponta que, em 2022, o Brasil gerou cerca de 120 milhões de toneladas de RCD, dos quais 70% foram descartados de forma inadequada. Grande parte desse entulho é despejada clandestinamente em rios, mares, lagoas, ruas e terrenos baldios.

Figura 6 – Total de municípios brasileiros atendidos por tipo de unidade de disposição final e suas áreas de abrangência - 2019



Fonte: Sinir (2023b)

2.5 Gestão e gerenciamento de RCD no Brasil

A Lei nº 14.026/2020 estabeleceu o novo marco legal do saneamento básico no Brasil, conferindo à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) a regulação dos serviços e a articulação do Planares. O normativo abrange resíduos que pequenos geradores não conseguem gerir, como os de pequenas reformas, operados pelos PEVs, além de prazos para a destinação adequada.

Historicamente, a limpeza urbana era tratada como questão secundária, focada na remoção do lixo visível (Brasil, 2004). O gerenciamento tradicional envolvia limpezas repetidas e deposições irregulares (Angulo, 2005). Com o aumento da conscientização ambiental, surgiu o conceito de gestão integrada, considerando coleta, limpeza e disposição final de forma conjunta, utilizando instrumentos técnicos da engenharia.

Atualmente, a gestão de resíduos não pode ser simplificada, pois envolve aspectos sociais e ambientais. Desde a ECO 92, enfatiza-se uma abordagem participativa, incluindo governo e sociedade na formulação de políticas públicas. A Lei 12.305/2010 reforça essa visão ao definir a gestão integrada como um conjunto de ações voltadas para soluções sustentáveis, com controle social.

O gerenciamento de resíduos envolve etapas como coleta, transporte, tratamento e destinação final, seguindo o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) e seus instrumentos legais. Para isso, é essencial alinhar os critérios técnicos com

mecanismos institucionais e de controle, garantindo eficiência na gestão dos resíduos sólidos, conforme aponta Crovador (2022), com base em Chaves, Siman e Sena (2020).

Quadro 9 – Características que diferenciam gestão e gerenciamento de resíduos sólidos

GESTÃO	GERENCIAMENTO
O que fazer	Como fazer
Visão ampla	Implementação desta visão
Decisões estratégicas	Aspectos operacionais
Planejamento, definição de diretrizes e estabelecimento de metas	Ações que visam implementar e operacionalizar as diretrizes estabelecidas pela gestão
Conceber, planejar, definir e organizar	Implementar, orientar, coordenar, controlar e fiscalizar

Fonte: Lima (2012)

Günther e Grimber (2006), conforme citados por Lima (2012), enfatizam a necessidade de mudança de paradigmas na questão de resíduos sólidos, visando uma gestão integrada, sustentável e participativa. De acordo esses autores, a gestão integrada é um conceito interdisciplinar e em construção, que pode ser compreendido a partir de três níveis.

O primeiro nível refere-se às etapas do gerenciamento, ou seja, geração, coleta, transporte, tratamento e disposição final dos resíduos. O segundo nível implica que a administração pública deve buscar a intersetorialidade, compreendida como a articulação dos diversos setores do governo envolvidos com a problemática dos resíduos, em nível municipal, estadual e federal. O terceiro nível envolve o envolvimento de múltiplos agentes sociais, que incluem o governo, o setor privado e a sociedade.

Nesse contexto, a gestão integrada de resíduos sólidos deve englobar a sustentabilidade em suas dimensões sociais, econômicas, ambientais, de saúde e a interação entre os órgãos públicos, empresas privadas e a sociedade civil. Portanto, pressupõe a articulação das ações políticas, econômicas, de planejamento, administrativas, operacionais, sociais e educativas, em todas as fases da gestão de RSU, considerando seus efeitos na saúde e no meio ambiente. A gestão sustentável dos resíduos deve visar a minimização da geração de resíduos por meio de várias estratégias:

- Incorporação do conceito de minimização na fonte geradora: Buscando sustentabilidade ambiental na definição do produto (ecodesign), na seleção de matérias-primas, no consumo de água e energia e em alternativas tecnológicas de produção.

- Estabelecimento de responsabilidades estendidas ao setor produtivo: Considerando a geração de poluição em todos os seus processos.
- Incentivo ao uso de embalagens retornáveis.
- Criação de mecanismos econômicos e incentivos fiscais para produtores: Quanto à qualidade e quantidade de resíduos gerados no pós-consumo.
- Estabelecimento de responsabilidades da sociedade: Por meio da cobrança de impostos municipais relacionados às taxas de geração.

A Resolução Conama nº 307/2002 estabelece bases para a gestão integrada e sustentável de resíduos, relacionando aspectos prioritários aos geradores, diferenciando os termos gestão e gerenciamento de resíduos, em consonância com a PNRS. O primeiro refere-se às soluções para a gestão dos resíduos, considerando as dimensões da sustentabilidade, enquanto o segundo refere-se às ações operacionais.

Segundo Lima (2012), a gestão integrada deve considerar a inter-relação das etapas do gerenciamento de resíduos de forma encadeada e integrada, com o objetivo de minimizar a geração dentro de uma visão sistêmica das diversas dimensões de sustentabilidade: político-administrativa, econômica, ambiental, cultural, social, tecnológica e de saúde. As diretrizes incluem a universalização dos serviços, a proteção à saúde ambiental e a preservação dos recursos naturais, com foco no desenvolvimento sustentável.

2.5.1 Modelos para implantação de gestão integrada de RCD nos municípios brasileiros

A adoção de modelos eficazes para a implantação da gestão de RCD é essencial para garantir a sustentabilidade ambiental e a melhoria da saúde pública, conforme preconizado pela PNRS. A construção desses modelos tem sido guiada tanto por normativas nacionais, como a Resolução Conama nº 307/2002, quanto por experiências exitosas em diferentes municípios, que demonstram a viabilidade de soluções adaptadas à realidade local para alcançar uma gestão eficiente e sustentável dos resíduos da construção civil.

Entre as principais iniciativas de apoio técnico-institucional, destaca-se o Manual de Gestão de Resíduos da Construção Civil, elaborado pela Caixa Econômica Federal em parceria com os Ministérios do Meio Ambiente e das Cidades. Com base na metodologia de Tarcísio de Paula Pinto, o manual propõe a estruturação da gestão municipal em torno de um arcabouço legal robusto, da destinação adequada dos resíduos e da criação de redes distintas de serviços para pequenos e grandes geradores. O modelo prevê também a elaboração do Plano Municipal de Gestão, a implementação de PEVs e de áreas regulamentadas para triagem e disposição final,

além da inclusão de programas de capacitação e fiscalização para garantir a responsabilidade compartilhada entre os agentes públicos e privados.

Nesse mesmo sentido, Fernandez (2013) apresenta um modelo de gestão municipal baseado em três diretrizes centrais: (a) garantir a deposição dos RCD apenas em locais licenciados; (b) promover o beneficiamento dos resíduos da Classe A, com incentivo à separação na origem e à participação do setor privado na operação de estações de transbordo e reciclagem; e (c) fomentar o mercado de agregados reciclados. O diferencial do modelo está na aplicação da Metodologia dos Sistemas Flexíveis (SSM), que permite a integração de diferentes visões dos atores envolvidos, ampliando a legitimidade e a eficácia das ações propostas.

O trabalho de Paz (2019), por sua vez, oferece um modelo orientado ao monitoramento da gestão municipal de RCD, por meio de um sistema computacional que operacionaliza o Índice de Gestão de Resíduos da Construção e Demolição (IGRCD). Embora o foco do estudo esteja na avaliação da gestão por meio de indicadores de sustentabilidade, o autor também contribui com orientações sobre a integração entre os planos municipais de RCD e os planos de resíduos sólidos urbanos. A discussão detalhada sobre os indicadores propostos no modelo será desenvolvida na seção seguinte, que trata especificamente do desempenho da gestão.

Em escala local, o modelo proposto por Siqueira e Macedo (2023) apresenta um plano genérico de gestão de RCD voltado à realidade de Tucuruí-PA. O plano inclui ações como a elaboração de lei municipal específica, articulação intersetorial entre secretarias, capacitação de agentes públicos e privados, mapeamento de áreas irregulares de disposição, implantação de sistema de coleta com pontos fixos (*Milk Run*), criação de banco de dados para controle de informações e instalação de usina de reciclagem em parceria com cooperativas.

Cada um desses modelos traz contribuições complementares. A proposta de Pinto e González (2005) destaca-se pela sua aplicabilidade técnica e pela orientação normativa, ainda que dependa da estrutura institucional local para sua efetividade. Fernandez (2013) enriquece o debate ao incorporar métodos participativos e estratégias de articulação com o setor privado. Paz (2019) inova ao propor uma metodologia de avaliação estruturada, com potencial de ser usada em escala nacional. Siqueira e Macedo (2023) reforçam a importância de planos de ação locais com metas claras e medidas imediatas de gestão.

Apesar de suas contribuições, cada modelo apresenta limitações que devem ser consideradas no momento da escolha e adaptação local. O modelo de Pinto e González (2005), embora tecnicamente consistente, depende de estruturas administrativas e financeiras nem sempre disponíveis em municípios de médio porte. O modelo de Fernandez (2013), ao utilizar a Metodologia dos Sistemas Flexíveis, exige um nível elevado de articulação entre os atores e

recursos para operacionalização, o que pode representar uma barreira em contextos com baixa institucionalização. Já o plano de Siqueira e Macedo (2023), embora apresente diretrizes específicas e realistas para o município de Tucuruí, carece de detalhamento quanto às etapas de implementação, mecanismos de financiamento e replicabilidade.

Embora a combinação de diferentes modelos possa fortalecer a capacidade institucional e operacional dos municípios, a escolha central recai sobre o modelo de Paz (2019). Esse instrumento oferece uma alternativa metodologicamente robusta e operacionalizável, ao propor um sistema de indicadores que permite não apenas o diagnóstico da situação atual, mas também o acompanhamento da evolução da gestão.

Essa abordagem se mostra particularmente adequada para Tucuruí, onde há carência de instrumentos de gestão consolidados e baixo nível de implementação de programas municipais. Ao permitir a identificação de pontos críticos e o monitoramento contínuo das ações, o IGRCD representa uma ferramenta estratégica para qualificar a gestão local, além de servir como base para comparações futuras e ajustes nas políticas públicas.

Diante da escolha do modelo de Paz (2019) como referência para a gestão de RCD em Tucuruí, torna-se necessário aprofundar a compreensão sobre os indicadores de sustentabilidade que o compõem. Esses indicadores representam não apenas ferramentas de avaliação, mas também instrumentos estratégicos para orientar decisões e reestruturar ações. A seção a seguir explora os fundamentos teóricos e metodológicos dos indicadores de desempenho na gestão integrada de RCD, com base em diferentes autores e experiências nacionais e internacionais.

2.5.2 Indicadores de desempenho da gestão integrada de RCD

A compreensão dos modelos de gestão integrada de resíduos da construção civil, conforme discutido na seção anterior, oferece uma base estruturante para a formulação de políticas públicas e estratégias locais. No entanto, para que tais modelos sejam efetivos, é necessário que sua implementação seja acompanhada de mecanismos capazes de avaliar seu desempenho ao longo do tempo. Nesse sentido, os indicadores de desempenho surgem como ferramentas fundamentais para diagnosticar, monitorar e qualificar a gestão municipal de RCD, permitindo não apenas identificar fragilidades, mas também orientar decisões e aprimorar continuamente as ações planejadas.

Nesse contexto, diferentes autores e instituições têm contribuído para o desenvolvimento de sistemas e metodologias voltados à mensuração da sustentabilidade e da eficácia das políticas públicas de resíduos. O debate sobre indicadores ambientais se intensificou com as recomendações da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD, 2006), que defende o uso de parâmetros mensuráveis, claros e relevantes como instrumentos de apoio à gestão ambiental. No contexto europeu, a Comissão Europeia (2019), por meio do *Green Deal*, também reforça a necessidade de adoção de indicadores alinhados à economia circular, como taxas de reciclagem, rastreabilidade de materiais e impactos sociais da gestão de resíduos.

No Brasil, diversas propostas têm sido desenvolvidas para avaliar a gestão de RCD com base em indicadores. Um dos modelos mais referenciados é o de Paz (2019), que criou o IGRCD, composto por 20 indicadores divididos em quatro grupos: instrumentos de gestão, programas de gestão, coleta e triagem, e tratamento e disposição final. O IGRCD propõe uma metodologia padronizada para avaliar a gestão municipal e permite classificar os municípios como "ineficientes", "medianos" ou "eficientes". O modelo também oferece um sistema computacional como ferramenta de apoio à elaboração e operacionalização dos PMGRCC.

Para operacionalizar a avaliação, Paz (2019) estruturou os indicadores com base na Resolução Conama nº 307/2002 e suas atualizações. O sistema atribui pontuações de 0 a 2 para cada item, totalizando até 40 pontos. A gestão municipal é classificada como "Ineficiente" (0 a 15 pontos, ou menos que 40% do IGRCD), "Mediana" (16 a 31 pontos, de 40% a índices menores que 80%) e "Eficiente" (32 a 40 pontos, a partir de 80%). A seguir, são apresentados os quadros que detalham os indicadores definidos no modelo.

Quadro 10 – Indicadores de gestão de RCD definidos a partir do que estabelece a Resolução Conama nº 307/2002 (continua)

Art.	Texto	Indicador
3º	§ 2º As embalagens de tintas usadas na construção civil serão submetidas a sistema de logística reversa, conforme requisitos da Lei nº 12.305/2010, que contemple a destinação ambientalmente adequados dos resíduos de tintas presentes nas embalagens. (Redação dada pela Resolução nº 469/2015).	Incentivo à logística reversa de resíduos especiais (gesso, sacos de cimento/argamassa e latas de tinta)
4º	“§1º Os resíduos da construção civil não poderão ser dispostos em aterros de resíduos sólidos urbanos, em áreas de "bota fora", em encostas, corpos d'água, lotes vagos e em áreas protegidas por Lei. (nova redação dada pela Resolução 448/12)”	Fiscalização periódica das obras Mapeamento dos pontos de deposição irregular de RCD

Quadro 10 – Indicadores de gestão de RCD definidos a partir do que estabelece a Resolução Conama nº 307/2002

(conclusão)

Art.	Texto	Indicador
5º	“É instrumento para a implementação da gestão dos resíduos da construção civil o Plano Municipal de Gestão de Resíduos da Construção Civil, a ser elaborado pelos Municípios e pelo Distrito Federal, em consonância com o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos.”	Lei municipal para gestão de resíduos da construção civil Plano Municipal de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Construção Civil – PMGRCC
6º	“I - as diretrizes técnicas e procedimentos para o exercício das responsabilidades dos pequenos geradores, em conformidade com os critérios técnicos do sistema de limpeza urbana local e para os Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil a serem elaborados pelos grandes geradores, possibilitando o exercício das responsabilidades de todos os geradores; (nova redação dada pela Resolução 448/12)	Sistema de coleta de RCD implantado (prefeitura ou terceiros) Implantação de sistema de Disque Coleta
6º	“II - o cadastramento de áreas, públicas ou privadas, aptas para recebimento, triagem e armazenamento temporário de pequenos volumes, em conformidade com o porte da área urbana municipal, possibilitando a destinação posterior dos resíduos oriundos de pequenos geradores às áreas de beneficiamento”	Triagem de resíduos em Unidades de Recebimento de Pequenos Volumes – URPV
6º	“III - o estabelecimento de processos de licenciamento para as áreas de beneficiamento e reservação de resíduos e de disposição final de rejeitos;”	Disposição de Resíduos Classe A em Usina de beneficiamento ou aterro de inertes
6º	“IV - a proibição da disposição dos resíduos de construção em áreas não licenciadas;”	Cadastro e monitoramento de áreas licenciadas para recebimento de RCD Registro da destinação dos resíduos em locais autorizados
6º	“V - o incentivo à reinserção dos resíduos reutilizáveis ou reciclados no ciclo produtivo;”	Área de Transbordo e Triagem – ATT
6º	“VI - a definição de critérios para o cadastramento de transportadores;”	Cadastro e monitoramento de transportadores
6º	“VII - as ações de orientação, de fiscalização e de controle dos agentes envolvidos;”	Formação e capacitação de agentes ou catadores
6º	“VIII - as ações educativas visando reduzir a geração de resíduos e possibilitar a sua segregação”	Ações educativas voltadas a prevenção ou redução de resíduos sólidos de construção civil
8º	“§2º Os Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil de empreendimentos e atividades sujeitos ao licenciamento ambiental deverão ser analisados dentro do processo de licenciamento, junto aos órgãos ambientais competentes. (nova redação dada pela Resolução 448/12)”	Análise e aprovação dos Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) antes do início das obras
10º	“II - Classe B: deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura;”	Parceria com cooperativa de catadores para coleta seletiva dos resíduos Classe B Destinação de resíduos Classe B para Área de Triagem
10º	“III - Classe C: deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.”	Disposição de Resíduos Classe C em aterro sanitário
10º	“IV - Classe D: deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.”	Destinação de Resíduos Classe D para incineração ou logística reversa

Fonte: Paz (2019)

Quadro 11 – Indicadores dos instrumentos de gestão de RCD.

Item	Subitem	Avaliação	Pontuação	Obtenção
Instrumentos de gestão de RCD	Lei municipal para gestão de resíduos da construção civil	Específica	2	Identificação da publicação da lei municipal em diário oficial
		Embutida em outra lei	1	
		Não	0	
	Plano Municipal de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Construção Civil – PMGRCC	Sim	2	Identificação do documento referente ao plano municipal
		Em elaboração	1	
		Não	0	
	Análise e aprovação dos Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) antes do início das obras	Sim	2	Análise dos protocolos de aprovação dos PGRCC
		Não	0	
	Cadastro e monitoramento de transportadores	Sim	2	Planilha com informações das empresas fornecida pelo órgão de limpeza urbana
		Não	0	
	Cadastro e monitoramento de áreas licenciadas para recebimento de RCD	Sim	2	Planilha com informações das empresas fornecida pelo órgão de limpeza urbana
		Não	0	

Fonte: Paz (2019)

Este grupo mede a existência de instrumentos legais e operacionais essenciais para organizar e regulamentar a gestão de RCD, indicando o grau de institucionalização da política no município. O grupo a seguir mostra o envolvimento do poder público com ações educativas, controle social e políticas complementares, revelando a maturidade da gestão pública.

Quadro 12 – Indicadores dos programas de gestão de RCD.

Item	Subitem	Avaliação	Pontuação	Obtenção
Programas municipais	Ações educativas voltadas à prevenção ou redução de resíduos sólidos de construção civil	Sim	2	Identificação de postagens e divulgações de ações realizadas
		Não	0	
	Formação e capacitação de agentes ou catadores	Sim	2	Coleta de dados no órgão de limpeza urbana/divulgações
		Não	0	
	Fiscalização periódica das obras	Sim	2	Coleta de informação nas obras e no órgão de limpeza urbana
		Não	0	
	Mapeamento dos pontos de deposição irregular de RCD	Sim	2	Mapa ou planilha com as coordenadas registradas pelo órgão
		Apenas RSU	1	
		Não	0	
	Incentivo à logística reversa de resíduos especiais (gesso, sacos de cimento/argamassa e latas de tinta)	Sim	2	Coleta de informação nas obras e no órgão de limpeza urbana
		Não	0	

Fonte: Paz (2019)

Quadro 13 – Indicadores da coleta e triagem de RCD.

Item	Subitem	Avaliação	Pontuação	Obtenção
Coleta e triagem	Sistema de coleta de RCD implantado (prefeitura ou terceiros)	Específica de RCD	2	Planilha de coleta de RCD fornecida pelo órgão de limpeza urbana
		Misturado com RSU	1	
		Não	0	
	Parceria com cooperativa de catadores para coleta seletiva dos resíduos Classe B	Sim	2	Coleta de informação no órgão de limpeza urbana e nas cooperativas
		Não	0	
	Triagem de resíduos em Unidades de Recebimento de Pequenos Volumes - URPV	Quantidade suficiente	2	Coleta de informação no órgão de limpeza urbana
		Quantidade insuficiente	1	
		Não	0	
	Área de Transbordo e Triagem – ATT	Implantação e operação pública	2	Coleta de informação no órgão de limpeza urbana
		Implantação e operação privada	1	
		Não	0	
	Implantação de sistema de Disque Coleta	Sim	2	Coleta de informação no órgão de limpeza urbana
		Não	0	

Fonte: Adaptado de Paz (2019)

Reflete a estrutura operacional disponível para manejar os resíduos no território, incluindo o papel das cooperativas e da infraestrutura básica.

Quadro 14 – Indicadores do tratamento e disposição final de RCD.

(continua)

Item	Subitem	Avaliação	Pontuação	Obtenção
Tratamento e disposição final	Disposição de Resíduos Classe A em Usina de beneficiamento ou aterro de inertes	Pública	2	Planilha de dados fornecida pelo órgão de limpeza urbana e empresas de recebimento
		Privada	1	
		Não	0	
	Destinação de resíduos Classe B para Área de Triagem e reciclagem	Realizado com participação de cooperativas	2	Planilha de dados fornecida pelo órgão de limpeza urbana e cooperativas
		Realizado sem participação com cooperativas	1	
		Não	0	
	Disposição de Resíduos Classe C em aterro sanitário	Sim	2	Planilha de dados fornecida pelo órgão de limpeza urbana e empresas de recebimento
		Misturado com outras classes	1	
		Não	0	

Quadro 14 – Indicadores do tratamento e disposição final de RCD

(conclusão)				
Item	Subitem	Avaliação	Pontuação	Obtenção
Tratamento e disposição final	Destinação de Resíduos Classe D para incineração ou logística reversa	Sim	2	Planilha de dados fornecida pelo órgão limpeza urbana e empresas de recebimento
		Não	0	
	Registro da destinação dos resíduos em locais licenciados	Sim	2	Documentos fornecidos pelo órgão de limpeza urbana
		Não	0	

Fonte: Paz (2019)

Este grupo fecha o ciclo da gestão, avaliando como os resíduos são efetivamente tratados e se a destinação final atende aos critérios técnicos e legais. Esses quadros complementam o entendimento da aplicação prática do IGRCD. Ao sistematizar os dados conforme esses critérios, é possível gerar um diagnóstico abrangente da gestão de RCD, identificando falhas, promovendo ajustes e fundamentando decisões públicas.

A dissertação de Júnior (2022) amplia essa discussão ao consolidar indicadores de sustentabilidade ambiental como ferramentas estratégicas de gestão. O autor reforça que os indicadores ambientais, apesar de não captarem toda a complexidade dos fenômenos, são essenciais para compreender a evolução de processos e seus impactos sociais e ambientais. Com base em autores como Kawatoko (2015), Couto (2007), Cunha (2018) e Kemerich, Ritter e Borba (2014), Júnior destaca que os indicadores devem atender ao paradigma da sustentabilidade, considerando o equilíbrio entre desenvolvimento econômico e preservação ambiental.

Júnior (2022) também discute o conceito de "*triple bottom line*" ou tripé da sustentabilidade — social, ambiental e econômico — como base para a construção de indicadores mais amplos e integradores. A Conferência das Nações Unidas de 1992 foi um marco para a disseminação internacional dos indicadores de sustentabilidade, fomentando o uso dessas ferramentas para formulação de políticas públicas baseadas em evidências (OECD, 2006).

Além disso, Mascarenhas et al. (2010) e Gomes e Malheiros (2012), citados por Júnior, reforçam que os indicadores ambientais devem permitir o monitoramento da sustentabilidade e apoiar decisões governamentais. Contudo, a construção desses indicadores precisa respeitar as diferenças regionais, como alertam Kemerich, Ritter e Borba (2014) — não sendo possível empregar os mesmos indicadores em contextos diversos.

Em termos práticos, Besen (2017), também citada por Júnior, propõe que os indicadores sejam organizados em matrizes para facilitar a ponderação e construção de índices sintéticos, o

que contribui para a gestão estratégica e o planejamento municipal. Essa abordagem foi aplicada em experiências como a do estado de São Paulo, onde a Secretaria do Meio Ambiente (SMA) desenvolveu o IGR, um índice composto por indicadores de resíduos sólidos que avalia a gestão dos RCC nos municípios.

De acordo com Júnior (2022), a equação do IGR, conforme apresentado por Schiavi (2013), combina diferentes componentes: Índice de Qualidade de Gestão (IQG), Índice de Qualidade de Aterro (IQR) e Índice de Qualidade de Compostagem (IQC). O IQG, por exemplo, inclui variáveis voltadas à gestão dos RCD e tem sido base para adaptação em diversos estudos e práticas estaduais, como em Pernambuco, São Paulo e Minas Gerais.

Complementando essas análises, Mattos (2021) desenvolveu um panorama estadual sobre os serviços de manejo e indicadores de RCD em Minas Gerais. O autor destaca que, embora o estado apresente índices elevados de coleta regularizada, a maior parte dos resíduos ainda é direcionada a aterros, o que compromete os princípios da sustentabilidade. Mattos (2021) também enfatiza a necessidade de indicadores para comparação entre estados e municípios, e reforça a importância de plataformas como o SIGOR-RCC, implantado em São Paulo, que permite o rastreamento dos resíduos e a regularização dos agentes envolvidos. Em sua análise, o autor recomenda a articulação entre entes públicos, qualidade de dados e institucionalização de políticas de longo prazo como fatores essenciais para o sucesso dos indicadores.

Essas experiências demonstram que os indicadores não apenas medem desempenho, mas também orientam o aprimoramento das ações públicas e podem ser integrados a sistemas mais amplos de avaliação ambiental.

Dessa forma, os indicadores de desempenho devem ser compreendidos não apenas como instrumentos técnicos, mas como componentes centrais de uma estratégia de governança sustentável. Quando bem construídos e aplicados, eles permitem o aprimoramento contínuo das práticas municipais, a comparação entre diferentes contextos e a definição de prioridades para investimentos públicos. Integrando abordagens como o IGRCD, o SAGI-RCC, o IGIRS, o IQG, o SIGOR-RCC e o SIGERCON, é possível estruturar um modelo mais robusto e ajustado à complexidade dos desafios que envolvem a gestão dos resíduos da construção civil no Brasil.

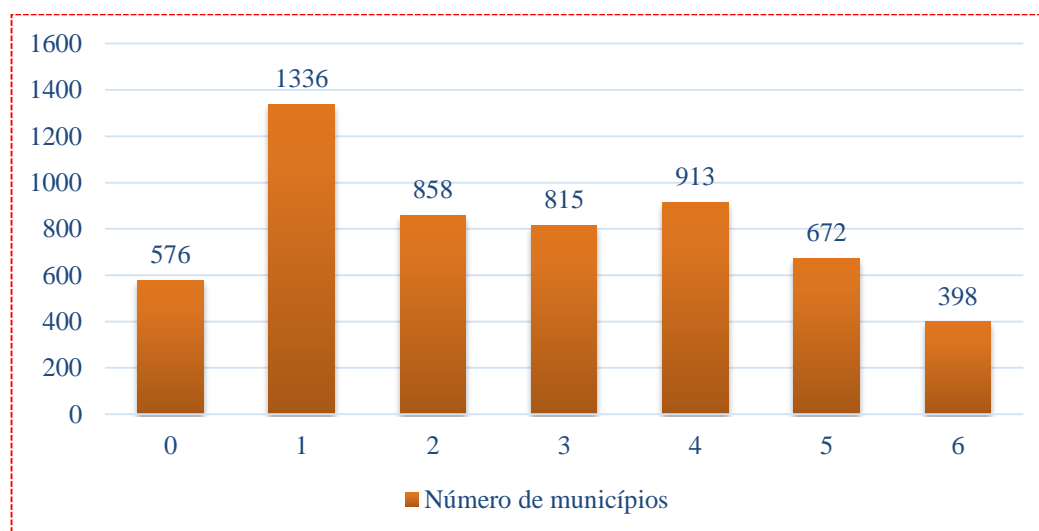
2.5.3 Estrutura organizacional para a gestão integrada de RCD

Leme (2016) em seu estudo sobre a governança ambiental no nível municipal, destaca a importância de avaliar os avanços e limites das políticas públicas de meio ambiente mais de

duas décadas após a Rio-92. Seu foco principal é o arcabouço institucional para a gestão ambiental nos governos locais brasileiros.

Leme (2016) ressalta que a maioria das prefeituras, de alguma forma, possui algum tipo de estrutura institucional para lidar com as atribuições ambientais, o que nem sempre foi o caso. Esse cenário é resultado de um processo histórico em que os municípios assumiram gradativamente novas responsabilidades, impulsionado pela descentralização da política e pela perspectiva de gestão ambiental compartilhada. A Lei Complementar nº 140/2011, que regulamenta o artigo 23 da Constituição Federal de 1988, é mencionada como um passo importante para estabelecer mecanismos de cooperação entre os entes federados, apesar das críticas que recebe.

Gráfico 8 – Distribuição dos municípios quanto à estruturação da gestão ambiental local (2009)



Fonte: Leme (2016)

A autora explora a diferença entre descentralização e desconcentração, enfatizando que a descentralização, que envolve a transferência de competências para outra pessoa jurídica, é mais compatível com a gestão ambiental compartilhada. Essa abordagem requer a estruturação do arranjo institucional do ente que recebe as atribuições, incluindo mecanismos de controle social.

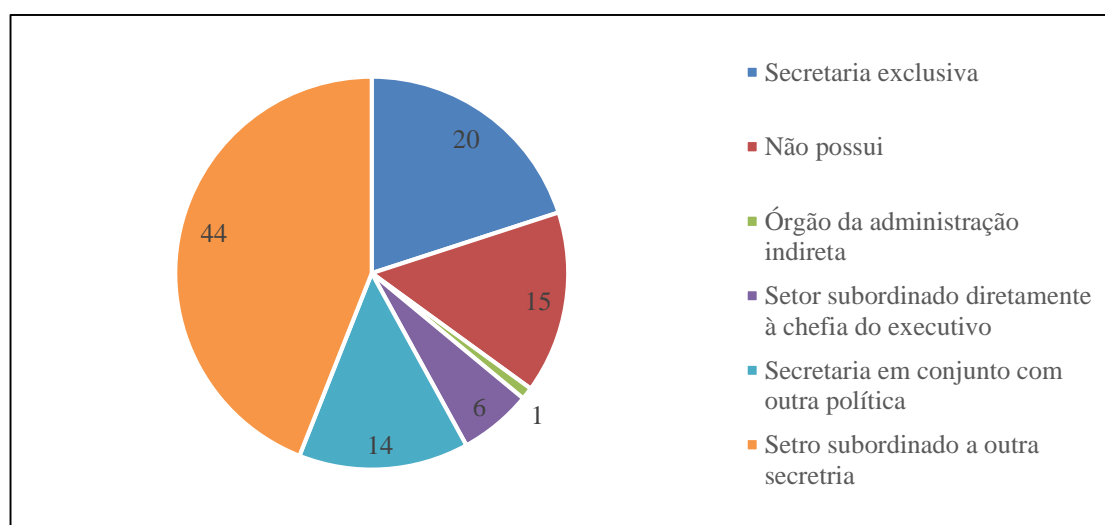
Leme (2016) também aborda a participação social, destacando os conselhos gestores de políticas públicas como um dos principais mecanismos de participação e controle social nas políticas de meio ambiente. No entanto, ela alerta para os desafios enfrentados por esses conselhos, como a cultura patrimonialista arraigada no Brasil, que pode levar à corrupção e à cooptação dos agentes públicos por interesses privados. Além disso, a falta de

representatividade de certos grupos sociais nos conselhos pode comprometer sua legitimidade e eficácia.

Para ilustrar o panorama da gestão ambiental nos municípios brasileiros, Leme utiliza dados da Pesquisa de Informações Básicas Municipais (Munic) do IBGE. Esta pesquisa, realizada desde 1999, fornece informações sobre a estrutura administrativa, a existência de conselhos de meio ambiente, a disponibilidade de recursos financeiros, o progresso da implementação da Agenda 21 local, a existência de legislação ambiental e a articulação institucional municipal.

Os dados da Munic apontam que houve avanços na estruturação da gestão ambiental nos municípios, com um aumento no número de órgãos e conselhos de meio ambiente. Há também um crescimento progressivo nos municípios com estruturas administrativas dedicadas ao meio ambiente (Gráfico 9).

Gráfico 9 -- Tipos de estrutura existente nas prefeituras para lidar com a gestão ambiental (em %) – 2009



Fonte: Leme (2016)

Outra constatação refere-se ao aumento notável na criação de Conselhos Municipais de Meio Ambiente, promovendo a participação social e o controle das políticas ambientais. No entanto, a pesquisa Munic/IBGE revela que, embora tenha havido avanços na capacitação técnica e na contratação de pessoal especializado, muitos municípios ainda enfrentam dificuldades para contar com uma equipe qualificada e em número suficiente para atender às demandas da área.

Embora o número de trabalhadores seja um indicador das capacidades instaladas para a gestão ambiental local (relacionado à *polity* - instituições políticas), o aumento do contingente

não necessariamente reflete um impacto positivo na *policy* (conteúdos da política). Ou seja, o aumento no número de trabalhadores não é suficiente para indicar o aprimoramento das capacidades para a formulação e implementação das políticas públicas, visto que muitos desses profissionais carecem de qualificação técnica para os desafios que enfrentam. Isso reforça a importância de políticas contínuas de formação e capacitação para garantir que os trabalhadores tenham as competências adequadas para lidar com as responsabilidades atribuídas a cada município.

Os dados também apontam para limitações, como a falta de recursos financeiros e humanos em muitos municípios, o que dificulta a implementação efetiva das políticas ambientais e uma necessidade de maior articulação institucional entre os entes federativos.

Embora a análise de Leme (2016) não se aprofunde especificamente na gestão de resíduos sólidos, é possível inferir sua relação com o arranjo institucional para a gestão ambiental nos municípios. A gestão adequada de resíduos sólidos, com ênfase nos RCD, é uma questão ambiental crucial, e os municípios têm um papel fundamental nessa área. A existência de uma estrutura institucional forte, com órgãos e conselhos de meio ambiente atuantes, é essencial para o desenvolvimento e implementação de políticas eficazes de gestão de resíduos sólidos.

Além disso, a participação social, por meio dos conselhos gestores, é importante para garantir que as políticas de gestão de resíduos sólidos atendam às necessidades e expectativas da população. A cooperação entre os diferentes níveis de governo, facilitada pela Lei Complementar nº 140/2011, também é fundamental para o sucesso da gestão de resíduos sólidos, uma vez que essa é uma questão que envolve aspectos técnicos, financeiros e políticos complexos.

O estudo de Leme (2016) oferece, portanto, uma análise abrangente da governança ambiental no nível municipal no Brasil, destacando a importância do arranjo institucional, da descentralização, da participação social e da cooperação entre os entes federados. Embora tenha havido avanços na estruturação da gestão ambiental nos municípios, ainda há desafios a serem superados, como a falta de recursos e a necessidade de fortalecer a participação social e o controle democrático.

A gestão de resíduos sólidos, como uma das principais questões ambientais enfrentadas pelos municípios, se beneficia de um arranjo institucional forte e de uma governança ambiental efetiva. A articulação entre os entes federativos, aliada à participação social e ao planejamento integrado, é essencial para garantir a implementação de políticas públicas eficazes e sustentáveis.

2.5.4 A responsabilidade dos grandes geradores na gestão e gerenciamento de RCD

A PNRS, instituída pela Lei 12.305/2010, estabelece o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) como instrumento essencial para o licenciamento ambiental, visando a gestão sustentável dos resíduos sólidos. O PGRS detalha as etapas do manejo, como geração, segregação, transporte, armazenamento, tratamento e destinação final ambientalmente adequada, protegendo a saúde e o meio ambiente (FIEB, 2020), com base nas legislações pertinentes (Fortaleza 2022).

O conteúdo mínimo do PGRS inclui a descrição do empreendimento, diagnóstico dos resíduos (origem, volume e caracterização), identificação de responsáveis por cada etapa, metas para minimização e ações preventivas e corretivas. A Lei 12.305/2010 também prevê normas específicas para cooperativas de catadores e simplificação do plano para microempresas que não gerem resíduos perigosos.

No setor da construção civil, grandes geradores devem elaborar o Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC), conforme a Resolução Conama nº 307/2002. Este plano deve incluir etapas como caracterização, triagem, acondicionamento, transporte e destinação dos resíduos. Além disso, o PGRCC deve abordar ações educativas (treinamentos e campanhas), aplicação da política dos 3Rs (reduzir, reutilizar e reciclar) e monitoramento contínuo.

O PGRCC também prevê soluções compartilhadas entre geradores, ações preventivas contra riscos no gerenciamento e medidas saneadoras para passivos ambientais. A periodicidade da revisão é essencial para adequação às atualizações legais e operacionais (Brasil 2010).

Silva e Lopes (2021) elaboraram um manual para o gerenciamento de RCC em canteiros de obras, baseado na legislação vigente (Lei nº 12.305/2010 e Resolução Conama nº 307/2002). O documento segue os requisitos mínimos do Art. 21 da PNRS, abordando de forma teórica e prática os principais tópicos.

Inicialmente, o manual apresenta a descrição do empreendimento, identificando a construção, a construtora e os responsáveis técnicos. Em seguida, detalha as normas e legislações vigentes que embasam o PGRCC. A Estimativa e diagnóstico dos resíduos inclui a caracterização dos RCD segundo as Resoluções do Conama, a previsão de volume gerado, o cronograma de geração e os passivos ambientais. O documento também define os responsáveis pelo gerenciamento, divididos em etapas operacionais (coleta, transporte e destinação) e administrativas (organização de documentos e treinamentos).

Os procedimentos operacionais envolvem coleta e triagem, transporte interno e externo, acondicionamento e destino final dos resíduos, além da obrigatoriedade do Manifesto de Transporte de Resíduos. O manual sugere Soluções compartilhadas entre geradores, como parcerias entre obras. São abordadas também ações preventivas e corretivas, metas de redução de resíduos (educação ambiental, política dos 3Rs e práticas de doação), além da responsabilidade compartilhada e a logística reversa de materiais específicos.

O documento enfatiza a revisão periódica do PGRCC, considerando atualizações legislativas e mudanças operacionais. Por fim, destaca fatores críticos de sucesso, oferecendo um ranking de práticas essenciais para um gerenciamento eficaz de RCD no setor da construção civil.

2.6 Disposições legais e normativas

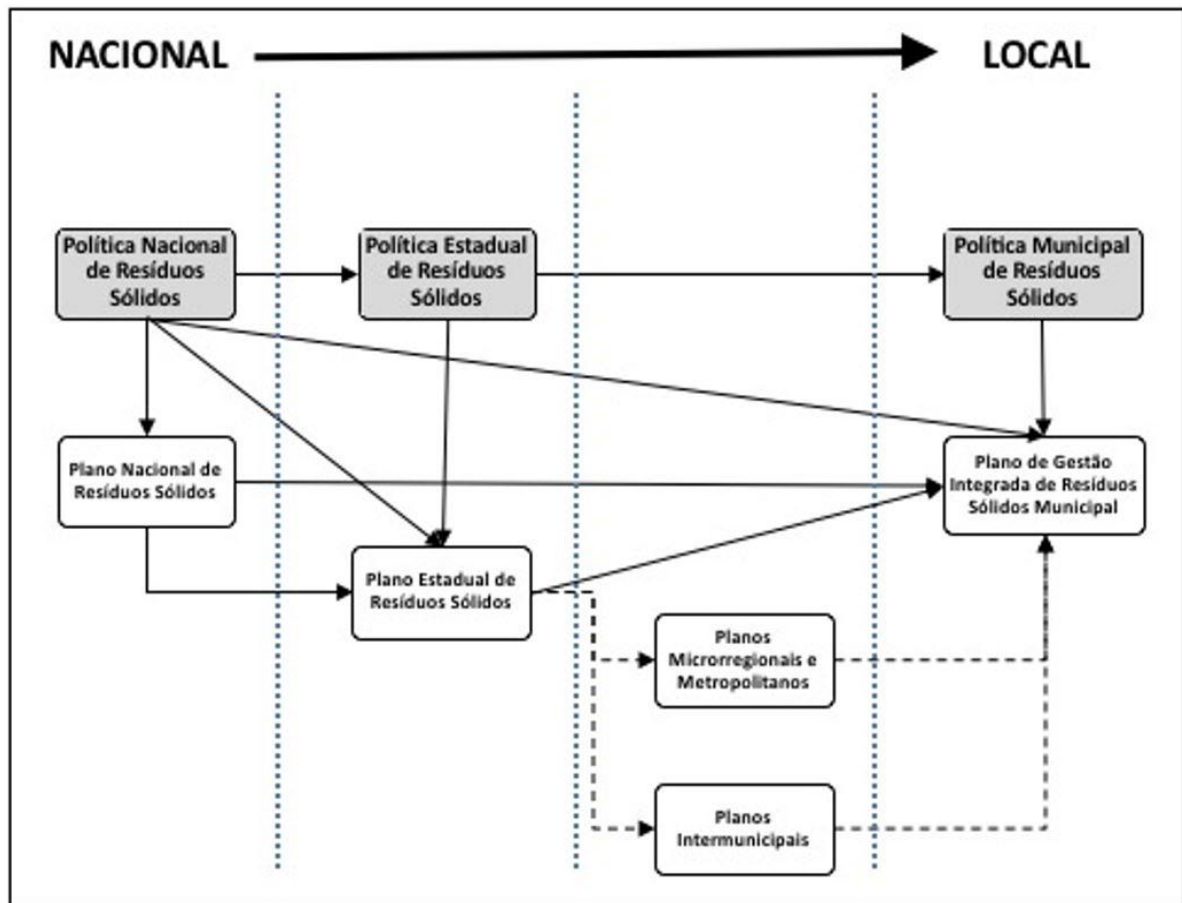
2.6.1 Breve histórico da evolução dos marcos legais no Brasil

As ferramentas de gestão ambiental no Brasil resultam de um longo processo histórico. Desde o período colonial até meados do século XX, o país foi explorado como fonte inesgotável de recursos naturais (Ibam, 2016). Somente na década de 1980, a visão ambientalista começou a ganhar força, promovendo um enfoque mais integrado e sustentável.

A regulamentação ambiental teve início com o Código Criminal de 1850, seguido por normas como o Código Florestal (1934), o Código da Pesca (1938) e a Lei de Proteção do Patrimônio Histórico (1937). A partir de 1974, a gestão ambiental passou a focar no controle da poluição industrial e no crescimento urbano desordenado. Em 1981, a Lei nº 6.938 instituiu a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), consolidada pela Constituição de 1988, que descentralizou a gestão ambiental e envolveu a sociedade civil (Ibam, 2016).

Nos anos 1990, a ECO-92 fortaleceu a governança ambiental global, promovendo a Agenda 21. O Brasil reforçou sua legislação com a Lei de Crimes Ambientais (1998) e o SNUC (2000), consolidando a política ambiental como parte essencial do desenvolvimento sustentável (Ibam, 2016). A partir da evolução das políticas ambientais, é possível compreender sua conjuntura atual e seus desdobramentos em níveis mais abrangentes, conforme ilustrado na Figura 7.

Figura 7 – Hierarquia entre os instrumentos de planejamento e gestão de resíduos sólidos no Brasil



Fonte: Vieira *et al.* (2019)

2.6.2 Política Nacional do Meio Ambiente

A Lei 6.938, promulgada em 1981, estabelece a PNMA e o Sisnama, visando à preservação ambiental e ao desenvolvimento sustentável. Seus princípios incluem a racionalização do uso dos recursos naturais, o controle da poluição e a educação ambiental (Ibam, 2016).

A PNMA marca um avanço ao integrar meio ambiente e sociedade, rompendo com a visão de exploração de recursos naturais. Ela introduz instrumentos como o zoneamento ambiental e a avaliação de impactos. A Constituição de 1988 reforçou esse compromisso ao garantir o direito ao meio ambiente equilibrado e impor ao poder público e à coletividade o dever de protegê-lo (Brasil, 2024b).

A Lei Complementar 140/2011 regulamenta competências ambientais entre União, Estados e Municípios, prevendo a cooperação entre esferas federativas. Municípios devem

estruturar suas políticas ambientais alinhadas às diretrizes nacionais, criando legislação própria, órgãos técnicos, conselhos e fundos municipais para gestão ambiental (Ibam, 2016).

2.6.3 Plano Nacional de Saneamento Básico

O Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab), aprovado em 2013, foi estabelecido pela Lei nº 11.445 e regulamentado pelo Decreto nº 7.217, prevendo avaliação anual e revisão a cada quatro anos.

Com horizonte até 2033, o Plansab integra o planejamento do saneamento básico, abrangendo abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos e drenagem urbana (Brasil, 2022b). O monitoramento deste Plano ocorre por meio de relatórios anuais, que analisam 29 indicadores principais e outros auxiliares, relacionando saneamento a saúde, renda e educação.

2.6.4 Política Nacional de Resíduos Sólidos

A PNRS, instituída pela Lei nº 12.305/2010, integra a PNMA e articula-se com a Política Nacional de Saneamento Básico (PNSB). Seu principal instrumento é o Planares, que orienta estratégias para a gestão de resíduos. A PNRS estabelece princípios como prevenção, desenvolvimento sustentável e responsabilidade compartilhada entre setores público e privado. Seus instrumentos incluem planos de resíduos sólidos em diferentes níveis, monitoramento ambiental e a logística reversa para reduzir impactos (Brasil, 2023a). Além disso, visa eliminar lixões e promover o consumo sustentável (Brasil, 2023b).

2.6.5 Plano Nacional de Resíduos Sólidos

A PNRS define princípios, diretrizes e instrumentos para a gestão de resíduos, destacando o Planares, que aborda diversos tipos de resíduos e propõe metas alinhadas ao crescimento sustentável (Pinto, 2011). O Planares se relaciona com o Plansab e com os Planos Nacionais de Mudanças do Clima, Recursos Hídricos e de Produção e Consumo Sustentável, compatibilizando desenvolvimento econômico e preservação ambiental.

A estrutura do Plano inclui diagnóstico, construção de cenários e definição de estratégias e metas. Além dos resíduos urbanos, a PNRS abrange outros tipos, como os da construção civil. Estados e municípios que adotarem soluções consorciadas e coleta seletiva com cooperativas terão prioridade no acesso a recursos da União (Pinto, 2011).

2.6.6 Plano Municipal de Gestão de Resíduos da Construção Civil

O PMGRCC, conforme o Art. 5º da Resolução Conama nº 307/2010, é um instrumento essencial para a gestão de resíduos da construção civil nos municípios e no Distrito Federal, alinhado ao PMGIRS. Ele regulamenta diretrizes para pequenos e grandes geradores, exigindo que estes elaborem um PGRCC, enquanto a definição de pequeno e grande gerador cabe ao município.

Figura 8 – Regulamente do PMGRCC para a gestão pública e privada



Fonte: CEF (2010)

O PMGRCC deve conter diretrizes técnicas, cadastro de áreas de triagem, licenciamento de áreas de disposição, incentivo à reciclagem, proibição de descarte irregular, cadastro de transportadores e ações educativas e fiscalizatórias. A Resolução Conama nº 307/2002 estabeleceu prazo de 12 meses para que municípios elaborassem seus planos, com implementação em até seis meses, podendo ser elaborados de forma conjunta entre municípios, conforme a Lei nº 12.305/2010.

2.6.7 Novo marco legal do saneamento básico (Lei 14.026/2020)

Lei nº 14.026/2020, sancionada em 15 de julho de 2020, atualizou o Marco Legal do Saneamento Básico no Brasil, estabelecido originalmente pela Lei nº 11.445/2007. Essa legislação visa promover a universalização dos serviços de água potável e esgotamento sanitário, além de melhorar a qualidade dos serviços prestados e atrair investimentos privados para o setor. A lei estabelece metas ambiciosas, como garantir que 99% da população tenha acesso à água potável e 90% ao esgoto tratado até 2033. Além disso, ela introduz a prestação regionalizada dos serviços, incentivando a formação de blocos de municípios para contratação conjunta, o que pode aumentar a eficiência e reduzir custos.

A implementação da lei enfrenta desafios significativos, como a desigualdade regional e a falta de infraestrutura adequada em muitas áreas do país. No entanto, é crucial para o desenvolvimento sustentável do Brasil, pois melhora a saúde pública e o meio ambiente. A gestão adequada dos resíduos sólidos e a disposição final ambientalmente correta são post-chaves, com prazos específicos para diferentes categorias de municípios.

Recentemente, decretos do presidente Luiz Inácio Lula da Silva em 2023 revogaram algumas regulamentações anteriores, permitindo a renovação de contratos sem licitação, o que foi criticado por diminuir a competição no setor (Filho, 2023). A Câmara de Deputados reagiu aprovando um projeto que suspende partes desses decretos, buscando garantir a concorrência e a legalidade nas contratações (Brasil, 2023c). O Novo Marco Legal do Saneamento Básico continua sendo um tema central na agenda política e econômica do país.

2.6.8 Resolução Conama nº 307/2002

A Resolução Conama nº 307/2002 estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos RCC, com o objetivo de minimizar os impactos ambientais associados ao descarte inadequado. Essa norma representa um marco legal importante no avanço da política ambiental urbana, especialmente em centros urbanos com grande volume de obras. Os resíduos são agrupados em quatro classes, conforme suas características e possibilidades de reaproveitamento:

- Classe A: resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como tijolos, blocos, concreto e argamassa.
- Classe B: resíduos recicláveis para outras finalidades, como plásticos, papel, metais, vidro e madeira.

- Classe C: resíduos para os quais ainda não há tecnologia ou viabilidade econômica de reciclagem.
- Classe D: resíduos perigosos oriundos do processo de construção, como tintas, solventes, óleos, amianto, entre outros.

Além da classificação, a Resolução determina que os municípios elaborem planos integrados de gestão de RCC, com a diferenciação entre pequenos e grandes geradores, promovendo o licenciamento de áreas de triagem e reciclagem e a criação de PEVs para facilitar a destinação correta desses materiais.

Contudo, a implementação da norma nos municípios brasileiros tem enfrentado diversos desafios práticos, como a falta de infraestrutura, ausência de fiscalização, baixa articulação entre os agentes envolvidos e o não cumprimento dos prazos estabelecidos inicialmente. Desde sua publicação, a Resolução 307 foi alterada e complementada por outras normativas, buscando se alinhar à PNRS (Lei nº 12.305/2010), que reforça a responsabilidade compartilhada e a priorização da não geração, reutilização e reciclagem.

Dessa forma, a atuação municipal deve estar pautada em instrumentos eficazes de planejamento, monitoramento e controle, integrando os diferentes atores — poder público, setor privado e sociedade civil — para que a gestão de resíduos da construção civil seja de fato eficiente e ambientalmente responsável.

2.6.9 Normalização técnica

No contexto nacional, a gestão de resíduos da construção civil (RCD) é apoiada por normas técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Essas normas são fundamentais para garantir que os materiais utilizados atendam aos requisitos técnicos necessários, especialmente em processos de licitação. Algumas das normas mais relevantes incluem:

- NBR 10004/2004: Classificação de resíduos sólidos.
- NBR 15112/2004: Áreas de transbordo e triagem para RCD.
- NBR 15113/2004: Aterros para RCD e resíduos inertes.
- NBR 15114/2004: Áreas de reciclagem para RCD.

Recentemente, a ABNT publicou a NBR 17100-1/2023, que estabelece requisitos gerais para o gerenciamento de resíduos, desde a geração até a destinação final, promovendo uma economia circular e reduzindo impactos ambientais. Essas normas são cruciais para a gestão sustentável dos RCD no Brasil.

3 METODOLOGIA

Esta seção inicia com a descrição da área de estudo e, em seguida, apresenta a abordagem metodológica adotada, incluindo os tipos de pesquisa, os procedimentos de coleta e análise de dados, os instrumentos utilizados e as limitações do estudo.

3.1 Caracterização da área de estudo

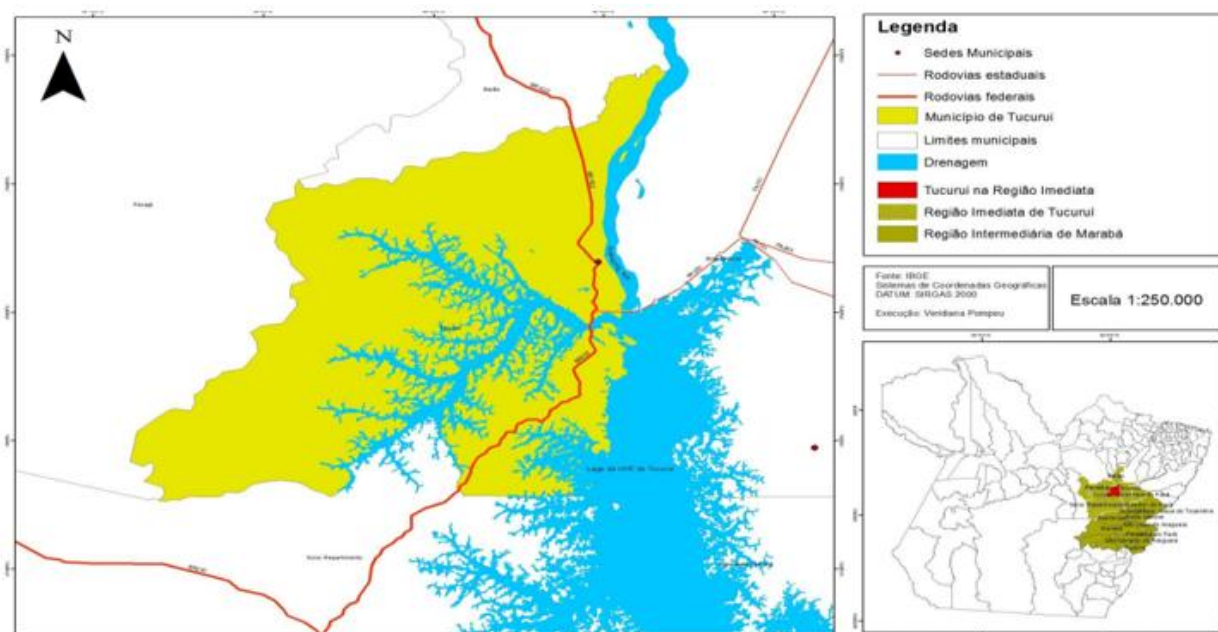
O município de Tucuruí, localizado no estado do Pará, tem uma rica história iniciada com a presença dos povos indígenas Assurinís, Parakanãs e Gaviões, cuja identidade ainda se mantém na Reserva Trocará (Pará, 2016). Fundada como Alcobaça em 1781 pelo governador José de Nápoles Telles de Menezes, a localidade passou por mudanças de nome e status, tornando-se município em 1943 (IBGE, 2025). Um fator significativo que contribuiu para a transformação do quadro demográfico regional foi a presença da Usina Hidrelétrica de Tucuruí. Construída em duas etapas, de 1977 a 1984 e de 1999 a 2004, a UHE Tucuruí teve um impacto profundo no espaço regional ao longo da história, redefinindo tanto a estrutura espacial quanto a organização socioeconômica da região (Pará, 2016).

O lago artificial de água doce formado pela barragem no Rio Tocantins abrange uma área de 2.875 km², alcançando diversos municípios, como Novo Repartimento, Breu Branco, Goianésia do Pará, Jacundá, Nova Ipixuna e Itupiranga. Esses municípios, juntamente com Tucuruí, compõem a Microrregião de Integração do Lago da UHE Tucuruí. A formação desse lago gerou impactos significativos na região, tanto ambientais quanto sociais, incluindo a inundação de vastas áreas e a criação de cerca de 1.800 ilhas (Pará, 2016).

O município de Tucuruí possui uma área total de 2.084,289 km², dos quais 20,57 km² correspondem à área urbanizada. Localizado a aproximadamente 385 km da capital Belém, Tucuruí integra a Mesorregião Sudeste Paraense e faz limite ao norte com Baião; a leste com Moju e Breu Branco; ao sul com Novo Repartimento; e a oeste com Pacajá (Fapespa, 2023a). A sede do município está situada nas coordenadas 03°45'58" de latitude sul e 49°40'21" de longitude oeste, com uma altitude média de 42 metros acima do nível do mar.

A topografia local apresenta altitudes medianas, com cotas médias em torno de 95 metros. O relevo é composto por tabuleiros, patamares, planícies e depressões. O clima predominante é tropical úmido de monção, com temperaturas médias anuais entre 26°C e 27°C. As máximas variam entre 32°C e 33°C, enquanto as mínimas oscilam entre 22°C e 23°C (Fapespa, 2023a)

Figura 9 – Mapa de localização de Tucuruí-PA



Fonte: Adaptada pelo autor a partir de Pompeu (2020)

De acordo com o censo realizado pelo IBGE em 2022, a população do município é de 91.306 habitantes, representando uma redução em relação ao censo anterior (97.128 habitantes). A densidade demográfica atual é de 43,81 hab/km² (IBGE, 2022b). O PIB municipal foi estimado em R\$ 5.318.264 mil reais em valores correntes, indicando retração em relação aos anos anteriores. O PIB per capita é de R\$ 48.149,75, posicionando Tucuruí como o oitavo maior PIB per capita do estado do Pará em 2021 e o primeiro na microrregião (IBGE, 2022b).

O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) é de 0,666, classificando o município na faixa de desenvolvimento médio. Em termos econômicos e sociais, o salário médio mensal dos trabalhadores formais era equivalente a 2,5 salários mínimos em 2021. A proporção da população ocupada era de apenas 11,08%, refletindo desafios no mercado formal de trabalho (IBGE, 2022b).

O percentual da população de 18 até 65 anos no emprego formal é de 12,6% (Fapespa, 2023a). Entre os setores econômicos mais relevantes estão: produção e distribuição de eletricidade e água; comércio; atividades imobiliárias; intermediação financeira; e construção civil. No aspecto ambiental, apenas 15% dos domicílios possuem esgotamento sanitário adequado; cerca de 48,9% das vias públicas urbanas são arborizadas; e apenas 12,4% apresentam urbanização adequada (IBGE, 2022b). A cobertura vegetal predominante inclui floresta amazônica remanescente e áreas destinadas à agropecuária.

A criação do Mosaico de Unidades de Conservação do Lago de Tucuruí pela Lei nº 6.451/2002 foi um marco ambiental importante para a região. Este mosaico abrange uma área total de aproximadamente 568.667 hectares e inclui duas Reservas de Desenvolvimento Sustentável (RDS Alcobaça e RDS Pucuruí-Ararão), além da Área de Proteção Ambiental (APA) do Lago Tucuruí e Zonas de Proteção da Vida Silvestre (ZPVS). Essas unidades visam proteger ecossistemas sensíveis enquanto promovem o uso sustentável dos recursos naturais pelas populações locais (Costa, 2019).

3.2 Abordagem metodológica da pesquisa

O delineamento dos procedimentos metodológicos da pesquisa abrange a caracterização e classificação da pesquisa, a delimitação do estudo, a especificação das técnicas e instrumentos de coleta e análise de dados, além da definição das limitações do método (UFSC, 2016). O Quadro 15 apresenta de forma detalhada a qualificação da pesquisa, abordando os aspectos mencionados.

Quadro 15 – Enquadramento metodológico da pesquisa

(continua)

ASPECTO METODOLÓGICO	DETALHAMENTO METODOLÓGICO	ELEMENTO ASSOCIADO	FUNDAMENTAÇÃO E OBJETIVO
Caracterização da pesquisa	Abordagem quantitativa	Aplicação do IGRCD	Obtenção de dados objetivos e comparáveis (Azevedo; Ensslin, 2020)
Natureza da pesquisa	Aplicada	Gerar conhecimentos para aprimorar a gestão de RCD em Tucuruí	Geração de conhecimentos com aplicabilidade direta na solução de problemas concretos (Azevedo; Ensslin, 2020)
Classificação da pesquisa	Quanto aos objetivos: descritiva	Caracterizar o cenário da gestão de RCD em Tucuruí	Traçar um panorama detalhado de um fenômeno ou população (Azevedo; Ensslin, 2020)
	Quanto aos meios: pesquisa de campo	Observação direta, entrevistas e questionários	Levantamento de dados empíricos no local onde o fenômeno ocorre (UFSC, 2016)
Classificação da pesquisa	Quanto aos meios: pesquisa bibliográfica	Leitura de artigos, monografias e livros	Compreender o estado da arte sobre o tema (Gerhardt; Silveira, 2009)
	Quanto aos meios: pesquisa documental	Análise de leis, relatórios, documentos oficiais e base de dados	Identificação de materiais não submetidos a tratamento analítico, (Azevedo; Ensslin, 2020)
	Quanto à perspectiva de estudo: transversal	Análise da gestão de RCD em Tucuruí no ano de 2024	Análise de dados de um único momento (UFSC, 2016)

Quadro 15 – Enquadramento metodológico da pesquisa

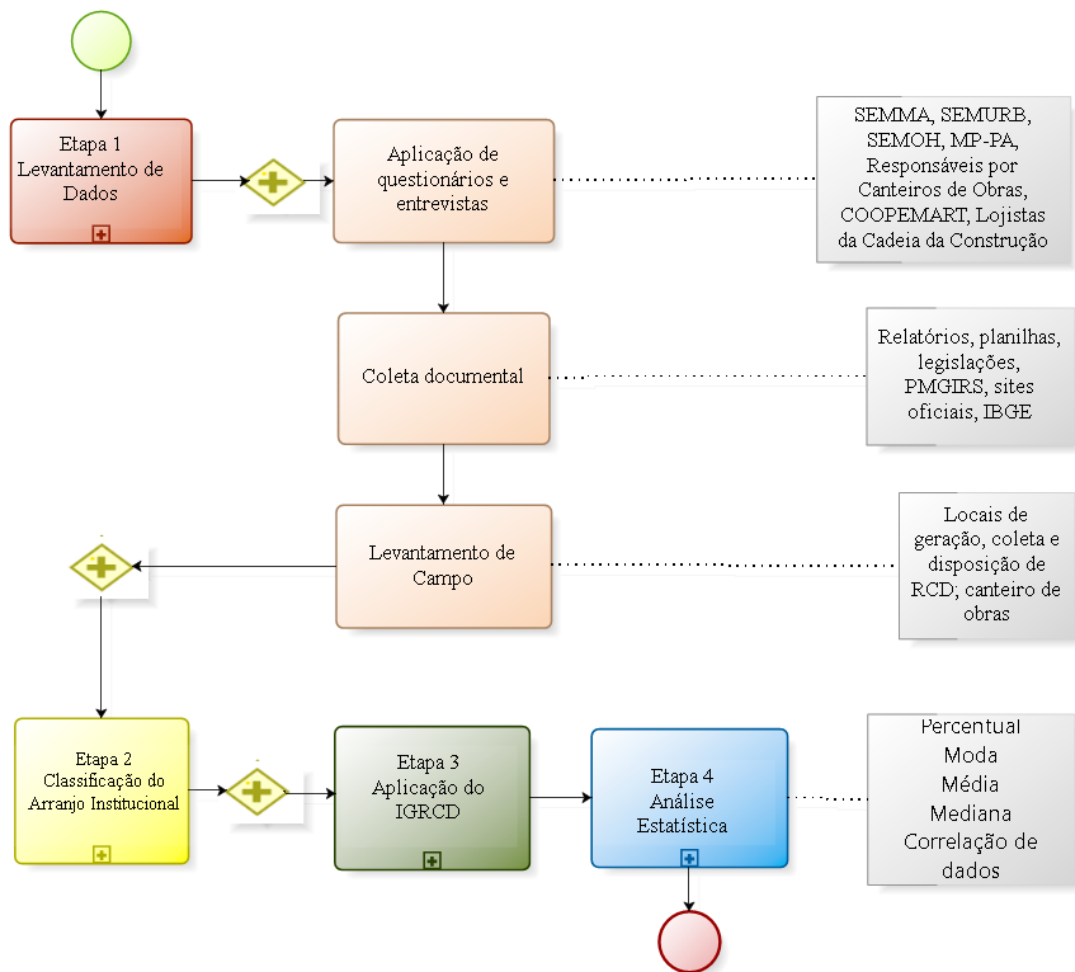
(conclusão)			
ASPECTO METODOLÓGICO	DETALHAMENTO METODOLÓGICO	ELEMENTO ASSOCIADO	FUNDAMENTAÇÃO E OBJETIVO
Delimitação da pesquisa	População / universo da pesquisa	Órgãos públicos, empresas do setor de construção, cooperativas de reciclagem e outros envolvidos	Os elementos de interesse da pesquisa podem incluir desde um grupo de pessoas até elementos diversos, como indivíduos, organizações, departamentos ou processos (UFSC, 2016)
Delimitação da pesquisa	Amostra:	Seleção de forma intencional e não-probabilística de sujeitos como integrantes de órgãos públicos e empresas do setor de construção.	Seleção de amostra ilustrativa (qualitativamente) – (Gerhardt; Silveira (2009).
	Sujeitos da pesquisa.	Foco nos responsáveis pela gestão de RCD no contexto local, como gestores, responsáveis por canteiros de obras, representantes de empresas e cooperativas.	Seleção de participantes com base na tipicidade, acessibilidade e relevância para o estudo (Gerhardt; Silveira, 2009).
Técnicas e instrumentos de coleta de dados	Fontes de dados primários	Observação, questionário, entrevistas semiestruturadas.	Dados primários são gerados e analisados no próprio estudo (Azevedo; Ensslin (2020).
	Fontes de dados secundários	Documentos, fontes bibliográficas, material da internet.	Dados secundários são extraídos de fontes bibliográficas, materiais disponíveis na Internet e análises documentais (Azevedo; Ensslin, 2020).
Técnicas de análise de dados	Análise quantitativa	Aplicação do IGRCD, análise estatística, análise do arranjo institucional.	A abordagem quantitativa, utiliza ferramentas estatísticas (UFSC, 2016).
Limitações da pesquisa	Limitações do método	Análise relativa ao ano de de 2024; teoria da gestão integrada; contexto de Tucuruí; obtenção do IGRCD do município.	A pesquisa possui limites relacionados ao escopo temporal, teórico, geográfico e técnico (UFSC, 2016).

Fonte: Elaborado pelo autor

3.2 Métodos de Procedimentos da Pesquisa

A metodologia adotada neste estudo segue as etapas descritas na Figura 10, com o objetivo de garantir a validade e a abrangência da pesquisa. O detalhamento de cada uma dessas etapas será apresentado nas seções seguintes.

Figura 10 – Fluxograma do caminho metodológico



Fonte: Elaborado pelo autor

3.2.1 Levantamento de dados

A coleta de dados foi uma fase precedente à sua apresentação. Esses dados referem-se tanto às informações coletadas em campo, por meio das entrevistas e da observação direta, quanto àquelas obtidas por meio da pesquisa documental realizada durante o ano de 2024.

- a) a consulta a documentos envolveu o levantamento de dados sobre legislação vigente, informações em base de dados do IBGE, relatórios de gestão (2024) e documentos de políticas públicas municipais relacionadas à gestão de resíduos (2024), dentre outros;
- b) o registro da observação em campo foi realizado com o auxílio de um roteiro contendo uma lista de comportamentos, observando a ocorrência dos mesmos ao longo de um determinado período. Esse processo foi acelerado por meio de

visitas a locais de geração, coleta, transporte e destino final dos resíduos de construção civil;

- c) para avaliar as práticas de gestão e os desafios enfrentados, as entrevistas foram realizadas com 3 gestores das secretarias; 8 responsáveis por canteiros de obras, 1 representante do Ministério Público do Pará (MPPA); 1 representante da Coopemart; e 5 lojistas da cadeia da construção.

Foram utilizados questionários semiestruturados, compostos por perguntas abertas e fechadas, aplicados entre março e dezembro de 2024 aos participantes do estudo. A aplicação ocorreu de forma presencial, com abordagem direta, sendo conduzida pelo pesquisador nos locais previamente definidos. Os questionários continham até 30 questões, distribuídas em diferentes grupos temáticos, organizadas conforme os indicadores de sustentabilidade, com o objetivo de obter o IGRCD para a gestão municipal. Foram considerados os seguintes aspectos:

- base de construção: as perguntas foram elaboradas com base na revisão da literatura e nos objetivos da pesquisa;
- número de questões: considerou-se a profundidade e a abrangência dos temas abordados;
- propósito das questões: cada questão ou grupo de questões visou explorar aspectos específicos da gestão de RCD em Tucuruí-PA;
- carta de apresentação: foi fornecida explicando os objetivos da pesquisa e o papel dos participantes.
- consentimento livre e esclarecido: carta assinada pelos participantes, assegurando a confidencialidade das informações.
- pré-teste: realizado com 5 participantes para ajustes no questionário;
- ajustes após pré-teste: alterações feitas nas questões para maior clareza e adequação aos objetivos da pesquisa.

3.2.2 Classificação do arranjo institucional

Foi realizada a análise quantitativa dos dados para avaliar a estrutura de gestão ambiental no município, utilizando os procedimentos de acordo com o método proposto por Leme (2016). Foram utilizados seis critérios que incluem a existência de uma estrutura de meio ambiente, conselhos municipais de meio ambiente, fundos e legislações específicas. Cada critério foi pontuado de 0 a 1, com a soma das pontuações determinando a classificação do município em três categorias:

- Sem arranjo para gestão (nota 0);
- Arranjo intermediário (notas de 1 a 4);
- Arranjo consolidado (notas de 5 e 6).

3.2.3 Aplicação do IGRCD

O objetivo da técnica, baseada em Paz (2019), foi transformar as respostas do questionário em medidas numéricas que permitissem a avaliação da eficácia de cada área da gestão de resíduos da construção civil. O IGRCD foi calculado a partir de indicadores que medem a qualidade dos instrumentos de gestão, a existência e a eficácia dos programas de gestão, a qualidade dos processos de coleta e triagem, e as práticas de tratamento e disposição final dos resíduos.

Cada um desses indicadores buscou refletir um aspecto específico da gestão dos resíduos, e a análise quantitativa permitiu uma avaliação detalhada e objetiva da eficiência da gestão no município.

As etapas da aplicação da técnica foram as seguintes:

- a) a definição dos indicadores baseou-se na proposta de Paz (2019), sendo utilizados os seguintes indicadores para medir a eficácia da gestão de resíduos da construção civil;
 - Instrumentos de Gestão de RCD, que refere-se à legislação, normas e políticas públicas que regulam a gestão dos resíduos da construção civil. Exemplos de questões podem ser: "O município possui uma legislação específica sobre resíduos da construção civil?" ou "Existem normas municipais que regulamentam a gestão de RCD?";
 - Programas de Gestão de RCD: avalia a implementação de programas ou planos de gestão de resíduos no município. Exemplo de questão: "O município possui programas específicos de incentivo à redução, reutilização e reciclagem de RCD?";
 - Coleta e Triagem de RCD: refere-se à eficiência dos processos de coleta e triagem dos resíduos. Questões podem incluir: "O município realiza a coleta seletiva de RCD?" ou "Há sistemas de triagem de RCD nas obras da construção civil?";
 - Tratamento e Disposição Final de RCD: avalia as técnicas e a infraestrutura para o tratamento e disposição final dos resíduos. Exemplos de questões: "O

município possui aterros para a disposição final de RCD?" ou "Existe um sistema para tratamento de RCD antes de sua disposição final?".

b) para a análise dos dados, foi realizada a codificação das respostas e a atribuição de pontuações conforme os critérios estabelecidos para cada indicador. As questões variaram entre aquelas com duas ou três alternativas de resposta, dependendo da natureza do indicador avaliado. Quando aplicável, as alternativas foram classificadas da seguinte forma:

- respostas afirmativas, ou que atendem integralmente aos critérios do indicador: 2 pontos;
- respostas negativas, ou que não atendem aos critérios do indicador: 0 ponto;
- respostas intermediárias, que indicam atendimento parcial ou algum nível de implementação: 1 ponto.

Por exemplo, para o indicador sobre a existência de uma lei municipal específica para a gestão de resíduos da construção civil, as respostas foram codificadas da seguinte maneira: 'Específica' (2 pontos), 'Embutida em outra lei' (1 ponto) e 'Não' (0 ponto). Já para o indicador sobre a existência do PMGRCC, as alternativas foram: 'Sim' (2 pontos), 'Em elaboração' (1 ponto) e 'Não' (0 ponto). Em outros casos, como na verificação da análise e aprovação dos PGRCC antes do início das obras, a resposta foi binária: 'Sim' (2 pontos) ou 'Não' (0 ponto).

Essa estrutura permitiu uma padronização das respostas e possibilitou o cálculo do IGRCD, conforme a adesão de cada item aos critérios de sustentabilidade propostos.

- sim ou conforme critérios específicos do indicador: 2 pontos;
- não ou conforme critérios específicos do indicador: 0 ponto;
- nível intermediário conforme critérios específicos do indicador: 1 ponto.

Além disso, a cada grupo de indicador foi atribuído o mesmo peso (25%), considerando a sua relevância de forma equivalente no contexto geral da gestão de RCD.

c) O cálculo do IGRCD foi realizado por meio da soma das pontuações atribuídas aos indicadores, ponderadas conforme seus respectivos pesos. Esse índice foi utilizado para classificar a gestão dos resíduos em diferentes níveis de eficiência:

Quadro 16 – Classificação das pontuações do IGRCD

Intervalos	Classificação
Municípios com $IGRCD < 16$	Gestão Ineficiente
Municípios com $16 \leq IGRCD < 32$	Gestão Mediana
Municípios com $IGRCD \geq 32$	Gestão Eficiente

Fonte: Paz (2019)

A análise da gestão municipal de RCD em Tucuruí seguiu os critérios definidos por Paz (2019), apresentados no Quadro 16. A pontuação obtida foi interpretada com base no percentual de aproveitamento em relação ao total de 40 pontos, sendo essa mesma lógica aplicada também a cada grupo de indicadores, permitindo identificar o grau de sustentabilidade específico de cada dimensão avaliada. Assim, o índice final foi expresso em valores percentuais, permitindo classificar o nível de eficiência da gestão dos resíduos no município. Para isso, foi utilizada uma fórmula elaborada pelo pesquisador, conforme apresentado a seguir:

$$\text{IGRCD} = \frac{\text{Pontuação dos indicadores}}{\text{Pontuação total máxima possível}} \times 100 \quad (\text{Equação 1})$$

d) apresentação dos resultados:

Os resultados da análise quantitativa foram apresentados por meio de gráficos, tabelas e indicadores visuais. Por exemplo:

- gráficos de barras ou pizza para mostrar a distribuição percentual das respostas em cada grupo de indicador;
- tabela de indicadores com as pontuações e classificações de cada indicador, permitindo uma visualização clara da eficácia de cada área da gestão de RCD.

e) interpretação dos resultados;

A partir dos índices e das análises descritivas, foi possível identificar quais áreas da gestão de resíduos necessitam de melhorias e quais estão mais avançadas. Exemplo:

- se o índice do Instrumento de Gestão de RCD for baixo, isso pode indicar a falta de regulamentações adequadas ou a inexistência de políticas públicas eficazes, o que sugere que ações políticas são necessárias para fortalecer o marco regulatório;
- se o indicador de Coleta e Triagem de RCD for alto, pode indicar que o município tem boas práticas de coleta seletiva, mas talvez haja falhas em outras áreas, como o tratamento final dos resíduos.

A aplicação do IGRCD com base em indicadores chave permitiu a análise da gestão de resíduos no município. Essa técnica oferece uma forma objetiva de avaliar a eficiência dos programas, políticas e práticas adotadas, proporcionando dados essenciais para a melhoria contínua das estratégias de gestão de resíduos da construção civil.

Para avaliar se esses indicadores são adequados para alcançar os objetivos específicos deste estudo, é importante considerar como cada objetivo se relaciona com esses indicadores.

Avaliação dos objetivos específicos:

- a) investigar as políticas públicas existentes para a gestão de resíduos;

Os indicadores de Paz (2019) avaliam a existência de leis municipais específicas para RCD e planos de gerenciamento, o que é relevante para este objetivo. No entanto, podem não cobrir todos os aspectos das políticas públicas, como a eficácia da implementação e a conformidade com as regulamentações nacionais.

- b) examinar o cenário atual da gestão de RCD no município:

Os indicadores fornecem informações sobre a coleta, triagem e disposição final dos RCC, mas podem não oferecer uma visão completa do cenário atual, incluindo aspectos como infraestrutura disponível e práticas de gestão em diferentes setores.

- c) discriminar os principais desafios enfrentados pelos gestores e a população.

Embora os indicadores ajudem a identificar desafios relacionados à gestão, como a falta de sistemas de coleta específicos ou áreas licenciadas, podem não abordar todos os desafios enfrentados pelos gestores e pela população, como questões econômicas ou sociais.

- d) propor estratégias e diretrizes para melhorar a gestão e promover a sustentabilidade:

Dessa forma, adotar uma abordagem descritiva permite apresentar de maneira mais ampla as políticas públicas, o cenário atual em diferentes setores, os desafios enfrentados pelos diversos *stakeholders* e as estratégias para promover a sustentabilidade. Essa perspectiva está alinhada aos procedimentos de Fernandes (2013), que, por meio de um levantamento bibliográfico, pesquisa documental nos setores de limpeza pública de prefeituras e análise de casos de estudo em João Pessoa e Belo Horizonte, desenvolveu um Modelo orientativo para Gestão Municipal dos RCD, proporcionando uma descrição da realidade material enfrentada pelas prefeituras na gestão dos resíduos.

3.2.4 Análise Estatística

O cálculo do IGRCD foi complementado com uma análise estatística, desenvolvida no âmbito da presente pesquisa, a partir da quantificação das respostas dos questionários. O objetivo principal foi identificar tanto os pontos fortes quanto as áreas de melhoria na gestão de RCD no município. A técnica foi utilizada para resumir e interpretar dados quantitativos, como dados sobre a coleta, existência de programas municipais e instrumentos normativos.

Para cada questão do questionário, atribuiu-se uma pontuação específica com base nas alternativas de resposta selecionadas, utilizando os dados coletados. A maioria das questões oferecia alternativas de resposta predefinidas, com pontuações associadas às opções "Sim (2)"

e "Não (0)". No entanto, a metodologia de pontuação também incorporou critérios específicos que justificaram a atribuição da pontuação "1", ou variações nos valores "2" e "0", dependendo do contexto da pergunta.

Exemplo de pontuação:

- Específica de RCD (2)
- Misturado com RSU (1)
- Não (0)

Para garantir uma categorização uniforme das alternativas de resposta e facilitar a análise dos resultados, a estrutura de pontuação foi organizada da seguinte forma, em relação aos aspectos associados aos indicadores:

- Favorável: 2 pontos
- Regular: 1 ponto
- Não favorável: 0 ponto

A partir da obtenção dessas pontuações, foram calculadas:

a) Frequências e Percentuais:

A análise prosseguiu com a apuração da frequência de cada alternativa de resposta. Em seguida, calculou-se o percentual de respostas em cada categoria (favorável, regular, não favorável). Isso permitiu entender a distribuição das respostas para cada grupo de indicador e identificar áreas com maior ou menor adesão à gestão eficaz de RCD.

b) média, moda e mediana:

As questões que envolvem uma escala de pontuação permitem a utilização dessas ferramentas. O objetivo desta análise foi identificar tendências centrais (como a pontuação mais comum ou o valor que divide os dados ao meio), no caso da mediana e da moda. Para comparar o desempenho médio dos indicadores, utilizou-se a média a fim de se obter insights relevantes.

Desse modo, a avaliação, por exemplo, da eficiência da gestão de RCD com base em indicadores como " Formação e capacitação de agentes ou catadores" ou " Disposição de Resíduos Classe C em aterro sanitário ", usando uma escala de 0 a 2 possibilitou no contexto deste estudo:

- calcular a mediana para entender o desempenho típico;
- utilizar a moda para identificar a pontuação mais frequente;
- obter uma visão geral por meio da média, observadas as limitações do método.

Embora a média tenha sido útil para fornecer uma visão geral do desempenho dos indicadores, ela possui limitações importantes. Em casos como o presente estudo, onde as

pontuações variam apenas entre extremos (0 e 2) para alguns indicadores, a média pode não refletir adequadamente a distribuição real das respostas. Isso ocorre porque a média tende a suavizar os resultados, ocultando a polarização entre respostas altamente favoráveis e totalmente desfavoráveis. Portanto, foi essencial complementar a análise com medidas de tendência central adicionais, como a mediana e a moda, além da distribuição de frequências, para uma interpretação mais precisa.

c) correlação de dados.

Foi utilizada a correlação de Spearman para investigar a relação entre diferentes grupos de indicadores de gestão de RCD em Tucuuruí. Essa ferramenta foi escolhida devido à natureza dos dados, que não apresentam linearidade e incluem variáveis ordinais, como a classificação dos indicadores de gestão de RCD (Santos, 2018). Esse método é adequado para identificar relações monotônicas entre variáveis, sejam elas lineares ou não.

Os dados foram coletados através da avaliação dos indicadores de gestão de RCD no município de Tucuuruí, utilizando a metodologia proposta por Paz (2019). As pontuações foram então organizadas em uma planilha para análise estatística. O procedimento de análise seguiu os seguintes passos:

- ranqueamento (atribuição de postos), em que cada valor recebeu um "posto" correspondente à sua posição na ordem;
- cálculo das diferenças de postos, sendo que para cada par de observações (x e y), subtraiu-se o posto da variável y do posto da variável x;
- quadrado das diferenças, no qual cada diferença foi elevada ao quadrado;
- cálculo do coeficiente de Spearman com a utilização da equação padrão (Equação 2);

$$\rho_s = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n d_i^2}{n(n^2 - 1)} \quad (\text{Equação 2})$$

Onde:

ρ_s é o Coeficiente de Correlação de Spearman;

d_i é a diferença entre os postos das variáveis;

n é o número de pares de ordenações.

- interpretação, na qual o valor de ρ_s foi classificado conforme a intensidade da correlação.

O valor de ρ_s varia entre -1 e 1. Um ρ_s próximo de 1 indica uma forte associação positiva (ambas as variáveis aumentam juntas), enquanto um ρ_s próximo de -1 indica uma forte associação negativa (uma variável aumenta enquanto a outra diminui). Valores próximos de 0 sugerem pouca ou nenhuma associação. A intensidade da correlação foi classificada da seguinte forma, usando a classificação de intensidade descrita em Bioestatística Quantitativa Aplicada (2020):

- 0 = Nula ou inexistente;
- 0,001 a 0,299 = Fraca;
- 0,300 a 0,599 = Moderado;
- 0,600 a 0,899 = Forte;
- 0,900 a 0,999 = Muito forte;
- 1 = Plena ou perfeita.

Como parte da abordagem estatística adotada nesta pesquisa, foi realizada uma análise comparativa entre os resultados obtidos no município de Tucuruí-PA e os dados referentes à gestão de RCD em Recife-PE. Essa comparação tem o intuito de oferecer um referencial externo para avaliação crítica do desempenho municipal, especialmente considerando boas práticas e padrões mais consolidados em centros urbanos com estrutura de gestão mais desenvolvida.

A análise foi conduzida com base nos mesmos grupos de indicadores definidos por Paz (2019) — Instrumentos de Gestão, Programas e Ações Municipais, Coleta e Triagem, Tratamento e Disposição Final — os quais compõem o IGRCD. O município de Recife-PE foi utilizado como referência por apresentar um modelo de avaliação documentado na literatura, o que permite uma comparação mais clara e metodologicamente coerente com os dados primários obtidos em campo em Tucuruí-PA.

Os dados de Recife foram extraídos do estudo de Paz (2019), que aplicou o IGRCD para mensurar o nível de eficiência da gestão municipal de RCD naquele contexto. Já os dados de Tucuruí foram levantados por meio de questionários aplicados junto aos agentes locais (poder público, recicladora, comércio de materiais e obras civis), além da observação direta em campo.

Essa análise comparativa foi inserida na etapa de análise estatística descritiva, permitindo identificar semelhanças, disparidades e lacunas na gestão municipal de RCD entre os dois contextos. Os resultados contribuíram para a formulação de proposições voltadas ao aprimoramento da gestão em Tucuruí, com base em experiências que já demonstraram maior efetividade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção, são apresentados e discutidos os principais resultados obtidos a partir da aplicação dos instrumentos metodológicos propostos na pesquisa.

4.1 Diagnóstico e análise situacional da gestão integrada de RCD no município de Tucuruí

4.1.1 Arranjo institucional da gestão integrada de RCD

No Pará, o Conselho Estadual de Meio Ambiente (Coema) e a Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade (Semas) coordenam a política ambiental, promovendo uma gestão descentralizada e eficiente. A Resolução Coema nº 162/2021 determina que os municípios devem estruturar seus Sistemas Municipais de Meio Ambiente, com órgãos capacitados para implementar ações ambientais (Pará, 2021).

Em Tucuruí, a Lei Orgânica estabelece o direito ao meio ambiente equilibrado e prevê o Plano Municipal de Meio Ambiente e Recursos Naturais. A Política Municipal do Meio Ambiente (PMMA), instituída em 2003 e atualizada em 2006, define princípios e diretrizes ambientais. Para sua implementação, foi criado o Sistema Municipal do Meio Ambiente (Sismmat), que inclui o Conselho Municipal de Meio Ambiente, a Secretaria Municipal de Meio Ambiente (Semma) e demais entidades da administração pública.

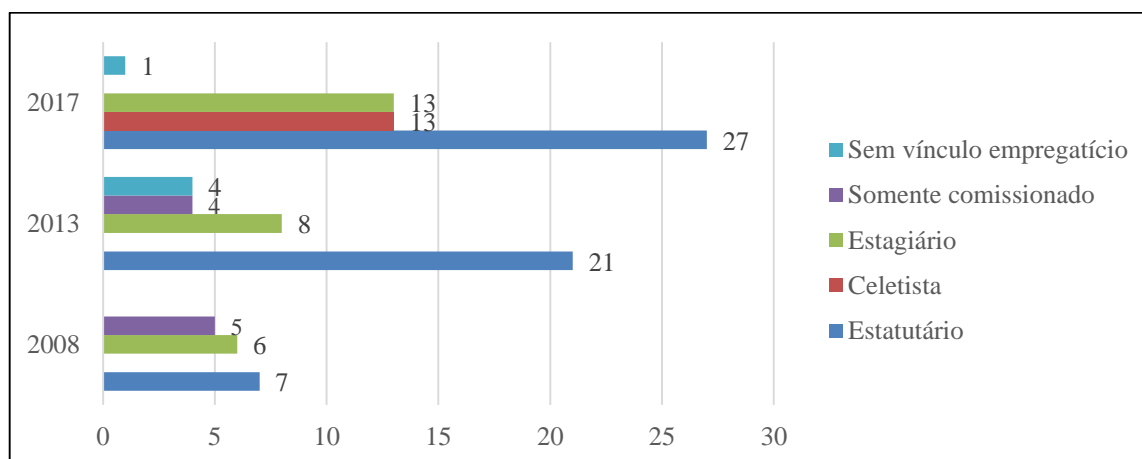
O licenciamento ambiental, essencial para controlar atividades impactantes, é realizado pelos órgãos do Sisnama, com competências compartilhadas entre União, estados e municípios. No Pará, a Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade (Semas) pode atuar supletivamente caso os municípios não possuam estrutura adequada.

Tucuruí consta nas unidades aptas para gestão ambiental municipal, atendendo aos requisitos apresentados na Resolução Coema nº 162/2021, conforme a última atualização em 2023. O município conta com o Fundo Municipal de Meio Ambiente (FMMA) para financiar projetos sustentáveis. A Semma coordena ações de conservação, destinação de resíduos e educação ambiental, em colaboração com a Secretaria Municipal de Obras e Habitação (Semoh), a qual é responsável pelo licenciamento e fiscalização de obras, além da Secretaria Municipal de Urbanismo (Semurb), que atua no planejamento urbano sustentável. Este modelo descentralizado, ainda que fragmentado, reflete a busca por uma gestão ambiental mais eficiente, equilibrando desenvolvimento econômico e sustentabilidade.

Os dados do IBGE indicam que a partir de 2008 a presença de um órgão gestor de meio ambiente em Tucuruí, seguindo a tendência majoritária entre os municípios da região Norte e de 20% dos municípios brasileiros, bem como a dos municípios com população de 20 a 100 mil habitantes. A caracterização do órgão gestor do meio ambiente no município de Tucuruí incorre no formato de secretaria em conjunto com outra política, segundo os dados referentes a 2004, em que continha as políticas referentes à agricultura, passando depois a atuar como secretaria exclusiva, de acordo com as informações relativas aos anos posteriores.

Quanto aos dados obtidos com relação ao pessoal trabalhando na área ambiental, o município de Tucuruí apresenta maior concentração de pessoal dedicado à gestão ambiental, o que se alinha aos municípios com população entre 20 a 100 mil habitantes, onde se encontra mais da metade do pessoal da área de meio ambiente nas prefeituras. O Gráfico 10 expressa os resultados no decorrer dos anos, de acordo com as categorias de trabalhadores.

Gráfico 10 – Pessoal que trabalha na área ambiental no município de Tucuruí, por categorias



Fonte: IBGE (2017)

No que tange ao aumento percentual de trabalhadores com vínculo empregatício (celetista ou estatutário) no setor de meio ambiente, o cenário nacional registrou um aumento de apenas 7%. No entanto, o município de Tucuruí apresentou um crescimento consideravelmente superior, com uma evolução de 200% no número de trabalhadores com vínculo estatutário entre 2008 e 2013, e cerca de 30% entre 2013 e 2017. Esses trabalhadores, juntos aos celetistas, representaram cerca de 74% do total do contingente no período.

No âmbito da área de estudo, a pesquisa do IBGE relativa aos anos de 2017 e 2020 indica que, nos quatro anos anteriores, não houve participação dos servidores de Tucuruí em eventos de capacitação promovidos pelo governo federal na área ambiental (IBGE, 2020). Em

relação à constituição do Conselho Municipal de Meio Ambiente (Comdema), sua criação ocorreu por meio da Lei 4.104/2007, embora a existência do órgão tenha sido registrada somente na pesquisa de 2008. Quanto à composição do Comdema, os dados de 2008 indicam que a representação é paritária, alinhando-se à maioria dos conselhos municipais de meio ambiente no Brasil, que são paritários (87,6%).

O Comdema de Tucuruí é considerado ativo, uma vez que a pesquisa do IBGE considerou ativos 71% dos conselhos no país, com base na declaração de realização de reuniões durante o período analisado, embora não tenha sido especificado o número de reuniões realizadas em anos específicos.

Quadro 17 – Caráter e atividade do Comdema

Critérios de avaliação	Ano				
	2008	2009	2012	2013	2017
Caráter do Comdema					
Consultivo	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
Deliberativo	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Normativo	Não	Não	Sim	Não	Não
Fiscalizador	Não	Não	Não	Sim	Não
Existência de reuniões nos últimos 12 meses	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Quantidade de reuniões	–	–	–	12	4

Fonte: Elaborado pelo autor com base em IBGE (2017)

Nota: ‘Sim’ indica presença do caráter ou atividade no respectivo ano; ‘não’ indica ausência

Em termos de recursos para a gestão ambiental e a existência de fundo destinado ao meio ambiente para promover a gestão municipal, verificou-se que a criação do Fundo Municipal de Meio Ambiente (FMMA) de Tucuruí se deu por meio da Lei nº 7.139/2006. Em relação aos recursos específicos para meio ambiente, não foram identificadas ações nesse sentido pela Munic do IBGE.

Leme (2016) observa que existe uma relação direta entre municípios de maior porte e a destinação de recursos específicos para o meio ambiente, enquanto municípios menores enfrentam limitações para dispor de tais recursos. A autora afirma que de acordo com o IBGE, são considerados ativos os Fundos de Meio Ambiente das prefeituras que financiaram ações e projetos na área ambiental nos doze meses anteriores à edição da Munic. Nesse contexto, os dados sobre o FMMA de Tucuruí mostram lacunas na aplicação de recursos ao longo da série histórica do município.

Quadro 18 – Instrumentos de gestão ambiental no município de Tucuruí, por ano de incidência.

Tipo de Instrumento de Gestão Ambiental	2008	2009	2012	2017
Recursos específicos para a área ambiental nos últimos 12 meses	Sim	Sim	Sim	Não
Existência de Fundo Municipal de Meio Ambiente	Sim	Sim	Sim	Sim
Fundo de Meio Ambiente financia ações e projetos na área ambiental	Não	Sim	Sim	Não

Fonte: Elaborado pelo autor com base em IBGE (2017)

Nota: ‘Sim’ indica presença do instrumento no respectivo ano; ‘não’ indica ausência

No cenário mais recente, portanto, os dados da última edição da Munic apontam um retrocesso na aplicação dos instrumentos para a gestão ambiental no município de Tucuruí. No ano de 2017, não foi constatada a disponibilidade de recursos específicos, nem o financiamento de ações e projetos na área ambiental pelo FMMA.

No que se refere à legislação específica para tratar da questão ambiental, no contexto local, a legislação municipal de Tucuruí estava organizada em 2009 sob a forma de capítulo ou artigo do Plano Diretor, conforme os registros do IBGE. Contudo, já haviam sido promulgadas diversas leis relacionadas à questão ambiental no município (Lei n ° 7.137/2006; Lei n° 7.138/2006; Lei n° 7.7139/2006), que não constam nos dados da pesquisa.

Quando considerado o estudo de Leme (2016), verifica-se que, até 2009, a legislação ambiental predominante era aquela inserida como capítulo ou artigo na Lei Orgânica Municipal, representando 37,4% do total, enquanto no contexto do Sismmat, iniciado pelo Plano Diretor em 2009, a edição de 2012 passou a incorporar a legislação ambiental sob a forma de diversas Leis.

4.1.2 Modelagem da indústria da construção civil

Em termos macroeconômicos, o Pará apresentou em 2021 um PIB de R\$ 262,905 bilhões, com uma participação de 2,9% no total da economia nacional, mantendo a 10ª posição entre as unidades da federação. O PIB da região Norte, no qual o Pará exerce grande influência, alcançou R\$ 564,064 bilhões, com a participação do Estado representando 46,2%, o que reforça a liderança econômica do Pará dentro da região. Em termos per capita, o PIB do Estado foi de R\$ 29.953, o que representa um aumento de 20,5% em relação ao ano de 2020 (Fapespa, 2023b). Esse crescimento econômico, no entanto, não se reflete, de maneira proporcional, em uma gestão eficiente dos resíduos gerados pela indústria da construção civil, especialmente no município de Tucuruí.

A construção civil, como um dos setores que mais contribui para o PIB estadual, teve uma alta de 15,8% no crescimento do valor adicionado, atrás apenas do setor de alojamento e alimentação, que teve um aumento de 25,8%. Em comparação com outros setores da economia, a construção civil se destaca não apenas pelo crescimento, mas também pela geração de empregos e pela atividade econômica no Estado.

De acordo com a composição do valor adicionado das atividades econômicas em 2021, as indústrias extrativas (4,8 p.p.), a pecuária (0,4 p.p.) e o setor de alojamento e alimentação (0,3 p.p.) foram os que apresentaram maiores ganhos de participação. A construção civil, apesar de sua relevância para o PIB do Estado, viu sua participação percentual cair de 4,0% para 3,6% entre 2020 e 2021, o que indica uma possível desaceleração no ritmo de crescimento da atividade. Esta diminuição está diretamente relacionada à queda na participação de várias atividades dentro do setor, incluindo a produção e distribuição de energia e água, além das atividades imobiliárias (-1,0 p.p.) (Fapespa, 2023b).

Nesse contexto, em relação ao papel da indústria de Tucuruí no PIB, em 2021, o município foi destacado entre os cinco municípios com maior valor adicionado no setor industrial, superando cidades como Belém e Vitória do Xingu. A presença da Usina Hidrelétrica de Tucuruí (UHT) é uma das principais responsáveis por essa posição, com a produção e distribuição de eletricidade, gás, água, esgoto e limpeza urbana liderando a contribuição da indústria local. A geração de energia, em particular, representou 48,2% do valor adicionado do setor industrial (Fapespa, 2023b). A construção civil é um dos setores mais representativos da economia de Tucuruí, embora não se tenha dados detalhados da sua participação no valor adicionado ao PIB local.

Em relação ao número de trabalhadores formalmente empregados na construção civil (Tabela 6), observou-se que o município possui índices de formalização abaixo da média nacional e estadual, com apenas 1,47% de vínculos formais no setor, comparado com os 6,04% da média nacional. Isso reflete um panorama de informalidade que dificulta a implementação de políticas públicas eficientes para a gestão de resíduos (Fapespa, 2023b).

Além disso, a subrepresentação de mulheres e trabalhadores com níveis de escolaridade mais elevados comprometem diretamente a diversidade de perspectivas e a capacidade técnica no processo de tomada de decisões, o que limita a adoção de práticas de gestão de resíduos mais sofisticadas e inovadoras. A maioria dos trabalhadores no setor tem apenas o ensino médio, com uma escassez de profissionais com formação superior. A gestão de RCD exige, além de infraestrutura, profissionais capacitados para implementar práticas adequadas de reciclagem, destinação e reaproveitamento de materiais, algo que ainda é uma lacuna no município.

Tabela 6 – Número de vínculos empregatícios no emprego formal e percentual por grande setor – 2023

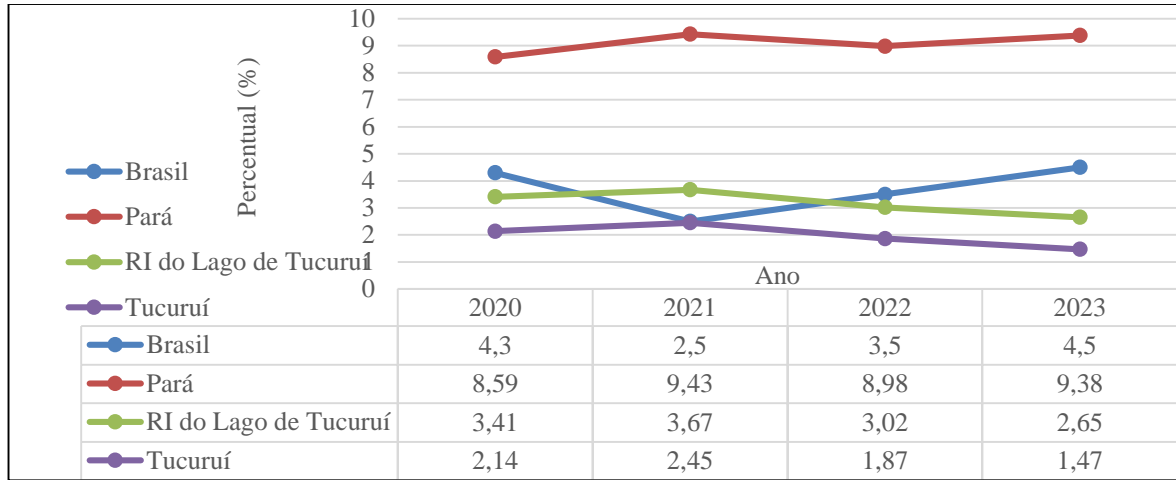
Unidade Geográfica	Total	Grande Setor				
		Agropecuária	Indústria	Construção Civil	Comércio	Serviços
Brasil	45.517.275	1.785.470	8.620.621	2.748.069	10.246.841	22.116.274
	(100%)	(3,92%)	(18,94%)	(6,04%)	(22,51%)	(48,59%)
Pará	948.537	65.443	138.678	88.954	249.749	405.713
	(2,08%)	(6,9%)	(14,62%)	(9,38%)	(26,33%)	(42,77%)
RI Lago de Tucuruí	19.915	2.172	2.196	528	7.652	7.367
	(2,1%)	(10,91%)	(11,03%)	(2,65%)	(38,42%)	(36,99%)
Breu Branco	2.199	325	380	187 (8,5%)	817	490
	(11,04%)	(14,78%)	(17,28%)		(37,15%)	(22,28%)
Goianésia do Pará	1.671	409	331	26 (1,56%)	583	322
	(8,39%)	(24,48%)	(19,81%)		(34,89%)	(19,27%)
Itupiranga	1.572	480	90 (5,73%)	73 (4,64%)	586	343
	(7,89%)	(30,53%)			(37,28%)	(21,82%)
Jacundá	3.384	170	634	93 (2,75%)	1.008	1.479
	(16,99%)	(5,02%)	(18,74%)		(29,79%)	(43,71%)
Nova Ipixuna	495	103	175	1 (0,20%)	165	51
	(2,49%)	(20,81%)	(35,35%)		(33,33%)	(10,30%)
Novo Repartimento	2.425	520	115	28 (1,15%)	1.311	451
	(12,18%)	(21,44%)	(4,74%)		(54,06%)	(18,6%)
Tucuruí	8.169	165	471	120	3.182	4.231
	(41,02%)	(2,02%)	(5,77%)	(1,47%)	(38,95%)	(51,79%)

Fonte: Brasil (2024c)

Quanto à participação da construção civil no total de pessoal ocupado, o município de Tucuruí apresenta índices percentuais históricos inferiores aos das grandes regiões analisadas. Ou seja, o contingente de trabalhadores desse setor é proporcionalmente o menor nos últimos anos (Gráfico 11) quando comparado à Região Integrada do Lago de Tucuruí, ao estado do Pará e aos números nacionais, destacando-se uma acentuada discrepância em relação ao estado.

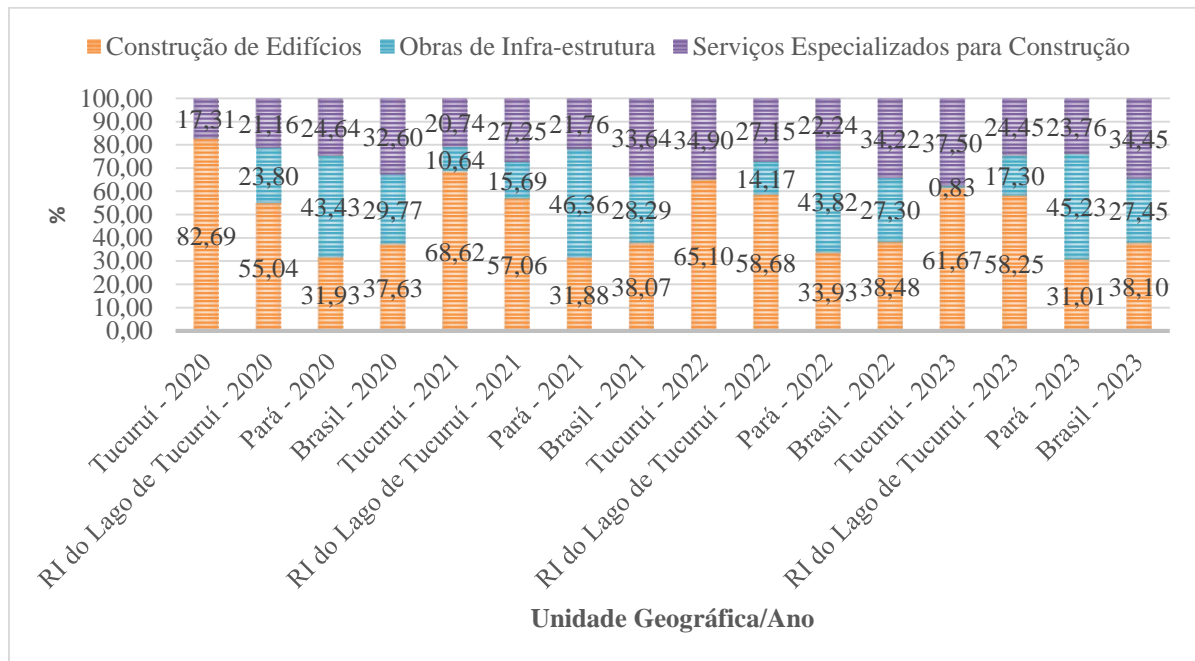
De acordo com a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE), versão 2.0, a maior parte da mão de obra formal na região da área de estudo (Gráfico 12) está concentrada no segmento de construção de edifícios, representando cerca de dois terços ou mais, enquanto que, no nível estadual e nacional, essa participação fica em torno de um terço. Os serviços especializados têm uma participação menor no município, e as obras de infraestrutura são pouco expressivas no contexto local, em alguns casos nem sequer sendo registradas nos dados em determinados anos.

Gráfico 11 – Evolução do número de trabalhadores na construção civil em relação ao total de pessoal ocupado, por ano e região geográfica



Fonte: Brasil (2024c)

Gráfico 12 – Ocupação por atividade na construção civil (%) em relação ao total de pessoal ocupado, por ano e unidade geográfica



Fonte: Brasil (2024c)

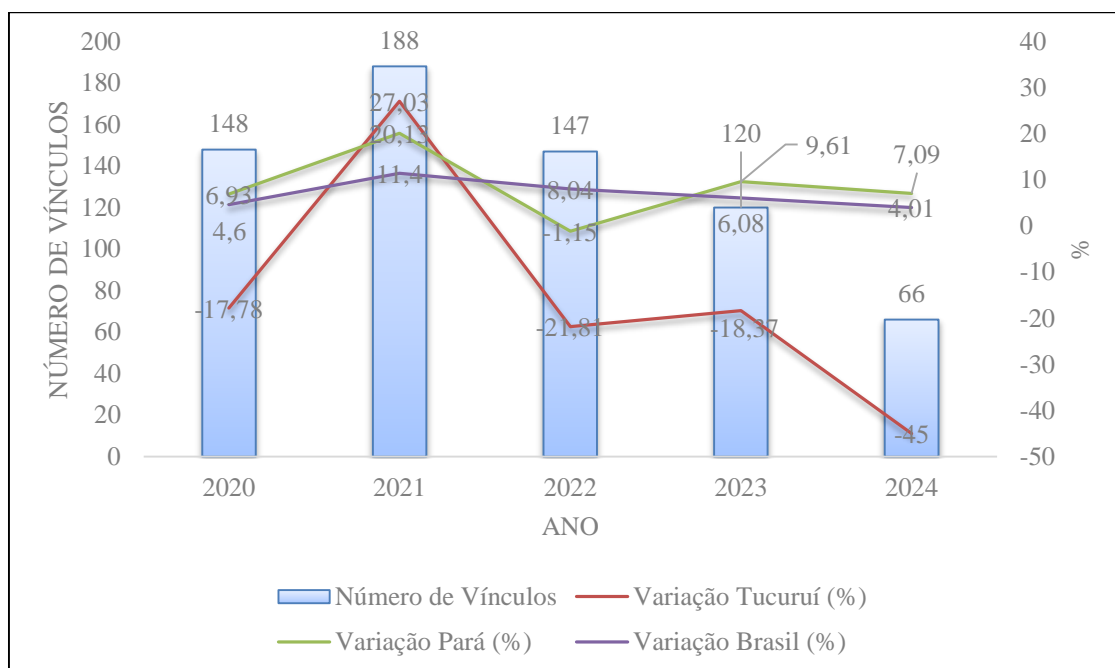
Com base nos dados do Gráfico 13, a construção civil em Tucuruí apresentou uma trajetória instável nos vínculos formais de emprego, com quedas expressivas nos anos de 2020 (-17,78%), 2022 (-21,81%), 2023 (-18,37%) e 2024 (-45%), após um crescimento significativo em 2021 (+27,03%), reflexo da recuperação econômica pós-pandemia.

Em contraste, o estado do Pará mostrou uma tendência de crescimento na maior parte dos anos, com destaque para 2021 (+20,13%) e 2023 (+9,61%), apesar de uma leve retração em

2022 (-1,15%). O Brasil, por sua vez, também seguiu um crescimento mais estável, sem quedas expressivas, mas com taxas menores do que as observadas no Pará.

A forte redução no número de vínculos em Tucuruí em 2024 (-45%) reforça um cenário preocupante para o setor no município, apontando para a necessidade de estímulos à atividade da construção civil, investimentos em infraestrutura e melhores políticas para a geração de emprego e renda.

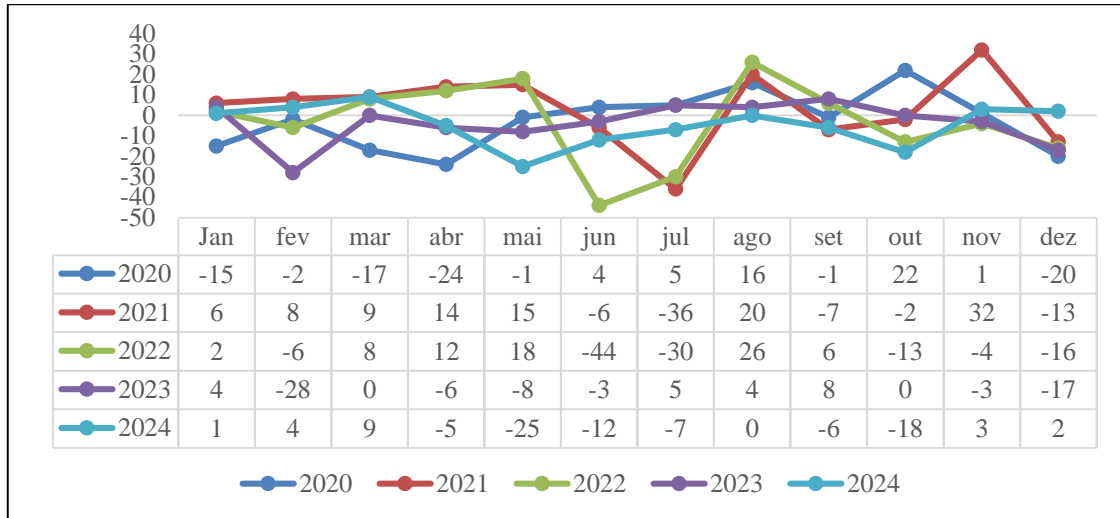
Gráfico 13 – Evolução do número de vínculos empregatícios no emprego formal na construção civil em Tucuruí e variação percentual, por unidade geográfica



Fonte: Brasil (2024c)

O Gráfico 14 evidencia os períodos de maior e menor contratação ao longo dos últimos, ao mostrar a evolução do saldo de vagas no emprego formal na construção civil e é útil para entender a dinâmica do emprego formal na construção civil, as possíveis relações com o contexto econômico e social local e as implicações para o planejamento e desenvolvimento do setor. Esses dados sugerem que o mercado de trabalho na construção civil local sofre forte influência de fatores econômicos e sazonais, exigindo políticas públicas e estratégias do setor para reduzir a volatilidade do emprego e fomentar a estabilidade do setor.

Gráfico 14 – Evolução do saldo de vagas por competência da movimentação



Fonte: Brasil (2024c)

A construção civil em Tucuruí enfrenta desafios relacionados à gestão e destinação de RCD. Em 2022, 44 dos 74 estabelecimentos da construção civil declararam não possuir vínculos formais com trabalhadores, o que reflete uma falta de controle sobre as práticas de reciclagem e reaproveitamento de materiais. Além disso, a remuneração média dos trabalhadores da construção civil foi de R\$ 2.089,11 em 2022, abaixo da média estadual e nacional, o que limita a motivação para o aumento da eficiência na gestão de resíduos e da sustentabilidade do setor (Brasil, 2022c).

A criação de políticas públicas mais eficientes para a gestão integrada de RCD deve ser uma prioridade para o município. Isso envolve tanto o incentivo à reciclagem e reaproveitamento dos resíduos gerados, quanto a criação de um sistema de coleta, triagem e destinação adequada, com a promoção de capacitação para os trabalhadores do setor. A implementação de incentivos fiscais e a regulamentação de práticas ambientais podem contribuir para que a construção civil em Tucuruí avance de forma mais sustentável, alinhada com as necessidades de crescimento econômico e responsabilidade ambiental.

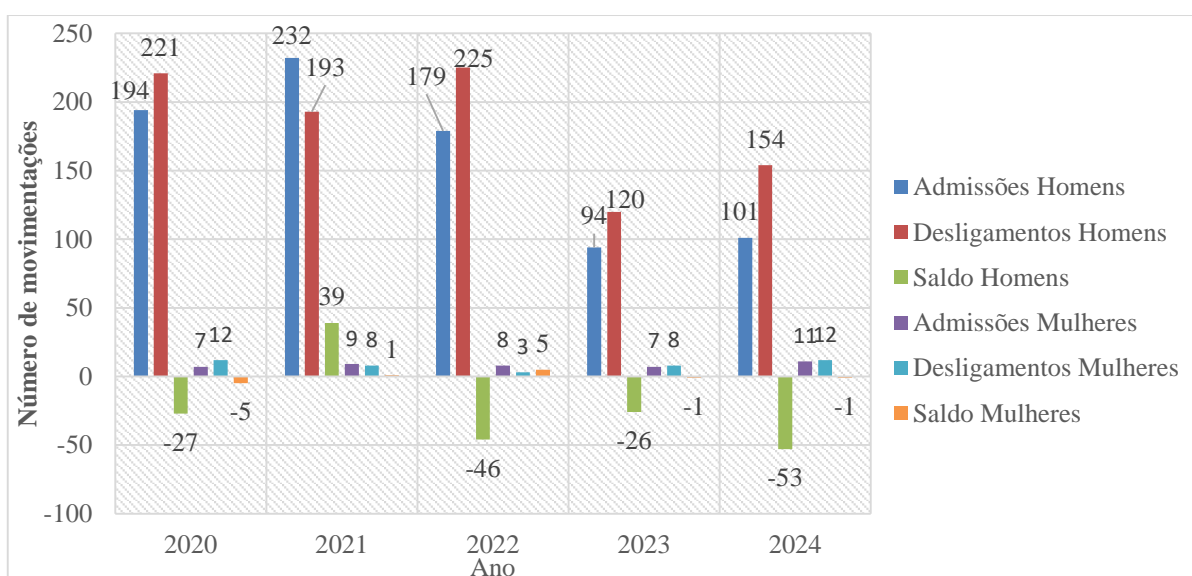
Ao analisar a questão de gênero (Gráfico 15), observa-se que a participação das mulheres no mercado de trabalho da construção civil é significativamente inferior à dos homens. Os desligamentos predominam na maior parte do período, resultando em saldos negativos consecutivos, especialmente entre os trabalhadores do sexo masculino.

Em 2024, o saldo de empregos na construção civil foi negativo tanto para homens (-53) quanto para mulheres (-1), evidenciando um declínio nas admissões e um aumento nos

desligamentos. Essa tendência reflete não apenas um desaquecimento no setor, mas também a persistente subrepresentação feminina.

Embora 2021 tenha sido um ano atípico, com saldo positivo tanto para homens (+39) quanto para mulheres (+1), os anos subsequentes mostram uma retomada da desigualdade estrutural. A necessidade de políticas voltadas para inclusão e equidade de gênero no setor torna-se evidente, visto que a participação feminina ainda é mínima e sujeita a maiores instabilidades no emprego formal.

Gráfico 15 – Movimentações do vínculo empregatício, por ano, tipo de movimentação e sexo



Fonte: Brasil (2024c)

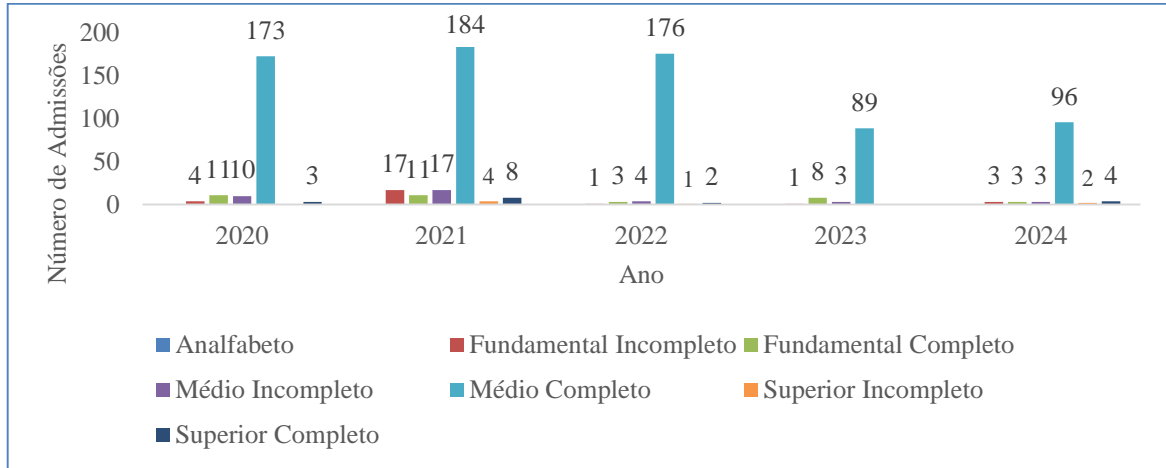
Em relação à escolaridade, a maioria dos trabalhadores admitidos na construção civil possui ensino médio completo, enquanto não há registros de trabalhadores analfabetos em nenhum dos anos analisados.

Observa-se que, em 2023, não houve contratação de trabalhadores de nível superior, evidenciando uma possível escassez de mão de obra qualificada no setor. No entanto, em 2024, foram registrados os primeiros vínculos empregatícios de trabalhadores com nível superior incompleto (2) e superior completo (4), sinalizando um leve aumento na qualificação profissional.

Ainda assim, a predominância de trabalhadores com ensino médio e a baixa presença de profissionais com formação superior levantam preocupações sobre a disponibilidade de mão de obra qualificada para funções que exigem acompanhamento técnico especializado nos

canteiros de obra. Isso pode impactar a qualidade da execução dos projetos e reforça a necessidade de investimentos em qualificação profissional no setor.

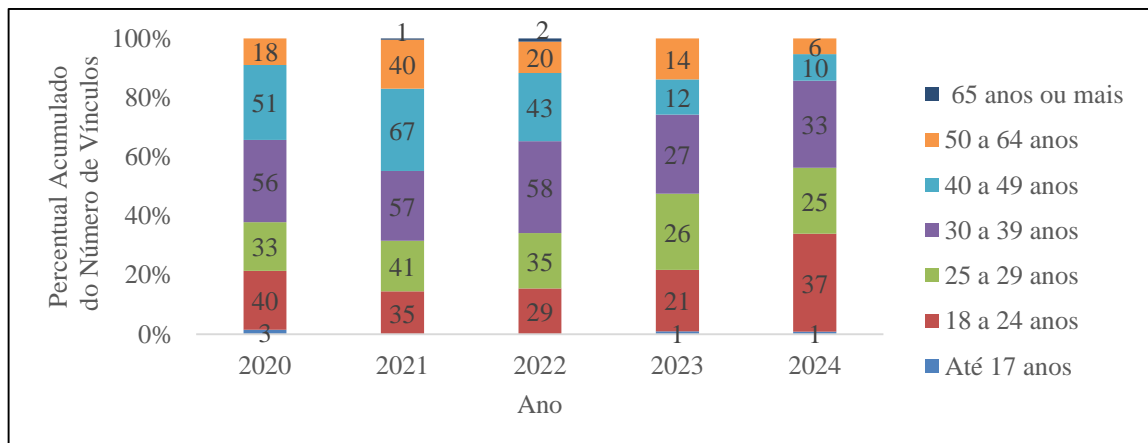
Gráfico 16 – Admissões no emprego formal na construção civil, por ano e grau de instrução



Fonte: Brasil (2024c)

A indústria da construção civil em Tucuruí emprega principalmente homens e trabalhadores jovens, com a maior parte da força de trabalho concentrada entre 30 e 39 anos (Gráfico, 17). A escassez de profissionais mais velhos no setor, principalmente acima dos 40 anos, é uma questão social significativa, que aponta para a dificuldade de inserção de trabalhadores com mais experiência. Em 2024, a maior parte dos novos vínculos formais (85,7%) é ocupada por trabalhadores com até 29 anos, uma faixa etária predominantemente masculina. A falta de diversidade etária pode limitar as abordagens intergeracionais para a gestão de resíduos e inovação no setor.

Gráfico 17 – Evolução do número de admissões no emprego formal na construção civil, por ano e faixa etária



Fonte: Brasil (2024c)

A remuneração média na construção civil em Tucuruí apresentou uma redução entre 2022 e 2023, passando de R\$ 2.166,65 para R\$ 1.836,60. Esse declínio pode estar associado a fatores como a retração da atividade econômica no setor, mudanças na demanda por mão de obra ou ajustes nas políticas de remuneração. Em 2024, a média nacional para a construção civil é de R\$ 3.091,39, enquanto no Pará, a média é de R\$ 3.008,45, indicando que Tucuruí está significativamente abaixo desses valores.

Essa diferença reflete desafios estruturais, como a menor capacidade de investimento local e a necessidade de políticas que promovam a valorização salarial e a competitividade do setor. A baixa remuneração média em Tucuruí pode dificultar a atração e retenção de profissionais qualificados, impactando a produtividade e a inovação na construção civil. Para reverter esse cenário, são essenciais medidas que estimulem o crescimento do setor e garantam melhores condições de trabalho e remuneração para os trabalhadores.

A modelagem da indústria da construção civil em Tucuruí reflete um cenário de desafios estruturais significativos. Embora o setor seja um indicador da evolução da economia local e demonstre expansão, principalmente em termos de obras públicas e privadas, ainda existem aspectos que precisam de avanços.

A ocupação no setor apresenta um baixo número de trabalhadores com vínculo formal em relação às outras atividades e na comparação com outros contextos físicos, o que sugere uma informalidade no setor, comprometendo, assim, a segurança jurídica e a qualidade de vida desses profissionais. Além disso, as questões de gênero e a escolaridade dos trabalhadores indicam uma subrepresentação feminina e a presença predominante de trabalhadores com baixa qualificação, o que limita o desenvolvimento de uma força de trabalho mais capacitada e igualitária.

A remuneração dos trabalhadores, em muitos casos, não condiz com a demanda e as condições de trabalho a que estão expostos, refletindo uma disparidade em relação a outros setores. Embora a construção civil tenha grande relevância para a economia local, é essencial que se invista em melhorias nas condições de trabalho, qualificação profissional, e políticas inclusivas e de valorização para que o setor possa se desenvolver de maneira mais equitativa e sustentável, alinhado ao crescimento e aos avanços econômicos de Tucuruí.

4.1.3 Instrumentos legais da gestão integrada de RCD

No Brasil, a gestão integrada de resíduos sólidos, incluindo os resíduos da construção civil (RCD), é regida por um robusto conjunto de normativas e legislações. A Constituição

Federal de 1988 estabelece, em seu artigo 21, a competência da União para elaborar e executar planos de ordenação do território e desenvolvimento urbano, com a garantia do direito à cidade sustentável, incluindo a gestão adequada de resíduos. Nesse contexto, a Lei nº 10.257/2001, conhecida como Estatuto da Cidade, define diretrizes fundamentais para o planejamento urbano, com destaque para o desenvolvimento urbano sustentável, habitação, e infraestrutura, incluindo o saneamento básico.

A PNRS, estabelecida pela Lei nº 12.305/2010 e regulamentada pelo Decreto nº 10.936/2022, tem como principal objetivo orientar a gestão de resíduos em todo o território nacional, incluindo os resíduos provenientes da construção civil. A PNRS define responsabilidades e obrigações para os municípios, Distrito Federal e os demais entes federativos, com ênfase na redução, reutilização, reciclagem e disposição final adequada de resíduos, promovendo a gestão integrada e o envolvimento de diversos atores, como empresas, governos e sociedade civil.

Em Tucuruí, no Estado do Pará, a legislação e os instrumentos municipais relacionados à gestão integrada de resíduos sólidos ainda apresentam lacunas, especialmente no que diz respeito à gestão específica dos RCD. O município conta com o PMGIRS, elaborado conforme as diretrizes da PNRS, mas este plano ainda não atende completamente a todas as exigências previstas, como apontado por Moreira *et al.* (2020). A análise do plano revelou que apenas 47% dos incisos da PNRS foram atendidos de forma satisfatória, enquanto outros, como os incisos VI, XII, XIII e XVII, estão ausentes ou mal elaborados.

A gestão de RCD em Tucuruí ainda carece de um planejamento mais robusto e específico para o setor, o que limita a eficiência das ações de mitigação dos impactos ambientais e de aproveitamento dos resíduos gerados. A inexistência de um plano municipal detalhado de gestão de RCD compromete a organização das etapas de coleta, triagem, transporte e destinação final dos resíduos, dificultando a adoção de práticas sustentáveis. Essa lacuna também acarreta dificuldades na definição de responsabilidades, metas e indicadores de desempenho, tornando a gestão menos eficaz. Como consequência, o município enfrenta obstáculos para implementar de forma plena as metas de reciclagem e redução de resíduos previstas pela PNRS.

Além disso, a ausência de políticas municipais claras sobre o gerenciamento adequado desses resíduos dificulta o cumprimento das diretrizes estaduais e federais, especialmente no que diz respeito à erradicação de áreas de disposição final inadequada que permanecem como práticas comuns em função da falta de fiscalização e de alternativas devidamente estruturadas.

Apesar disso, existem diversas legislações (IBGE, 2021) que, embora não diretamente voltadas à gestão de RCD, influenciam a construção civil e podem contribuir para a melhoria

dessa gestão (Quadro 19). A legislação sobre o parcelamento do solo, o zoneamento urbano e o Código de Obras, por exemplo, podem ser ajustados para incorporar exigências ambientais mais rigorosas no processo construtivo, incluindo práticas de gestão de resíduos. Instrumentos como o Código de Posturas e a legislação sobre impacto de vizinhança também podem ser usados para estabelecer critérios de controle sobre os resíduos gerados por obras, incentivando práticas mais sustentáveis.

Além disso, a implementação de mecanismos de educação ambiental, previstos pela PNRS, pode ser uma ferramenta poderosa para sensibilizar a população e os profissionais da construção civil sobre a importância da gestão adequada dos resíduos e da adoção de práticas sustentáveis. A integração dessas diretrizes com a PNSB e a Política Nacional de Educação Ambiental reforça a necessidade de uma abordagem interligada e colaborativa para a gestão de resíduos no município.

Quadro 19 – Instrumentos de planejamento no município de Tucuruí

(continua)

INSTRUMENTO DE GESTÃO AMBIENTAL OU URBANO	EXISTÊNCIA E ABRANGÊNCIA	RELAÇÃO COM A CONSTRUÇÃO CIVIL	IMPACTOS NA GESTÃO INTEGRADA DE RCD
Legislação sobre área e/ou zona especial de interesse social	Sim, como parte integrante do Plano Diretor	Controle da construção e verticalização urbana conforme padrões urbanísticos, evitando ocupações irregulares (Fonseca; Pastich; Silva, 2014)	Redução da geração de RCD por meio da regulamentação do uso do solo e planejamento urbano eficiente (Usepa, 2015 apud Ramos, 2022)
Legislação sobre zona e/ou área de interesse especial	Sim, como parte integrante do Plano Diretor	Processo de construção e verticalização controlado obedecendo a padrões urbanísticos (Fonseca; Pastich; Silva, 2014)	Mitigação da geração de RCD (Usepa, 2015 apud Ramos, 2022)
Lei de perímetro urbano	Sim, com legislação específica	Geração de impactos urbanísticos, sociais, econômicos e ambientais devido à expansão urbana espraiada (Leonelli; Campos, 2018)	Aumento da composição do custo cidade para a manutenção de redes de saneamento e energia e serviços urbanos disponíveis em terrenos vazios (Leonelli; Campos, 2018)
Legislação sobre parcelamento do solo	Sim, com legislação específica	Estabelecimento de normas para o ordenamento e o desenvolvimento da construção civil (Souza, 2015)	Geração de RCD provenientes de novas edificações (Usepa, 2015 apud Ramos, 2022)
Legislação sobre zoneamento ou uso e ocupação do solo	Sim, como parte integrante do Plano Diretor	O zoneamento orienta o adensamento e a verticalização urbana, influenciando diretamente o mercado imobiliário e a demanda por infraestrutura (Marins, <i>et al.</i> , 2021)	Exigência pela adoção de práticas sustentáveis na construção civil (Santos <i>et al.</i> , 2020)

Quadro 19 – Instrumentos de planejamento no município de Tucuruí

(continuação)

INSTRUMENTO DE GESTÃO AMBIENTAL OU URBANO	EXISTÊNCIA E ABRAGÊNCIA	RELAÇÃO COM A CONSTRUÇÃO CIVIL	IMPACTOS NA GESTÃO INTEGRADA DE RCD
Legislação sobre solo criado ou outorga onerosa do direito de construir	Sim, com legislação específica	A outorga onerosa permite o aumento do potencial construtivo mediante contrapartida financeira, incentivando grandes empreendimentos em zonas específicas (Marins et al., 2021)	A verticalização incentivada pela outorga concentra a geração de RCD, exigindo gestão eficiente do ciclo de obras e infraestrutura urbana adequada (Adaptado de Marins et al., 2021)
Legislação sobre contribuição de melhoria	Sim, com legislação específica	Construção de cidades sustentáveis a partir do uso de contribuição de melhoria (Faria, 2011)	Controle no uso de recursos naturais (Faria, 2011)
Legislação sobre operação urbana consorciada	Não	Utilização nas construções e no uso de edificações urbanas, de tecnologias, especificadas as modalidades de desing e de obras a serem contempladas (Souza, 2015)	Redução dos impactos ambientais e economia dos recursos naturais (Souza, 2015)
Legislação sobre estudo de impacto de vizinhança	Sim, com legislação específica	Avalia previamente os impactos de novos empreendimentos urbanos, promovendo medidas de prevenção, correção e mitigação (Cassiano; Peres, 2019)	Diagnóstico e prevenção dos impactos de empreendimentos implantados e indicação de medidas de prevenção, correção e mitigação (Peres; Cassiano, 2019)
Código de Obras	Sim, com legislação específica	Estabelece diretrizes legais para edificações com conforto ambiental e uso eficiente de recursos naturais (Souza, 2015)	Incentiva construções sustentáveis, reduzindo o desperdício e a geração de RCD desde a fase de projeto (Souza, 2015)
Legislação sobre zoneamento ambiental ou zoneamento ecológico-econômico	Sim, como parte integrante do Plano Diretor	Subsidia o licenciamento ambiental de atividades como a extração mineral, orientando a ocupação racional do território (Guimarães; Nicolodi, 2018)	Contribui para o planejamento ambiental preventivo, reduzindo impactos e promovendo o uso sustentável dos recursos naturais (Guimarães; Nicolodi, 2018)
Legislação sobre servidão administrativa	Não	Restrição ao uso do solo, direcionando a ocupação urbana de forma controlada e evitando o uso indiscriminado de áreas (Cordeiro; Reginato, 2023)	Contribui para a minimização da geração de RCD, otimizando o uso de espaços já comprometidos, promovendo uma gestão mais eficiente dos resíduos por meio da integração GIS-BIM, facilitando o planejamento e a reutilização de áreas impactadas por outras servidões. Essa integração permite uma gestão mais eficiente dos resíduos, pois possibilita a reutilização de áreas impactadas. (Cordeiro; Reginato, 2023)

Quadro 19 – Instrumentos de planejamento no município de Tucuruí

(continuação)

INSTRUMENTO DE GESTÃO AMBIENTAL OU URBANO	EXISTÊNCIA E ABRANGÊNCIA	RELAÇÃO COM A CONSTRUÇÃO CIVIL	IMPACTOS NA GESTÃO INTEGRADA DE RCD
Legislação sobre Tombamento	Não	Implica a adoção de práticas construtivas específicas que respeitem o valor histórico e cultural das edificações, exigindo planejamento técnico e econômico adequado (Carvalho, 2015).	Contribui para a gestão integrada ao priorizar a reabilitação em vez da demolição de edificações antigas, o que reduz significativamente a geração de RCD. Essa prática valoriza a sustentabilidade, o reaproveitamento de materiais e a preservação do legado histórico-cultural no contexto urbano contemporâneo (Carvalho, 2015)
Legislação sobre unidade de conservação	Sim, como parte integrante do Plano Diretor	As Unidades de Conservação que permitem a visitação pública desempenham importante papel socioambiental ao proporcionarem condições para a educação e a interpretação ambiental dos visitantes (Gomes; Rocha; 2021)	Integração da gestão de resíduos sólidos com ações de educação ambiental, sendo a sensibilização por meio da educação relevante para contribuir com a preservação do meio ambiente (Gomes; Rocha; 2021)
Legislação sobre concessão de uso especial para fins de moradia	Sim, com legislação específica	Regularização fundiária urbana em núcleos urbanos informais, promovendo a instalação de infraestrutura básica (Neris <i>et al.</i> , 2023)	Promoção de melhoria na infraestrutura e nos serviços essenciais em núcleos urbanos informais, viabilizando a gestão adequada e integrada dos resíduos sólidos, além da proposição de áreas específicas para a destinação ambientalmente correta desses resíduos. (Neris <i>et al.</i> , 2023).
Legislação sobre usucapião especial de imóvel urbano	Não	Usucapião especial urbano como mecanismo de política pública de habitação (Silva; Nascimento, 2024)	Contribui para a efetivação da PNRS ao integrar núcleos urbanos informais à formalidade urbana, por meio da identificação de fragilidades, da garantia de condições mínimas de habitabilidade e da preservação ambiental, com propostas de melhorias e previsão de infraestrutura adequada para coleta, tratamento e disposição final dos resíduos sólidos (Neris <i>et al.</i> , 2023)
Legislação sobre direito de superfície	Sim, com legislação específica	Promove a democratização do acesso à terra e o dinamismo no mercado imobiliário, reduzindo custos e favorecendo a produção habitacional (Cintra, 2014)	Controle da geração de RCD provenientes de novas edificações (USEPA, 2015 apud RAMOS, 2022)
Legislação sobre regularização fundiária	Sim, com legislação específica	Relação entre a regularização fundiária e a PNRS Neris <i>et al.</i> , 2023)	Promove ao acesso a serviços essenciais como a gestão de resíduos sólidos, (Neris <i>et al.</i> , 2023)

Quadro 19 – Instrumentos de planejamento no município de Tucuruí

(continuação)

INSTRUMENTO DE GESTÃO AMBIENTAL OU URBANO	EXISTÊNCIA E ABRANGÊNCIA	RELAÇÃO COM A CONSTRUÇÃO CIVIL	IMPACTOS NA GESTÃO INTEGRADA DE RCD
Legislação sobre a legitimação de posse	Sim, com legislação específica	Instrumentos como plantas e memoriais viabilizam intervenções técnicas e legais da construção civil em áreas irregulares (Neris <i>et al.</i> , 2023)	Promove a identificação de serviços de coleta de resíduos sólidos inadequados e informais e em núcleos urbanos informais, (Neris <i>et al.</i> , 2023)
Legislação sobre estudo prévio de impacto ambiental	Sim, com legislação específica	As infraestruturas urbanas e de engenharia tradicionais causam impactos negativos nas fases de planejamento, instalação e funcionamento (Monteiro, Garcia; Santos, 2021)	A Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) promove soluções mais sustentáveis devido ao destaque e comparação dos impactos ambientais esperados (Monteiro; Garcia; Santos, 2021).
Código de Posturas	Sim, com legislação específica	O papel das legislações como Código de Obras se destaca pela garantia de edificações melhores no futuro (Souza, 2015)	Construção sustentável é a prática de projetar e gerir edificações de forma eficiente e equilibrada, priorizando justiça social, viabilidade econômica e responsabilidade ambiental, com foco no conforto, segurança e saúde dos usuários. (Souza, 2015)
Sobre coleta seletiva de resíduos sólidos domésticos	Sim	A PNRS deve operar de forma integrada e eficiente, buscando soluções e inovações para questões como a coleta seletiva de resíduos sólidos (Neris <i>et al.</i> , 2023)	A identificação de serviços de coleta de resíduos sólidos é uma medida prevista para a promoção da gestão integrada de resíduos sólidos urbanos (Neris <i>et al.</i> , 2023)
Sobre saneamento básico	Sim	A construção civil viabiliza a infraestrutura de saneamento básico, garantindo soluções para tratamento e disposição de resíduos (Abrelpe, 2022)	Fortalecimento da gestão de RSU por meio do saneamento básico (Abrelpe, 2022)
Sobre gestão de bacias hidrográficas	Não	Transportar sedimentos, produtos químicos e resíduos para cursos d'água pelo escoamento de água da chuva em áreas de construção, causando degradação dos ecossistemas aquáticos (Abrelpe, 2022)	A gestão integrada tem entre suas diretrizes a proteção à saúde ambiental e a preservação dos recursos naturais (Lima, 2012)
Sobre destino das embalagens utilizadas em produtos agrotóxicos	Sim	Substituição do isopor no enchimento de lajes na construção civil pelo economizador de concreto oriundo de embalagens de agrotóxicos (Pereira; Calgaro; Nodari, 2016)	Mitigação da extração de recursos naturais, com a economia de 30% de concreto e 50% de aço na construção de lajes (Pereira; Calgaro; Nodari, 2016)
Sobre poluição do ar	Sim	Emissão de poeira, partículas finas e poluentes atmosféricos, durante os processos construtivos (Abrelpe, 2022)	A Gestão Integrada considera os efeitos dos resíduos sólidos na saúde e no meio ambiente (Lima, 2012)

Quadro 19 – Instrumentos de planejamento no município de Tucuruí

(conclusão)

INSTRUMENTO DE GESTÃO AMBIENTAL OU URBANO	EXISTÊNCIA E ABRANGÊNCIA	RELAÇÃO COM A CONSTRUÇÃO CIVIL	IMPACTOS NA GESTÃO INTEGRADA DE RCD
Sobre permissão de atividades extrativas minerais	Sim	Utilização de materiais de construção não convencionais a baixo custo e sustentáveis, provenientes de pilhas de rejeitos de atividades minerárias, para construção de habitações com custos reduzidos visando a população de baixa renda (Carvalho, 2018)	A remoção de massa mineral de determinada área apresenta-se como dano ambiental de descaracterização topográfica dentre os diversos danos diretos, indiretos e sinérgicos, passíveis aos meios físico, biótico e antrópico (Carvalho, 2018)
Sobre fauna silvestre	Sim	Perda da biodiversidade gerados pela construção de usinas hidrelétricas, (Ibam, 2016).	A gestão integrada de resíduos sólidos deve considerar, dentre outras, a dimensões ambiental sob a premissa do desenvolvimento sustentável (Brasil, 2010)
Sobre florestas	Sim	Desmatamentos gerados pela construção de usinas hidrelétricas, (Ibam, 2016)	A gestão integrada de resíduos sólidos deve considerar, dentre outras, a dimensões ambiental sob a premissa do desenvolvimento sustentável (Brasil, 2010)
Sobre proteção à biodiversidade	Sim	Perda de biodiversidade em decorrência da destruição de habitats naturais para dar lugar a projetos de construção, com a substituição de áreas verdes por estruturas de concreto, com redução do espaço disponível para plantas e animais e interrupção dos ecossistemas locais (Abrelpe, 2022).	A gestão integrada de resíduos sólidos deve considerar, dentre outras, a dimensões ambiental sob a premissa do desenvolvimento sustentável (Brasil, 2010)
Sobre adaptação e mitigação de mudança do clima	Não	Emissão de gases de efeito estufa pelo uso de energia proveniente de fontes não renováveis, como a energia originária das fases de construção, operação e demolição, dos processos de fabricação e transporte de materiais e da operação de edifícios (Abrelpe, 2022).	Importância da gestão integrada para reduzir impactos ambientais e promover construções sustentáveis (Günther; Grimber, 2006, apud Lima, 2012)

Fonte: Elaborado pelo autor

A gestão integrada de RCD é diretamente influenciada pelas diversas legislações ambientais, urbanísticas e de uso do solo. O controle da geração de resíduos e a implementação de práticas sustentáveis são essenciais para reduzir os impactos ambientais, e as legislações, quando bem implementadas, podem apoiar esse processo, alinhando as práticas de construção civil com as necessidades de preservação ambiental e de gestão eficiente dos resíduos.

O cenário nacional apresentado por Castro Marins *et al.* (2021) demonstra o percentual de municípios brasileiros que possuem diferentes instrumentos legais relacionados ao

planejamento urbano. Os dados mostram que instrumentos como o Código de Obras e a Lei do Perímetro Urbano são amplamente adotados, com mais de 80% dos municípios possuindo alguma dessas legislações. Por outro lado, instrumentos mais específicos, como legislações sobre usucapião especial de imóvel urbano, legitimidade de posse, e operações urbanas consorciadas, têm baixa presença, sendo adotados por menos de 20% dos municípios.

Outros instrumentos intermediários, como legislações sobre zoneamento ambiental e regularização fundiária, apresentam uma adoção moderada, variando entre 30% e 50%. Esses dados evidenciam uma disparidade na implementação de instrumentos legais, com maior foco em legislações gerais e menor atenção a regulamentações específicas.

Em comparação, os dados do IBGE (2021) demonstraram que o município de Tucuruí apresenta uma maior presença de instrumentos legais que versam sobre planejamento urbano, como o Plano Diretor, mas ainda carece de legislações específicas sobre questões mais diretas de gestão de RCD, como a implementação de operações urbanas consorciadas ou a regulamentação de usucapião especial de imóvel urbano. Esse gap regulatório limita a capacidade do município em adotar estratégias mais eficazes para a gestão integrada de resíduos da construção civil.

No entanto, o município tem avançado, conforme a evolução do seu PMGIRS, alinhando-se parcialmente às metas estabelecidas pela PNRS e aos objetivos do Plano Estadual de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Estado do Pará. Em relação aos resíduos da construção civil, é necessário um esforço maior para atender integralmente as metas de reciclagem e redução de impactos ambientais, com foco na eliminação de áreas de disposição inadequada e no fomento à reciclagem, conforme estipulado pela PNRS.

Em síntese, Tucuruí precisa aperfeiçoar seu arcabouço legal e expandir as políticas públicas voltadas para a gestão dos resíduos da construção civil. A implementação de práticas sustentáveis e a adequação das legislações municipais à PNRS são fundamentais para a redução dos impactos ambientais, a melhoria da infraestrutura urbana e o alcance das metas de sustentabilidade no setor da construção civil.

4.1.4 Aspectos gerais da gestão integrada de RCD

A gestão integrada de resíduos de construção e demolição (RCD) em Tucuruí, município localizado no estado do Pará, apresenta um cenário de desafios e oportunidades para o desenvolvimento de práticas sustentáveis. A crescente urbanização e o aumento das atividades de construção civil na cidade têm gerado volumes consideráveis de RCD, que, muitas vezes,

não são adequadamente gerenciados, resultando em impactos ambientais negativos, como a poluição do solo e da água. O representante do MPPA, em sua resposta ao questionário aplicado, mencionou a seguinte questão em relação ao manejo de resíduos de construção e demolição em Tucuruí:

Atualmente o município de Tucuruí não cumpre com as recomendações da Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS) - Lei nº 12 305, de 2 de agosto de 2010, e muito menos da Resolução Conama nº 307, de 5 de julho de 2002. A exemplo disso é a inexistência de aterro sanitário para a cidade (Progênio, 2024).

Entre os anos de 2016-2023, o MPPA notificou e/ou autuou 7 infrações relacionadas a resíduos sólidos de construção civil no município de Tucuruí-PA, segundo informações desse órgão. A problemática no município requer, assim, uma abordagem mais estruturada que integre políticas públicas, infraestrutura adequada e maior engajamento dos diversos atores da construção civil e da sociedade. Verificou-se que há pouca integração entre setores, havendo uma desarticulação entre os órgãos municipais, construtoras e outros geradores de RCD, dificultando ações coordenadas para gestão e fiscalização.

A identificação de pequenos e grandes geradores de resíduos de construção e demolição (RCD) no município de Tucuruí também enfrenta desafios devido à ausência de uma estrutura de fiscalização e controle claramente definida, devido a gestão desses resíduos ocorrer de forma pouco estruturada. De acordo com as Secretarias provocadas, as mesmas não possuem instrumentos para essa finalidade, que visem diferenciar um ou outro gerador.

O PMGIRS de Tucuruí, integrado ao Plano Municipal de Saneamento Básico, classifica o RCD, mencionado como “entulho de obra”, como “lixo domiciliar especial”. O RCD também pode ser considerado, conforme o Plano, como “lixo público”, quando descartado irregularmente pela própria população e, assim, disposto ao serviço de limpeza urbana. O critério sugerido para distinguir pequeno e grande gerador atrela-se a uma produção de até 120 kg/dia para o primeiro. No entanto, pequenos geradores frequentemente não têm orientação clara sobre onde ou como descartar seus resíduos, enquanto grandes geradores geralmente contratam empresas privadas para transporte e disposição de entulho, mas sem controle ou monitoramento efetivo do destino final.

Em relação às estimativas de custo da gestão dos RCD para o município, a prefeitura de Tucuruí precisa desenvolver estudos específicos e detalhados para calcular os custos precisos no contexto local, considerando os desafios e necessidades exclusivas do município. Os custos para gestão de resíduos de construção civil geralmente incluem atividades como coleta,

transporte, triagem, reciclagem e disposição final, além de investimentos em infraestrutura, fiscalização e campanhas educativas. No entanto, as estimativas de custo para a gestão dos RCD em Tucuruí atualmente não são amplamente documentadas, mas o município enfrenta desafios devido à falta de infraestrutura adequada e políticas públicas específicas.

Os recursos aplicados pelos municípios em 2022 nos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos urbanos, que incluem a coleta, transporte, a destinação final e os serviços gerais de limpeza urbana alcançaram uma média nacional de R\$ 10,95 e na Região Norte, de R\$ 8,58. O valor de cerca de R\$ 200.000,00 (duzentos mil reais) gasto pela Semurb com a coleta e transporte dos resíduos sólidos de todos os tipos e demais serviços relativos à limpeza urbana, resulta em um gasto per capto mensal de R\$ 2,19, bem abaixo das médias mencionadas.

A participação da sociedade é essencial para melhorar a gestão integrada dos resíduos. No entanto, Tucuruí enfrenta dificuldades em promover maior conscientização e engajamento, como ações educativas ou programas de incentivo voltados para a redução e reciclagem de RCD. Desse modo, o poder público municipal precisa melhorar a gestão integrada de RCD ao implementar incentivos financeiros, ampliar campanhas educativas e garantir que a infraestrutura necessária esteja disponível para suportar as demandas da sociedade. Para a sociedade, o engajamento começa pela conscientização de que ações individuais afetam diretamente o meio ambiente e a qualidade de vida no município.

4.1.5 Diretrizes da gestão municipal para o gerenciamento de RCD

4.1.5.1 Caracterização dos RCD

A origem dos RCD no município está relacionada, conforme dados das Secretarias municipais, às atividades de construção, com obras de infraestrutura pública e privada, como construção de casas, prédios, ruas e outras instalações. Em Tucuruí, o crescimento populacional e a urbanização geram demanda por novas construções, que são grandes fontes de RCD.

As reformas e pequenas obras em residências e comércios locais, incluindo trocas de pisos, telhados e demolições parciais também são atividades responsáveis por uma grande quantidade de resíduos gerados por pequenos geradores. Demolições de estruturas antigas para dar lugar a novas construções também geram grandes volumes de resíduos. Em áreas mais antigas do município, essas atividades são significativas. As fontes de geração de RCD ainda

incluem obras públicas como construções e manutenções de vias públicas, escolas, hospitais e outras infraestruturas, especialmente em projetos de revitalização ou ampliação.

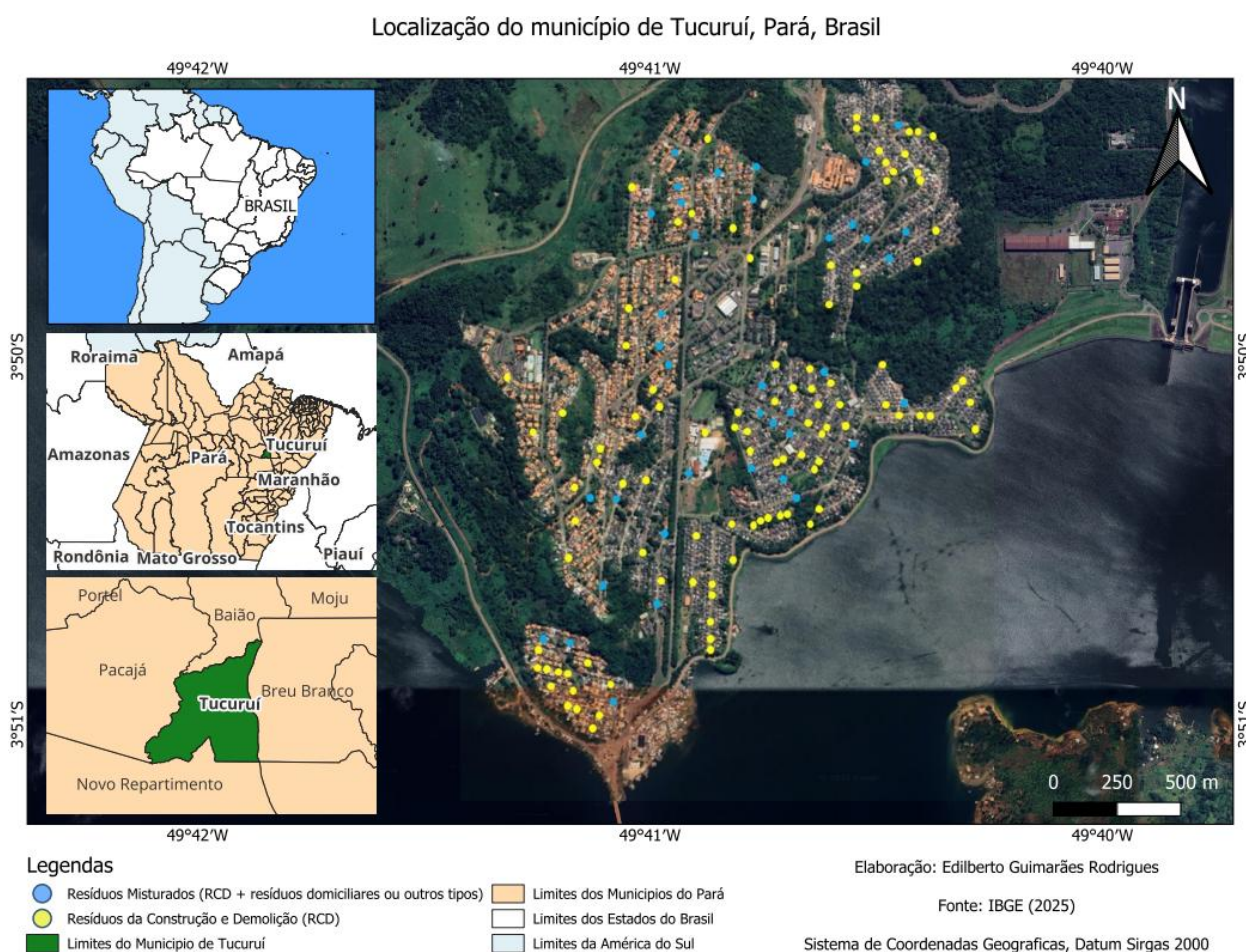
Apesar das diferentes origens, os órgãos públicos (Semurb, Semoh e Semma) não detêm dados detalhados sobre a origem dos RCD relacionados, por exemplo, às atividades relacionadas à construção de edifícios, obras de infraestrutura e serviços especializados para construção, disposições pela CNAE 2.0, tampouco em relação à contribuição do percentual da massa total representada por atividades de demolições, edificações novas acima de 300m², residências novas, entre outras. A ausência desses dados gera desafios importantes para a gestão desses resíduos em Tucuruí, dificultando a implementação eficaz de infraestrutura e fiscalização para o enfrentamento do problema no um

O mapeamento da geração de RCD foi realizado na Vila Permanente, uma área de Tucuruí com infraestrutura mais organizada, permitindo um levantamento mais detalhado. Foram identificados 142 pontos de disposição de resíduos, dos quais 104 eram apresentados exclusivamente RCD e 38 continham RCD misturados com outros resíduos sólidos. Essa distinção, representada na Figura 11, é fundamental para compreender os padrões de descarte e os desafios da gestão. A disposição irregular e a mistura de RCD com outros resíduos dificultam a triagem e a destinação adequada, gerando impactos diretos na eficiência da coleta e no potencial de reciclagem.

Embora a Vila Permanente seja uma área mais estruturada em comparação com outras regiões da cidade, os problemas observados na provisão de resíduos evidenciam fragilidades na gestão municipal. A falta de fiscalização e a ausência de orientação específica para a segregação dos resíduos não afetam apenas a geração, mas também a coleta e o transporte dos materiais. A coexistência de resíduos misturados e RCD puros nos pontos de disposição indica que a separação na origem ainda é ineficiente, comprometendo o reaproveitamento e aumentando os custos operacionais do manejo dos resíduos

Por essa razão, a Vila Permanente se torna um ponto representativo dos desafios enfrentados por Tucuruí. Apesar da infraestrutura relativamente mais organizada, a gestão do RCD ainda apresenta deficiências que refletem a realidade do município como um todo. Futuras pesquisas em outras áreas de Tucuruí poderão oferecer uma visão mais abrangente da situação, mas os dados encontrados aqui já fornecem um indicativo relevante dos padrões municipais e das limitações estruturais da gestão dos resíduos.

Figura 11– Mapeamento dos pontos de geração de RCD na Vila Permanente



Fonte: RODRIGUES, Edilberto Guimarães; SILVA, Leonardo dos Santos. Mapa de localização com imagem de satélite adaptada a partir do Google Earth [imagem]. Tucuruí: Universidade Federal do Pará, 2024.

Atualmente, os órgãos públicos do município de Tucuruí não possuem um controle efetivo sobre a quantidade de RCD gerado, coletado pelos transportadores e recebido nas áreas de destinação e disposição final. A mistura de resíduos identificados no mapeamento sugere que o rastreamento nos pontos de coleta pode ser insuficiente, o que acarreta dificuldades adicionais no transporte e na destinação final. Estudos e relatórios indicam que a gestão municipal é fragmentada e apresenta limitações estruturais e administrativas, comprometendo a eficácia do gerenciamento dos resíduos da construção.

A quantificação e estimativa de geração dos RCD no município resultam de dados provenientes dos registros de cargas de caminhões transportadores desses resíduos, conforme apontado pela Semurb, sendo recolhidas mensalmente cerca de 30 (trinta) caçambas de 12 metros cúbicos, o que equivale a um total de 360 metros cúbicos de material mensais e 4.320 anuais.

Considerando a massa específica do resíduo de construção civil de aproximadamente 1,3 toneladas por metro cúbico, com base em Esgúicero *et al.* (2008), mencionados por NG (2018), tem-se a geração estimada no município na ordem de 5.616 ton/ano. Em termos de geração per capita, levando em conta o indicador mediano de geração de RCD per capita de 500 kg/hab/ano proposto pela Pesquisa Setorial Abrecon 2019/2020 (Angulo; Oliveira; Machado, 2022) e a população levantada pelo censo do IBGE-2022, a estimativa municipal de geração de RCD é de aproximadamente 45,6 mil toneladas por ano (Tabela 7).

Tabela 7 – Estimativa da quantidade de RCD gerados em Tucuruí-PA

População estimada	Geração diária (91.306x500)/365 (ton/dia)	Geração mensal (91.306x500)/12 (ton/mês)	Total de resíduos anual (toneladas)
91.306 hab.	125,15	3804,4	45.663

Fonte: Elaborado pelo autor

A considerar o método proposto pela Abrecon, os resultados relativos à geração são bastante discrepantes, quando comparados aos dados fornecidos pela Semurb. Isso se explica devido ao fato de que muitas vezes, conforme informado pela Secretaria, restos de materiais de construção, como tijolos, concreto, e outros resíduos, não são dispostos à coleta, mas são descartados de forma irregular em bota-foras clandestinos, margens de estradas e áreas públicas, contribuindo para problemas ambientais no município.

Essa é uma realidade comum a muitos municípios brasileiros, pois de acordo com a Abrelpe (2022), boa parte do volume coletado pelos municípios em 2021 equivale a resíduos de construção e demolição abandonados em vias e logradouros públicos, cenário comum fora dos grandes aglomerados urbanos brasileiros. A magnitude da geração local segue a tendência de ser inferior a observada nos grandes centros (Ângulo; Oliveira; Machado, 2022), a exemplo de Belém (0,447 Mt/ano) e São Paulo (11.634 Mt/ano). Em muitos casos, a própria Semurb orienta a realização do “soterramento” dos materiais nos quintais das residências e, assim, boa parte do volume gerado não é considerado nas estimativas subsidiadas pela coleta.

Silva, Ishihara e Alves (2022) obtiveram o resultado percentual da composição gravimétrica dos resíduos sólidos que chegam ao lixão do Município de Tucuruí, constantes na Tabela 8, com valores compatíveis com a estimativa média nacional, que segundo o MMA, tem o maior componente a fração orgânica com 45,3%, e os resíduos recicláveis secos somam 33,6%, sendo compostos principalmente pelos plásticos (16,8%), papel e papelão (10,4%), vidros (2,7%), metais (2,3%), e embalagens multicamadas (1,4%). Outros resíduos somam 21,1% (Brasil, 2024d). O volume considerado foi de 690 caçambas (12m³ cada) de resíduos

sólidos e os valores da densidade aparente conforme proposto por Rodrigues, Ismail e Lino (2023).

Tabela 8 – Quantificação por tipo de resíduo sólido

Categoria	Percentual	Volume (m³/mês)	Densidade Aparente (Ton/m³)	Massa (Ton/mês)
Plástico	18,39%	1.522,69	0,224	11,37
Papel/papelão	6,96%	576,29	0,338	6,49
Metal	2,97%	245,92	0,053	0,43
Vidro	5,15%	426,42	0,05	0,71
Matéria orgânica	44,39%	3.675,49	1,213	148,61
Outros	22,14%	1.833,19	0,24	14,67
Total	100,00%	8.280	-	5.468,56

Fonte: Silva, Ishihara e Alves (2022)

Desse modo, o percentual de RCD gerado em relação aos resíduos sólidos pôde ser obtido após ser conhecida a quantidade de 5.468,56 toneladas de resíduos sólidos coletadas mensalmente no município, por meio de comparação ao montante de 3804,4 ton/mês dos resíduos de construção.

A soma dos RCD com os resíduos sólidos chega a total de total de 9.272,96 toneladas, representando, portanto, 41,03% de toda massa gerada no município. O valor encontra-se na faixa identificada por Correa, Pereira e Rêgo (2020), de 40% a 70% de RCD em relação à quantidade total dos resíduos gerados anualmente no Brasil.

Em se tratando da classificação e composição dos RCD, os órgãos responsáveis informaram não haver qualquer tipo de diagnostico para verificar a tipificação dos resíduos gerados no município, em conformidade como previsto pela Conama nº 307/2002 e ABNT NBR 10004/2004.

Não há também por parte do município instrumentalização para identificar a composição de RCD por critérios como tipo de gerador (pequenos e grandes geradores, construções informais, obras públicas e privadas) classificação do CNAE (área construída) e tipo de obra (construção de edifícios, obras de infraestrutura e serviços especializados para construção), o que permitiria ações específicas visando um maior controle no manejo desses resíduos.

Verificou-se quanto à composição dos resíduos a presença de materiais das Classes A, B, C e D, pois de acordo com a Semurb, são coletados materiais como entulho, resultantes de demolições, como tijolos, blocos de concreto, telhas e pedras; madeira, provenientes de

estruturas, formas e acabamentos; metais, como restos de ferros, alumínio e outros metais utilizados em construções.

Além disso, pode-se citar embalagens e outros materiais plásticos utilizados em obras; papel e papelão, advindos de embalagens de materiais de construção e outros papéis gerados durante o processo; materiais cerâmicos, vindo de restos de azulejos, pisos e outros itens cerâmicos; e concreto, oriundo de sobras de concreto que não foram utilizadas ou que se tornaram inservíveis.

Com base nos percentuais obtidos a partir dos resultados do Sinir -2019, pôde-se traçar, em termos quantitativos, a composição dos resíduos gerados no município nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis, conforme apresentado na Tabela 9.

Tabela 9 – Composição dos RCD por classe em Tucuruí-PA

Classificação Conama nº 307	Percentual por Classe	Massa gerada anual (45,6xPercentual por classe) (toneladas)
Classe A	61,44%	28,02
Classe B	24,55	11,19
Classe C	8,95%	4,08
Classe D	2,25%	1,03
Não especificado	2,7%	1,23
Total	100%	45,6

Fonte: Elaborado pelo autor

A gestão dos RCD em Tucuruí enfrenta desafios significativos, principalmente devido à falta de dados detalhados sobre a origem, composição e volume desses resíduos. O crescimento urbano e a intensificação das atividades de construção e demolição contribuem para o aumento da geração de RCD, cuja estimativa anual chega a aproximadamente 45,6 mil toneladas.

A discrepância entre os dados oficiais e as estimativas baseadas em indicadores nacionais evidencia a existência de práticas irregulares de descarte, dificultando o controle e o planejamento adequados.

4.1.5.2 Coleta, triagem e transporte

A coleta de RCD em Tucuruí é realizada pelo órgão gestor dos serviços de resíduos sólidos (prefeitura), por meio da Semurb, de acordo com alguns passos e diretrizes que norteiam os principais aspectos desse processo. A prefeitura não designa locais específicos ou pontos de

coleta adequados onde os resíduos podem ser entregues, a fim de evitar o descarte irregular em áreas públicas. Não existem, assim, ecopontos para receber os materiais para os pequenos geradores. Os resíduos gerados em pequena escala são colocados na frente das próprias residências, sem a presença de coletores específicos, dispostos à coleta de acordo com cronograma estabelecido.

A Semurb conta com 6 (seis) caminhões basculantes, 02 (duas) pás carregadeiras para realizar os serviços de coleta de RCD, sendo este órgão também responsável pela coleta dos demais resíduos. A estrutura também inclui 8 (oito) motos utilizadas por agentes que atuam no levantamento de informações para a coleta e na fiscalização.

Os cidadãos devem seguir as orientações específicas quanto ao período para a disposição dos RCD nos locais de coleta, próximo data de recolhimento, sendo que a Semurb atua com seus agentes munidos de motocicletas na fiscalização para garantir que esse prazo seja cumprido. A programação de coleta é efetivada por meio de um cronograma em que os caminhões passam em determinados dias da semana para recolher os resíduos pelos bairros da cidade.

Conforme pode ser observado por meio da Figura 12, a frequência do recolhimento dos resíduos é realizada em intervalos trimestrais. Esse período de três meses estabelece o tempo necessário para que todas as localidades do município possam ser contempladas de forma cíclica pelas ações de remoção. Próximo ao vencimento desse prazo, a Semurb realiza, por meio de seus agentes, o mapeamento atualizado dos pontos críticos de acúmulo de resíduos em cada bairro.

Esse levantamento prévio permite identificar os locais onde há maior incidência de descarte irregular, viabilizando o planejamento logístico das rotas e a priorização das áreas mais afetadas. Essa dinâmica busca otimizar os recursos disponíveis e garantir uma cobertura mais equitativa das ações, embora a periodicidade ainda se revele insuficiente frente à geração contínua de resíduos e à reincidência de pontos crônicos de descarte.

A abrangência da coleta, conforme informado pela Semurb, contempla toda a área urbana do município. As demandas extras são recebidas e analisadas por essa Secretaria, através de telefone ou diretamente na sede, e conforme a necessidade podem ser atendidas de forma excepcional, caso representem algum tipo de transtorno como obstrução de vias ou risco de contaminação.

Para os volumes maiores, embora não existam critérios para diferenciar os grandes geradores, a Semurb disponibiliza de forma opcional caçambas estacionárias por meio de locação, mas não atribui aos geradores os encargos referentes à armazenagem, coleta e

destinação dos resíduos. Alguns atuam por conta própria e destinam os materiais em terrenos baldios e às margens de rodovias.

Figura 12 – Calendário e roteiro para coleta de RCD em Tucuruí-PA - 2024



Fonte: Tucuruí (2024)

A estrutura fiscalizatória torna a fiscalização municipal limitada, sendo a mesma insuficiente para monitorar os descartes e responsabilizar os infratores. A falta de pessoal e recursos técnicos compromete a eficiência na aplicação da legislação. A informalidade e a dificuldade de rastrear pequenos geradores agravam o problema da gestão no município, uma vez que esses geradores frequentemente realizam descartes irregulares.

Apesar da necessidade de fiscalização para garantir o descarte correto dos resíduos e o cumprimento das normas ambientais, não há previsão legal de multas ou prejuízos para os infratores que descumprirem as orientações para a coleta. Atualmente, apenas são aplicações administrativas pela Semurb, o que limita a efetividade das medidas de controle.

O município adota dois tipos de coleta: a direta (porta a porta) e a indireta (ponto a ponto). De acordo com a Semurb, a segunda modalidade ocorre principalmente nas vilas residenciais do antigo canteiro de obras da UHT de Tucuruí, onde os moradores são orientados a dispor dos resíduos em rotatórias e ruas sem saída. Esse procedimento busca concentra os materiais em pontos específicos para facilitar ou possibilitar o reaproveitamento de parte dos resíduos.

No entanto, a coleta pública ainda enfrenta desafios, como pontos de descarte irregulares e acúmulos de resíduos, diminuindo falhas na gestão, na triagem e no transporte. O mapeamento realizado na Vila Permanente, demonstra que a disposição de RCD muitas vezes ocorre de forma misturada com outros resíduos sólidos. Esse cenário reforça a falta de segregação adequada na origem, o que compromete a eficiência da coleta e aumenta os custos operacionais.

A presença de resíduos misturados nos pontos de coleta dificulta a triagem e limita o reaproveitamento a reciclagem de materiais, contribuindo para um descarte menos sustentável, além de dificultar o transporte e aumentar a necessidade de rastreamento posterior, o que sobrecarrega o sistema de gestão municipal.

Mesmo na Vila Permanente, uma área com melhor infraestrutura, a coleta e destinação dos resíduos continuam sendo problemáticas. A concentração de resíduos em pontos específicos, embora facilite o recolhimento, não resolve os desafios da separação adequada nem a destinação final eficiente. Assim, o problema não se restringe a essa localidade, mas reflete dificuldades que afetam a gestão do RCD em todo o município, evidenciando a necessidade de políticas mais eficazes para triagem, fiscalização e destinação correta dos resíduos.

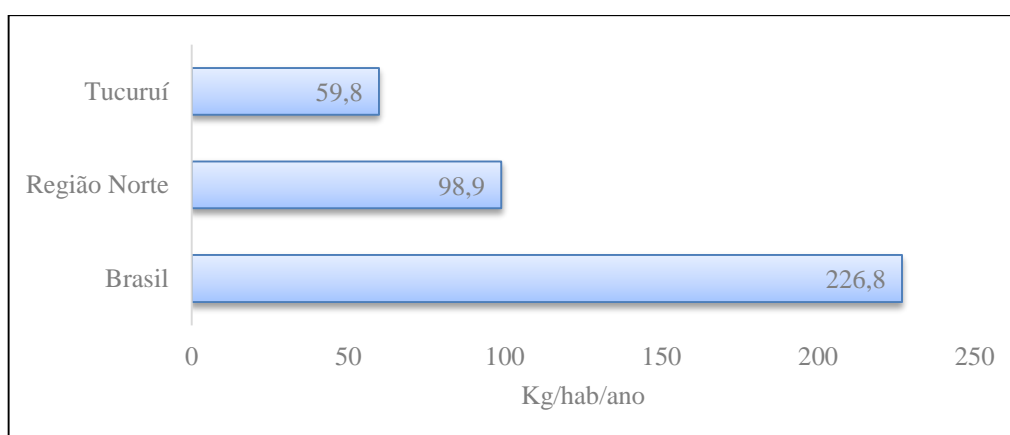
A ausência de mecanismos eficientes de segregação desde a origem reforça a necessidade de estratégias integradas para minimizar os impactos ambientais e melhorar a gestão dos resíduos no município.

Para uma avaliação mais abrangente do município, seria necessário expandir o levantamento para outras áreas. No entanto, os dados obtidos já permitem compreender como as falhas na segregação, recolher e rastrear se manifestam, independentemente da infraestrutura, evidenciando a necessidade de estratégias mais eficazes para fiscalização, triagem e destinação adequada. A distinção entre RCD puro e misturado indica que a falta de separação no momento

do descarte influencia diretamente a coleta e compromete as etapas subsequentes do manejo dos resíduos.

A massa per capita coletada no município, considerando o quantitativo anual de 5.460 toneladas, resulta em um valor de 59,8 kg/hab. Esse número é inferior ao observado em outros contextos geográficos, o que pode indicar subnotificação de geração de resíduos ou especificações no alcance dos serviços de coleta. Essa discrepância sugere a necessidade de um controle mais rigoroso sobre a geração e destinação dos resíduos, bem como a ampliação da cobertura dos serviços municipais para garantir que todo o RCD produzido em Tucuruí seja devidamente coletado e tratado.

Gráfico 18 – Comparativo da coleta de RCD no município de Tucuruí em 2024



Fonte: Elaborado pelo autor

Não são cobradas taxas pela prefeitura pelos serviços de coleta regular de RCD. Em relação aos custos estimados para o município com o recolhimento dos resíduos de construção, a Semurb informa que o montante total dispendido de cerca de R\$ 200.000,00 (duzentos mil reais) com a coleta e transporte dos resíduos inclui os custos com os RCD. São gastos efetuados com pagamento de funcionários, insumos e manutenções relacionada aos veículos, materiais de EPI, dentre outros.

Embora a Semurb aponte a importância do papel da população em observar o calendário de coleta, a prefeitura não realiza campanhas de conscientização para informar sobre a importância da correta destinação dos RCD e as consequências do descarte irregular. Não existem também nessa Secretaria ações que visem a capacitação dos agentes para melhorias dos serviços prestados.

Quanto ao transporte de resíduos de construção, verificou-se que o município não realiza qualquer ação que vise o licenciamento e cadastramento dos pequenos e grandes

transportadores desses resíduos, bem como não é feita a fiscalização das caçambas e do transporte dos materiais até a destinação ou disposição final. Desse modo, a necessidade de licenciamento para empresas e/ou agentes que realizam a coleta e o transporte desses resíduos, a fim de seja seguida a legislação ambiental vigente, a exemplo da ABNT NBR 13221/2010, é um aspecto que precisa ser revisto pela gestão local. Alguns transportadores atuam atendendo a necessidade dos geradores em descartar o “entulho” gerado, por não poderem esperar o cronograma da prefeitura, o que ocasiona a deposição em locais impróprios.

A participação de associações e/ou cooperativas de catadores em parceria com a prefeitura, ou mesmo, outras entidades, é uma ação inexistente no contexto local e carece de incentivo público. A Semurb orienta aos operadores da coleta para que separem dentro das caçambas alguns materiais interessantes para os catadores que coletam resíduos no local utilizado para descarte dos mesmos.

A coleta seletiva ainda necessita ser mais enfatizada pelo poder público local no contexto da construção civil no município, apesar da PNRS prever a sua implantação nos municípios, assim como o estabelecimento de metas para esse processo, aspectos que fazem parte do conteúdo mínimo que deve constar nos planos de gestão integrada de resíduos sólidos dos entes municipais. Visando obter melhorias para a gestão dos resíduos, a Semurb contempla a aquisição de contêineres e o aprimoramento da abrangência dos serviços de coleta e transporte.

O transporte dos RCD realizado a encargo da Semurb visa encaminhar os resíduos até o ponto de deposição utilizado para esta finalidade, que fica às proximidades da Rodovia Transamazônica, no KM 18, no sentido do município de Novo Repartimento. Ressalte-se que no município não existem ATTs para efetuar a segregação dos RCD. A distância percorrida até o ponto de deposição é um pouco abaixo do levantamento do Sinir-2019, em média 25,8 km para os municípios brasileiros em situação adequada quanto à destinação (Sinir, 2023b).

Esta diferença pode indicar um menor esforço na escolha de locais adequados para o descarte, o que é uma característica comum do descarte irregular, onde os resíduos são frequentemente depositados em áreas mais próximas e de fácil acesso, sem a preocupação com a destinação ambientalmente adequada.

O processo de coleta, triagem e transporte de RCD em Tucuruí apresenta diversas fragilidades, desde a ausência de ecopontos e locais adequados para pequenos geradores até a insuficiência de recursos para fiscalização e controle do descarte irregular. A estrutura operacional da Semurb é limitada, o que compromete a eficiência da coleta e dificulta o monitoramento da destinação final dos resíduos.

A falta de campanhas de conscientização, de políticas de capacitação dos agentes e de parcerias com cooperativas agrava o cenário, evidenciando a necessidade de ações integradas que promovam a melhoria da gestão dos resíduos, com foco na sustentabilidade e no cumprimento da legislação ambiental vigente.

4.1.5.3 Tratamento e disposição final

4.1.5.3.1 Formas de tratamento

Atualmente, o município de Tucuruí enfrenta desafios significativos no tratamento dos RCD. Não há infraestrutura adequada para reciclagem ou gestão desses resíduos eficientes, o que incorre em descarte irregulares, sendo a coleta diferenciada e a triagem dos resíduos ainda limitadas.

Verificou-se a inexistência no município de programas e políticas de incentivo de reciclagem ou reutilização de RCD gerados em obras públicas e privadas. Nesse sentido, de acordo com a Semma e a Semurb, não há, por exemplo, parcerias estabelecidas com empresas de reciclagem para facilitar o reaproveitamento dos materiais coletados. Nesse sentido, a proposta de implantação de uma usina de reciclagem de RCD Classe A em Tucuruí, em que constem discussões técnicas (Siqueira, 2018), carece de iniciativa do poder público para sua implantação. Uma usina com essa atividade permitiria a transformação de resíduos em novos materiais de construção, contribuindo para o desenvolvimento sustentável.

O município não desenvolveu ações nessa direção e conforme a Semurb, não tem conhecimento das orientações da ABNT NBR 15114/2004, em relação às diretrizes para projeto, implantação e operação das áreas de reciclagem. O fortalecimento das associações, cooperativas e outras formas de organização popular é um aspecto crucial para a gestão sustentável dos resíduos e que ainda precisa ser viabilizada pela gestão municipal.

Trata-se de uma ação que não apenas melhora a gestão dos RCD, mas também promove a inclusão social, a geração de renda e a conscientização ambiental. Para um impacto efetivo, é importante que haja um trabalho conjunto entre a comunidade, o poder público e outras entidades envolvidas.

Na mesma linha, o fomento ao financiamento público para associações e cooperativas de reciclagem no município é essencial para garantir a viabilidade e o crescimento dessas iniciativas. Ressalte-se que o município não tem empreendido ações efetivas nesse sentido,

tendo em vista apoiar a sustentabilidade ambiental e promover a inclusão social e o desenvolvimento econômico local.

A Cooperativa de Materiais de Reciclagem de Tucuruí (Copemart) é uma das poucas iniciativas para ativar a atividade de reciclagem no mercado de recicláveis no município. Ela realiza a triagem e reciclagem de resíduos sólidos recicláveis, retirando do meio ambiente materiais como plásticos, metais, papéis e vidros. Os resíduos são entregues por catadores, que são remunerados com um valor relativo a determinado volume.

Os catadores atuam no local de descarte ou em bairros da cidade em pontos geração diversos, sendo os resíduos de várias tipologias. Por sinal, esses catadores, especialmente os que trabalham no ponto de deposição da Rodovia Transamazônica, não são vinculados a qualquer cooperativa.

Apesar do impacto positivo, a Copemart enfrenta desafios, como a falta de maior apoio às políticas públicas locais, que poderiam ampliar suas operações e resultados ambientais. Além disso, verificou-se que a prefeitura não tem atuado efetivamente em relação ao controle e cadastro dos catadores que operam na área de descarte no município, atuando em condições precárias, bem como dos coletores dos resíduos gerados nas obras.

Dentre alguns aspectos ainda ausentes na agenda da gestão local, considerando como podem ser implementadas e os benefícios que isso pode trazer, observou-se questões como linhas de crédito específicas, com condições favoráveis, como juros baixos e prazos de pagamento alongado; capacitação para acesso a recursos; e ações para conscientização e mobilização por meio de campanhas sobre a importância da reciclagem e o papel das cooperativas para incentivar o apoio da comunidade e, conseqüentemente, a demanda por seus serviços.

Diante da abundância de recursos naturais e potenciais desafios econômicos e sociais no município o desenvolvimento de novos materiais a partir da reciclagem em Tucuruí pode trazer resultados interessantes. Nesse sentido, embora possa se beneficiar de estudos e projetos focados em reaproveitamento local de resíduos, considerando as áreas de pesquisa e ideias aplicáveis à realidade da cidade, o representante da Semurb afirmou não haver parceria do município com universidades e institutos de pesquisas para o desenvolvendo de materiais sustentáveis.

Verificou-se a partir dos questionamentos feitos às lojas de material de construção que estas não priorizam a revenda de materiais sustentáveis, porém a aquisição desses materiais faz parte da política de algumas empresas, embora com baixos índices. Em se tratando de logística reversa, assim como em muitas cidades brasileiras, o município ainda enfrenta desafios recentes

para ser amplamente implantada. No entanto, a cidade apresenta potencial para estruturar um sistema de reaproveitamento de resíduos sólidos, especialmente com a colaboração de catadores.

Uma pequena parte das maiores lojas no município, relacionadas à cadeia produtiva da construção civil do segmento varejista de material de construção, realiza alguma forma de operação diretamente com a empresa geradora do produto. A maioria delas desconhece o conceito de logística reversa, conforme disposto na Lei 12.305 de 2010. O município de Tucuruí não possui um acordo setorial específico para logística reversa registrado no âmbito nacional. As secretarias municipais inquiridas informaram que o município não estabeleceu parcerias com empresas a fim de cobrar por serviços prestados para executar a logística reversa.

No entanto, é importante saber que os acordos setoriais de logística reversa no Brasil são firmados em nível nacional entre o governo e setores produtivos, com foco em produtos como lâmpadas, pneus, pilhas, baterias, embalagens em geral, eletrônicos e óleos lubrificantes, sendo esses acordos aplicáveis a todos os municípios, incluindo Tucuruí.

A logística reversa pode ser ativada no município por meio da adesão aos programas nacionais já existentes. Para isso, é necessário o envolvimento de empresas locais, do governo municipal e da população no cumprimento da PNRS, que regulamenta a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos.

Em termos de outras formas de tratamento, como compostagem, biodigestão e recuperação energética, são muito incipientes as iniciativas no município, e no nível institucional ainda há muito a ser feito. As formas de tratamento de RCD são essenciais para a implementação de uma gestão integrada e eficiente em Tucuruí. A adoção de práticas como a reutilização, reciclagem e o aproveitamento de materiais provenientes da construção pode reduzir significativamente os impactos ambientais causados pelo descarte inadequado desses resíduos.

No entanto, para que essas formas de tratamento sejam eficazes, é necessário um esforço conjunto entre poder público, setor privado e sociedade civil, promovendo a conscientização e oferecendo infraestrutura adequada para o manejo dos RCD. A análise da gestão integrada em Tucuruí destaca a importância de políticas públicas mais robustas e a criação de incentivos para a adoção de práticas sustentáveis, com o objetivo de transformar o cenário atual e promover um desenvolvimento urbano mais sustentável e responsável.

4.1.5.3.2 Disposição final

O cenário atual da provisão final de RCD em Tucuruí apresenta características típicas de municípios brasileiros com infraestrutura limitada para gerenciamento de resíduos. Os principais problemas estão relacionados à ausência de locais regulamentados para RCD, falta de aterros exclusivos e impactos ambientais e urbanos.

A falta de locais licenciados em que constem o registro da destinação dos resíduos no município se estende no que refere à disposição de resíduos classe A em usina de beneficiamento ou aterro de inertes; destinação de resíduos Classe B para área de triagem e reciclagem; disposição de resíduos Classe C em aterro sanitário; e destinação de Resíduos Classe D para incineração ou logística reversa.

Muitos RCD em Tucuruí são descartados de forma restrita em áreas de bota-fora, terrenos baldios ou margens de rios, causando impactos ambientais e urbanos, em parte devido à baixa fiscalização. Essas práticas resultam em problemas de assoreamento de igarapés, poluição visual e manipulação de áreas urbanas. Em períodos de chuva, aumentam as dificuldades de drenagem contribuindo para alagamentos.

Foi possível verificar que os resíduos frequentemente são descartados de maneira irregular em áreas públicas, o que causa impactos ambientais e urbanos. A Semurb informou que os resíduos são retirados das obras pelas empresas responsáveis e descartada “no local de depósito de entulho”. Isso é agravado pela falta de conscientização ambiental dos geradores e pela ausência de infraestrutura e fiscalização efetiva para o gerenciamento desses materiais.

Ainda de acordo com a Semurb, muitos “entulhos” são utilizados para aterrar encostas de córregos para construção de imóveis, causando diversas complicações, como evidenciado por estudos que apontam a existência de edificações executadas muito próximas às margens de igarapé, ultrapassando o limite da área de preservação permanente e representando riscos à saúde e à segurança dos moradores, bem como para a aceleração do processo de degradação ambiental, haja vista a significativa presença de lixo às margens do igarapé (Sousa; Rocha; Neto, 2023). Nesse sentido, a Semoh não respondeu as informações relativas às demandas a encargo do setor de fiscalização concernente às obras irregulares.

Os RCD, assim como os demais resíduos sólidos são encaminhados para o lixão de Tucuruí. Em muitas cidades, assim como na área de estudo, os lixões ainda são uma realidade devido à falta de infraestrutura para aterros sanitários adequados, como preconiza a PNRS.

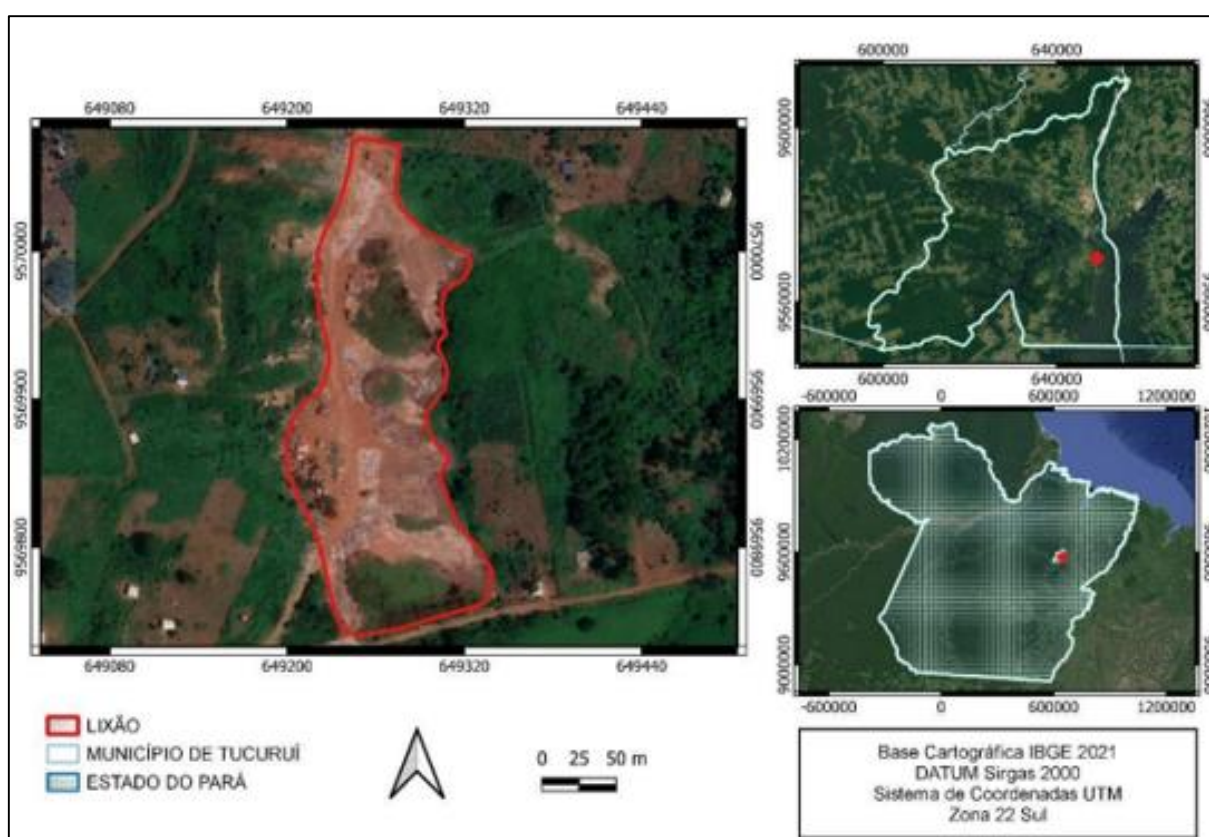
O local é habitado por inúmeras famílias, sendo que muitas se dedicam à atividade de catação. Trata-se de uma questão relevante de gestão ambiental e saúde pública. Os moradores

e catadores estão expostos à falta da qualidade de vida e a precariedade das condições de trabalho, comuns nessas áreas, devido à diversos agentes causadores de doenças, o que representa graves riscos à integridade física e psicológica, conforme aponta Sousa (2022).

Esses trabalhadores vivem em total condição de vulnerabilidade social e, por vezes, sofrem marginalização por parte da sociedade, atrelada à dificuldades para acessar serviços básicos como saúde e educação, além de estarem sujeitos à exploração por parte de intermediários que compram materiais recicláveis a preços muito baixos (Odoricio, *et al.*, 2024).

Desse modo, o lixão de Tucuruí, como outros lixões, apresenta efetivamente diversos problemas ambientais que afetam diretamente o meio ambiente e a saúde das pessoas. É possível observar alteração na qualidade do solo, riscos evidentes de contaminação da água, poluição visual e do ar (Odoricio, *et al.*, 2024).

Figura 13 – Localização do lixão de Tucuruí-PA



Fonte: Adaptado de Odoricio *et al.* (2024)

A disposição inadequada no Brasil em 2022 foi mais intensa em termos percentuais na Região Norte, segundo o Panorama da Abrelpe, com índice de 63,4% do total dos resíduos

gerados na Região. A exemplo da área de estudo, a maioria dos municípios dessa região (354 de um total 450, apresentam situação inadequada quanto à destinação de resíduos sólidos, dispostos em lixões ou aterros controlados.

O MPPA, por meio do representante do Grupo de Apoio Técnico Interdisciplinar, em atendimento a solicitação da 3ª Promotoria de Justiça de Tucuruí, prestou esclarecimentos sobre as medidas adotadas pelo órgão quanto à gestão integrada dos resíduos de construção civil no município de Tucuruí-PA, conforme trecho a seguir.

O MPPA tem recomendado o cessamento imediato das disposições irregulares de resíduos de construção civil, e o isolamento da área em questão de forma a impedir a entrada de pessoas não autorizadas, assim como, o cumprimento da destinação final dos resíduos sólidos de acordo com o que preconiza a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei federal nº 12.305/10), já que na maioria dos casos a disposição dos resíduos vem sendo realizados in natura a céu aberto, configurando assim crime ambiental (Progênio, 2024).

Resolver o problema do lixão de Tucuruí exige esforços conjuntos do governo, empresas e sociedade civil para garantir um desenvolvimento sustentável e preservar o meio ambiente local. A cidade precisa implementar urgentemente medidas para evitar que os RCD sejam enviados ao lixão, priorizando sua reutilização e reciclagem. Além disso, a criação de cooperativas ou parcerias com empresas especializadas pode reduzir os custos e gerar empregos, promovendo sustentabilidade.

4.1.6 Gerenciamento nas obras sujeitas ao PGRCC

A avaliação do gerenciamento de resíduos da construção civil nas obras sujeitas ao Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC), no município de Tucuruí-PA, foi conduzida com base nas diretrizes estabelecidas por Silva e Lopes (2021) no Manual para Elaboração e Implantação do PGRCC. Essa análise considerou tanto as práticas adotadas no cotidiano das obras quanto os impactos ambientais identificados no decorrer do processo.

As visitas foram realizadas a 8 (oito) obras, sendo estas compostas por reformas, construções novas e ampliações. O Quadro 20 apresenta as características destas obras, com o objetivo proporcionar uma visão mais abrangente sobre suas particularidades, bem como do contexto em que ocorrem as práticas de gestão de resíduos. Os principais resultados obtidos a partir das observações in loco e da aplicação de questionários revelam um cenário desafiador para a gestão integrada dos resíduos da construção civil no município. Verificou-se que a

maioria das obras ainda não adota procedimentos adequados de separação, armazenamento e destinação dos resíduos gerados.

Um dos obstáculos mais recorrentes identificados durante a pesquisa foi a ausência de capacitação técnica e de uma cultura organizacional voltada à educação ambiental entre os profissionais da construção civil. Essa lacuna formativa reflete diretamente na forma como os resíduos são gerenciados nos canteiros de obras, evidenciando o desconhecimento ou a negligência em relação às diretrizes estabelecidas pelo PGRCC.

A falta de treinamentos contínuos, aliados à baixa sensibilização quanto à importância da sustentabilidade no setor, resulta na adoção de práticas inadequadas de separação, armazenamento e destinação final dos resíduos. Esse cenário compromete significativamente a efetividade das ações previstas no plano, uma vez que a gestão integrada de resíduos depende, em grande medida, do engajamento e da atuação consciente de todos os agentes envolvidos nas diferentes etapas da obra.

Quadro 20 – Síntese das edificações estudadas

Obra	Tipo	Sistema Construtivo	Etapa	Área Construída (m²)	Responsável Técnico
1	Reforma/ ampliação	Alvenaria estrutural	Alvenaria	1.000	Não
2	Reforma/ ampliação	Alvenaria estrutural	Instalações hidrossanitárias	180	Não
3	Reforma/ ampliação	Alvenaria estrutural	Forro de gesso	120	Não
4	Ampliação	Estrutura de concreto armado	Cobertura	40	Não
5	Construção	Estrutura de concreto armado com vedação em alvenaria	Fundações	50	Não
6	Construção	Estrutura de concreto armado com vedação em alvenaria	Pintura	220	Sim
7	Construção	Estrutura de concreto armado com vedação em alvenaria	Reboco interno/externo	900	Sim
8	Reforma/ Ampliação	Alvenaria estrutural	Forro de gesso	45	Não

Fonte: Elaborado pelo autor.

Boa parte dos profissionais entrevistados não demonstrou ter conhecimento técnico sobre os procedimentos adequados para o manejo de resíduos, bem como sobre as legislações ambientais aplicáveis relacionadas à gestão de resíduos da construção civil, como a Resolução Conama 307/2002 ou a Lei 12.305/2010 (Lei de Política Nacional de Resíduos Sólidos).

O questionário aplicado revelou que as empresas responsáveis pelas obras não possuíam documentos ou planos formalizados que orientassem a gestão dos resíduos. Além disso, em todas obras analisadas independentemente do tipo (reforma, construção ou ampliação), não foi identificado que a Prefeitura de Tucuruí exija a implementação do PGRCC.

Em um cenário onde o poder público não exige formalmente a elaboração e execução do plano, os gestores e responsáveis pelas obras tendem a não adotar medidas necessárias para cumprir as diretrizes previstas pelos instrumentos legais que regulamentam a gestão dos resíduos da construção civil no Brasil. Este quadro reflete a falta de conscientização e capacitação dos profissionais sobre as exigências legais.

Foi observado, em uma obra de ampliação, que os operários desconheciam completamente as alternativas técnicas para o reaproveitamento de materiais, como o uso de areia reciclada ou agregados provenientes de resíduos da construção civil. O gerenciamento dos resíduos era realizado de forma improvisada e sem qualquer diretriz técnica ou normativa, resultando no descarte inadequado de sobras de concreto diretamente no solo ou em áreas adjacentes à construção, sem preocupação ambiental ou controle sobre os impactos causados.

Em outras obras visitadas, embora houvesse algumas tentativas pontuais e informais de separar materiais potencialmente recicláveis — como plásticos, metais ou madeira —, essas ações eram esporádicas e marcadas pela ausência de sistematização. Faltava um planejamento prévio e não havia nenhum profissional identificado como responsável pelo gerenciamento dos resíduos. Quando ocorria algum tipo de segregação, esta era realizada de forma limitada e pouco eficaz, sem distinção clara entre os tipos de resíduos conforme as classes estabelecidas pela Resolução CONAMA nº 307/2002 (classes A, B, C e D). Isso dificultava tanto o reaproveitamento adequado quanto o encaminhamento correto dos materiais para destinações ambientalmente adequadas.

Em um caso específico de obra de reforma e ampliação residencial, foi constatada uma tentativa de separação de materiais como madeira, restos cerâmicos, solo de escavação (aterro) e embalagens plásticas. No entanto, todos esses resíduos eram depositados diretamente no quintal da residência, em áreas improvisadas, sem qualquer tipo de padronização, proteção do solo ou controle sobre a posterior destinação. Essa prática, além de não atender aos princípios

da gestão integrada de resíduos da construção civil, representa um risco ambiental e sanitário, além de evidenciar a carência de orientação técnica e fiscalização por parte do poder público.

Figura 14 – Materiais dispostos sem segregação adequada em obras residenciais



Fonte: Elaborado pelo autor.

Desse modo, a ausência de um plano formalizado compromete diretamente as ações de segregação, minimização e destinação correta dos resíduos gerados. Embora algumas obras tivessem práticas informais de separação de materiais, a falta de padronização e a ausência de diretrizes específicas resultaram em processos pouco eficientes e muitas vezes desorganizados.

Durante a observação das obras, não foram encontradas informações concretas sobre a quantidade de resíduos gerados ou categorias específicas de RCD. A geração de resíduos da construção civil nas obras foi considerável, mas sem controle adequado. O questionário revelou que, em média, as obras geravam volumes significativos de resíduos, como blocos cerâmicos, concreto (areia, brita) e madeira, entre outros. No entanto, os profissionais da construção civil desconheciam em grande parte a quantidade exata de resíduos gerados, e não havia registros de atualização periódica sobre a quantidade e os tipos de resíduos.

Em uma obra de ampliação, por exemplo, a geração de entulho de aterro, concreto e restos de materiais cerâmicos era elevada, mas sem qualquer controle específico sobre como esses resíduos seriam reutilizados ou destinados. Os RCD foram simplesmente dispostos nas imediações da obra.

Figura 15 – Resíduos de construção civil descartados sem controle



Fonte: Elaborado pelo autor

Desse modo, a falta de controle e monitoramento da geração de resíduos nas obras é evidente, com as empresas e construtores não adotando métodos de quantificação ou segregação dos resíduos por tipos e classes. Isso dificulta o planejamento e controle das quantidades de resíduos, resultando em um desperdício significativo de materiais e em impactos ambientais negativos.

A educação ambiental é um aspecto praticamente ausente nas obras visitadas. Nenhuma das obras realiza ações educativas com seus funcionários para conscientizá-los sobre a importância da gestão adequada dos resíduos ou sobre os benefícios ambientais da redução, reutilização e reciclagem de RCD. A ausência de capacitação específica sobre o tema é um dos principais obstáculos para a implementação de práticas sustentáveis nas obras.

Em relação às estratégias de redução de resíduos, foi identificado que, embora algumas obras adotem práticas como o uso de materiais mais eficientes e a reutilização de materiais, a maior parte das construções no município de Tucuruí-PA ainda apresenta elevados índices de desperdício. Os resíduos inertes, como concreto e tijolos, são frequentemente descartados sem possibilidade de reaproveitamento, aumentando a pressão sobre os aterros e as áreas de

descarte. Em um número restrito de obras, foi observada a reutilização de concreto e outros materiais na própria construção, contribuindo para a diminuição da geração de resíduos.

Em relação à triagem e acondicionamento dos resíduos, foi verificado que nas obras visitadas não existem procedimentos sistemáticos para segregar os resíduos por classe ou tipo. Os resíduos são frequentemente misturados, o que compromete a qualidade da reciclagem e o aproveitamento dos materiais.

Figura 16 – Ausência de segregação adequada de materiais recicláveis



Fonte: Elaborado pelo autor.

Não foram observados pontos de coleta adequados ou estruturas para o armazenamento adequado dos resíduos. Além disso, o armazenamento inadequado em áreas externas, sem proteção contra intempéries, faz com que muitos resíduos se percam ou sejam contaminados, aumentando o volume de rejeitos.

Figura 17 – RCD sem acondicionamento adequado em obras de construção civil



Fonte: Elaborado pelo autor.

Nem mesmo as construtoras de maior porte, potencialmente conscientes das exigências ambientais, implementaram sistemas de segregação mais eficazes, com a separação dos resíduos por tipo e a utilização de contenedores apropriados para armazená-los.

A destinação também é uma preocupação, já que as empresas não mantêm registros ou documentação formal sobre o transporte externo de RCD. Em relação ao transporte interno, o processo é informal, sem o uso de equipamentos especializados na maioria delas, o que resulta em eficiência limitada e em possíveis danos ao meio ambiente.

O transporte externo, por sua vez, também carece de maior organização, com falhas na logística, o que causa o descarte irregular de resíduos em locais não autorizados. Em uma obra de construção, o transporte de resíduos para o local de destinação foi realizado sem o uso de manifestos de transporte, o que compromete a rastreabilidade e o cumprimento das normas ambientais.

Em relação à destinação final dos resíduos, a pesquisa indicou que também foi um ponto crítico, pois as obras não seguem os procedimentos legais de destinação e transporte dos resíduos para locais apropriados, mas ainda destinam seus materiais de maneira inadequada, o

que representa um risco para o meio ambiente. Em nenhuma obra, observou-se que a destinação dos resíduos estava em conformidade com a legislação, não sendo os materiais enviados para locais adequados como centros de reciclagem, aterros licenciados ou utilizados em obras de infraestrutura pública. Observou-se em uma obra de reforma que grandes quantidades de restos de cerâmica e tijolos foram descartadas no terreno da própria obra, o que pode comprometer o solo e os recursos hídricos da área.

Quanto à logística reversa, não foi observada a prática de recolhimento e retorno de materiais para reciclagem, ou qualquer tipo de parceria com cooperativas ou recicladoras. Além disso, laudos de Avaliação de Passivo Ambiental não foram encontrados nas obras, evidenciando a falta de compromisso com a gestão dos impactos ambientais.

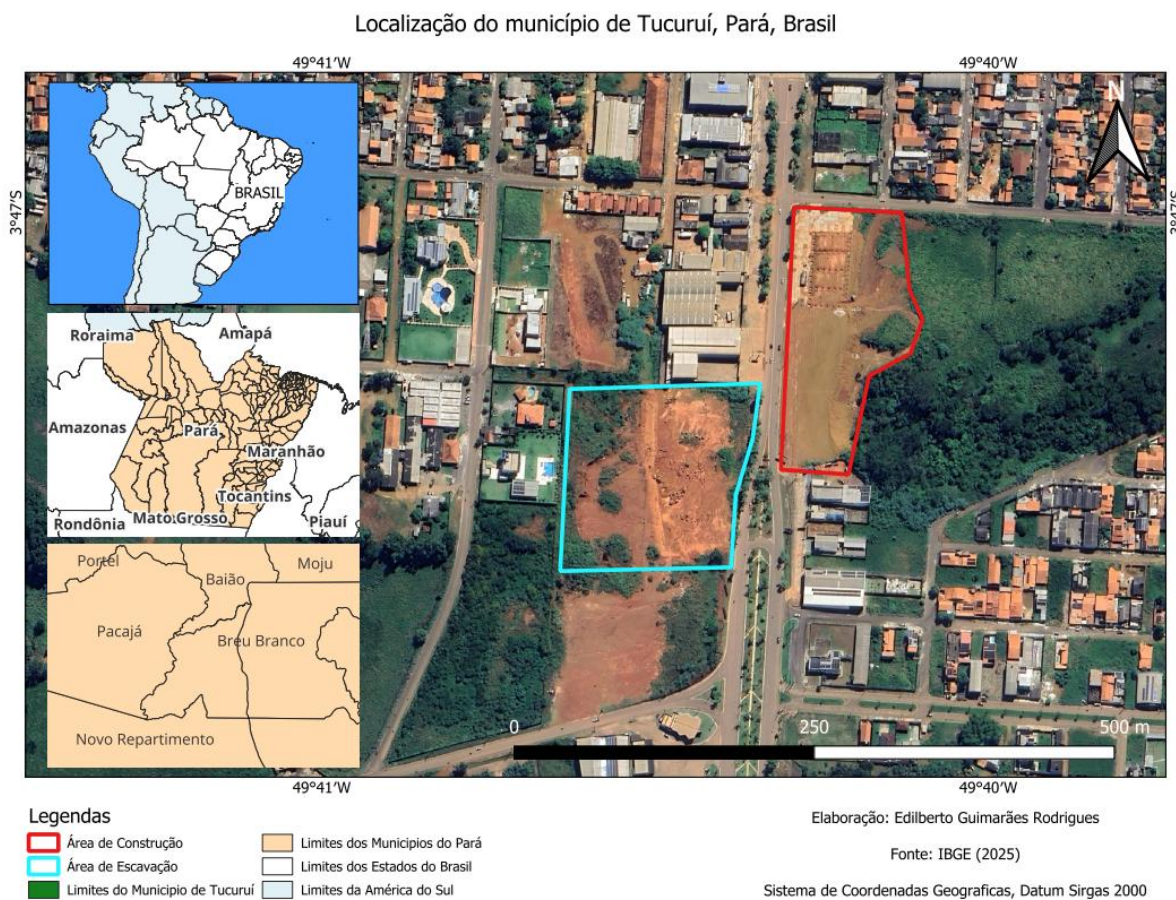
Nesse sentido, a falta de um gerenciamento adequado de resíduos resultou em impactos ambientais, como o descarte inadequado de resíduos em áreas não autorizadas, além de possíveis contaminações do solo e da água. A ausência de um PGRCC formal e de práticas de reutilização e reciclagem também contribuiu para o aumento da quantidade de resíduos destinados aos locais de descarte, impactando diretamente o sistema de gestão de resíduos da cidade.

Em uma obra de reforma, os resíduos de pintura e revestimentos cerâmicos foram descartados sem a devida segregação, podendo prejudicar o meio ambiente e aumentar a pressão sobre os sistemas de gestão de resíduos de Tucuruí. Uma outra obra envolveu a retirada de aterro de um morro e o aterramento de um terreno para a construção, em que pese os principais impactos ambientais e urbanos geralmente associados a esse tipo de atividade, que podem ser diversos e devem ser analisados sob várias perspectivas.

Os impactos no solo e no subsolo podem se relacionar à erosão do morro, pois a retirada de aterro pode levar à degradação do solo e ao aumento da erosão, especialmente se não houver um manejo adequado. A remoção de terra pode deixar o terreno instável, aumentando o risco de deslizamentos de terra, especialmente durante a temporada de chuvas. Além disso,

A mudança no perfil do terreno e no uso do solo, além de alterar a paisagem, pode afetar as características geotécnicas da área, o que pode comprometer a estabilidade de futuros empreendimentos na região. Pode também impactar a vegetação local, e ocasionar impactos sociais e urbanos.

Figura 18 – Vista da obra em aterro e respectiva área de escavação



Fonte: Fonte: RODRIGUES, Edilberto Guimarães; SILVA, Leonardo dos Santos. Mapa de localização com imagem de satélite adaptada a partir do Google Earth [imagem]. Tucuruí: Universidade Federal do Pará, 2024.

Os impactos de uma obra que envolva a retirada de aterro de um morro e o aterramento de um terreno podem ser significativos, afetando o solo, a vegetação, a fauna e os recursos hídricos locais. Portanto, é importante que a obra seja acompanhada por um planejamento ambiental adequado, com medidas de mitigação, controle de erosão e recuperação das áreas afetadas, garantindo a sustentabilidade do projeto e minimizando os impactos negativos no meio ambiente.

Em muitas cidades brasileiras, incluindo Tucuruí, o setor da construção civil é um dos que mais enfrentam questões relacionadas à saúde e segurança no trabalho. Com o crescimento de obras de infraestrutura, como as relacionadas à hidrelétrica de Tucuruí, e o aumento da urbanização, os riscos no setor da construção civil tendem a ser elevados.

Na esteira do projeto “Construindo Mais Cidadania”, criado pelo Sindicato da Indústria da Construção do Estado do Pará (Sinduscon-PA), em 2019 foi assinado um acordo de cooperação técnica com o Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Pará (Crea-PA), com objetivo de ampliar o tema técnico “Segurança no canteiro de obra”, e expandir o projeto

pelo interior do Estado, em que utiliza a infraestrutura do novo parceiro para levar às cidades de Altamira, Bragança, Marabá, Paragominas, Parauapebas, Santarém e Tucuruí (Sinduscom-PA, 2019).

No entanto, verificou-se que o sistema de gestão de saúde e segurança no trabalho é ausente, com pouca atenção dedicada aos aspectos de segurança relacionados, por exemplo, ao manejo de resíduos perigosos, como materiais contaminantes e substâncias tóxicas. Em muitas obras na cidade, é possível observar a ausência de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) adequados, como os capacetes e os protetores auriculares, essenciais para a proteção contra quedas de materiais e exposição ao ruído excessivo.

Além disso, ainda há o uso de andaimes improvisados, sem a devida regulamentação ou manutenção, o que aumenta o risco de acidentes, como quedas de altura, uma das principais causas de acidentes fatais em canteiros de obra.

Figura 19 Exposição de trabalhadores da construção civil à condições inadequadas



Fonte: Elaborado pelo autor.

Essa falta de um sistema estruturado de gestão de segurança no trabalho reflete uma postura de descaso por parte dos responsáveis, que não priorizam a saúde e a segurança dos trabalhadores, comprometendo não apenas a qualidade da obra, mas também o bem-estar das pessoas envolvidas na construção. A adoção de normas e práticas de segurança adequadas é essencial para garantir ambientes de trabalho mais seguros e prevenir acidentes.

Em se tratando do uso de ferramentas de gestão para o controle de resíduos, como softwares ou sistemas de monitoramento, constatou-se que é uma prática inexistente nas obras visitadas. As empresas não aplicam tecnologias avançadas para otimizar a gestão de resíduos, como a reciclagem in loco ou o uso de agregados reciclados.

A qualidade da gestão é comprometida pela falta de ferramentas adequadas e conhecimento técnico, resultando em práticas ineficientes e com potencial de impacto ambiental significativo. Nenhuma das obras possui selo de qualidade ou está registrada em sistemas de certificação como LEED ou Selo Casa Azul, que incentivam a aplicação de práticas sustentáveis. A ausência dessas certificações reflete a falta de um compromisso formal com práticas ambientais e com a transparência nos processos de gestão de resíduos e de sustentabilidade.

Durante a visita a 8 obras de construção civil em Tucuruí-PA, que incluíram construções novas, reformas e ampliações, foi possível observar diversos aspectos relacionados ao desempenho dos projetos e à qualidade dos materiais empregados. A seguir, são abordados os principais pontos de análise, com ênfase nos requisitos da norma de desempenho e o uso de materiais e tecnologias sustentáveis nas obras.

Uma das questões analisadas nas obras foi se os projetos consideram os requisitos da norma de desempenho (NBR 15575/2013) para os diversos sistemas estruturais, como pavimentos, vigas, vedações verticais internas e externas, cobertura e instalações hidrossanitárias.

Nos projetos visitados, a maioria das obras não demonstrou aderência clara aos requisitos da norma de desempenho. Observou-se que muitas obras não se baseiam em um estudo técnico aprofundado para garantir o desempenho adequado das estruturas, o que é essencial para a segurança, durabilidade e eficiência energética dos edifícios.

Embora as obras visem a execução de sistemas estruturais e de vedação em conformidade com as normas tradicionais de construção, o atendimento específico aos critérios da NBR 15575 (que trata do desempenho de edificações habitacionais) não foi verificado de forma sistemática. Isso indica uma possível lacuna nos projetos e na execução das obras.

Em relação aos sistemas hidrossanitários, algumas obras mostraram conformidade com os requisitos técnicos básicos, mas deficiências em especificações e detalhes técnicos indicam a necessidade de melhorias na qualidade da execução desses sistemas.

O uso de materiais de qualidade é um fator essencial para garantir a durabilidade das edificações e, conseqüentemente, para reduzir os custos de manutenção e aumentar a eficiência dos sistemas. Em consonância com o que aponta Günther e Grimber (2006) no trabalho de Lima (2012), a escolha de materiais adequados é uma alternativa importante para a melhoria das condições de manutenção e para a garantia da vida útil das edificações.

Nas obras observadas, é quase ausente o emprego de materiais sustentáveis ou de qualidade superior com vistas à durabilidade e à redução da manutenção. As obras utilizam materiais tradicionais, como blocos cerâmicos, argamassa simples, e algumas telhas de fibrocimento, sem considerar opções mais sustentáveis ou de menor necessidade de manutenção, como vidros de alta eficiência térmica, isolantes acústicos ou pinturas mais resistentes.

O uso de materiais reciclados ou com menor impacto ambiental também foi praticamente inexistente, indicando uma oportunidade perdida para adotar alternativas mais sustentáveis e que contribuem para a redução de custos operacionais ao longo da vida útil da edificação.

Em relação à sustentabilidade e ao uso de tecnologias inovadoras, verificou-se que são aspectos ausentes, como iniciativas de energia fotovoltaica e sistemas de captação, mesmo de maneira não sistemática. Nenhuma das obras mostrou a implementação de um sistema fotovoltaico, visando a geração de energia renovável para o consumo próprio, refletindo uma falta de incentivo e de conhecimento sobre os benefícios da energia solar. Do mesmo modo, as obras visitadas não incorporaram a captação de água pluvial como parte de sua estratégia de gestão de recursos hídricos. Este sistema ajuda a reduzir o consumo de água potável e a preservação de recursos naturais, mas a adoção dessa tecnologia está longe de ser uma prática comum nas obras visitadas.

Embora práticas dessa natureza possam ser vistas em algumas edificações na cidade, essas iniciativas, embora positivas, são isoladas e não refletem uma tendência generalizada na construção civil em Tucuruí, onde a falta de incentivos fiscais e o desconhecimento técnico dificultam a implementação dessas soluções.

Apesar de a sustentabilidade ser uma pauta crescente na construção civil, as obras visitadas em Tucuruí não demonstram uma incorporação efetiva de práticas sustentáveis. A maioria das obras não segue os requisitos da norma de desempenho relacionados a sistemas

estruturais, piso, vedações e outros componentes, limitando a aplicação de tecnologias sustentáveis e materiais ecológicos.

A análise do gerenciamento de resíduos da construção civil no município, permitiu ainda identificar algumas iniciativas relacionadas a soluções compartilhadas para o manejo dos RCD, apesar de se tratar de um cenário ainda emergente e pouco consolidado. Existem algumas práticas de parcerias informais e intercâmbio de informações dentro das empresas, mas elas são limitadas, e a falta de uma política pública estruturada impede o crescimento desse modelo de gestão. Ressalte-se a importância do estabelecimento de parcerias consorciadas e práticas de intercâmbio de informações entre empresas e gestores no setor da construção civil local.

Nesse sentido, em relação às propostas de parcerias consorciadas no manejo dos resíduos da obra, a pesquisa revelou que, até o momento, não há uma cultura consolidada de parcerias consorciadas entre as empresas de construção civil em Tucuruí para o manejo de resíduos da construção civil. Em termos de soluções colaborativas, o setor privado ainda enfrenta desafios significativos para implementar parcerias estruturadas com recicladoras ou cooperativas locais que possam atuar de forma conjunta na gestão, segregação e destinação dos resíduos.

No tocante ao intercâmbio de informações, trata-se de uma prática ainda muito limitada entre as diferentes obras dentro das empresas de construção civil em Tucuruí. Embora algumas empresas tentem compartilhar experiências e práticas entre diferentes canteiros de obras, essas iniciativas são informais e descentralizadas, sem uma estrutura clara de documentação ou de feedback.

O compartilhamento de boas práticas entre empresas distintas de construção civil em Tucuruí, por sua vez, é quase inexistente. O setor ainda não tem uma rede formalizada de intercâmbio de informações sobre gestão de resíduos que envolva diferentes players da construção civil, o que limita o impacto das ações e a ampliação dessas práticas para outras empresas e projetos.

Os principais desafios para a implementação de soluções compartilhadas em Tucuruí incluem:

- Falta de incentivo governamental para a formação de parcerias consorciadas, como subsídios ou regulamentações que facilitem o compartilhamento de recursos entre empresas.
- Baixa conscientização do setor privado sobre os benefícios do compartilhamento de práticas e da colaboração interempresarial.

- Falta de infraestrutura adequada para o armazenamento, transporte e reciclagem de materiais de forma eficiente e em larga escala.

É fundamental, portanto, que as empresas do setor comecem a adotar práticas de gestão integrada de resíduos por meio de parcerias consorciadas e de um intercâmbio de informações mais eficaz para melhorar a destinação dos resíduos e aumentar a sustentabilidade da construção civil em Tucuruí. O apoio governamental e a criação de incentivos fiscais ou programas de parcerias públicas e privadas podem ser o caminho para a implementação dessas práticas de maneira mais robusta e eficaz.

Desse modo, os resultados encontrados nas 8 obras visitadas em Tucuruí-PA indicam uma falta de estruturação e organização no gerenciamento de resíduos da construção civil. A ausência de conhecimento sobre normas e legislações, a falta de práticas sustentáveis e a deficiência em educação ambiental e capacitação técnica são os principais desafios enfrentados. Além disso, a ausência de ferramentas de gestão e a falta de compromisso com a sustentabilidade dificultam a implementação de um sistema eficaz de gerenciamento de resíduos.

Portanto, é fundamental que as autoridades públicas e o setor privado se mobilizem para promover a educação ambiental, capacitação dos profissionais, adaptação às legislações e a utilização de tecnologias sustentáveis. Essas ações são essenciais para a redução dos impactos ambientais e a melhoria na eficiência do gerenciamento de resíduos da construção civil em Tucuruí-PA.

4.1.7 Avaliação da gestão integrada de RCD no município de Tucuruí

4.1.7.1 Avaliação do arranjo institucional da gestão de RCD

A avaliação da gestão ambiental local de Tucuruí, com base nos dados apresentados na seção 4.1.1, permitiu identificar a estrutura existente para a gestão de resíduos da construção civil (RCD), utilizando os seis critérios de avaliação propostos por Leme (2016). A Tabela 10 apresenta os dados mais recentes, com um contraste evidente em relação a períodos anteriores.

Embora a pontuação no cenário atual (2017) seja inferior à de anos anteriores (2002-2009), o município ainda mantém um arranjo institucional considerado consolidado para a gestão ambiental local. Isso é demonstrado pela presença de estruturas e processos institucionais importantes, como a existência do conselho municipal de meio ambiente e a legislação específica. Contudo, observa-se uma diminuição nas atividades do fundo municipal

de meio ambiente, o que pode indicar desafios no financiamento de projetos ambientais recentes.

Os resultados desta avaliação mostram que, embora o município tenha mantido uma estrutura robusta, o nível de efetividade das ações e a continuidade de algumas iniciativas, como o financiamento de projetos ambientais, apresentou retrocessos. O contraste entre os dados de 2002-2009 e 2017 reflete uma dinâmica de consolidação institucional, mas também revela áreas que necessitam de atenção, especialmente no que tange ao fortalecimento financeiro das iniciativas de gestão ambiental.

Tabela 10 – Avaliação do arranjo institucional para a gestão municipal local

Aspectos relacionados à Avaliação	Ano	
	2002-2009	2017
Critérios de avaliação		
Existência de estrutura de meio ambiente	Sim	Sim
Existência de conselho municipal de meio ambiente	Sim	Sim
Atividade de conselho municipal de meio ambiente – o conselho realizou reunião nos últimos doze meses	Sim	Sim
Existência de fundo municipal de meio ambiente	Sim	Sim
Atividade de fundo municipal de meio ambiente – o fundo tem financiado ações e projetos para questões ambientais nos últimos doze meses	Sim	Não
Existência de legislação específica para tratar de questão ambiental	Sim	Sim
Classificação do município de Tucuruí quanto à estruturação para a gestão ambiental local	6	5
Arranjo consolidado para gestão	Sim	Sim
Arranjo intermediário		
Sem arranjo		

Fonte: Elaborado pelo autor

Nota: ‘Sim’ indica presença do critério ou classificação; ‘não’ indica ausência

4.1.7.2 Análise da gestão de RCD com base no IGRCD

No contexto da cidade de Tucuruí, este estudo foi conduzido para avaliar a sustentabilidade dos processos de triagem, coleta, tratamento e disposição final de resíduos, utilizando uma abordagem baseada em indicadores específicos com foco na gestão integrada.

Esses indicadores foram organizados em quatro grupos principais: Instrumentos de Gestão, Programas Municipais, Triagem e Coleta de Resíduos de Construção e Demolição

(RCD), e Tratamento e Disposição Final. A partir da análise desses grupos, foram gerados índices de sustentabilidade que refletem a eficiência e a eficácia das práticas adotadas na cidade, fornecendo uma visão abrangente sobre a viabilidade ambiental, econômica e social das ações implementadas. Foram considerados os níveis de gestão associados ao respectivo grau, sendo este: alto igual 8 a 10 pontos; médio igual 4 a 7 pontos; e baixo igual 0 a 3 pontos.

Os resultados dos indicadores dos Instrumentos de Gestão de RCD no município de Tucuruí foram baseados nos principais parâmetros legais e administrativos relacionados à gestão desses resíduos. A análise se concentra em aspectos como a legislação vigente, os planos de gerenciamento e o controle sobre as atividades relacionadas ao transporte e destinação final dos RCD

Tabela 11 – Matriz avaliativa dos instrumentos de gestão de RCD

Instrumentos de gestão de RCD		
Indicadores	Pontuação Limite	Pontuação Aferida
Lei municipal para gestão de resíduos da construção civil	2	0
Plano Municipal de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Construção Civil – PMGRCC	2	0
Análise e aprovação dos Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) antes do início das obras	2	0
Cadastro e monitoramento de transportadores	2	0
Cadastro e monitoramento de áreas licenciadas para recebimento de RCD	2	0
Índice	10	0
Grau	Baixo	

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os resultados refletem o estado atual dos principais mecanismos legais e administrativos que orientam a gestão desses resíduos no âmbito municipal. Os 5 indicadores propostos para esse grupo não pontuaram, obtendo, portanto, um grau baixo. Essa ausência de pontuação reflete uma gestão ineficaz e desorganizada, evidenciando lacunas que precisam ser sanadas para alcançar uma abordagem integrada, eficiente e sustentável na gestão de RCD.

A ausência total de pontuações favoráveis indica uma falha significativa na implementação dos instrumentos de gestão e, assim, revela uma carência integral de estrutura legal e operacional específica para a gestão de RCD no município, indicando uma gestão ineficiente (Paz, 2019). A literatura destaca a importância da legislação para estabelecer diretrizes claras para a gestão dos resíduos, conforme discutido por Leme (2016) sobre a necessidade de um arcabouço legal sólido para a gestão sustentável dos resíduos.

O município de Tucuruí conta com diversas legislações ambientais e urbanísticas que, em tese, deveriam contribuir para a gestão integrada de resíduos sólidos, conforme demonstrado no Quadro 19 – Instrumentos de planejamento no município de Tucuruí. Entre essas normas, estão leis sobre zoneamento, parcelamento do solo, código de obras e regularização fundiária, que poderiam, indiretamente, influenciar a gestão dos RCD ao estabelecer diretrizes para o planejamento urbano e a ocupação do solo. No entanto, apesar da existência dessas legislações, sua aplicação prática se mostra insuficiente para garantir uma gestão eficaz dos resíduos da construção civil.

Moreira *et al.* (2020) analisou o atendimento do PMGIRS de Tucuruí, que está integrado ao plano de saneamento, aos incisos do art. 19 da Lei 12.305/2010, verificando que 47% dos incisos são atendidos de forma satisfatória, enquanto outros são parcialmente atendidos ou ausentes. Essa análise, embora relacionada ao PMGIRS, não garante que a gestão de RCD seja eficaz, pois a pontuação zero no IGRCD demonstra a falta de instrumentos específicos para esse tipo de resíduo.

Em comparação, Neves (2022) avaliou a sustentabilidade da gestão dos RSU nos municípios paraenses e identificou não apenas a qualidade dos PMGIRS, mas também a efetividade de sua aplicação na prática. Como resultado, Neves identificou que apenas uma minoria dos municípios paraenses apresentou níveis de sustentabilidade bons ou excelentes, enquanto a maioria enfrentava condições de insustentabilidade ou sustentabilidade regular.

Embora o PMGIRS atenda parcialmente aos requisitos legais (47% dos incisos), a pontuação nula no IGRCD indica que Tucuruí apresenta um nível de efetividade ainda inferior ao dos municípios com pior desempenho identificados por Neves (2022), como Acará e Concórdia do Pará, onde a gestão de RSU enfrenta sérias dificuldades. Esses municípios são caracterizados por PMGIRS desatualizados ou inexistentes, gestão insustentável (descarte em lixões, ausência de coleta seletiva), e falta de indicadores de monitoramento.

A análise dos dados evidencia que as normativas existentes não possuem dispositivos específicos voltados à gestão de RCD, o que resulta em um vácuo normativo que dificulta a implementação de ações concretas para controle, fiscalização e destinação adequada desses resíduos. Enquanto municípios como Londrina-PR possuem legislações específicas que regulam todas as atividades de gestão dos RCD (Paz, 2019), Tucuruí continua sem um arcabouço legal que estabeleça responsabilidades claras para os geradores, transportadores e gestores públicos.

Essa lacuna legislativa compromete a adoção dos princípios da gestão integrada, conforme descritos por Lima (2012), Günther e Grimber (2006), que enfatizam a necessidade

de um planejamento sistêmico e intersetorial para a gestão de resíduos. Sem um marco regulatório específico, a gestão de RCD em Tucuruí permanece fragmentada e ineficaz, dependendo de ações isoladas que não garantem a redução da geração de resíduos nem incentivam a reciclagem.

A não elaboração de um PMGRCC implica em violação à PNRS e à Conama 307/2002, consolidando práticas insustentáveis. Conforme Paz (2019), a inexistência de um Plano Municipal de Gerenciamento de RCD é um indicativo direto de gestão ineficiente, pois compromete a fiscalização de geradores e transportadores, o controle de destinação final (levando ao descarte em lixões), conforme apontam Rego, Silva e Carvalho (2023), e o acesso a recursos financeiros federais, já que a ausência de planos inviabiliza captação de verbas (Santos; Cardoso, 2021), bem como impossibilita a criação de mecanismos de incentivo econômico para a reutilização e reciclagem de materiais.

A ausência de regulamentação específica em Tucuruí perpetua um cenário de inadequação, levando ao descarte irregular e à inexistência de um mercado local para reciclagem de resíduos da construção civil, considerada por Fernandes (2013) uma diretriz fundamental para um modelo sustentável de gestão de RCC nos municípios.

Como apontado por Paz (2019), municípios que implementam políticas estruturadas (PMRCC), como Belo Horizonte, obtiveram destaque em termos de reciclagem de RCD no Brasil, com potencial redução da destinação inadequada dos resíduos e minimização dos impactos ambientais. Essa unidade se destaca como um dos municípios brasileiros com a melhor experiência na gestão de RCD. No entanto, a análise dos instrumentos legais evidencia que Tucuruí não possui uma legislação específica para a gestão de RCD, o que o coloca em desvantagem em relação a municípios que implementaram normas claras para fiscalização e destinação de resíduos.

Rego, Silva e Carvalho (2023) confirmam a fragilidade institucional, com o descarte inadequado de resíduos e a não conformidade com a PNRS, embora foque nos RSU e não especifique a gestão de RCD, apontando que 100% dos RSU de Tucuruí são dispostos em lixões, cenário que se estende aos RCD devido à falta de aterros específicos. A ausência de PMGRCC inviabiliza a segregação de RCD dos RSU, agravando impactos ambientais.

Além disso, sem um PMGRCC estruturado, não há um direcionamento estratégico para o setor da construção civil, impossibilitando a adoção de práticas sustentáveis e o desenvolvimento de um mercado para materiais recicláveis.

A construção civil é um dos setores mais relevantes para a economia de Tucuruí, contribuindo significativamente para o PIB municipal. Em 2021, o setor apresentou um

crescimento de 15,8% no valor adicionado, porém, esse avanço não foi acompanhado por melhorias na gestão de resíduos. A informalidade no setor é um fator crítico: apenas 1,47% dos vínculos de trabalho são formais, um índice inferior à média estadual (9,38%) e nacional (6,04%).

Essa informalidade impacta diretamente a gestão de RCD, pois a ausência de regulamentação dificulta o monitoramento e a exigência de planos de gerenciamento adequados. Como resultado, há pouca adesão às diretrizes ambientais, e a segregação de resíduos na origem é praticamente inexistente. Isso reforça a baixa pontuação no IGRCD e a necessidade de regulamentação mais rigorosa para o setor.

A ausência de um PMGRCC não apenas compromete a gestão atual dos RCD, mas também inviabiliza o desenvolvimento de políticas futuras, uma vez que sem dados concretos e planejamento, a implementação de melhorias torna-se inviável.

A baixa pontuação no IGRCD também está associada à ausência de fiscalização sobre a exigência e implementação do PGRCC nas obras do município. Nenhuma das oito obras visitadas possuía um PGRCC formalizado, e os responsáveis desconheciam a legislação vigente. Essa falta de controle compromete diretamente a segregação e destinação correta dos resíduos, reforçando a ineficiência do sistema.

Em cidades do Estado de São Paulo, a exigência da aprovação do PGRCC pelas prefeituras por meio do Sistema Estadual de Gerenciamento Online de Resíduos Sólidos (SIGOR) visa garantir um maior controle sobre a destinação de RCD, promovendo a reciclagem e reduzindo o desperdício de materiais (Paz, 2019). Em contraste, a ausência desse mecanismo em Tucuruí leva ao descarte inadequado, amplificando os impactos ambientais e reduzindo a possibilidade de aproveitamento dos resíduos.

A análise evidencia que Tucuruí está distante das melhores práticas nacionais, com deficiências que comprometem a sustentabilidade ambiental e econômica. A falta de instrumentos formais, aliada à falta de regulamentação do setor da construção civil e ao não cumprimento da exigência de PGRCC nas obras, reflete uma abordagem institucional reativa, caracterizada pela priorização de medidas paliativas em detrimento de políticas estruturadas e de longo prazo.

Paz (2019) apresenta indicativos de que municípios sem PMGRCC apresentam baixas taxas de reciclagem, corroborando os achados deste estudo ao evidenciar a ausência de políticas estruturadas em Tucuruí. Enquanto Belo Horizonte demonstra que a implementação de um PMGRCC reduz o descarte irregular e aumenta as taxas de reciclagem, municípios paraenses,

como Acará, Concórdia do Pará e Tucuruí, continuam sem instrumentos específicos para a gestão de RCD, enfrentando dificuldades semelhantes.

Os resultados desta pesquisa também se alinham aos achados de Neves (2022), que apontou um cenário de insustentabilidade na maioria dos municípios paraenses me decorrência da fragilidade normativa. Em Acará e Concórdia do Pará, por exemplo, a ausência de um PMGIRS inviabiliza o controle adequado dos RSU — situação semelhante à de Tucuruí, onde a falta de um PMGRCC compromete diretamente a gestão dos RCD.

Para reverter esse cenário, é essencial que o município desenvolva e implemente um Plano Municipal de Gestão de RCD, fortaleça a fiscalização sobre as obras, regulamente o setor da construção civil e incentive práticas de reciclagem. Essas medidas podem não apenas garantir a conformidade com as exigências legais, mas também transformar os RCD em vetores de desenvolvimento socioeconômico sustentável.

Os dados pertinentes ao grupo de indicadores dos Programas de Gestão são apresentados na Tabela 12.

Tabela 12 – Matriz avaliativa dos programas de gestão de RCD

Programas municipais		
Indicadores	Pontuação Limite	Pontuação Aferida
Ações educativas voltadas à prevenção ou redução de resíduos sólidos de construção civil	2	0
Formação e capacitação de agentes ou catadores	2	0
Fiscalização periódica das obras	2	2
Mapeamento dos pontos de deposição irregular de RCD	2	0
Incentivo à logística reversa de resíduos especiais (gesso, sacos de cimento/argamassa e latas de tinta)	2	0
Índice	10	2
Grau	Baixo	

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os resultados da matriz avaliativa dos Programas Municipais em Tucuruí evidenciam deficiências significativas na implementação de programas voltados para a gestão dos resíduos da construção civil. A fiscalização periódica das obras é a única ação praticada de forma mais constante, ainda que com limitações na efetividade.

Por outro lado, a inexistência de programas essenciais, como ações educativas, capacitação de agentes, mapeamento de pontos de deposição irregular e incentivo à logística reversa, demonstra uma falha na abordagem estratégica da gestão de RCD no município.

A literatura reforça a importância dos programas municipais para garantir uma gestão eficiente e sustentável. Paz (2019) destaca que a educação ambiental é essencial para transformar hábitos e minimizar os impactos dos resíduos da construção civil. Fernandes (2013) evidencia que a ausência de programas educativos dificulta a consolidação de práticas como redução, reutilização e reciclagem, resultando em uma cultura de descarte inadequado.

A legislação vigente em nível nacional, como a PNRS, estabelece diretrizes para ações educativas e inclusão social de catadores, mas a ausência de regulamentação municipal impede sua aplicação prática. A inexistência de um PMGRCC e de normativas específicas para incentivar programas educativos e de capacitação reflete uma lacuna na governança ambiental municipal.

Além disso, conforme identificado no Quadro 19 – Instrumentos de planejamento no município de Tucuruí, as normativas existentes não incluem diretrizes claras para o manejo de RCD, o que dificulta a fiscalização e a destinação correta dos resíduos. A ausência de incentivo à logística reversa, por exemplo, impede que materiais como gesso, cimento e latas de tinta sejam reaproveitados, diferentemente de cidades que implementaram legislações específicas para esse fim.

A falta de políticas municipais estruturadas reflete a fragilidade do setor da construção civil em Tucuruí. O setor cresce economicamente, mas sem medidas regulatórias adequadas para mitigar os impactos dos resíduos. A informalidade no setor é elevada, com apenas 1,47% dos vínculos formais, o que compromete a adoção de práticas sustentáveis e a implementação de programas de gestão de RCD.

A incorporação de novas práticas que favoreçam a gestão RCD deve abranger todos os estágios do processo produtivo na indústria da construção civil, incluindo projeto, execução, reforma, reparo, demolição, transporte, manejo, beneficiamento dos resíduos, produção e uso dos agregados reciclados e a disposição final dos rejeitos (Fernandes, 2013).

A literatura enfatiza que a gestão integrada de resíduos sólidos é a forma mais eficaz de minimizar os impactos ambientais e sociais, conforme indicado por apud Paz, 2019, em referência a Buselli (2012). Segundo o Instituto Brasileiro de Administração Municipal (Ibam), essa gestão deve envolver a participação de diferentes setores da sociedade e estar alinhada ao desenvolvimento sustentável, como destacado por Paz (2019), com base em Mesquita Júnior (2007).

Nesse contexto, a implementação de programas de capacitação de agentes públicos é essencial e deve ser viabilizada pela administração municipal. O aumento no número de servidores na área ambiental reflete um esforço para melhorar a gestão local, mas a ausência de

capacitação contínua revela desafios significativos, confirmando a necessidade de direcionar maiores esforços de capacitação para municípios com até 100 mil habitantes, conforme destacado por Leme (2016).

A autora associa essa lacuna à inatividade dos fundos ambientais, decorrente da falta de capacidade técnica para operacionalizá-los—realidade constatada na área de estudo, onde se observa a baixa atuação do FMMA. Essa fragilidade na estruturação do fundo pode, em parte, refletir a limitada disponibilidade de recursos das secretarias municipais, o que compromete ainda mais a execução de políticas ambientais.

Portanto, investir na capacitação de gestores é fundamental para aprimorar a gestão de resíduos, estruturar e viabilizar o funcionamento dos fundos públicos ambientais e fortalecer a governança municipal. Esse avanço é indispensável para consolidar a gestão ambiental local e, conseqüentemente, a gestão integrada dos resíduos da construção civil.

A falta de um PMGRCC e de programas educativos e de capacitação contribuem para a informalidade dos catadores e a perpetuação do descarte irregular, impedindo o avanço da economia circular no município. Moreira *et al.* (2020), em estudo sobre gestão de RCD em Tucuruí, corrobora essa realidade ao destacar a inexistência de usinas de reciclagem e a falta de controle sobre transportadores, fatores que perpetuam a gestão deficiente. Embora o estudo de Rego, Silva e Carvalho (2023) não aborde diretamente os RCD, sua análise da gestão de RSU em Tucuruí evidencia fragilidades institucionais semelhantes, incluindo a inexistência de mecanismos formais de controle.

O “Diagnóstico e Proposições para a Atuação dos Catadores da Área de Lixão de Tucuruí-PA”, evidencia as condições precárias de trabalho, incluindo a falta de equipamentos de proteção e de capacitação técnica. Fernandes (2013), no entanto, dá destaque à iniciativas como a Coop-reciclável (Cooperativa da Área de Materiais Recicláveis de Guarulhos), que faz parte do Projeto de Coleta Seletiva Solidária no município.

Em contraste, cidades que adotaram modelos estruturados de gestão integrada, como Belo Horizonte-MG, apresentam programas educativos regulares, incentivos à reciclagem e integração entre setor público e privado (Fernandes, 2013). Esses fatores resultam não apenas na adequação às normas ambientais, mas também no fortalecimento da economia circular e na geração de empregos.

A ausência de um planejamento estruturado compromete o mapeamento dos pontos de deposição irregular de RCD, dificultando a identificação de áreas críticas e a formulação de estratégias eficazes para mitigação desse problema. Isso agrava os impactos ambientais, com a contaminação do solo e da água, e os impactos urbanos, como a degradação paisagística e o

entupimento de sistemas de drenagem. Além disso, a falta de incentivos à logística reversa de resíduos especiais, como gesso, sacos de cimento/argamassa e latas de tinta, limita as possibilidades de reaproveitamento e reciclagem desses materiais, resultando em desperdício de recursos e aumento da pressão sobre aterros e áreas de disposição inadequada.

Fernandes (2013) enfatiza que o mapeamento de RCD clandestino deve localizar os pontos de descarte irregular, esclarecer os danos decorrentes dessa prática e envolver a comunidade na busca de soluções. Esse processo é essencial para que a gestão municipal consiga eliminar ou minimizar a deposição irregular, conforme previsto na PNRS, reduzindo impactos ambientais, sanitários, econômicos e sociais. A oferta de áreas licenciadas para a destinação adequada dos resíduos também se mostra essencial, pois sem alternativas viáveis, a deposição clandestina tende a persistir.

No que diz respeito à logística reversa, Fernandes (2013) destaca a importância de identificar e fiscalizar fabricantes, distribuidores e consumidores de resíduos especiais, garantindo a implementação de Sistemas de Logística Reversa (SLR). Isso reforça a responsabilidade do setor privado sobre o ciclo de vida de seus produtos e resíduos, assegurando que a destinação final ocorra de maneira ambientalmente adequada. A ausência dessa fiscalização e de incentivos para a estruturação desses sistemas compromete o fechamento do ciclo produtivo dos materiais e dificulta a transição para um modelo mais sustentável de gestão de resíduos.

Dessa forma, a falta de planejamento e incentivos não apenas perpetua a informalidade dos catadores e o descarte irregular, como também impede avanços na economia circular. A gestão municipal precisa atuar em duas frentes principais: (i) promovendo o mapeamento e controle das áreas de deposição irregular para criar alternativas eficazes de destinação e (ii) fortalecendo a logística reversa para viabilizar a recuperação de materiais e a corresponsabilidade do setor produtivo. Apenas com essas medidas será possível reduzir os impactos negativos da gestão inadequada de RCD e avançar na implementação de um modelo mais eficiente e sustentável.

Tucuruí falha ainda na aplicação dos princípios da gestão integrada, ao não implementar medidas que garantam a capacitação de múltiplos agentes, a educação ambiental, a inclusão social dos catadores e a reutilização eficiente dos resíduos, diminuindo o descarte em áreas inadequadas. A ausência desses elementos contraria a PNRS, que estabelece que a gestão integrada deve abranger dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social (Brasil, 2010).

A melhoria da gestão dos resíduos da construção civil em Tucuruí exige não apenas o cumprimento das exigências legais, mas também estratégias que fortaleçam a implementação de um Plano Municipal de Gestão de RCD. Isso inclui investimentos em capacitação de agentes, conscientização, monitoramento contínuo, fortalecimento da fiscalização e incentivo à reciclagem, promovendo a inclusão dos catadores na cadeia produtiva e incentivando práticas sustentáveis.

A Tabela 13 apresenta os resultados para os Indicadores da Coleta e Triagem.

Tabela 13 – Matriz avaliativa da coleta e triagem de RCD

Coleta e triagem		
Indicadores	Pontuação Limite	Pontuação Aferida
Sistema de coleta de RCD implantado (prefeitura ou terceiros)	2	2
Parceria com cooperativa de catadores para coleta seletiva dos resíduos Classe B	2	0
Triagem de resíduos em Unidades de Recebimento de Pequenos Volumes - URPV	2	0
Área de Transbordo e Triagem – ATT	2	0
Implantação de sistema de Disque Coleta	2	2
Índice	10	4
Grau	Baixo	

Fonte: Elaborado pelo autor.

A classificação baixa em infraestrutura sugere que Tucuruí ainda não possui uma estrutura consolidada para coleta e triagem, dificultando a implementação de práticas sustentáveis e a recuperação de materiais recicláveis.

Embora o município tenha algumas iniciativas implementadas, como o Sistema de Coleta de RCD e o Sistema de Disque Coleta, ambas carecem de expansão e aprimoramento. A coleta de RCD enfrenta limitações operacionais, e o Disque Coleta ainda não oferece um serviço eficiente para a população. Como consequência, grande parte dos resíduos é descartada em locais inadequados ou enviada diretamente ao lixão.

Além disso, programas essenciais como a parceria com cooperativas de catadores, triagem em URPV e áreas de transbordo e triagem, não foram implantados, comprometendo a gestão adequada dos resíduos.

A ausência de infraestrutura para coleta e triagem de RCD em Tucuruí dificulta a implementação de práticas sustentáveis e impede a recuperação de materiais recicláveis e agrava os impactos ambientais. Paz (2019) destaca que a separação dos resíduos na origem é

essencial para reduzir custos de transporte e tratamento, além de otimizar o processo de reciclagem.

A inexistência de unidades específicas para coleta e triagem inviabiliza a separação adequada dos resíduos, limitando seu reaproveitamento e favorecendo o descarte irregular. A carência de medidas efetivas também impede a inclusão de catadores no sistema, reduzindo suas oportunidades de emprego e renda.

Pesquisas anteriores indicam que resíduos sólidos desperdiçados no lixão de Tucuruí possuem potencial energético (Silva; Santos, 2023), além de evidenciar a precariedade da coleta de materiais recicláveis realizada pelos catadores (Sousa, 2022).

A deficiência na coleta e triagem em Tucuruí está diretamente relacionada à falta de um planejamento estruturado para a gestão integrada de RCD, conforme assinalado por Paz (2019). Embora o município possua legislações urbanísticas, como o Código de Obras e normas de uso e ocupação do solo, não há regulamentações específicas que incentivem a segregação dos resíduos na origem ou a formalização da atuação dos catadores.

A ausência de um PMGRCC compromete a implementação de diretrizes voltadas para a coleta seletiva e triagem, acarretando diversas implicações para o município, tanto ambientais quanto socioeconômicas. A destinação inadequada dos resíduos contribui para a degradação ambiental, poluição de corpos d'água e obstrução de vias públicas, além de aumentar os custos com limpeza urbana.

No aspecto social, a falta de regulamentação impede a inclusão e valorização dos catadores para que possam desempenhar um papel fundamental na triagem e reciclagem, conforme aponta Sousa (2022). Além disso, a ineficiência na gestão de RCD representa um obstáculo para o desenvolvimento sustentável da cidade, limitando oportunidades de reutilização de materiais e geração de emprego no setor da reciclagem.

O cenário em Tucuruí contrasta com Londrina-PR, onde avanços na gestão de RCD ocorreram com a legalização do Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil pelo Decreto nº 768/2009. Esse marco permitiu a organização da coleta, triagem e destinação adequada dos resíduos, resultando na eliminação de bota-foras irregulares e no encaminhamento dos RCD para a Central de Tratamento, onde são reciclados por uma empresa privada (Paz, 2019).

A ausência de fiscalização do cumprimento dos Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) agrava mais a situação. A análise mostrou que nenhuma das obras visitadas possuía um PGRCC formalizado, comprometendo o processo de destinação correta e não estimulando práticas sustentáveis. Em contraste, Joao Pessoa-PB, exige a

aprovação do PGRCC para liberação do alvará de construção, garantindo maior controle sobre a geração e destinação dos resíduos (Fernandes, 2013).

A fragilidade na fiscalização também compromete a segregação e reaproveitamento dos resíduos. A falta de um sistema de monitoramento eficiente faz com que materiais recicláveis sejam descartados junto com resíduos comuns, desperdiçando seu potencial econômico e ambiental.

Além disso, a ausência de PEVs contribui para o descarte irregular de RCD, conforme apontado por Paz (2019) e Fernandes (2013), gerando impactos negativos para o meio ambiente e a saúde pública. A ausência dessas infraestruturas, combinada com a insuficiência de políticas públicas eficazes, leva a um aumento no descarte inadequado Fernandes (2013).

A Resolução Conama nº 307/2002 e a Lei nº 12.305/2010 preveem a criação de áreas de recebimento para pequenos volumes e as ATTs, mas a eficácia dessas medidas depende do controle e direcionamento adequados do fluxo de resíduos, além de incentivos econômicos para promover a destinação correta (Fernandes, 2013).

Nesse sentido, a integração dos catadores no sistema formal é essencial para uma gestão integrada e eficiente, priorizando a redução de custos e a inclusão dessa população vulnerável no processo de tomada de decisões.

A falta de infraestrutura e políticas públicas integradas reflete-se no aumento do descarte inadequado, evidenciando a necessidade urgente de ações coordenadas para mitigar esses impactos ambientais e sociais. Estudos anteriores também indicam dificuldades semelhantes na gestão de RCD em Tucuruí. Diniz e Alencar (2014) destacam a inexistência de locais adequados para a destinação de RCD no município, confirmando a necessidade de implantação de PEVs e centrais de triagem. Além disso, o estudo de Rego, Silva e Carvalho (2023) corrobora a ideia de que o município carece de ações específicas para a gestão de RCD, evidenciando lacunas no planejamento municipal.

Em contraste, cidades como São Paulo implementaram iniciativas estruturadas, como o Projeto Ecoponto, que disponibiliza áreas para o descarte adequado de RCD de pequenos geradores, facilitando a reciclagem (Paz, 2019). Em Guarulhos-SP, os resíduos Classe B são enviados para o Programa de Coleta Seletiva Solidária, gerando emprego e renda aos catadores (Fernandes, 2013). Esse tipo de iniciativa poderia ser adaptado para Tucuruí, viabilizando pontos de entrega voluntária e aumentando a taxa de reciclagem dos resíduos.

Diante desse cenário, é necessário um esforço coordenado para implementar e fortalecer essas iniciativas. A ampliação do sistema de coleta, a implementação de PEVs, o aprimoramento do Disque Coleta e a criação de áreas de transbordo e triagem são medidas

essenciais para garantir uma gestão mais eficiente e sustentável. Além disso, investir na capacitação de catadores e no incentivo à reciclagem contribuirá para reduzir impactos ambientais e fomentar a economia circular no município.

A seguir, são apresentados os dados referentes aos indicadores do Tratamento e Disposição Final.

Tabela 14 – Matriz avaliativa do tratamento e disposição final de RCD

Tratamento e disposição final		
Indicadores	Pontuação Limite	Pontuação Aferida
Disposição de Resíduos Classe A em Usina de beneficiamento ou aterro de inertes	2	0
Destinação de resíduos Classe B para Área de Triagem e reciclagem	2	0
Disposição de Resíduos Classe C em aterro sanitário	2	0
Destinação de Resíduos Classe D para incineração ou logística reversa	2	0
Registro da destinação dos resíduos em locais licenciados	2	0
Índice	10	0
Grau	Baixo	

Fonte: Elaborado pelo autor.

A análise do grupo Tratamento e Disposição Final mostra que o município enfrenta uma grave deficiência na gestão dos resíduos da construção civil. Nenhum dos principais programas de tratamento e disposição final está sendo efetivamente praticado, o que compromete a destinação adequada dos resíduos gerados pelas obras e intensificando os impactos ambientais. Além disso, o município não possui, até o momento, iniciativas concretas para viabilizar a implantação dessas áreas, tanto em termos de planejamento quanto de alocação de recursos.

Nesse contexto, observa-se que o município não cumpriu a determinação da Lei 14.026/2020, referente ao novo marco do saneamento, quanto a implantar à disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos até 31 de dezembro de 2020.

A literatura enfatiza a necessidade de áreas designadas para transbordo, triagem e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos. Paz (2019) destaca que a correta disposição final minimiza os impactos ambientais negativos. Fernandes (2013) ressalta que o planejamento, implementação e manutenção da infraestrutura logística para tratamento e destinação de resíduos requerem a capacitação de recursos humanos e o estabelecimento de parcerias com os diversos agentes envolvidos na cadeia dos RCD. Para municípios menores,

soluções consorciadas com outras cidades podem ser uma alternativa viável para reduzir custos e maximizar resultados positivos na gestão dos resíduos.

A precariedade da infraestrutura também incentiva o descarte clandestino. Segundo Leme (2016), a formulação de políticas públicas eficazes é essencial para prevenir essas práticas ilegais.

No caso de Tucuruí, a ausência de um sistema eficiente de tratamento e disposição final não apenas contraria as melhores práticas recomendadas para uma gestão sustentável, mas também fere a legislação ambiental vigente. O município não possui legislação própria para tratamento e disposição de RCD, conforme evidenciado no Quadro 19 – Instrumentos de planejamento no município de Tucuruí. Isso vai de encontro às diretrizes da PNRS, que estabelece que a destinação ambientalmente adequada dos resíduos deve priorizar a reciclagem e o tratamento, limitando a disposição em aterros sanitários apenas para rejeitos.

Enquanto outras cidades (Curitiba/PR, Diadema/SP, Joinville/SC) possuem normas específicas para a destinação de resíduos Classe A, B, C e D (Fernandes, 2013), em Tucuruí não há regulamentação que determine obrigações claras para os geradores e transportadores, resultando em um cenário de descarte descontrolado e na falta de um planejamento eficaz para a gestão integrada dos RCD.

Além disso, a ausência de fiscalização sobre a obrigatoriedade do PGRCC nas obras reforça a ineficiência do gerenciamento nos canteiros de obras, impactando diretamente a destinação final dos resíduos. O levantamento realizado revelou um descumprimento generalizado quanto à formalização do PGRCC, reflexo da falta de exigência legal e controle municipal.

A informalidade no setor da construção civil também agrava a situação. Com apenas 1,47% dos vínculos empregatícios formais, a implementação de medidas de fiscalização e controle sobre os resíduos se torna um desafio estrutural. Paz (2019) aponta que a elaboração do PGRCC pelos grandes geradores contribui para minimizar o desperdício de materiais, reduzindo os custos e diminuindo o volume de resíduos destinados de maneira inadequada. O autor reforça que a segregação na origem é essencial para viabilizar a reciclagem e mitigar impactos ambientais.

A ausência de regulamentação e fiscalização eficazes agrava o cenário, favorecendo o descarte irregular e aumentando a pressão sobre áreas inadequadas, como lixões e terrenos baldios. Além do impacto ambiental, essa situação gera prejuízos econômicos para o município, que precisa destinar recursos adicionais para limpeza urbana e remediação ambiental.

A informalidade no setor da construção também limita a adoção de boas práticas sustentáveis, reduzindo a viabilidade de programas de reaproveitamento de materiais e dificultando a inclusão de trabalhadores no sistema formal. A adoção de tecnologias e métodos construtivos e práticas laborais que evitem ou reduzam a geração dos RCD também são aspectos ausentes no setor da construção civil local. Como destaca Fernandes (2013), a relação entre o RCD e os materiais e tecnologias construtivas usados na construção civil são indicadores de referência que apontam para a gestão integrada. O aprimoramento das tecnologias limpas são requisitos da PNRS. Além disso, a Resolução 307/2002 do Conama dá ênfase à busca de tecnologias e métodos para redução ou não geração de resíduos.

Nos municípios onde a construção civil é mais regulamentada e formalizada, há maior controle sobre a geração e destinação de RCD (Paz, 2019). Em São Paulo, por exemplo, há mecanismos de controle para aprovação do PGRCC, permitindo que políticas de reaproveitamento e reciclagem sejam implementadas com maior eficácia (Paz, 2019). Em contraste, a ausência desses instrumentos em Tucuruí impede a triagem e segregação adequadas dos resíduos, resultando no descarte conjunto de diferentes classes de materiais sem qualquer tratamento prévio.

Siqueira (2018) destaca a logística reversa como um mecanismo essencial para reduzir a quantidade de resíduos enviados aos aterros e para viabilizar o beneficiamento de materiais por meio de usinas de reciclagem. Segundo Dosal *et al.* (2013), citado por Paz (2019), a presença de usinas de beneficiamento é essencial para uma gestão diferenciada e eficiente, permitindo que resíduos sejam tratados e reutilizados de forma sustentável.

No entanto, a inexistência de iniciativas de logística reversa em Tucuruí resulta no descarte irregular de RCD em locais inadequados, gerando riscos de contaminação ambiental. A ausência de infraestrutura para reciclagem e beneficiamento de RCD também impede a reinserção desses materiais na cadeia produtiva, desperdiçando recursos que poderiam ser reaproveitados. Além disso, a falta de uma rede de usinas de beneficiamento localizadas em áreas propícias não só impede a implementação de práticas adequadas de separação e reciclagem, mas também perpetua um ciclo de gestão ineficiente que incide negativamente tanto o meio ambiente quanto a saúde pública.

Esse quadro foi evidenciado pelo estudo "Avaliação dos Impactos no Solo da Área de Disposição Final de Resíduos Sólidos Urbanos no Município de Tucuruí-PA", que revelou a contaminação do solo por metais pesados, como cobre. Esse cenário exige medidas urgentes para mitigar os impactos ambientais e os riscos à saúde pública. A análise da situação atual revela que a criação de usinas de reciclagem deve ser uma prioridade para melhorar a gestão

integrada dos RCD no município. Sem essas estruturas para tratamento e destinação de RCD, Tucuruí permanece dependente de aterros inadequados e do descarte irregular.

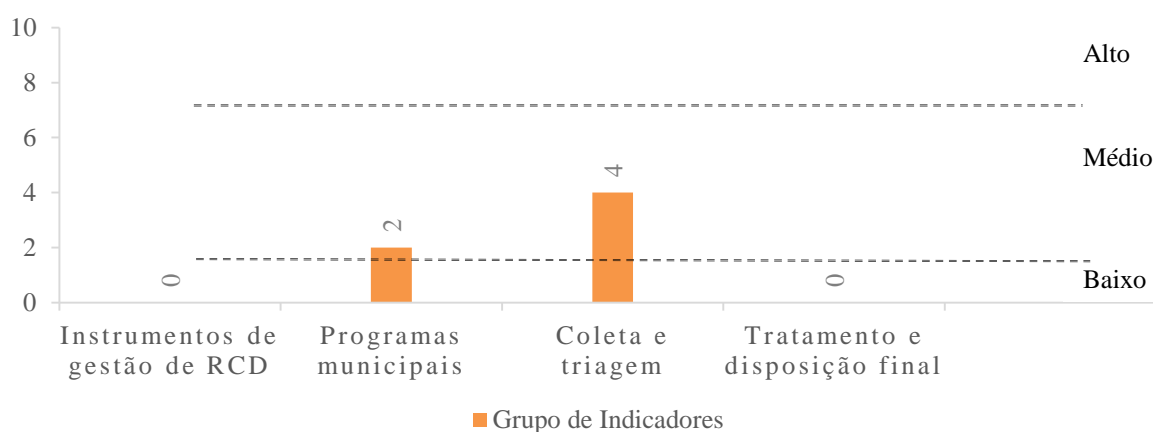
Ao analisar exemplos de municípios com sistemas mais estruturados, verifica-se que cidades como Belém e a Região Metropolitana de Belém (RMB) adotam um modelo mais eficiente, destinando seus resíduos ao aterro sanitário Guamá Tratamento de Resíduos (GTR), que recebe cerca de 40 mil toneladas de RSU por mês (Santos; Cardoso, 2021). No entanto, ainda há desafios na gestão de resíduos.

Em contraste, municípios como João Pessoa possuem aterros sanitários licenciados para RCD, com sistemas de impermeabilização do solo e tratamento de chorume, minimizando os impactos ambientais e garantindo maior controle sobre os resíduos (Paz, 2019). Esses exemplos demonstram que a implementação de infraestrutura adequada e planejamento estratégico são fundamentais para evitar os problemas enfrentados por Tucuruí.

Diante desse cenário, Tucuruí precisa avançar rapidamente na formulação de políticas e práticas que promovam a reciclagem, reaproveitamento de materiais e destinação adequada dos resíduos. A criação de um Plano Municipal de Gestão de RCD, alinhado às diretrizes da PNRS, é essencial para garantir avanços na área. Além disso, a implementação de usinas de reciclagem, a regulamentação de áreas de transbordo e triagem, e a ampliação das fiscalizações podem contribuir para reduzir os impactos ambientais, gerar oportunidades econômicas e melhorar a qualidade de vida da população.

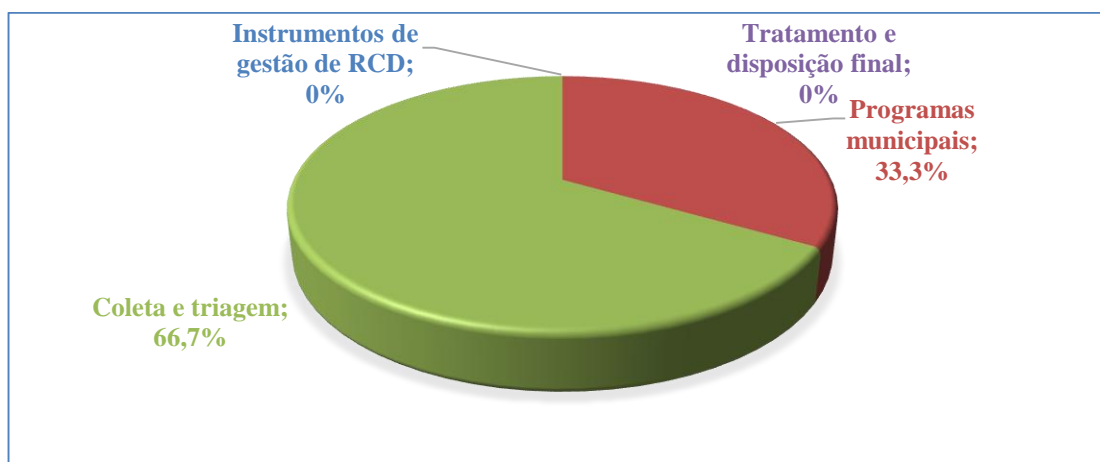
Todos os grupos apresentaram um grau baixo de sustentabilidade, conforme apresenta o Gráfico 19. Nesse aspecto, os indicadores relacionados a Programas Municipais e Coleta e Triagem foram os únicos que pontuaram.

Gráfico 19 – Pontuação aferida por grupo de indicadores



O Gráfico 20 apresenta a pontuação de cada Grupo em termos percentuais, com base na aferição dos indicadores.

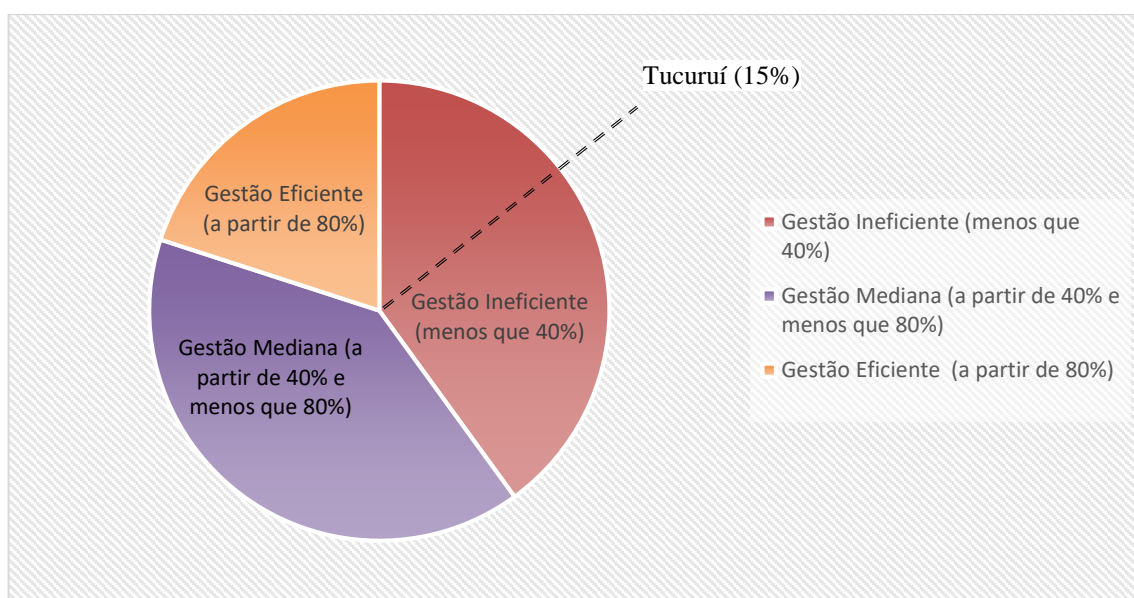
Gráfico 20 – Percentual da pontuação obtida por cada grupo de indicador



Fonte: Elaborado pelo autor.

Com o somatório das pontuações dos grupos, obteve-se o IGRCD do município, conforme o Gráfico 21.

Gráfico 21 – Enquadramento do município de Tucuruí na classificação do IGRCD



Fonte: Elaborado pelo autor.

A análise da gestão de RCD em Tucuruí revela que o município apresenta um IGRCD de apenas 15%, o que é considerado insuficiente para atender adequadamente às necessidades

de tratamento, coleta e disposição final desses resíduos. Esse índice baixo evidencia um cenário de baixa implementação em todas as categorias, indicando que a gestão dos RCD em Tucuruí não está suficientemente estruturada para lidar com o volume gerado pela construção civil, o que pode acarretar diversos problemas ambientais e de saúde pública.

Os dados obtidos a partir do cálculo do IGRCDD indicam deficiências estruturais significativas na gestão municipal. Esse resultado está alinhado com o estudo de Sousa (2022), que aponta a ausência de planejamento adequado e a precariedade na disposição final dos resíduos em Tucuruí. Da mesma forma, Odorcio *et al.* (2024) destacam que, mesmo após a implementação da PNRS, o município ainda enfrenta desafios na destinação adequada dos resíduos sólidos urbanos.

De forma semelhante, Diniz e Alencar (2014), em seu estudo sobre o cenário do gerenciamento de RCD em Tucuruí, já identificavam a falta de uma gestão eficaz dos resíduos, em desacordo com as legislações vigentes, e a ausência de conscientização ambiental por parte dos agentes envolvidos.

Essa avaliação é reflexo da realidade local. No setor da construção civil, a análise das obras em Tucuruí-PA corrobora as graves deficiências identificadas na gestão de RCD. Em contraste ao cenário observado, a implementação de um PGRCC obrigatório, aliada à valorização e capacitação dos profissionais, segregação adequada e destinação correta dos resíduos, bem como uma efetiva fiscalização, é essencial para garantir a sustentabilidade no setor da construção civil.

Além disso, parcerias e soluções coletivas podem otimizar os processos e reduzir impactos ambientais no município. O cumprimento das diretrizes relativas à elaboração e implantação do PGRCC, aliado à adoção de tecnologias e certificações de qualidade, pode contribuir para um desenvolvimento urbano sustentável e responsável. A integração de todas as etapas do processo construtivo, conforme destacado por Fernandes (2013), é essencial para garantir que a gestão integrada dos RCD seja eficaz e sustentável.

O município dispõe de uma estrutura consolidada de gestão ambiental, com leis específicas e um Fundo Municipal de Meio Ambiente (FMMA) voltado ao financiamento de ações ambientais. No entanto, observa-se uma discrepância entre essa estrutura formal e sua efetividade na prática. A falta de instrumentos legais específicos para a gestão de RCD, aliada à aplicação esporádica dos recursos do FMMA, evidencia a fragilidade do arranjo institucional. Além disso, a escassez de investimentos por parte das secretarias municipais é outro fator que contribui para comprometer a melhoria do sistema de gestão integrada dos RCD, limitando sua capacidade de resposta às demandas locais.

O IGRCD de 15% confirma essas limitações, servindo como um alerta para a necessidade urgente de aprimoramento das políticas públicas e dos mecanismos institucionais voltados à gestão de resíduos.

Além de servir como um indicador quantitativo da ineficiência, sua interpretação à luz da literatura sobre gestão integrada — considerando suas dimensões (Brasil, 2010), níveis (Günther; Grimberg), conforme apresentado por Lima (2012), e os resultados específicos dos grupos de indicadores — permite uma análise mais aprofundada das causas e implicações desse cenário.

A dimensão política da gestão integrada destaca a necessidade de acordos e regulamentações que viabilizem boas práticas no manejo de resíduos. No caso de Tucuruí, a análise do grupo "Instrumentos de Gestão" do IGRCD revelou fragilidades na implementação de políticas públicas voltadas à gestão de RCD.

A ausência de um Plano Municipal de Gestão de RCD em conformidade com a PNRS e a Resolução Conama nº 307/2002 compromete a capacidade do município de estruturar diretrizes claras para os geradores e transportadores, para que esses agentes exerçam suas responsabilidades pelo manejo e destinação dos resíduos gerados em decorrência de sua própria atividade, à luz dessa regulamentação do poder público. (Pinto; González, 2005). Além disso, municípios com PMGRCC implementados apresentam melhores resultados na gestão de RCD.

A análise revelou o seguinte para esse grupo, quanto aos níveis da gestão integrada:

- Nível 2 (intersectorialidade): A ausência de um PMGRCC demonstra a falta de coordenação entre as secretarias municipais responsáveis pela gestão de RCD, sendo fundamental uma articulação entre as secretarias de Meio Ambiente, Obras, Saúde e Assistência Social (Fernandes, 2013). Isso dificulta a estruturação de diretrizes claras para os geradores e transportadores, além de impactar negativamente a fiscalização e o controle da destinação dos resíduos.
- Nível 3 (envolvimento de múltiplos atores): A falta de instrumentos regulatórios eficazes dificulta a atuação dos órgãos de controle e fiscalização, o que compromete a aplicação das normas e a punição de práticas irregulares. Conforme destaca Fernandes (2013), a política pública será mais efetiva com a participação ativa da comunidade na definição das prioridades, resultando em redução da corrupção e tornando a transparência do governo mais efetiva.

Em consonância a esses aspectos, a baixa pontuação obtida no grupo "Instrumentos de Gestão" valida a fragilidade da dimensão política na gestão de RCD em Tucuruí.

A dimensão econômica da gestão integrada trata da viabilidade das soluções adotadas para o gerenciamento de resíduos. No grupo "Programas Municipais" do IGRCD, verificou-se que Tucuruí não possui programas estruturados para a reciclagem e reutilização de RCD.

A reciclagem e a reutilização de RCD podem gerar renda e reduzir custos para o município, conforme aponta Marques Neto (2009), mencionado por Paz (2019). A lei favorece o reforço à necessidade prática de se viabilizar as soluções para os resíduos sólidos, bem como abre o caminho para a definição e a implantação dos instrumentos econômicos que favoreçam as posturas ambientalmente saudáveis por parte dos diversos atores sociais.

Na visão de Paz (2019), os sistemas integrados contemplam técnicas e soluções que localizam os pequenos e grandes geradores, de forma a promover a redução da geração e melhoria na gestão, nas etapas de coleta, transporte, reutilização, reciclagem e recuperação energética, além de alternativas de tratamento e disposição final. Municípios que investem em programas de reciclagem e reutilização apresentam melhores resultados econômicos e ambientais. A falta de programas de reciclagem e reutilização representa uma perda de oportunidades econômicas e um aumento dos custos de disposição.

- Nível 1 (etapas do gerenciamento): A falta de programas estruturados para a reciclagem e reutilização de RCD resulta em desperdício de materiais que poderiam ser reinseridos no ciclo produtivo. Modelos bem-sucedidos, como os aterros sanitários especializados em João Pessoa e os incentivos à logística reversa em outras localidades, demonstram que investimentos estratégicos podem viabilizar economicamente a gestão de RCD, reduzindo custos de disposição e gerando oportunidades para a cadeia produtiva da construção civil.

- Nível 3 (envolvimento de múltiplos atores): A falta de programas de incentivo à participação do setor privado na gestão de RCD dificulta o desenvolvimento de soluções inovadoras e a criação de novos mercados para os materiais reciclados. A colaboração entre o poder público, as empresas e a sociedade civil é fundamental para a criação de um sistema de gestão de RCD economicamente viável e ambientalmente correto (Fernandes, 2013).

No contexto do município a falta de programas estruturados para a reciclagem e reutilização de RCD resulta em desperdício de materiais que poderiam ser reinseridos no ciclo produtivo. A criação e manutenção de programas de reciclagem e reutilização precisam estar em concordância com a legislação e as normas ambientais. Porquanto, verifica-se que a baixa pontuação obtida no grupo "Programas Municipais" valida a fragilidade da dimensão econômica na gestão de RCD em Tucuruí.

A dimensão ambiental enfatiza a minimização dos impactos negativos da destinação inadequada dos resíduos. No grupo "Coleta e Triagem", os resultados do IGRCD indicam que Tucuruí carece de infraestrutura para a separação e classificação dos resíduos.

A coleta seletiva e a triagem de RCD são fundamentais para a minimização dos impactos ambientais (Paz, 2019). A falta de infraestrutura para a coleta seletiva e a triagem contribui para a disposição inadequada dos resíduos e para a degradação ambiental. O comparativo com outros municípios com sistemas de coleta seletiva e triagem eficientes demonstra que essas iniciativas incorrem em melhores resultados ambientais e econômicos.

Foram evidenciados os seguintes níveis associados à dimensão ambiental:

- Nível 1 (etapas do gerenciamento): A inexistência de ATTs regulamentadas impede a destinação eficiente dos materiais recicláveis, contribuindo para a degradação ambiental. Além disso, a ausência de fiscalização adequada favorece práticas de descarte irregular, conforme alertado por Fernandes (2013) sobre a necessidade de políticas públicas rigorosas para evitar infrações ambientais.

- Nível 3 (envolvimento de múltiplos atores): A falta de programas de educação ambiental e de incentivo à participação da população na coleta seletiva dificulta a segregação dos resíduos na fonte, o que aumenta os custos de tratamento e disposição final. A conscientização e a mobilização da sociedade são fundamentais para a construção de um sistema de gestão de RCD ambientalmente sustentável (Paz, 2019).

A baixa pontuação obtida no grupo "Coleta e Triagem" condiz com a fragilidade da dimensão ambiental verificada com base nos critérios percorridos acima, em relação à gestão de RCD em Tucuruí.

A dimensão cultural da gestão integrada ressalta a importância dos hábitos e valores da população na adoção de práticas sustentáveis. A análise do IGRCD para Tucuruí evidencia que a baixa adesão a iniciativas de gestão eficiente do RCD está, em parte, associada à falta de conscientização sobre os impactos socioambientais do descarte inadequado.

A falta de conscientização dificulta a adesão da população às práticas de gestão adequadas e compromete a eficácia das ações implementadas. Municípios com programas de educação ambiental bem-sucedidos, como Belo Horizonte-MG, apresentam maior adesão da população à coleta seletiva e à outras práticas sustentáveis (Fernandes, 2013).

Em relação a essa dimensão, foram constatados os seguintes níveis:

- Nível 3 (envolvimento de múltiplos atores): A falta de campanhas educativas e ações participativas dificulta a promoção da segregação na fonte e o estímulo à colaboração dos geradores de resíduos. A conscientização e a mudança de comportamento são fundamentais

para a construção de uma cultura de sustentabilidade e para a adesão às práticas de gestão adequadas, como destacado por Fernandes (2013), com base em Pinto (1999).

- Nível 2 (intersetorialidade): A articulação entre as secretarias de Educação, Meio Ambiente e Saúde é essencial para a implementação de programas de educação ambiental nas escolas e para a disseminação de informações sobre a gestão adequada de RCD na comunidade.

A análise da relação com o IGRCD demonstra que a ausência de indicadores específicos para avaliar a participação da sociedade civil na gestão de RCD dificulta a mensuração do nível de envolvimento da população e a identificação de ações para promover a participação. No entanto, constatou-se que a cultura ambiental na sociedade local ainda precisa ser mais desenvolvida.

A dimensão social da gestão integrada destaca a necessidade de controle social e envolvimento das comunidades no planejamento e execução das políticas públicas. No grupo "Tratamento e Disposição Final", o IGRCD mostrou que Tucuruí não dispõe de alternativas adequadas para a destinação final dos resíduos, sendo a maior parte descartada em locais inadequados, sem qualquer tratamento prévio.

A gestão integrada deve garantir o acesso equitativo aos serviços de coleta e destinação, com transparência e *accountability* (Paz, 2019). A falta de tratamento e disposição final afeta a saúde pública e a qualidade de vida, afetando principalmente a população mais vulnerável. Cidades com tratamento e disposição final adequados oferecem melhor qualidade de vida aos cidadãos.

- Nível 1 (etapas do gerenciamento): A falta de alternativas adequadas para a destinação final dos resíduos resulta em impactos socioambientais negativos, sem a devida participação de órgãos colegiados com representação social que monitorem e avaliem as práticas de gerenciamento de resíduos.

- Nível 3 (envolvimento de múltiplos atores): A ausência de mecanismos de controle social e de participação da comunidade no planejamento e na execução das políticas públicas dificulta a identificação de soluções que atendam às necessidades e aos interesses da população. A participação da sociedade civil é fundamental para a construção de um sistema de gestão de RCD socialmente justo e ambientalmente correto.

Desse modo, evidencia-se que a falta de alternativas adequadas para a destinação final dos resíduos pode resultar em impactos diretos na saúde pública e na qualidade de vida da população, além de prejudicar os trabalhadores informais que dependem da reciclagem para subsistência.

O IGRCD de 15% valida a hipótese de que a gestão de RCD em Tucuruí é inadequada e insustentável. Os resultados da análise, em conjunto com as dimensões da gestão integrada e a sustentação teórica da literatura, demonstram a necessidade urgente de ações coordenadas e integradas para a melhoria da gestão de RCD no município.

Para reverter o cenário de insuficiência, a gestão de RCD em Tucuruí precisa ser abordada de forma sistêmica e integrada, considerando as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, além de envolver todos os atores relevantes na gestão. A destinação final ambientalmente correta precisa estar articulada com a minimização e reaproveitamento dos resíduos

A baixa pontuação do IGRCD não apenas evidencia a precariedade da gestão municipal, mas também reforça a necessidade urgente de ações estruturantes, como a criação de um Plano Municipal de Gestão de RCD alinhado às diretrizes da PNRS, a ampliação da fiscalização, a implementação de usinas de reciclagem e a regulamentação de áreas de transbordo e triagem.

Essas ações podem contribuir para a melhoria do índice e para a redução dos impactos ambientais, econômicos e sociais gerados pela má gestão dos resíduos da construção civil.

4.1.7.3 Análise estatística

A análise estatística descritiva e de correlação foram utilizadas para uma melhor compressão do cenário da gestão no município. A análise descritiva permite compreender a distribuição das respostas obtidas na pesquisa, fornecendo uma visão quantitativa sobre a percepção dos agentes envolvidos na gestão de RCD em Tucuruí.

Para isso, as respostas foram categorizadas em três níveis: Favorável (2 pontos), Regular (1 ponto) e Não Favorável (0 pontos), possibilitando a aferição de frequências e percentuais para cada grupo desenvolvido. Essa abordagem permite identificar padrões e tendências na gestão municipal, evidenciando pontos fortes e fragilidades em relação aos critérios estabelecidos para um gerenciamento eficaz dos resíduos de construção e demolição. A seguir, são apresentados os resultados detalhados.

a) frequências e percentuais;

A distribuição das respostas foi categorizada em três níveis: Favorável (2 pontos), Regular (1 ponto) e Não Favorável (0 pontos). Os resultados mostraram que:

- Instrumentos de Gestão de RCD;
 - Frequências: Favorável: 0, Regular: 0, Não Favorável: 5;
 - Porcentagem: 100% das respostas foram "Não favorável".

A ausência de respostas favoráveis e regulares indica que não há instrumentos ou políticas efetivas implementadas para a gestão de resíduos da construção civil. Isso sugere uma falha crítica na estruturação de um sistema que deveria regular e orientar as práticas de gestão de RCD.

A porcentagem de 100% das respostas sendo "Não Favorável" evidencia um cenário alarmante. Isso significa que todos os indicadores avaliados nesse grupo foram considerados ineficazes, refletindo total falta de diretrizes, regulamentações e práticas adequadas para a gestão dos resíduos gerados pela construção civil. A ausência de instrumentos normativos específicos pode resultar em diversos problemas, como:

- Aumento da geração de resíduos: sem políticas adequadas, é provável que a geração e o descarte inadequado de resíduos aumentem.
- Impactos ambientais negativos: a falta de regulamentação pode levar ao descarte irregular e à poluição ambiental, afetando ecossistemas locais.
- Insegurança jurídica: a ausência de normas claras pode criar incertezas para os profissionais do setor, dificultando a implementação de boas práticas.

– Programas Municipais:

- Frequências: Favorável: 1, Regular: 0, Não Favorável: 4;
- Porcentagem: 20% das respostas foram "Favorável" (relacionadas à fiscalização periódica), enquanto 80% permaneceram "Não favorável".

Com 80% das respostas classificadas como "Não Favorável", fica evidente que a maioria dos programas municipais está falhando em atender às necessidades e expectativas relacionadas à gestão de resíduos. Isso pode resultar em:

✓ Descarte irregular de resíduos: a falta de programas eficazes pode levar ao aumento do descarte inadequado, contribuindo para problemas ambientais.

✓ Baixa conscientização e envolvimento da comunidade: a ausência de iniciativas efetivas pode resultar em uma falta de conscientização sobre a importância da gestão adequada dos resíduos entre os cidadãos e empresas.

– Coleta e Triagem:

- Frequências: Favorável: 2, Regular: 0, Não Favorável: 3.
- Porcentagem: 40% das respostas foram "Favorável", destacando a implantação de um sistema de coleta e o serviço de Disque Coleta. Os 60% restantes indicam fragilidades em parcerias e triagem de resíduos.

A presença de 2 respostas favoráveis em um total de 5 indica que, embora haja algumas iniciativas positivas na coleta e triagem de resíduos, a maioria das ações ainda não está atingindo os padrões desejáveis. A média de 40% de respostas favoráveis sugere que há espaço para melhorias significativas.

– Tratamento e Disposição Final:

- Frequências: Favorável: 0, Regular: 0, Não Favorável: 5;
- Porcentagem: 100% das respostas foram "Não favorável", revelando a inexistência de práticas adequadas para a destinação final dos resíduos.

A ausência de respostas favoráveis ou regulares indica que não há práticas de tratamento e disposição final que atendam aos padrões desejáveis. Isso sugere uma falha crítica na gestão dos resíduos da construção civil, com consequências significativas para o meio ambiente e a saúde pública.

A porcentagem de 100% das respostas sendo "Não Favorável" evidencia um cenário extremamente preocupante. Isso significa que todos os indicadores avaliados nesse grupo foram considerados inadequados, revelando a inexistência de um sistema eficaz para o tratamento e a destinação final dos resíduos gerados pela construção civil.

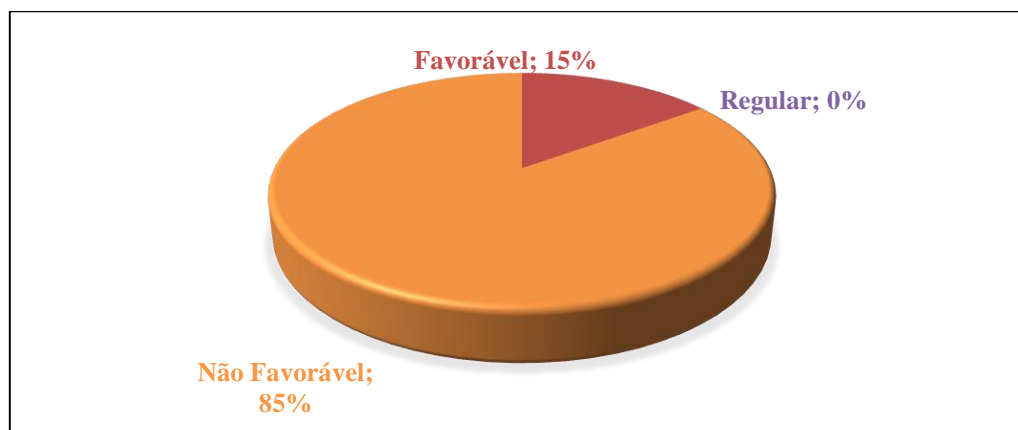
– análise geral de todos os indicadores:

- Frequências: Favorável: 3, Regular: 0, Não Favorável: 17;
- Porcentagem: 15% das respostas foram "Favorável" e 85% "Não favorável".

Os resultados mostram que a maior parte dos indicadores avaliados está na categoria "Não Favorável", evidenciando uma gestão deficiente em diversos aspectos da cadeia de resíduos da construção civil. Apenas 15% dos indicadores foram classificados como "Favorável", enquanto não houve nenhuma ocorrência na categoria "Regular". Nesse aspecto, ressalte-se a ausência de iniciativas intermediárias que poderiam indicar progresso parcial em alguns indicadores.

Esse cenário aponta para uma ausência de diretrizes claras, falta de continuidade nas ações implementadas e baixa institucionalização das práticas voltadas ao controle, destinação e reaproveitamento dos RCD. A gestão mostra-se fragmentada e reativa, respondendo a demandas pontuais em vez de adotar uma abordagem preventiva, com base em planejamento de médio e longo prazo. Além disso, a baixa adesão a instrumentos de governança, como planos municipais de gerenciamento, logística reversa e fiscalização adequada, contribui para a perpetuação de práticas inadequadas, como o descarte irregular e o acúmulo de resíduos em áreas públicas e ambientais sensíveis.

Gráfico 22 – Distribuição percentual das categorias



Fonte: Elaborado pelo autor.

b) média, moda e mediana;

Foram calculadas a média, mediana e moda para cada grupo de indicadores:

– Instrumentos de Gestão: Média = 0, Mediana = 0, Moda = 0.

A média, mediana e moda sendo todas iguais a 0 indicam uma total ausência de pontuações favoráveis neste grupo. Isso sugere que não existem instrumentos ou políticas implementadas para a gestão dos resíduos da construção civil.

– Programas Municipais: Média = 0,4, Mediana = 0, Moda = 0.

A média de 0,4 indica que, em média, os programas municipais têm um desempenho ligeiramente melhor que os instrumentos de gestão. No entanto, a mediana e a moda sendo 0 mostram que a maioria dos indicadores ainda não atinge pontuação favorável, revelando uma situação insatisfatória.

– Coleta e Triagem: Média = 0,8, Mediana = 0, Moda = 0.

A média de 0,8 é a mais alta entre os grupos, sugerindo um desempenho relativamente melhor na coleta e triagem de resíduos. Entretanto, a mediana e a moda sendo 0 indicam que a maior parte dos indicadores ainda não alcança um nível satisfatório, mesmo que haja alguns indicadores com pontuação positiva.

– Tratamento e Disposição Final: Média = 0, Mediana = 0, Moda = 0.

Assim como no grupo "Instrumentos de Gestão", todos os valores (média, mediana e moda) são iguais a 0. Isso reflete total falta de práticas adequadas para o tratamento e disposição final dos resíduos.

A moda sendo 0 em todos os casos revela que a pontuação mais frequente foi a ausência de implementação dos indicadores. A mediana de 0 indica que mais da metade dos indicadores em cada grupo não atingiram nenhuma pontuação. A média é ligeiramente superior a zero em

Programas Municipais e Coleta e Triagem, refletindo algumas iniciativas inovadoras, mas ainda muito abaixo do ideal.

Em relação à análise geral de todos os Grupos de Indicadores, tem-se:

- Média: 0,3
- Mediana: 0,0
- Moda: 0

Uma média de 0,3, em uma escala onde valores mais altos indicam melhor desempenho, sugere que, em geral, a gestão de RCD está aquém do ideal, refletindo um desempenho global insatisfatório em todos os grupos avaliados. Isso significa que as práticas atuais não estão atingindo um nível satisfatório de eficácia ou sustentabilidade

A mediana de 0,0 indica que, ao ordenar todas as pontuações dos indicadores, pelo menos metade deles está classificada como "Não Favorável". Isso sugere que a situação é predominantemente negativa, com muitos indicadores não atingindo nem mesmo um desempenho mínimo aceitável. Além disso, a mediana é um indicador robusto que não é afetado por valores extremos, o que significa que a maioria dos indicadores está em níveis críticos, refletindo uma falta generalizada de eficácia nas práticas de gestão de resíduos.

A moda de 0 confirma que esta é a pontuação mais frequente entre todos os indicadores avaliados. Isso reforça a ideia de que a grande maioria dos indicadores apresenta níveis críticos de efetivação.

c) correlação entre grupos de indicadores de RCD;

Para avaliar a relação entre os diferentes grupos de indicadores de RCD, foi calculado o coeficiente de correlação de Spearman (ρ_s), cujos valores são apresentados na Tabela abaixo:

Tabela 15 – Resultados da correlação entre os grupos de indicadores

Grupos Comparados	Coefficiente (ρ_s)	Intensidade
IG x PM	0,750	Forte
IG x CT	0,625	Forte
IG x TD	1,000	Perfeita
PM x CT	0,125	Fraca
PM x TD	0,750	Forte
CT x TD	0,625	Forte

Fonte: Elaborado pelo autor

Apesar dos coeficientes de demonstração apresentarem um cenário de potencial interdependência entre os grupos de indicadores, é crucial analisar esses resultados à luz da realidade específica de Tucuruí, onde a pontuação, por exemplo, para os Instrumentos de Gestão (IG) é zero. Essa particularidade implica que, embora exista um potencial de influência dos IG sobre os demais grupos, a ausência de legislação, planos e medidas efetivas limitam significativamente a eficácia das ações de gestão de RCD no município.

Considerando a intensidade da demonstração e o contexto específico de Tucuruí, a análise para cada grupo de indicador envolveu a seguinte discussão:

- Instrumentos de Gestão (IG) x Programas Municipais (PM) – correlação forte (0,750): apesar da pontuação zero para os Instrumentos de Gestão em Tucuruí, esta demonstração sugere que a implementação de diretrizes específicas poderia melhorar potencialmente a eficácia dos programas municipais. A ausência de uma estrutura legal e de planejamento adequado tem limitações quanto às ações efetivas no município. Para melhorar a gestão da RCD em Tucuruí, é essencial desenvolver e implementar instrumentos de gestão que orientem os programas municipais.

- Instrumentos de Gestão (IG) x Coleta e Triagem (CT) – correlação forte (0,625): um forte brilho entre IG e CT indica que uma gestão eficaz dos resíduos está intimamente ligada à implementação de sistemas adequados de coleta e triagem. Isso sugere que políticas claras podem facilitar a organização e a eficiência desses serviços. É necessário estabelecer um sistema formalizado para a coleta e rastreamento em Tucuruí, apoiado por instrumentos legais que garantam sua eficácia.

- Instrumentos de Gestão (IG) x Tratamento e Destino (TD) – correlação plena (1.000): a transparência perfeita entre IG e TD indica que a eficácia dos Instrumentos de Gestão é crucial para garantir práticas adequadas de tratamento e destinação dos resíduos. Isso sugere que sem uma estrutura legal robusta, as práticas de tratamento não serão rompidas corretamente. A ausência total de instrumentos de gestão em Tucuruí resulta em práticas inconvenientes para o tratamento e destinação dos resíduos. Isso representa uma lacuna crítica na gestão do RCD. É imperativo que Tucuruí desenvolva um plano municipal abrangente que inclua diretrizes claras para o tratamento e destinação dos resíduos.

- Programas Municipais (PM) x Coleta e Triagem (CT) – correlação Fraca (0,125): a relação entre PM e CT sugere que os programas municipais têm pouco impacto sobre as práticas de coleta e triagem. Isso pode indicar uma falta de integração entre as ações educativas e operacionais. No município, essa representação reflete a baixa pontuação tanto nos

programas municipais quanto na coleta e triagem. Isso indica que mesmo com alguma fiscalização presente, as ações não são suficientes para promover melhorias significativas nos serviços. É necessário um esforço maior para integrar os programas municipais com os sistemas de coleta e triagem, promovendo campanhas educativas mais eficazes.

- Programas Municipais (PM) x Tratamento e Destino (TD) – correlação forte (0,750): uma relação forte entre PM e TD indica que os programas municipais podem influenciar positivamente as práticas de tratamento e destino. Isso sugere que ações inovadoras no nível municipal podem ter um efeito direto sobre como os resíduos são tratados. Apesar da pontuação zero nos instrumentos de gestão, se os programas adequados fossem implementados em Tucuruí, isso melhoraria significativamente as práticas de tratamento e destino. Investir em programas especiais para o tratamento adequado de resíduos é essencial para garantir uma gestão eficaz.

- Coleta e Triagem (CT) x Tratamento e Destino (TD) – correlação forte (0,625): um forte brilho entre CT e TD sugere que uma coleta eficiente contribui diretamente para práticas adequadas no tratamento e destinação dos resíduos. Isso indica que melhorias na coleta podem resultar em melhores resultados na destinação final. Em Tucuruí, apesar da baixa pontuação na coleta e triagem, esse destaque destaca a importância da eficiência na coleta como um passo fundamental para garantir um tratamento adequado dos resíduos. Melhorar o sistema de coleta no município é crucial para melhorar o tratamento e destinação final dos resíduos.

Os resultados da análise das correlações em Tucuruí evidenciam a necessidade urgente de implementar instrumentos de gestão eficazes, a fim de orientar e potencializar os programas municipais, a coleta e rastreamento, e o tratamento e destinação de RCD. A ausência desses instrumentos limita significativamente a eficácia das ações de gestão e compromete a sustentabilidade ambiental do município.

Os dados quantitativos revelam que a composição gravimétrica dos resíduos sólidos de Tucuruí contém um alto percentual de resíduos orgânicos e plásticos, o que reforça a necessidade de programas de reciclagem e reaproveitamento. Esse cenário foi identificado por Silva, Ishihara e Alves (2022), que apontam que a ausência de coleta seletiva e triagem adequada compromete a sustentabilidade do gerenciamento de resíduos na região.

Essa constatação corrobora os achados de Diniz e Alencar (2014), que também destacaram a predominância de resíduos orgânicos e a falta de infraestrutura para a triagem e reciclagem como desafios para a gestão sustentável dos resíduos em Tucuruí."

4.1.7.4 Análise integrada

A análise integrada dos diferentes instrumentos de avaliação – que englobam o arranjo institucional, as estatísticas descritivas (média, mediana, moda), as frequências e percentuais, o IGRCD e a análise de correlação – revelou tanto convergências quanto contradições na gestão de RCD em Tucuruí.

Por um lado, o arranjo institucional sugere uma estrutura formal robusta, com o município sendo classificado em uma categoria indicativa de consolidação (notas 5 ou 6). Isso demonstra a existência de mecanismos legais e organizacionais que, teoricamente, deveriam favorecer uma gestão ambiental integrada e eficaz. No entanto, os dados descritivos apresentam um quadro preocupante: a média de 0,3, mediana de 0 e moda de 0 evidenciam que a maior parte dos indicadores está em níveis mínimos. Esse cenário é reforçado pelas frequências e percentuais, onde 85% dos indicadores foram classificados como “não favoráveis”, refletindo uma lacuna significativa entre a estrutura institucional e sua efetiva implementação na gestão cotidiana dos resíduos.

O IGRCD, por sua vez, confirma essa discrepância ao indicar que, apesar da formalização institucional, há falhas na integração operacional, especialmente nos programas municipais e na coleta e triagem.

A análise de correlação complementa essa visão ao mostrar que há uma forte relação entre os Instrumentos de Gestão (IG) e o Tratamento/Disposição Final (TD) ($\rho_s = 1,000$). Essa convergência sugere que, onde os instrumentos normativos são efetivamente aplicados, há uma tendência para melhorias no tratamento dos resíduos. Além disso, a correlação entre IG x PM (0,750), IG x CT (0,625), PM x TD (0,750) e CT x TD (0,625) indica uma interdependência relevante entre os diferentes eixos da gestão, o que poderia representar um avanço na articulação entre planejamento e execução.

Entretanto, a correlação fraca entre PM x CT (0,125) evidencia um desalinhamento entre os programas municipais e as práticas de coleta e triagem, comprometendo a eficiência geral do sistema. A ausência de infraestrutura para reciclagem e tratamento de resíduos em Tucuruí impacta diretamente a eficiência da gestão integrada de RCD. Souza *et al.* (2023) evidenciam que problemas ambientais, como a contaminação de cursos d'água pelo descarte irregular de resíduos, são agravados pela falta de fiscalização e políticas públicas eficazes, cenário também observado nos resultados desta pesquisa.

Essa situação já era apontada por Diniz e Alencar (2014), que enfatizaram a falta de um sistema de gestão integrado para os RCD e os impactos negativos do descarte irregular em áreas

urbanas e ambientais. Esse dado reforça a necessidade de ampliar a integração operacional para que os avanços em planejamento e regulação se traduzam em impactos positivos em todas as fases da gestão de RCD.

Assim, a convergência reside no fato de que tanto a estrutura institucional quanto as correlações positivas entre certos indicadores (especialmente IG x TD) indicam um potencial para uma gestão eficaz. No entanto, a contradição emerge quando esse potencial não se reflete nos resultados práticos, como demonstrado pelos valores descritivos e pela elevada porcentagem de indicadores não favoráveis.

Em resumo, enquanto o arranjo institucional consolidado demonstra a existência de uma base estruturada para a gestão ambiental, os dados quantitativos apontam para a necessidade de transformar esse potencial em ações concretas. A integração das análises evidencia que a formalização institucional, por si só, não é suficiente; é fundamental intensificar a implementação e a articulação entre os diversos instrumentos e programas para que o desempenho operacional efetivamente acompanhe a robustez da estrutura existente.

4.1.7.5 Análise comparativa com Recife-PE

A presente seção teve como objetivo comparar a gestão de RCD em Tucuruí-PA com a de Recife-PE, buscando identificar semelhanças e diferenças que possam contribuir para o aprimoramento da gestão em Tucuruí. A avaliação da gestão em Recife tem como referência o estudo de Paz (2019), que classificou o município com 55% de desempenho no IGRD, enquadrando-o na faixa de gestão mediana. Essa comparação permite contextualizar os resultados obtidos em Tucuruí à luz de experiências já analisadas e sistematizadas na literatura, oferecendo subsídios para a construção de estratégias mais eficazes.

Ao comparar os desafios enfrentados por Tucuruí com Recife, nota-se que a ausência de um aterro sanitário adequado e a manutenção de um lixão a céu aberto em Tucuruí configuram um dos principais entraves para a efetiva gestão de resíduos. Odoricio *et al.* (2024) identificaram que o município ainda apresenta um modelo de disposição inadequada dos resíduos, agravando impactos ambientais e sociais.

Enquanto Recife avançou na implementação de soluções sustentáveis, Tucuruí permanece dependente de métodos ultrapassados de gestão de resíduos. Essa comparação evidencia a persistência dos problemas identificados por Diniz e Alencar (2014), que já alertavam para a dependência de Tucuruí em relação a métodos ultrapassados de disposição de

resíduos, como lixões a céu aberto, e a necessidade urgente de investimentos em infraestrutura e tecnologias mais modernas.

A análise comparativa entre Tucuruí-PA e Recife-PE foi conduzida com base nas mesmas ferramentas: análise estatística, com o cálculo de frequências e percentuais, correlação de Spearman e o IGRCD. Essa comparação busca identificar semelhanças e diferenças na gestão de RCD entre os municípios e extrair possíveis lições que possam contribuir para o aprimoramento da gestão em Tucuruí.

- Correlação de Spearman: ao comparar os coeficientes de correlação, observa-se que, em Tucuruí, o par de grupos 'IG x TD' apresentou correlação perfeita (1,000 - Muito Forte), indicando que a presença de instrumentos de gestão está diretamente associada à melhoria na etapa de tratamento e disposição final. Além disso, destacam-se as correlações elevadas entre 'IG x PM' (0,750) e 'PM x TD' (0,750), sugerindo uma forte interdependência entre os programas municipais e os instrumentos normativos, bem como sua influência direta na fase de tratamento.

Em Recife, por outro lado, os coeficientes mais elevados foram 'IG x TD' (0,625) e 'IG x PM' (0,600), apontando para uma maior integração entre os instrumentos de gestão e os programas municipais. Entretanto, diferentemente de Tucuruí, Recife apresenta correlações negativas entre 'PM x TD' (-0,525) e 'CT x TD' (-0,200), sugerindo que a relação entre programas municipais e o tratamento pode enfrentar desafios operacionais.

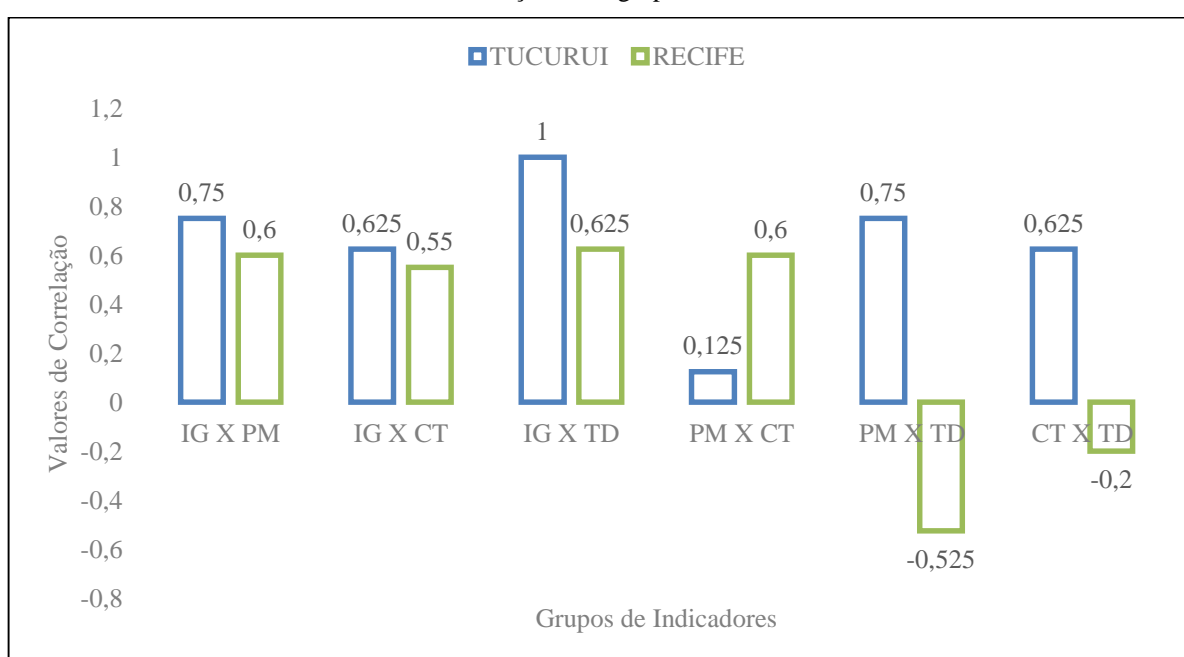
Essa diferença evidencia que, enquanto Recife apresenta um modelo mais equilibrado entre planejamento e execução, com maior foco na integração entre os instrumentos de gestão e os programas municipais, Tucuruí exibe uma dependência mais acentuada dos instrumentos normativos para garantir avanços na etapa de tratamento e disposição final.

Isso sugere que, apesar da existência de uma estrutura formal relativamente robusta em ambos os municípios — composta por legislações, órgãos responsáveis e instrumentos de planejamento —, a efetividade da gestão de resíduos da construção civil não se concretiza apenas pela regulamentação normativa. A eficácia real depende fortemente da articulação entre as diferentes fases do processo, incluindo o planejamento, a execução, a fiscalização e o monitoramento contínuo das ações implementadas.

Essa articulação precisa ocorrer de forma integrada e intersetorial, envolvendo não apenas o poder público, mas também os agentes privados, instituições de controle social e a população em geral. A ausência de conexões sólidas entre essas etapas compromete a funcionalidade do sistema, resultando em falhas na coleta, triagem, tratamento e disposição final dos resíduos.

Além disso, a análise evidencia que a simples existência de instrumentos de gestão não garante, por si só, sua aplicabilidade efetiva, sendo necessário que tais mecanismos estejam inseridos em uma lógica de governança colaborativa, com recursos adequados, capacitação técnica e acompanhamento sistemático de resultados. Para uma melhor compreensão das relações entre os diferentes grupos de indicadores avaliados em cada cidade, apresenta-se a seguir o Gráfico 23, que sintetiza as correlações e permite visualizar os níveis de integração (ou ausência dela) entre os elementos da gestão de RCD.

Gráfico 23 – Valores dos coeficientes de correlação entre grupos de indicadores em Tucuruí e Recife

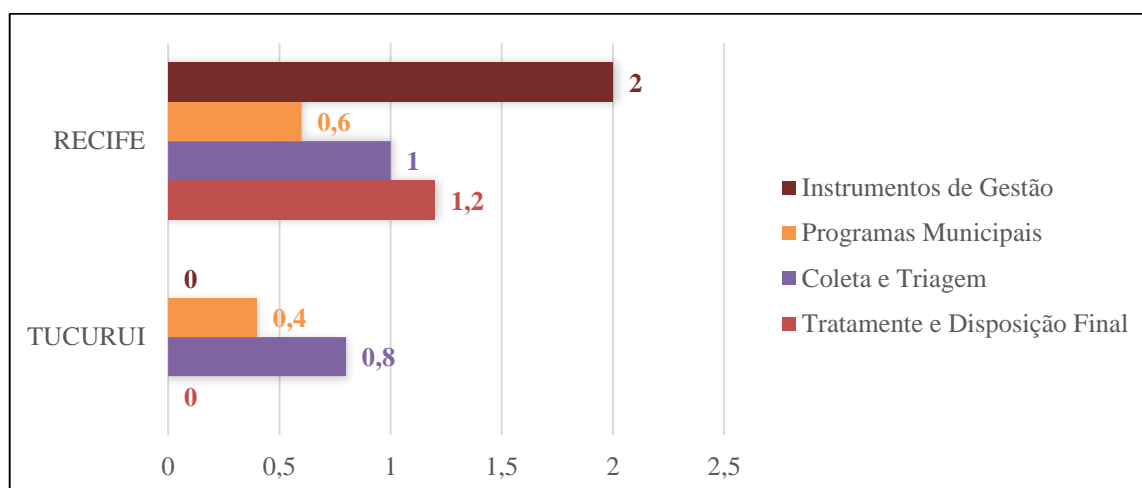


Fonte: Elaborado pelo autor

- **Análise estatística (média, moda e mediana):** Os valores centrais obtidos para Recife indicam uma distribuição equilibrada, com média 1,2, moda 2 e mediana 2. Esses valores são globais (média entre os grupos) e sugerem uma maior consistência na implementação das práticas de gestão, principalmente em relação aos instrumentos e à coleta e triagem. Em comparação, Tucuruí apresenta média 0,3 e moda 0, refletindo maior predominância de indicadores desfavoráveis. A presença de notas 2 nos instrumentos e na coleta em Recife sugere uma prática consolidada de gestão no município pernambucano.

O Gráfico 24 compara as médias de cada grupo de indicadores entre os dois municípios, evidenciando as diferenças de desempenho e destacando áreas de maior avanço ou necessidade de melhoria.

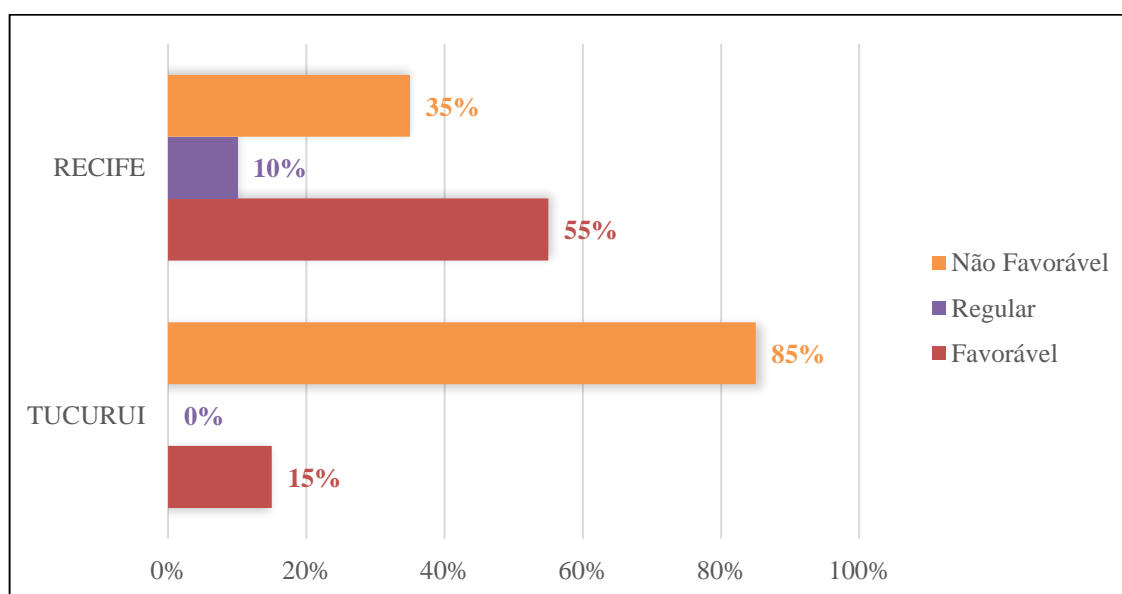
Gráfico 24 – Comparativo das médias dos grupos de indicadores entre Tucuruí e Recife



Fonte: Elaborado pelo autor

- **Frequências e percentuais:** em Recife, observa-se uma maior frequência de respostas favoráveis (55%), seguido de "Não Favorável" (35%) e 10% de "Regular". Diferentemente de Tucuruí, onde 85% das respostas foram 'Não Favorável', Recife exibe uma distribuição mais equilibrada, com presença significativa de ações concretas voltadas à logística reversa e ao mapeamento de pontos de descarte irregular. Essa diferença sugere que Recife possui práticas mais bem estabelecidas, enquanto Tucuruí ainda enfrenta desafios estruturais significativos.

Gráfico 25 – Comparativo das categorias entre Tucuruí e Recife



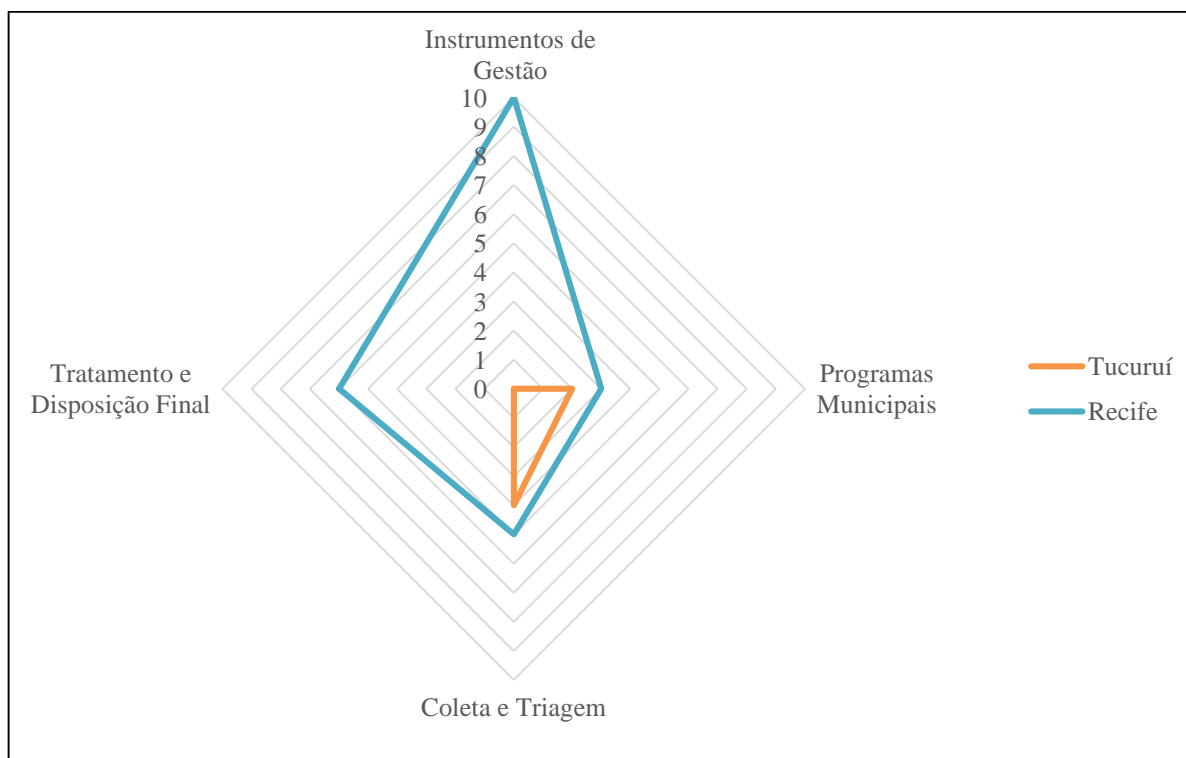
Fonte: Elaborado pelo autor

- IGRCD e estrutura institucional: em Recife o índice IGRCD (55%), considerando a pontuação aferida, sugere uma estrutura institucional com pontuações elevadas (nota 2) nos instrumentos de gestão, mas com fragilidades nos programas municipais, que apresentam três critérios com pontuação 0.

Em Tucuuruí, o cenário é inverso, o que destaca a importância de fortalecer esses programas com base nas boas práticas observadas em Recife, como o incentivo à logística reversa e a integração operacional entre as etapas de gestão, com maior presença de programas municipais e lacunas na coleta e disposição final.

O Gráfico 26 ilustra as áreas em que Recife se destaca e onde Tucuuruí precisa evoluir, conforme mencionado, além de facilitar a análise integrada dos dados.

Gráfico 26 – Distribuição das pontuações dos diferentes grupos de indicadores



Fonte: Elaborado pelo autor

A conclusão comparativa indica que a análise integrada das ferramentas utilizadas evidencia que Recife apresenta um maior alinhamento entre os instrumentos de gestão, coleta, tratamento e disposição final de RCD, especialmente na integração entre coleta e triagem com as práticas de destinação final. Em Tucuuruí, por sua vez, fica demonstrada a relevância da presença de instrumentos normativos, mas também precisa fortalecer os mecanismos operacionais e os programas municipais para alcançar uma gestão mais eficiente e sustentável.

Em termos de influência nas melhorias para Tucuruí, ressalta-se que as diferenças identificadas podem contribuir para a implementação de avanços em Tucuruí de diversas formas. A integração entre coleta, triagem e disposição final observada em Recife serve de referência para otimizar os processos no município paraense. Além disso, o investimento em programas municipais, especialmente na educação ambiental e no incentivo à logística reversa, pode contribuir para reduzir as altas taxas de respostas 'Não Favorável'. A estrutura institucional de Recife destaca a importância de mecanismos de fiscalização e planejamento, sugerindo a criação de novas políticas e o fortalecimento das já existentes em Tucuruí, promovendo assim uma gestão mais eficaz e sustentável dos resíduos da construção civil.

Além disso, Recife apresenta práticas estruturais que podem ser aplicadas em Tucuruí, como o fortalecimento das parcerias com cooperativas de catadores, o mapeamento de pontos de descarte irregular e a ampliação de mecanismos de incentivo à logística reversa. Essas estratégias podem servir para aprimorar a estrutura organizacional e a eficiência na gestão dos resíduos em Tucuruí, garantindo maior controle sobre os fluxos de descarte e tratamento dos materiais.

Adicionalmente, a experiência de Recife na estruturação institucional pode fornecer diretrizes importantes para Tucuruí. O fortalecimento da fiscalização periódica das obras, aliado a uma gestão mais integrada entre os setores responsáveis, pode otimizar a aplicação das políticas públicas. A ampliação da atuação dos programas municipais e a implementação de incentivos regulatórios para boas práticas ambientais são aspectos que podem contribuir significativamente para aprimorar a gestão dos resíduos da construção civil em Tucuruí.

4.1.8 Proposições para adequação e melhorias da gestão integrada de resíduos da construção civil no município de Tucuruí-PA

4.1.8.1 Estratégias para a gestão municipal

Com base nos indicadores e resultados da avaliação, foram feitas proposições para o aprimoramento das estratégias voltadas à gestão municipal de RCD. Essas sugestões foram estruturadas a partir dos grupos de indicadores definidos por Paz (2019) — Instrumentos de Gestão, Programas Municipais, Coleta e Triagem, e Tratamento e Disposição Final —, com foco em ações práticas direcionadas aos pontos críticos identificados no município de Tucuruí.

Instrumentos de Gestão (pontuação aferida: 0/10 - grau: baixo).

O desenvolvimento e implementação de instrumentos de gestão são cruciais para estabelecer uma base sólida para a gestão de RCD.

a) lei municipal para gestão de RCD (pontuação aferida: 0/2):

- ação imediata: elaborar e aprovar uma lei municipal específica para a gestão de RCD, envolvendo a sociedade civil, construtoras e outros *stakeholders*;
- conteúdo mínimo da lei: definição clara de responsabilidades dos geradores, transportadores e receptores de RCD; estabelecimento de sanções para o descarte irregular; incentivos para a reciclagem e reutilização de materiais; regulamentação dos PEVs e ATTs;
- recursos: formar uma comissão intersetorial (meio ambiente, obras, jurídica) para elaborar a minuta da lei, realizar consultas públicas e encaminhar o projeto para aprovação legislativa.

b) Plano Municipal de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Construção Civil – PMGRCC (pontuação aferida: 0/2):

- ação imediata: desenvolver o PMGRCC, com diagnóstico detalhado, metas quantificáveis e programas de ação;
- etapas do PMGRCC:
 - Diagnóstico: mapear a geração, coleta, transporte e destinação de RCD, identificando os principais pontos de deposição irregular e gargalos no sistema.
 - Metas: definir metas de curto, médio e longo prazo para redução da geração, aumento da reciclagem e eliminação do descarte irregular.
 - Programas de ação:
 - ✓ Pequenos geradores: criação de PEVs acessíveis e campanhas de conscientização.
 - ✓ Grandes geradores: exigência de PGRCCs detalhados e fiscalização do cumprimento.
 - ✓ Obras públicas: adoção de práticas sustentáveis na gestão de RCD.
 - ✓ Controle e fiscalização: aumento da fiscalização e aplicação de sanções.
 - ✓ Educação ambiental: programas educativos para diferentes públicos.
- recursos: destinar recursos financeiros e humanos para a elaboração e implementação do PMGRCC, buscando apoio técnico de universidades e consultorias especializadas.

- c) análise e aprovação dos Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) (pontuação aferida: 0/2):
- ação imediata: criar um sistema eficiente de análise e aprovação dos PGRCCs apresentados pelos grandes geradores;
 - procedimentos: elaborar um Termo de Referência (TR) padrão para os PGRCCs, definindo os requisitos mínimos e critérios de avaliação. Capacitar os técnicos responsáveis pela análise dos planos e estabelecer prazos máximos para a aprovação;
 - integração: integrar o sistema de análise de PGRCCs com o processo de licenciamento de obras, condicionando a emissão de alvarás à aprovação do plano.
- d) cadastro e monitoramento de transportadores (pontuação aferida: 0/2):
- ação Imediata: implementar um sistema de cadastro e monitoramento dos transportadores de RCD;
 - procedimentos: criar um cadastro online dos transportadores, exigindo informações sobre os veículos, licenças e rotas utilizadas. Monitorar o transporte de RCD por meio de GPS e auditorias aleatórias;
 - requisitos: exigir que os transportadores utilizem caçambas padronizadas, numeradas e com dispositivos de vedação para evitar o derramamento de materiais.
- e) cadastro e monitoramento de áreas licenciadas para recebimento de RCD (pontuação aferida: 0/2):
- ação imediata: identificar e cadastrar todas as áreas licenciadas para recebimento de RCD, garantindo que atendam aos requisitos ambientais e de segurança;
 - procedimentos: criar um cadastro online das áreas licenciadas, com informações sobre a capacidade de recebimento, tipos de resíduos aceitos e responsáveis técnicos. Monitorar as áreas por meio de vistorias regulares e análise de relatórios de destinação;
 - incentivos: oferecer incentivos fiscais e técnicos para a implantação de novas áreas de recebimento de RCD, priorizando a instalação de usinas de reciclagem e aterros de inertes.

Programas Municipais de Gestão (pontuação aferida: 2/10 - grau: baixo).

Os programas municipais são essenciais para promover a prevenção, redução, reutilização e reciclagem de RCC.

a) ações educativas (pontuação aferida: 0/2):

- ação imediata: desenvolver e implementar um programa abrangente de educação ambiental sobre a gestão de RCD, direcionado a diferentes públicos;
- atividades: criação de materiais educativos (cartilhas, vídeos, jogos), realização de palestras e workshops, campanhas de mídia e promoção de eventos temáticos;
- público-alvo: moradores, construtoras, transportadores, catadores, estudantes e servidores públicos.

b) formação e capacitação (pontuação aferida: 0/2):

- ação imediata: oferecer cursos e treinamentos para os agentes envolvidos na gestão de RCD, incluindo catadores, transportadores, operários da construção civil e fiscais;
- conteúdo: técnicas de coleta seletiva, triagem, reciclagem, segurança no trabalho e legislação ambiental;
- parcerias: estabelecer parcerias com universidades, institutos técnicos e empresas especializadas para oferecer os cursos e treinamentos.

c) fiscalização periódica das obras (pontuação aferida: 2/2):

- ação contínua: manter e intensificar a fiscalização das obras, garantindo o cumprimento da legislação e das normas técnicas;
- recursos: aumentar o número de fiscais, fornecer equipamentos adequados e estabelecer procedimentos claros para a fiscalização;
- sanções: aplicar multas e outras penalidades para as obras que não cumprirem as normas de gestão de RCD.

d) mapeamento dos pontos de deposição irregular de RCD (pontuação aferida: 0/2):

- ação imediata: realizar um mapeamento completo dos pontos de deposição irregular de RCD, utilizando ferramentas de georreferenciamento e participação comunitária;
- procedimentos: criar um canal de comunicação para que os moradores possam denunciar os pontos de descarte irregular. Utilizar os dados do mapeamento para direcionar as ações de fiscalização e limpeza;
- recuperação: recuperar os pontos de descarte irregular, transformando-os em áreas verdes ou espaços públicos.

- e) incentivo à logística reversa de resíduos especiais (pontuação aferida: 0/2):
- ação imediata: implementar programas de logística reversa para resíduos especiais, como gesso, sacos de cimento/argamassa e latas de tinta;
 - parcerias: firmar acordos com fabricantes, distribuidores e comerciantes para que se responsabilizem pela coleta e destinação adequada desses resíduos;
 - incentivos: oferecer incentivos fiscais para as empresas que aderirem aos programas de logística reversa.

Coleta e Triagem (pontuação aferida: 4/10 - grau: baixo);

A coleta e triagem eficientes são fundamentais para garantir a destinação adequada dos RCD.

- a) sistema de coleta de RCD implantado (pontuação aferida: 2/2):
- ação contínua: otimizar o sistema de coleta de RCD, garantindo que atenda às necessidades da população e das empresas;
 - aprimoramentos: ampliar a cobertura do sistema de coleta, aumentar a frequência da coleta em áreas de maior geração de resíduos e melhorar a comunicação com os usuários.
- b) parceria com cooperativa de catadores (pontuação aferida: 0/2):
- ação imediata: estabelecer parceria com cooperativas ou associações de catadores para realizar a coleta seletiva dos resíduos Classe B (recicláveis).
 - estrutura: fornecer equipamentos, treinamento e apoio financeiro para as cooperativas;
 - integração: integrar os catadores ao sistema de gestão de RCC, reconhecendo o seu papel fundamental na reciclagem e na geração de renda.
- c) triagem de resíduos em Unidades de Recebimento de Pequenos Volumes - URPV (pontuação aferida: 0/2):
- ação imediata: implantar URPVs em pontos estratégicos da cidade, para facilitar o descarte de pequenos volumes de RCD pela população;
 - estrutura: as URPVs devem ser equipadas com caixas separadas para diferentes tipos de resíduos (entulho, madeira, metal, plástico) e contar com pessoal treinado para orientar os usuários;
 - divulgação: divulgar amplamente a localização e o funcionamento das URPVs, incentivando a sua utilização.
- d) Área de Transbordo e Triagem – ATT (pontuação aferida: 0/2):

- ação imediata: implantar ATTs para receber os resíduos coletados, realizar a triagem e encaminhar os materiais recicláveis para as indústrias de transformação;
- estrutura: as ATTs devem ser projetadas de forma a minimizar os impactos ambientais e garantir a segurança dos trabalhadores;
- equipamentos: utilizar equipamentos modernos para a triagem e o processamento dos resíduos, como esteiras rolantes, separadores magnéticos e trituradores.

e) implantação de Sistema de Disque Coleta (pontuação aferida: 2/2):

- ação contínua: divulgar e otimizar o sistema de Disque Coleta, facilitando o descarte de RCD pela população;
- aprimoramentos: ampliar a divulgação do serviço, reduzir o tempo de espera para a coleta e melhorar a comunicação com os usuários.

Tratamento e Disposição Final (Pontuação Aferida: 0/10 - grau: baixo).

O tratamento e a disposição final adequados são essenciais para evitar a contaminação do solo e da água.

a) disposição de resíduos classe A (pontuação aferida: 0/2):

- ação imediata: destinar os resíduos Classe A (entulho) para usinas de beneficiamento ou aterros de inertes licenciados;
- incentivo: incentivar a implantação de usinas de reciclagem de RCD, oferecendo incentivos fiscais e apoio técnico;
- aterros: fiscalizar os aterros de inertes, garantindo que operem de acordo com as normas ambientais.

b) destinação de resíduos classe B (pontuação aferida: 0/2):

- ação imediata: encaminhar os resíduos Classe B (recicláveis) para áreas de triagem e reciclagem;
- parceria: fortalecer a parceria com as cooperativas de catadores, garantindo que recebam os resíduos recicláveis e tenham condições de realizar a triagem e a comercialização.

c) disposição de resíduos classe C (Pontuação Aferida: 0/2):

- ação imediata: destinar os resíduos Classe C (gesso) para aterros sanitários licenciados;

- alternativas: buscar alternativas para a reciclagem do gesso, como a produção de argamassa ou a utilização na agricultura.

d) destinação de resíduos classe D (Pontuação Aferida: 0/2):

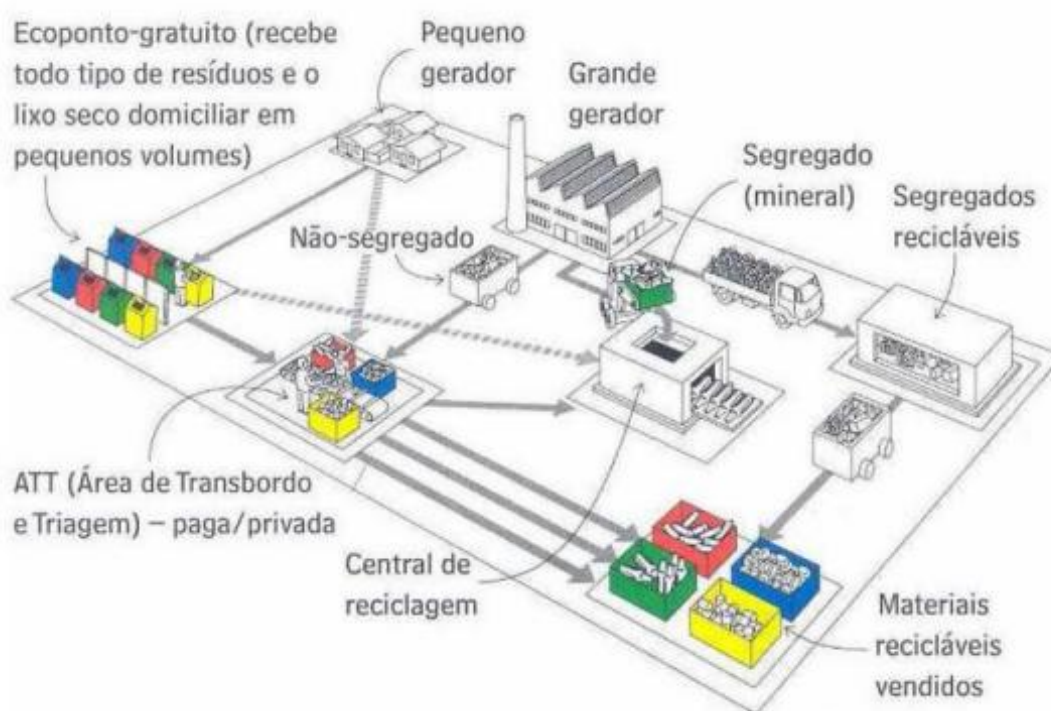
- ação imediata: destinar os resíduos Classe D (perigosos) para incineração ou logística reversa;
- parceria: firmar acordos com empresas especializadas para realizar a incineração ou a logística reversa dos resíduos perigosos.

e) registro da destinação dos resíduos em locais licenciados (pontuação aferida: 0/2):

- ação imediata: criar um sistema de registro da destinação dos resíduos, garantindo que sejam encaminhados para locais licenciados e que a destinação seja comprovada documentalmente;
- monitoramento: monitorar o sistema de registro, verificando se as informações são consistentes e se os resíduos estão sendo destinados corretamente.

Ao implementar essas ações aprimoradas, o município poderá melhorar significativamente a sua gestão de RCD, aumentando a pontuação nos indicadores e promovendo um ambiente mais limpo e sustentável. A Figura 19 representa o fluxo desejável para os resíduos a partir da implantação do sistema de gestão.

Figura 20 – Modelo de fluxos de RCD estabelecido pela Resolução Conama nº 307/2002



4.1.8.2 Proposta de gerenciamento para os grandes geradores

A gestão dos RCD em Tucuruí-PA apresenta desafios significativos, conforme identificado na análise de oito obras locais. A ausência de PGRCCs, a falta de segregação adequada e o desconhecimento da legislação comprometem a destinação sustentável desses resíduos. Diante dessa realidade, são propostas estratégias específicas para os grandes geradores, alinhadas às necessidades do município e fundamentadas no Manual para Elaboração e Implantação do PGRCC (Silva; Lopes, 2021).

a) elaboração e implementação do PGRCC;

Nenhuma das obras analisadas possuía um PGRCC formalizado, demonstrando um descumprimento das normativas ambientais. A adoção do PGRCC deve seguir as diretrizes da Lei Federal nº 12.305/2010 e da Resolução Conama nº 307/2002, incluindo:

- identificação da obra e dos responsáveis técnicos;
- diagnóstico e classificação dos resíduos gerados (Classes A, B, C e D);
- planejamento da coleta, triagem e destinação;
- definição de medidas preventivas e corretivas.

b) diagnóstico e segregação dos resíduos;

A pesquisa revelou que os resíduos são descartados de maneira inadequada, sem segregação por classe. Para otimizar a gestão dos RCC, recomenda-se:

- implantação de áreas específicas para segregação dentro dos canteiros;
- adoção de coletores sinalizados para cada tipo de resíduo;
- uso de baias cobertas para resíduos recicláveis e reutilizáveis.

O correto acondicionamento minimiza perdas e facilita o reaproveitamento de materiais, reduzindo a pressão sobre aterros sanitários.

c) monitoramento e controle da geração de resíduos;

A ausência de registros quantitativos dos resíduos gerados dificulta a gestão eficiente. Conforme preconiza o manual, o monitoramento deve incluir:

- registro periódico da geração de resíduos em planilhas ou softwares de controle;
- implementação de auditorias internas para verificação do cumprimento do PGRCC;
- uso de indicadores de sustentabilidade para mensurar a eficácia das ações adotadas.

d) destinação e reaproveitamento dos RCD;

O destino inadequado dos resíduos foi um dos problemas mais graves identificados. Para garantir o descarte correto e sustentável, propõe-se:

- parcerias com cooperativas e empresas recicladoras para reutilização de materiais;
 - Implantação da logística reversa, garantindo que resíduos passíveis de reaproveitamento retornem ao ciclo produtivo;
 - utilização de agregados reciclados em obras públicas e privadas.
- e) capacitação e educação ambiental;

A pesquisa revelou que os operários desconhecem as boas práticas de gestão de RCD.

Para solucionar esse problema, recomenda-se:

- treinamentos periódicos sobre a correta segregação e destinação dos resíduos;
 - campanhas educativas abordando a importância da reciclagem e da sustentabilidade;
 - implementação de cartilhas e materiais informativos acessíveis aos trabalhadores.
- f) uso de tecnologias e programas de qualidade para construção sustentável

A incorporação de novas tecnologias na gestão de RCD pode melhorar a eficiência e reduzir impactos ambientais. Assim, recomenda-se:

- adoção de softwares de monitoramento e rastreamento da geração e destinação de resíduos;
 - implementação de BIM para otimizar o planejamento e reduzir desperdícios;
 - uso de materiais sustentáveis e certificados, como concreto reciclado e tijolos ecológicos;
 - aplicação de tecnologias de captação e reuso de água pluvial;
 - implantação de programas de certificação ambiental, como LEED, Selo Casa Azul e AQUA-HQE, garantindo boas práticas de construção sustentável.
- g) soluções compartilhadas e incentivos;

O intercâmbio de informações e a colaboração entre empresas são práticas inexistentes no município. Assim, sugere-se:

- criação de um consórcio entre construtoras para otimizar a gestão de RCD;
 - parcerias público-privadas para implantação de usinas de reciclagem;
 - compartilhamento de boas práticas entre obras e empresas do setor.
- h) responsabilidade compartilhada e fiscalização.

Para garantir a adesão às diretrizes estabelecidas pelo PGRCC, é necessário um acompanhamento rigoroso por parte dos órgãos fiscalizadores. O município deve implementar:

- exigência do PGRCC para a emissão de alvarás de construção;
- realização de vistorias periódicas para verificar o cumprimento das normas;
- aplicação de sanções administrativas em casos de descumprimento das regulamentações.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa revelou que a gestão dos RCD em Tucuruí apresenta desafios importantes, principalmente devido à ausência de políticas públicas eficazes e à falta de infraestrutura adequada para coleta, triagem e destinação final. A análise do cenário atual demonstrou que a maior parte dos resíduos gerados não passa por um processo eficiente de reaproveitamento ou reciclagem, resultando em impactos ambientais e sociais negativos. Além disso, os resultados apontaram que a conscientização da população e dos gestores sobre a importância do manejo adequado do RCD ainda é limitada, o que exige a implementação de práticas mais sustentáveis.

Outro achado relevante foi a relação direta entre a falta de programas municipais bem estruturados e a ineficácia na gestão dos resíduos. Os dados apontaram que, sem diretrizes claras e fiscalização eficiente, o descarte irregular torna-se uma prática comum. Além disso, os desafios enfrentados pelos gestores incluem a escassez de recursos financeiros e técnicos para a implementação de soluções mais eficazes. Diante disso, torna-se evidente a necessidade de políticas públicas mais robustas e estratégicas para aprimorar a gestão do RCD, minimizando seus impactos e promovendo um desenvolvimento urbano mais sustentável.

Durante a realização da pesquisa, algumas dificuldades foram encontradas, como a falta de acesso a informações detalhadas por parte dos órgãos públicos e privados, e a resistência de alguns profissionais da construção civil em colaborar com a coleta de dados. Essas dificuldades impactaram o ritmo da pesquisa, mas não comprometeram a obtenção dos resultados fundamentais para a análise.

A contribuição deste trabalho para a sociedade e para a comunidade científica é relevante, pois oferece um panorama detalhado da gestão de resíduos da construção civil em um município do interior do Pará, uma área ainda pouco explorada nas pesquisas existentes. As informações obtidas podem servir de base para a formulação de políticas públicas mais eficazes e para o desenvolvimento de estratégias sustentáveis no setor da construção civil. Além disso, o estudo pode sensibilizar a população e os profissionais da área sobre a importância de uma gestão integrada e ambientalmente responsável dos resíduos.

Em termos teóricos, os resultados evidenciam que a gestão de RCD em Tucuruí enfrenta desafios específicos que exigem soluções adaptadas à realidade local. Isso reforça a necessidade de modelos de gestão flexíveis e adaptáveis, considerando as características socioeconômicas e ambientais do município. A pesquisa também destaca a importância de uma abordagem integrada, que envolva diferentes atores e contemple todas as etapas do ciclo de vida dos resíduos – desde a geração até a destinação final.

Ao analisar a gestão de RCD sob a perspectiva da sustentabilidade, o estudo contribui para a teoria ao demonstrar a importância de práticas que minimizem impactos ambientais, promovam o uso eficiente dos recursos e gerem benefícios sociais e econômicos. A gestão sustentável de RCD é fundamental para o desenvolvimento de cidades mais resilientes e ambientalmente responsáveis.

A aplicação do IGRCD, proposto por Paz (2019), validou sua utilidade para diagnosticar a situação da gestão de RCD em um município com recursos limitados. Os achados desta pesquisa confirmam que a ausência de infraestrutura e de diretrizes governamentais adequadas compromete a eficiência e sustentabilidade do sistema de gestão dos resíduos em Tucuruí. Dessa forma, o estudo reforça o debate sobre a necessidade urgente de medidas eficazes e alinhadas à PNRS para reverter esse cenário.

Além disso, a análise dos resultados em conjunto com os modelos teóricos de gestão de RCD apresentados na revisão bibliográfica permitiu identificar que a combinação dos indicadores de Paz com outros indicadores pode ser ainda mais eficaz. Essa abordagem possibilita superar limitações de cada modelo e obter uma visão mais abrangente e integrada do sistema, permitindo identificar deficiências com maior precisão e definir diretrizes mais adequadas para aprimorar a gestão de RCD em Tucuruí e em outros municípios com características semelhantes.

A combinação de indicadores também pode facilitar a adaptação dos modelos de gestão de RCD à realidade local. Ao selecionar e ponderar os indicadores conforme as particularidades de cada município, é possível criar um modelo de gestão mais flexível e responsivo às necessidades locais. Essa abordagem supera as limitações dos modelos genéricos e favorece a implementação de práticas mais eficientes e sustentáveis.

Dessa forma, esta pesquisa contribui para a teoria da gestão de RCD ao demonstrar que a combinação de diferentes modelos e indicadores pode aprimorar a avaliação, o monitoramento e a implementação de práticas mais eficazes e adaptadas à realidade local. Além disso, promove a integração de diferentes perspectivas e incentiva a participação de diversos atores no processo.

Com base nesses achados, sugere-se que futuras pesquisas validem empiricamente a eficácia da combinação de modelos e indicadores na gestão de RCD, por meio de estudos comparativos em diferentes municípios. Também é recomendável explorar a aplicação de diferentes métodos e ferramentas para a seleção e ponderação dos indicadores, permitindo uma melhor adaptação às particularidades locais.

Do ponto de vista prático, a pesquisa aponta a necessidade de implementar instrumentos de gestão, como uma legislação municipal específica e um plano de gerenciamento de resíduos, além de promover programas de educação ambiental e fiscalização mais efetiva. O fortalecimento da coleta e triagem, aliado a parcerias com cooperativas, bem como a garantia de tratamento e destinação final adequados, são medidas essenciais. A aplicação regular dos indicadores de Paz (2019) permitirá monitorar o progresso e orientar políticas mais eficazes.

Por fim, novas pesquisas podem aprofundar a análise dos impactos ambientais da gestão inadequada de RCD e explorar soluções tecnológicas para o reaproveitamento desses materiais. Também se recomenda a implementação de projetos piloto que integrem o setor público, privado e a sociedade civil, além da realização de campanhas educativas para ampliar a conscientização.

Em síntese, esta pesquisa contribui para a compreensão da realidade da gestão de RCD em Tucuruí e aponta caminhos para melhorias, visando à sustentabilidade e à proteção ambiental.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Ana Victoria da Costa *et al.* **Diagnóstico de reutilização e reciclagem de resíduos sólidos de construção civil pelas cooperativas de reciclagem no município de Belém-PA.** 2019. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Instituto de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Belém, 2019.
- ANDRADE, Jean Alves de. **Os desafios da gestão municipal dos resíduos da construção civil: estudo de caso no município de São Gonçalo-RJ.** 2017. Dissertação (Mestrado) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.
- ANGULO, Sérgio Cirelli. **Caracterização de agregados de resíduos de construção e demolição reciclados e a influência de suas características no comportamento dos concretos.** 2005. 149 f. Tese (Doutorado em Engenharia) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.
- ANGULO, Sérgio Cirelli; OLIVEIRA, Lidiane Santana; MACHADO, Leonardo. **Pesquisa setorial Abrecon 2020: a reciclagem de resíduos de construção e demolição no Brasil.** Abrecon 2022.
- ANTENOR, Samuel; SZIGETHY, Leonardo. **Resíduos sólidos urbanos no Brasil: desafios tecnológicos, políticos e econômicos.** Centro de pesquisa em ciência, tecnologia e sociedade. IPEA, 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO; FGV PROJETOS. **Perfil da Cadeia Produtiva da Construção e da Indústria de Materiais e Equipamentos.** São Paulo, 2021. Disponível em: <https://tinyurl.com/abanhk9v>. Acesso em: 24 out. 2022.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil - 2020.** São Paulo: Abrelpe, 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil - 2022.** São Paulo: Abrelpe, 2022.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E DEMOLIÇÃO. **A gestão dos resíduos da construção e demolição e o papel do engenheiro.** São Paulo: Abrecon, 2022.
- AZEVEDO, Rogério C.; Ensslin, Leonardo. **Metodologia da pesquisa para engenharias.** Belo Horizonte: PPGEC/CEFET, 2020.
- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. 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: seção 1, Brasília, DF, n. 136, p. 95-96, 17 jul. 2002.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Gestão integrada de resíduos sólidos na Amazônia: a metodologia e os resultados de sua aplicação.** Rio de Janeiro: Ibam, 2004. 72 p.

BRASIL. **Lei, nº. 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.** 2010. DOU: Brasília, 02 de agosto de 2010.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Responsabilidade socioambiental.** Brasília [DF]: MMA, 2020. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental.html>. Acesso em: 7 abr. 2025.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Qualidade Ambiental. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos.** 2022a. Brasília [DF]: MMA, 2022.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Plano Nacional de Saneamento Básico - Plansab.** 2022b. Brasília [DF]: MC, 2022. Disponível em: <https://tinyurl.com/2xtzek3t>. Acesso em: 21 mar. 2023.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Programa de Disseminação das Estatísticas do Trabalho. **Relação Anual de Informações Sociais (RAIS).** 2022c. Brasília [DF]: MTE, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/assuntos/estatisticas-trabalho/rais/rais-2022>. Acesso em: 15 mai. 2024.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Qualidade Ambiental. Planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos. 2023a. Brasília [DF]: MMA, 2023. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/instrumentos-da-politica-de-residuos/planos-municipais-de-gest%C3%A3o-integrada-de-res%C3%ADduos-s%C3%B3lidos.html>. Acesso em: 12 jan. 2023.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Qualidade Ambiental. Política Nacional de Resíduos sólidos. 2023b. Brasília [DF], MMA, 2023. Disponível em: < <https://antigo.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/politica-nacional-de-residuos-solidos.html>. Acesso em: 12 jan. 2023.

BRASIL. Congresso. Câmara dos Deputados. **Câmara aprova projeto que suspende trechos de decretos de Lula sobre saneamento.** 2023c. Agência Câmara de Notícias, 2023. Disponível em: <https://tinyurl.com/8tn3c254>. Acesso em: 12 jun. 2023.

BRASIL. Secretaria-Geral da Presidência da República. Comissão Nacional para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Agenda 2030. 2024a. Brasília [DF]: Secretaria-Geral, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/secretariageral/pt-br/cnods/agenda-2030>. Acesso em: 07 abr. 2025.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. **Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA.** 2024b. Brasília [DF]: MMA, 2024. Disponível em: https://www.gov.br/mma/pt-br/composicao/secex/dsisnama/conheca_o_sisnama. Acesso em: 15 mai. 2024.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Programa de Disseminação das Estatísticas do Trabalho. **Cadastro Geral de Empregados e Desempregados (Caged).** 2024c. Brasília [DF]: MTE, 2022. Disponível em: < <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/assuntos/estatisticas-trabalho/rais/rais-2022>>. Acesso em: 15 fev. 2025.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. **Resíduos sólidos urbanos – RSU**. MMA, 2024d. Brasília [DF]: MMA, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/qualidade-ambiental-e-meio-ambiente-urbano/residuos-solidos-urbanos>. Acesso em: 25 mai. 2024.

CABRAL, Antonio Eduardo Bezerra; MOREIRA, KM de V. **Manual sobre os resíduos sólidos da construção civil**. Sinduscon/CE. Fortaleza, 2011.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. Superintendência Nacional de Suprimento e Infraestrutura. **Cartilha gestão de resíduos sólidos em obras da Caixa**. Brasília: CEF, 2010.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Desempenho da Construção Civil em 2022 e perspectivas para 2023**. Brasília: CBIC, 2022a.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Economia debate desempenho da construção em 2022 e perspectivas 2023**. Brasília: CBIC, 2022b.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Mulheres na obra: igualdade, inovação e empregabilidade caminham lado a lado**. Brasília: CBIC, 2023.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **PIB da Construção confirma projeção da CBIC e tem queda de 0,5% em 2023**. Brasília: CBIC, 2024.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Construção sustentável: a mudança em curso**. Brasília: CNI, 2017.

CÂMARA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Guia de sustentabilidade na construção**. Belo Horizonte: FIEMG, 2008.

CARVALHO, Fernanda Voigt de. **Roteiro para concepção de projeto de requalificação arquitetônica**. 2015. Monografia (Especialização em Gerenciamento de Obras) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

CARVALHO, Géssica B. **Incidências de impactos decorrentes de acidentes com barragens de rejeito**. 2018. Dissertação (Mestrado) – Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2018.

CASSIANO, João Pedro Costa; PERES, Fernanda Duarte. O Estudo de Impacto de Vizinhança (EIV) nas regiões Sul e Sudeste do Brasil: avanços e desafios à gestão ambiental urbana. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 9, n. 3, p. 420–437, 2017. <https://doi.org/10.1590/2175-3369.009.003.AO05>

CASTRO MARINS, Karin Regina de *et al.* **Impacto do zoneamento no desenvolvimento do uso solo do entorno de estações de transporte selecionadas no município de São Paulo**. Simpósio Nacional de Gestão e Engenharia Urbana, v. 3, p. 290-299, 2021.

CINTRA, Ramon Nepumuceno de Aguiar. **O direito de superfície em relação ao estatuto da cidade (Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001)**. 2014. Monografia (Especialização em Direito Imobiliário) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2014.

CNN, Brasil. **Negros e pardos são maioria no mercado de trabalho, mas rendimentos de brancos são 61,4% maiores, aponta IBGE.** CNN, [on-line], 2023. Disponível em: <<https://tinyurl.com/yk5b3xmw>>. Acesso em: 27 jan. 2023.

COMISSÃO EUROPEIA. *The European Green Deal*. Brussels: European Commission, 2019. Disponível em: https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:b828d165-1c22-11ea-8c1f-01aa75ed71a1.0001.02/DOC_1&format=PDF. Acesso em: 8 abr. 2025.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Nosso futuro comum. 2a ed. Tradução de Our common future.** 1a ed. 1988. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1991.

CORDEIRO, T. O., REGINATO, V. S. C. A. (2023). Gestão territorial integrada aplicada às infraestruturas. In **Anais do 13º Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção**, 13, Aracaju. Porto Alegre: ANTAC.

CORREA, Cássia Rabelo; PEREIRA, Cláudio Henrique; RÊGO, João Henrique Silva. Influência das frações granulométricas de agregados miúdos reciclados no comportamento de argamassas de cimento. **Ambiente Construído**, v. 20, p. 305-317, 2020.

COSTA, Ana Paula Pereira. **Diagnóstico da efetividade da gestão em unidades de conservação: o caso do mosaico de Tucuruí.** 2019. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Belém, 2019.

CROVADOR, Cleyton Cristiano. **Análise de planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos urbanos em municípios de pequeno e médio porte do Paraná.** 2022. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Irati, 2022.

CRUZ, Jeane Cristina Caetano da. **Diagnóstico e aplicação de indicadores de sustentabilidade na coleta seletiva de materiais recicláveis de Montes Claros – MG.** 2021. Dissertação (Mestrado em Sociedade, Ambiente e Território) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2021.

CURITIBA (Município). Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SMMA). **Manual de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil.** Curitiba, 2015.

DINIZ, Jéssica Magda Dias; ALENCAR, Maria Necilda. **Cenário do gerenciamento dos resíduos de construção e demolição gerados no município de Tucuruí-PA.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Pará, Tucuruí, 2014.

DORSA, Arlinda Cantero. O papel das políticas públicas no Brasil: reflexões necessárias. **Interações (Campo Grande)**, São Paulo, v. 22, n. 2, p. 1-4, set. 2021.

ESPIRITO SANTO (Estado). Plano estadual de resíduos sólidos do Espírito Santo. **Diagnóstico sobre a gestão dos resíduos sólidos no espírito santo.** 2019. Disponível em: <<https://tinyurl.com/56ew33c7>>. Acesso em: 08/04/2023

FARIA, Vivian Monica. **O uso da contribuição de melhoria para a construção de uma cidade sustentável**. 2011. Dissertação (Mestrado em Direito Internacional e Direito Ambiental) - Universidade Católica de Santos, Santos, 2011.

FARIAS, Izaura Pereira. **Proposta de Modelo de Gestão de Resíduos da Construção Civil para a Zona Leste da Cidade de Teresina-PI**. 2014. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2014.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **14º Congresso Brasileiro da Construção: a cadeia produtiva da construção acelerando a retomada brasileira pós-pandemia** – Construbusiness. São Paulo: Fiesp, 144p., ISBN 978-65-5786-005-2, 2021.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA BAHIA. **Orientações para associações/cooperativas de catadores(as) e recicladoras na prestação de serviços de logística reversa**. Salvador: Sistema FIEB, 2020.

FEDERAÇÃO NACIONAL DOS ENGENHEIROS. **Ampliar presença negra na engenharia exige estímulo e melhoria da escola pública**. Brasília: FNE, 2022.

FERNANDES, Maria da Paz Medeiros. **Apreciação de boas práticas visando a geração de um modelo para a gestão municipal dos resíduos da construção civil**. 2013. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

FILHO, Gesner José de Oliveira. Decretos de Lula sobre saneamento representam “retrocesso”, avaliam especialistas. **CNN Brasil**, São Paulo, 08 abr. 2023. Disponível em: <<https://tinyurl.com/2s4an3e2>>. Acesso em: 20 jul. 2023.

FONSECA, Tatiana Cavalcanti; PASTICH, Elizabeth Amaral; SILVA, Héliida Karla Philippini da. Zonas Especiais de Interesse Social e Meio Ambiente: o caso de Brasília Teimosa. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 5., 2014, Belo Horizonte. **Anais [...]**. Belo Horizonte: IBEAS, 2014. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2014/XI-049.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2024.

FORTALEZA (Município). Secretaria Municipal do Urbanismo e Meio Ambiente – SEUMA. **Manual do plano de gerenciamento de resíduos**. Fortaleza: SEUMA, 2022.

FUNDAÇÃO AMAZÔNIA DE AMPARO A ESTUDOS E PESQUISAS. **Estatística municipal de Tucuruí-Pará**. Belém: Fapespa, 2023a.

FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DO PARÁ. **PIB dos Municípios de 2021**. Belém: Fapespa, 2023b..

GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL. **Brasil ocupa o 4º lugar no ranking mundial de construções sustentáveis certificadas pela ferramenta internacional LEED**. SÃO PAULO: GBC Brasil, 2018.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos de pesquisa**. Plageder, 2009. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/52806/000728684.pdf>. Acesso em: 17 jan. 2025.

GOMES, Stéfano Bruno Vieira; ROCHA, Marcelo Borges. Estudo sobre gestão de resíduos sólidos e educação ambiental em unidades de conservação do estado do Rio de Janeiro. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 10, n. 2, p. 230-244, 2021.

GONÇALVES, R. T. **Avaliação da sustentabilidade da gestão dos resíduos sólidos urbanos: uma proposta de índice**. 2019. Tese (Doutorado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2019.

GUIMARÃES, Karen Jurema Ribeiro; NICOLODI, João Luiz. Avaliação do Zoneamento Ecológico-Econômico Costeiro (ZEEC) como ferramenta de subsídio ao licenciamento ambiental da atividade de extração mineral de areia no litoral norte do Rio Grande do Sul. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, [S. l.], v. 49, 2018. DOI: 10.5380/dma.v49i0.56954. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/made/article/view/56954>. Acesso em: 14 abr. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL. **Caderno de estudo: política nacional de meio ambiente**. Rio de Janeiro: Ibam, 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Perfil dos municípios brasileiros**. Brasília: IBGE, 2017. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/tucuruí/pesquisa/1/283625?ano=2017>. Acesso em: 20 jan. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Perfil dos municípios brasileiros**. Brasília: IBGE, 2020. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/tucuruí/pesquisa/1/283625?ano=2020>. Acesso em: 20 jan. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Perfil dos municípios brasileiros**. Brasília: IBGE, 2021. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/tucuruí/pesquisa/1/283625?ano=2021>. Acesso em: 20 jan. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Ocupação cresce, mas salários caem na indústria da construção em 2020**. Brasília: IBGE, 2022a. Disponível em: <https://tinyurl.com/mwehp8db>. Acesso em: 20 out. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Panorama**. Brasília: IBGE, 2022b. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/tucuruí/panorama>. Acesso em: 20 out. 2023.

PESQUISA ANUAL DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO – PAIC. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1990-. ISSN 1677-5682 versão online. Disponível em: https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/media/com_mediaibge/arquivos/1ad75660410c9db11a359d0c76bd54e3.pdf. Acesso em: 16 ago. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Tucuruí. Histórias & fotos**. Brasília: IBGE, 2025. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/tucuruí/historico>. Acesso em: 20 jan. 2025.

JÚNIOR, E. G. **Indicadores de sustentabilidade ambiental: uma análise para a gestão pública**. 2022. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Tocantins, Porto Nacional, 2022.

LEME, Taciana Neto. **Os municípios e política nacional do meio ambiente**. Planejamento e Políticas Públicas, Brasília, v. 1, n. 35, p. 26-50, jul./dez. 2010.

LEITE, Joao Alex Garcia. **Gestão dos resíduos de construção civil procedentes de pequenas construções no Município de Belém- Pa**. 2019. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Belém, 2019.

LEONELLI, Gisela Cunha Viana; CAMPOS, Elisa Ferreira Rocha. Leis expansivas para a expansão urbana: Campinas sem limites. Urbe. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, Curitiba, v. 10, supl. 1, p. 36–48, 2018. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/urbe/a/DqWwJWJHzcph3NXnk8CchwC/>>. Acesso em: 14 abr. 2024.

LIMA, Rosimeire Suzuky.; LIMA, Ruy Reynaldo Rosa. Guia para elaboração de projeto de gerenciamento de resíduos da construção civil. **Série de Publicações Temáticas do Crea-PR. Curitiba: Crea**, 2009.

LIMA, Rosimeire Midori Suzuki Rosa. Sistema de avaliação da gestão integrada de resíduos de construção civil na esfera municipal. 2009. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de São Paulo, São Paulo, 2012

LIMA, A. M. Q. **Sistema de avaliação da gestão integrada de resíduos da construção civil**: proposta de uma ferramenta metodológica. 2012. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

MASS, Bárbara Holzmann. **Resíduos de construção civil na obra de uma edificação e seus impactos: estudo de caso de uma residência em light steel framing e simulação de uma em alvenaria**. 2017. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2017.

MATTOS, C. P. **Panorama estadual das políticas públicas e indicadores dos serviços de manejo e gestão dos resíduos da construção civil**. 2021. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2021.

MELLO, Elis Almeida Medeiros de. **Proposta de metodologia para avaliação do desempenho da gestão sustentável de edifícios em fase de uso e operação com base na certificação AQUA-HQE™: estudo de caso do escritório verde da Universidade Tecnológica Federal do Paraná**. 2019. Dissertação (Mestrado) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2019.

MONTEIRO, Wesley Batista; GARCIA, Patrícia Dalsóglgio; SANTOS, Mariana Rodrigues Ribeiro dos. Impactos ambientais de obras de engenharia civil utilizando soluções baseadas na natureza. In: **CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNICAMP**, 29., 2021, Campinas. Anais [...]. Campinas: UNICAMP, 2021.

MOREIRA, Pablo *et al.* **ANÁLISE DO PLANO MUNICIPAL DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS DO MUNICÍPIO DE TUCURUÍ-PA.** In: **Forum Internacional de Resíduos Sólidos-Anais.** 2020.

NEVES, Raisa Rodrigues. **Avaliação da sustentabilidade da gestão dos resíduos sólidos urbanos de municípios paraenses.** 2022. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2022.

NERIS, Caio Vinicius Oliveira; ALMEIDA, João Batista de; MEDEIROS, Ariosvaldo de. Regularização fundiária urbana e Política Nacional de Resíduos Sólidos: correlação e colaborações. **Revista Metropolitana de Sustentabilidade** (ISSN 2318-3233), v. 13, n. 1, p. 142–157, 2023.

NG, Maria Helena. Estimativa da geração de resíduos de construção e demolição no município de Santos-sp. In: CONGRESSO TÉCNICO CIENTÍFICO DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA (CONTECC'2018), 5., 2018, Maceió, AL. **Anais [...].**Maceió, AL: 2018.

ODORICIO, D. R.; CASTRO, M. S. de; SANTOS, J. I. N. dos; BOTELHO, A. de S.; SARMENTO, P.; AMARANTE, C. B. do. Avaliação dos impactos no solo da área de disposição final de resíduos sólidos urbanos no município de Tucuruí - PA. **Revista AIDIS de ingeniería y ciencias ambientales: Investigación, desarrollo y práctica, [S. l.]**, v. 17, n. 2, p. 485–508, 2024. DOI: 10.22201/iingen.0718378xe.2024.17.2.86138. Disponível em: <https://www.revistas.unam.mx/index.php/aidis/article/view/86138>. Acesso em: 27 fev. 2025.

OLIVEIRA, Érikson Ricardo Marque de. **Metodologia de implantação da construção enxuta: estudo de caso em construtora de porte médio.** 2013. 175 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Centro de Tecnologia - Programa de Pós Graduação em engenharia Civil - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2013.

OLIVEIRA, Lorena Brenda de. **Elementos da metodologia ágil para o controle da qualidade de obras – método LTPA.** 2017. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2017.

OLIVEIRA, Luna Ollin Steffen de. **Proposta de índice de geração de resíduo na execução de instalações elétricas embutidas em alvenaria.** 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2018.

OLIVEIRA, Fabriccio de Almeida. **Previsão da geração de resíduos na construção civil por meio da modelagem BIM.** 2019. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pará, Belém, 2019.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. **Indicators to measure decoupling of environmental pressure from economic growth.** Paris: OECD, 2006.

PAULINO, Rafaella Salvador et al. Atualização do cenário da reciclagem de resíduos de construção e demolição no Brasil: 2008-2020. **Ambiente Construído**, v. 23, p. 83-97, 2023.

PARÁ. Secretaria de Estado de Planejamento e Administração. **Plano de Desenvolvimento Regional Sustentável do Lago de Tucuruí:** 2016-2019. Belém, PA: SEPLAD, 2016.

PARÁ. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade. **Manual de Licenciamento Ambiental**. Belém: Semas, 2021.

PAZ, Diogo Henrique Fernandes da. **Desenvolvimento de um sistema de apoio à gestão integrada de resíduos da construção e demolição**. 2019. 290f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2019.

PEREIRA, Agostinho Oli Koppe; CALGARO, Cleide; NODARI, Paulo César (Orgs.). **O hiperconsumismo e a democracia: os reflexos éticos e socioambientais**. Caxias do Sul: EDUCS, 2016. Disponível em: <https://www.ucs.br/site/midia/arquivos/ebook-hipercons_2.pdf>. Acesso em: 14 mar. 2025.

PEREIRA, Suellen Silva; CURI, Rosires Catão. Meio ambiente, impacto ambiental e desenvolvimento sustentável: conceituações teóricas sobre o despertar da consciência ambiental. **REUNIR Revista de Administração Contabilidade e Sustentabilidade**, v. 2, n. 4, p. 35-57, 2012. Disponível em: <<https://tinyurl.com/3eaerfj3>>. Acesso em: 2 jan. 2023.

PEREIRA, Carla de Mesquita; MOURA Ruan Carlos A. **Qualidade na construção civil: um estudo de caso em duas empresas da construção civil em Aracaju**. Cadernos de Graduação - Ciências Exatas e Tecnológicas, Sergipe, v. 1, n.16, p. 147-157, mar. 2013. Disponível em: <<https://tinyurl.com/4n7w4fxj>>. Acesso em: 17 jan. 2023.

PINTO, Tarcísio de Paula. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. 1999. Tese (Doutorado em Engenharia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

PINTO, Tarcísio de Paula; GONZÁLEZ, Juan Luís Rodrigo. **Manejo e Gestão de Resíduos da Construção Civil: manual de orientação: como implantar um sistema de manejo e gestão nos municípios**. Brasília: Caixa, 2005. v. 1, 196 p.

PINTO, Tarcísio de Paula. **Guia para elaboração dos Planos de Gestão de Resíduos Sólidos**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2011.

POMPEU, Veridiana de Souza. **Entre os Eixos da Circulação: As faces-fases da produção do espaço urbano de Tucuruí-PA. 2020**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2020.

RAMOS, Maria Clara Alves Ferreira. **Caracterização tecnológica de resíduos de construção e demolição reciclados para aplicação em estruturas de contenção utilizando gabiões**. 2022. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2022.

REGO, Augusto da Gama; DA SILVA, Lucélia Sousa; CARVALHO, Valdilene Gonçalves. Estudo da Geração de Resíduos Sólidos Urbanos no Município de Tucuruí-Pa (2023-2043). **Revista de Gestão Social e Ambiental**, São Paulo (SP), v. 1, pág. e04218, 2023. DOI: 10.24857/rgsa.v18n1-043. Disponível em: <<https://rgsa.openaccesspublications.org/rgsa/article/view/4218>>. Acesso em: 27 jan. 2025.

RIBEIRO, André Alves. **Proposta de sistemática para implantação de produção enxuta em canteiros de obras de empresas brasileiras**. 2020. Dissertação (Mestrado Profissional) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ, 2020.

RODRIGUES, Melquizedec Arcos; ISMAIL, Kamal Abdel Radi; LINO, Fátima Aparecida de Moraes. Análise da composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos da cidade de Manaus – AM. **Revista Foco**, Manaus, v. 16, n. 6, p. 01-27, jun. 2023.

SANTOS, Alex Newman Veloso dos. **Coefficientes de correlação como métrica de avaliação das estratégias de controle inteligente FEL e MNFEL**. 2018. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Maranhão, São Luis, 2018.

SANTOS, Vanusa Carla Pereira; CARDOSO, Emile Lebrege. Economia circular e a gestão dos resíduos sólidos em Belém e RMB: desafios e potencialidades da cadeia produtiva. 2021. In: **Congresso Sul-Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade**, 4., 2021, Gramado, RS. Anais [...]. Gramado, RS: 2021.

SÃO PAULO. Secretaria do Meio Ambiente; SINDUSCON-SP. **Resíduos da Construção Civil e o estado de São Paulo**. São Paulo: SMA/SINDUSCON-SP, 2012. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/37/2014/12/Residuos-da-Construcao-Civil-e-o-Estado-de-Sao-Paulo.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2024

SANTOS, F. F. dos, Sehen, D. F. P., de Sousa, M. A. B., & Cechin, N. F. (2020). Práticas de sustentabilidade na construção civil: um estudo em empresas construtoras de edificações. **Organizações E Sustentabilidade**, 8(2), 34–53. Disponível em: <<https://doi.org/10.5433/2318-9223.2020v8n2p34>> Acesso em: 27 de jan. de 2024.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. **Mulheres na construção civil: avanços e desafios**. Brasília: Sebrae, 2022. Disponível em: <https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/mulheres-na-construcao-civil-avancos-e-desafios,7989a9ff2cdaf710VgnVCM100000d701210aRCRD>. Acesso em: 27 de jan. de 2024.

SGODA, Cleverson. **Arquitetura de bibliotecas universitárias: diretrizes de projeto para edifícios mais sustentáveis**. 2016. Dissertação (Mestrado) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

SILVA, José Douglas dos Santos Siqueira; LOPES, Régia Lúcia. **Manual para elaboração e implantação do Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil**. 1 edição. Natal: Instituto Federal do Rio Grande do Norte, 2021.

SILVA, Adriane Franco da; ISHIHARA, Júnior Hiroyuki; ALVES, Carlos Lima. Composição gravimétrica dos resíduos sólidos do Município de Tucuruí, Estado do Pará, Norte do Brasil. *Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, 22., 2022, João Pessoa, PB. **Anais [...]**. João Pessoa, PB, 2022.

SILVA, Jéssica Nayara da; NASCIMENTO, Hélio Pereira do. Usucapião especial urbano como mecanismo de política pública de habitação. **Revista FT** – Faculdade de Tecnologia de São Paulo, São Paulo, v. 1, n. 44, 2022. Disponível em: <<https://revistaft.com.br/usucapiao-especial-urbano-como-mecanismo-de-politica-publica-de-habitacao/>>. Acesso em: 14 fev. 2025.

SILVA, Gabriele Ferreira Fiel e; SANTOS, Paloma Cardoso de Oliveira. **Aproveitamento dos resíduos sólidos urbanos do município de Tucuruí para geração de energia elétrica.** 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Sanitária e Ambiental) – Universidade Federal do Pará, Tucuruí, 2023.

SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO DO ESTADO DO PARÁ. **Apresentação do Construção Saudável mais Valor social nos canteiros.** Belém: Sinduscon-PA, 2019.

SIQUEIRA, Rafaela Ribeiro. **Análise para implementação de usina para reciclagem de resíduos da construção civil em Tucuruí-PA.** 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2018.

SIQUEIRA, Rafaela Ribeiro; MACEDO, Alcebíades Negrão. Resíduos de construção civil no município de Tucuruí-PA: análise e contribuições para uma proposta genérica de um plano de gestão. **Brazilian Journal of Production Engineering**, v. 9, n. 2, p. 01-13, 2023.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE A GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS. **Inventário nacional de resíduos sólidos. 2019.** Brasília: Sinir, 2021a. Disponível em: <https://sinir.gov.br/relatorios/inventario-nacional/>. Acesso em: 20 out. 2023.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE A GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS. **Relatório nacional de gestão de resíduos sólidos. 2019.** Brasília: Sinir, 2021b. Disponível em: <https://sinir.gov.br/relatorios/nacional/>. Acesso em: 20 out. 2024.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE A GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS. **O que é logística reversa.** Brasília: Sinir, 2023a. Disponível em: <https://sinir.gov.br/perfis/logistica-reversa/logistica-reversa>. Acesso em: 20 out. 2023.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE A GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS. **Painel de destinação.** Brasília: Sinir, 2023. Disponível em: <https://www.sinir.gov.br/paineis/destinacao/>. Acesso em: 20 out. 2023.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. **Diagnóstico Temático: Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos: Visão Geral.** Brasília: SNIS, 2021.

SOUSA, Nathália Macedo de. **Diagnóstico e proposições para a atuação dos catadores da área de lixão de Tucuruí-PA.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Pará, Tucuruí, 2022.

SOUZA, Grazielle Tigre de; BERNARDO, Karen Suely Martins. **Confecção de argamassa com a substituição total do agregado natural por agregados provenientes de resíduo de construção e demolição.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Pará, Tucuruí, 2014.

SOUZA, Ana Carolina Rodrigues da Rocha. **Análise estatística da produção de cimento no Brasil e sua relação com o PIB da construção civil.** 2021. Dissertação (Mestrado em Engenharia das Construções) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2021. 2021.

SOUZA, G.; ROCHA, D.; NETO, Á. Ações integradas para proteção do igarapé Santos no município de Tucuruí-Pará. **Expressa Extensão**. Pelotas, 2023. v. 28, edição especial, p. 30-39, fev. 2023.

TORRES, Levi. **70% do Entulho produzido no Brasil é descartado incorretamente**. 2023. Artigo - ABRECOM. Disponível em: <<https://abrecon.org.br/artigos/70-do-entulho-no-brasil-e-descartado-incorretamente>>. Acesso em: 20 jul. 2023.

TUCURUÍ. Secretaria Municipal de Urbanismo. **Calendário e roteiro para coleta de RCD em Tucuruí-PA - 2024**. Tucuruí, PA: Semurb, 2024. PDF. Disponível via comunicação pessoal.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA – UFSC. **Metodologia científica**. Florianópolis [SC]: UFSC, 2016.

VASCONCELOS, Rafael Spindola. **Abordagem da construção civil e sistema de gestão da qualidade nas obras do programa minha casa minha vida**. 2020. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Planejamento Territorial) - Escola de Gestão e Negócios - Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2020.

VIEIRA, Maria Cristina Mendonça *et al.* Plano de gestão integrada de resíduos sólidos de São Paulo na perspectiva da avaliação ambiental estratégica. **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 11, 2019.

VIEIRA, Lucas Tito. **Planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos: análise dos processos de gerenciamento de resíduos da construção civil**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Pampa, Alegrete, 2022.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO APLICADO À SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE (SEMMA)

Instrumentos de Gestão

1. Existe legislação municipal específica que trate da gestão de resíduos da construção civil? Qual?
2. O município possui Plano Municipal de Gestão de Resíduos da Construção Civil (PMGRCC)?
3. O PMGRCC está integrado ao Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS)?
4. Há regulamentação municipal específica para grandes e pequenos geradores?
5. Existe sistema informatizado para registro e controle dos dados de RCD?
6. Há mecanismos para atualização periódica dos instrumentos de gestão?
7. Os transportadores de RCD são cadastrados e monitorados pelo município?

Programas Municipais 8. Existem ações educativas voltadas à gestão de RCD? 9. O município realiza campanhas de conscientização ambiental voltadas ao setor da construção civil? 10. Há campanhas voltadas a profissionais da construção civil (pedreiros, mestres de obras etc.)? 11. Existem programas de capacitação técnica para agentes públicos e privados? 12. Há orçamento previsto para programas de gestão de RCD? 13. Existe equipe técnica capacitada para tratar da temática de resíduos da construção civil?

Coleta e Triagem 14. Há sistema de fiscalização das obras quanto à gestão de RCD? Com qual frequência? 15. Existe triagem de RCD em unidades específicas (URPV, ATT)? 16. Quantas unidades existem e em que locais? 17. Há convênios com empresas privadas ou cooperativas para triagem? 18. A fiscalização verifica a separação dos resíduos por tipo (Classe A, B, C, D)?

Tratamento e Disposição Final 19. Há incentivo à logística reversa de resíduos especiais (ex: gesso, tinta, cimento)? 20. O município possui usina de reciclagem de RCD? É pública ou conveniada? 21. Existe controle sobre o destino final dos RCD coletados? 22. Há mapeamento ou cadastro de áreas de deposição irregular de RCD? Quantas e onde? 23. Existe sistema de denúncia pública ou canal direto para fiscalização? 24. Há incentivo à reinserção dos resíduos reciclados nas obras públicas?

Articulação Institucional 25. Como o órgão ambiental participa da articulação interinstitucional sobre a temática? 26. Existem reuniões periódicas com outras secretarias sobre o tema? 27. Há articulação com o Ministério Público, CREA ou sindicatos? 28. Existe participação do município em fóruns, consórcios ou redes sobre resíduos? 29. A SEMMA participa de elaboração de projetos ou captação de recursos para RCD? 30. Como a secretaria avalia a efetividade do sistema atual de gestão de RCD?

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO APLICADO À SECRETARIA MUNICIPAL DE OBRAS E HABITAÇÃO (SEMOH)

Instrumentos de Gestão

1. Existe articulação entre esta secretaria e a SEMMA quanto à gestão dos RCD?
2. Os fiscais de obras são capacitados para orientar sobre a gestão de RCD?
3. Existe procedimento padrão para análise e aprovação de PGRCC?

4. As obras públicas precisam apresentar Plano de Gerenciamento de RCD?

Programas Municipais 5. Há obras públicas sob responsabilidade da secretaria que utilizam agregados reciclados? 6. A secretaria possui registro de quantidades de RCD geradas? 7. Existe controle de indicadores como volume gerado e reaproveitado?

Coleta e Triagem 8. Como se dá a gestão dos resíduos gerados em obras públicas do município? 9. A secretaria acompanha a destinação final desses resíduos? Como é feito esse controle? 10. Existem planilhas de controle, relatórios ou registros?

Tratamento e Disposição Final 11. Existem parcerias com empresas recicladoras ou cooperativas? 12. A secretaria participa da seleção ou licenciamento dessas empresas? 13. A secretaria já identificou dificuldades na disposição final dos resíduos? 14. A secretaria adota critérios ambientais na contratação de obras públicas?

Articulação Institucional 15. A secretaria participa de comitês, grupos de trabalho ou encontros sobre RCD? 16. Há ações estruturantes ou metas para melhoria da gestão dos RCD?

APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO APLICADO À SECRETARIA MUNICIPAL DE URBANISMO (SEMURB)

Instrumentos de Gestão

1. A legislação municipal exige a apresentação de PGRCC no licenciamento de obras?
2. Os projetos aprovados passam por análise específica quanto à gestão dos RCD?
3. O órgão emite diretrizes sobre RCD no momento do licenciamento?
4. Existe banco de dados com registros de PGRCC aprovados?

Programas Municipais 5. A secretaria participa de campanhas de educação ambiental na área da construção civil? 6. Os responsáveis técnicos por obras são orientados quanto à destinação de RCD? 7. Existe distribuição de materiais informativos ou técnicos?

Coleta e Triagem 8. Existe fiscalização urbanística voltada à verificação de disposição irregular de resíduos? 9. O órgão realiza vistoria em obras quanto ao cumprimento de normas ambientais? 10. Há checklist específico sobre resíduos?

Tratamento e Disposição Final 11. Existe comunicação entre a secretaria e as empresas de coleta e reciclagem? 12. A secretaria exige comprovação da destinação final dos resíduos?

Articulação Institucional 13. Como se dá a articulação com a SEMMA e a Secretaria de Obras sobre o tema? 14. Há registro de empreendimentos reincidentes em descarte irregular? 15. Existe canal para denúncias da população sobre descarte irregular de entulho?

APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO APLICADO EM CANTEIROS DE OBRAS

Instrumentos de Gestão

1. O responsável técnico da obra conhece o Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC)?
2. A obra possui PGRCC aprovado pelo órgão competente?

3. O plano está sendo cumprido integralmente?
4. Existe controle interno sobre os tipos e volumes de resíduos gerados?
5. O PGRCC contempla todas as etapas exigidas em Normativos(diagnóstico, metas, métodos, monitoramento etc.)?
6. Há registro dos responsáveis pela execução e fiscalização do PGRCC?
7. O PGRCC estabelece metas de redução, reaproveitamento e reciclagem?
8. Existem indicadores internos de desempenho ambiental utilizados na obra?
9. O responsável técnico monitora periodicamente o cumprimento das ações previstas no PGRCC?

Programas Municipais e Capacitação 10. Houve orientação da prefeitura quanto à obrigatoriedade do PGRCC? 11. Os trabalhadores receberam capacitação sobre separação de resíduos? 12. A obra já foi vistoriada por órgão ambiental durante sua execução? 13. Há afixação de placas ou cartazes no canteiro orientando sobre o descarte correto? 14. Existe controle de não conformidades e medidas corretivas relacionadas aos resíduos?

Coleta, Triagem e Tecnologias 15. Os resíduos são separados por tipo (Classe A, B, C, D)? 16. Existe local definido no canteiro para armazenamento temporário dos resíduos? 17. Há recipiente ou estrutura adequada para essa separação? 18. Existe registro diário ou periódico da segregação? 19. A coleta dos resíduos é feita por empresa licenciada? 20. Há registro dos transportes e destinações feitas? 21. São utilizadas tecnologias limpas ou equipamentos que minimizam a geração de resíduos?

Tratamento, Disposição Final e Certificação 22. Os resíduos Classe A são destinados para reaproveitamento ou reciclagem? 23. Os resíduos Classe B são entregues a cooperativas ou recicladoras? 24. Os resíduos Classe C (gesso, por exemplo) têm destinação específica? 25. Os resíduos Classe D são destinados conforme normas técnicas? 26. A obra possui alguma certificação ambiental (ex: ISO 14001, AQUA, LEED, selo municipal)? 27. Já foi identificada alguma irregularidade na destinação dos resíduos?

Articulação e Percepção 28. A obra participa de programas ou campanhas ambientais locais? 29. Como o responsável técnico avalia o suporte institucional da prefeitura para a gestão dos resíduos?

APÊNDICE E – QUESTIONÁRIO APLICADO À EMPRESA DE RECICLAGEM

Instrumentos de Gestão

1. A empresa possui licença de operação válida?
2. Existe controle da origem dos resíduos recebidos?
3. Há medição de índice de reciclagem? Qual a média?
4. Existem indicadores internos de desempenho (ex: eficiência de triagem, reaproveitamento)?
5. A empresa adota algum sistema de gestão ambiental (SGA)? Qual?
6. A empresa possui alguma certificação ambiental (ex: ISO 14001, selo verde, etc.)?

Programas Municipais e Educação Ambiental

7. A empresa participa de programas ou campanhas municipais de educação ambiental?

8. Já firmou parcerias com o poder público para ações de sensibilização?
9. Existem ações internas voltadas à capacitação dos funcionários sobre gestão de resíduos?

Coleta, Triagem e Tecnologia

10. Há um sistema de triagem instalado no local?
11. Qual o volume médio mensal de RCD processado?
12. A triagem é feita manualmente ou com maquinário especializado?
13. Quais são os principais materiais reciclados? (Classes A, B, C ou D)
14. Existe registro formal da entrada e saída de resíduos por tipo e origem?

Tratamento, Destinação Final e Logística

15. O agregado reciclado é reaproveitado em que tipos de obras (públicas, privadas, infraestrutura)?
16. A empresa recebe resíduos da prefeitura ou de obras públicas?
17. Há contratos firmados com construtoras ou grandes geradores?
18. Existe participação em acordos setoriais de logística reversa?
19. A empresa realiza ou terceiriza o transporte dos resíduos tratados?

Articulação Institucional e Fiscalização

20. Há parcerias com cooperativas de catadores ou outras recicladoras?
21. A área onde está instalada a recicladora possui sistema de drenagem, controle de poeira/ruído, contenções e licença ambiental?
22. A empresa já foi autuada por órgãos ambientais? Se sim, por quais motivos?
23. A empresa participa de fóruns, redes ou consórcios regionais sobre gestão de RCD?
24. Como a empresa avalia o suporte da prefeitura ou de órgãos públicos para a atividade?

APÊNDICE F – QUESTIONÁRIO APLICADO A LOJAS DE MATERIAL DE CONSTRUÇÃO

Sustentabilidade e Critérios de Comercialização

1. O que a empresa entende por sustentabilidade em relação aos recursos naturais?
2. Quais critérios são adotados pela empresa para a aquisição dos materiais que comercializa?
3. A empresa prioriza a aquisição e revenda de materiais sustentáveis?
Se sim, quanto em termos percentuais esse tipo de material representa do faturamento?
4. A empresa realiza aquisição e revenda de materiais reciclados?
Se sim, quais os principais e quanto em termos percentuais esse tipo de material representa do faturamento?

Logística Reversa e Responsabilidade Compartilhada

5. A empresa conhece o conceito de logística reversa, conforme disposto na Lei 12.305/2010?

6. A empresa já tem implantado um sistema de logística reversa?

Se sim, como funciona?

7. Que produtos sujeitos a Logística Reversa (LR), conforme previsto pela Lei 12.305/2010, a empresa comercializa e realiza a LR?

- () agrotóxicos, seus resíduos e embalagens, assim como outros produtos cuja embalagem, após o uso, constitua resíduo perigoso. LR () Sim () Não
- () pilhas e baterias. LR () Sim () Não
- () pneus. LR () Sim () Não
- () óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens. LR () Sim () Não
- () lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista. LR () Sim () Não
- () produtos eletroeletrônicos e seus componentes. LR () Sim () Não

8. A empresa recebe devoluções de embalagens vazias de produtos por parte dos clientes a fim de promover a sua reinserção na cadeia produtiva ou dar a destinação final adequada?

Se sim, de que forma?

APÊNDICE G – QUESTIONÁRIO APLICADO AO MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DO PARÁ (MPPA)

Instrumentos de Gestão e Atuação Jurídica

1. O município de Tucuruí possui Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil – PMGRCC vigente?
2. O município de Tucuruí sofre alguma denúncia ou representação por parte do MP-PA referente à gestão de resíduos da construção civil?
3. De que forma o Ministério Público (MP-PA) tem atuado no município de Tucuruí visando a aplicação da Resolução nº 307/2002 do CONAMA (Lei nº 12.305/2010)?

APÊNDICE H – ROTEIRO DE OBSERVAÇÃO EM CAMPO: GESTÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Objetivo:

Registrar, por meio da observação direta e sistemática, comportamentos e práticas adotadas nos diferentes pontos da cadeia de gestão dos Resíduos da Construção Civil (RCC), com foco na identificação de conformidades e não conformidades em relação às diretrizes da Resolução Conama nº 307/2002, da PNRS (Lei 12.305/2010) e ao Manual de Elaboração e Implantação do PGRCC.

1. Geração (Canteiros de Obras) Presença de PGRCC no local

Afixação de orientações ou placas educativas sobre segregação de resíduos

Separação dos resíduos por classe (A, B, C e D)

Espaço específico e sinalizado para armazenamento temporário

- Utilização de caçambas ou recipientes adequados
 - Registro interno da quantidade e tipo de resíduos gerados
 - Sinais de descarte irregular no entorno da obra
-

- 2. Coleta e Transporte** Presença de transportadores licenciados
- Caçambas cobertas ou adequadas para transporte seguro
 - Identificação do veículo e da empresa de transporte
 - Frequência e regularidade na coleta dos resíduos
 - Presença de documentação (manifesto de transporte, notas, etc.)
 - Observação de sobrecarga ou vazamento de resíduos durante o transporte
-

- 3. Triagem e Destinação Final** Existência de Unidade de Recebimento de Pequenos Volumes (URPV)
- Existência de Área de Transbordo e Triagem (ATT) em operação
 - Separação e classificação dos resíduos recebidos
 - Condições estruturais da unidade (pavimentação, drenagem, cercamento, etc.)
 - Presença de cooperativas ou empresas privadas atuando na triagem
 - Reaproveitamento ou reciclagem dos resíduos Classe A e B
 - Disposição ambientalmente adequada dos resíduos Classe C e D
 - Registro de entrada/saída dos resíduos por tipo e origem
-

- 4. Práticas Ambientais e Institucionais** Existência de ações educativas ou de sinalização ambiental nos locais observados
- Articulação entre os agentes envolvidos (obra, prefeitura, recicladora)
 - Índícios de descarte irregular (terrenos baldios, vias públicas, corpos hídricos)
 - Registro de denúncias ou autuações ambientais visíveis nos locais
 - Presença de equipamentos ou tecnologias que minimizem a geração de resíduos