



CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

**GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL: ABORDAGEM
PROPOSITIVA AO MUNICÍPIO DE SÃO GONÇALO DO SAPUCAÍ**

MARIA CLÁUDIA DE SOUZA BOAVENTURA

Varginha/MG

2025

MARIA CLÁUDIA DE SOUZA BOAVENTURA

GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL: ABORDAGEM
PROPOSITIVA AO MUNICÍPIO DE SÃO GONÇALO DO SAPUCAÍ

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas
Gerais como requisito parcial para obtenção do título
de Engenheira Civil.

Orientadora: Luciana Alvarenga Santos, Dra.

Varginha/MG

2025

MARIA CLÁUDIA DE SOUZA BOAVENTURA

GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL: ABORDAGEM
PROPOSITIVA AO MUNICÍPIO DE SÃO GONÇALO DO SAPUCAÍ

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas
Gerais como requisito parcial para obtenção do título
de Engenheira Civil.

Data de aprovação: 20/02/2025

Banca examinadora:

Luciana Alvarenga Santos, Dra.

Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET MG) –

Campus VIII - Unidade Varginha

Armando Belato Pereira, Dr.

Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET MG) –

Campus VIII - Unidade Varginha

Leopoldo Uberto Ribeiro Junior, Dr.

Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET MG) –

Campus VIII - Unidade Varginha

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por estar sempre presente em minha vida, me guiando e capacitando frente aos desafios.

Aos meus pais Carlos César e Graciete por todo amor, confiança, incentivo e apoio incondicional ao longo desses anos, sem eles nada disso seria possível. Em especial ao meu pai, que nunca mediu esforços para que eu conseguisse realizar meus sonhos.

Ao meu querido avô José Jorge, que sempre acreditou no meu potencial e infelizmente não poderá ver sua neta formada. As minhas irmãs Ana Carla e Anelise, ao meu namorado Allan, pela parceria e paciência nos momentos difíceis.

A minha orientadora Luciana Alvarenga Santos, que desempenhou tal função com tamanha dedicação e paciência, sempre disponível a compartilhar de seus conhecimentos. Também aos demais professores do CEFET Varginha, que contribuíram e guiaram o meu aprendizado.

A todos os meus amigos e colegas de curso que estiveram comigo, pelo suporte, motivação e troca de conhecimentos. A caminhada universitária sem dúvidas se tornou mais leve com vocês.

Aos meus companheiros de trabalho, que sempre se mostraram solícitos e torceram por mim.

Por fim, agradeço a todos os quais não foram citados e que de alguma forma me possibilitaram chegar até aqui.

RESUMO

O descarte inadequado de resíduos da construção civil é uma realidade em diversas localidades do Brasil, gerando impactos ambientais, sociais e econômicos significativos. Com o objetivo de propor melhorias para o gerenciamento de resíduos da construção civil, abordando práticas sustentáveis e na adequação às diretrizes estabelecidas pela Política Nacional de Resíduos Sólidos e pela Resolução nº 307 do CONAMA, foi realizado um estudo de caso no município de São Gonçalo do Sapucaí. A pesquisa possui uma abordagem qualitativa-descritiva, buscando compreender as práticas locais de gestão de resíduos e propor melhorias. Para isso, foram utilizados métodos como análise documental de leis e normas municipais, entrevista semiestruturada com o engenheiro responsável pelo setor, consultas informais com a Secretaria de Obras e Tributação, bem como uma observação de campo para registrar pontos de descarte irregular. Os resultados demonstraram que o município enfrenta desafios significativos na gestão de resíduos da construção civil. Durante a investigação, constatou-se a existência de múltiplos pontos de descarte irregular, tanto em vias públicas quanto em terrenos baldios. Além disso, verificou-se que a destinação dos resíduos ocorre, em grande parte, por meio da contratação de carroceiros ou pelo serviço prestado pela Prefeitura, que encaminha os materiais para o lixão municipal, sem qualquer tipo de separação, reciclagem ou reaproveitamento. Essas práticas evidenciam a falta de conformidade com as normas ambientais vigentes, especialmente no que se refere à disposição e ao tratamento adequado dos resíduos. Ademais, identificou-se a ausência de um local apropriado para o descarte desses materiais, agravando ainda mais o problema. Diante desse cenário, propõem-se medidas como a implementação de um plano local de gerenciamento de resíduos, campanhas educativas, criação de pontos de coleta, reciclagem, fiscalização e aplicação de sanções. O problema não se restringe ao município estudado, mas reflete uma realidade nacional, demandando maior rigor no cumprimento das políticas e mais estudos para aprimorar a gestão eficiente desses resíduos.

Palavras-Chave: descarte inadequado de resíduos; gestão de resíduos da construção civil; legislação ambiental; sustentabilidade.

ABSTRACT

The improper disposal of construction waste is a reality in several locations across Brazil, generating significant environmental, social, and economic impacts. A case study was conducted in the municipality of São Gonçalo do Sapucaí to propose improvements in construction waste management, focusing on sustainable practices and compliance with the guidelines established by the National Solid Waste Policy and CONAMA Resolution No. 307.

The research adopts a qualitative-descriptive approach, aiming to understand local waste management practices and propose improvements. To achieve this, methods such as documentary analysis of municipal laws and regulations, a semi-structured interview with the municipal engineer, informal consultations with the Public Works and Taxation Departments, and field observations to identify illegal disposal sites were employed.

The results revealed that the municipality faces significant challenges in managing construction waste. The investigation identified multiple sites where waste is improperly disposed of, both on public roads and in vacant lots. Additionally, it was found that waste disposal is largely carried out through the hiring of informal waste haulers or by municipal services, which transport the materials to the local dump without any separation, recycling, or reuse. These practices highlight a lack of compliance with current environmental regulations, particularly regarding proper waste disposal and treatment. Moreover, the absence of an appropriate site for waste disposal further exacerbates the issue.

Given this scenario, proposed measures include implementing a local construction waste management plan, educational campaigns, the establishment of collection points, recycling initiatives, enforcement, and the application of penalties. This problem is not limited to the studied municipality but reflects a nationwide reality, requiring stricter enforcement of policies and further studies to enhance the efficient management of construction waste.

Keywords: improper disposal of waste; construction waste management; environmental legislation; sustainability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Classificação dos resíduos de construção e demolição por Resoluções CONAMA.....	4
Figura 2: Hierarquia para gestão dos resíduos sólidos.	5
Figura 3: Localização do município de São Gonçalo do Sapucaí/MG.....	21
Figura 4: Resíduos de Construção Civil na Entrada do Município.	37
Figura 5: Resíduos de Construção Civil no Bairro Quenta Sol.....	37
Figura 6: Resíduos de Construção Civil no Bairro Nossa Senhora Aparecida.	38
Figura 7: Resíduos de Construção Civil no Bairro Flanboyant.	38
Figura 8: Resíduos de Construção Civil no Bairro Vista da Serra.	39
Figura 9: Resíduos de Construção Civil no Bairro Inconfidentes.	39
Figura 10: Resíduos de Construção Civil no Bairro Novo Horizonte.	40
Figura 11: Resíduos de Construção Civil no Bairro Alto dos Pinheiros.	40
Figura 12: Resíduos de Construção Civil no Bairro Cidade Sul I.	41
Figura 13: Resíduos de Construção Civil no Bairro Cidade Sul II.	41
Figura 14: Resíduos de Construção Civil no Bairro Matadouro Velho.	42
Figura 15: Resíduos de Construção Civil no Bairro Ponte Preta.....	42
Figura 16: Resíduos de Construção Civil no Bairro José Benedito de Paiva.	43
Figura 17: Resíduos de Construção Civil no Bairro Jardim Bárbara Heliodora.	43
Figura 18: Resíduos de Construção Civil no Bairro Santa Luzia.....	44
Figura 19: Resíduos de Construção Civil no Bairro Fátima.....	44
Figura 20: Resíduos de Construção Civil no Bairro Inconfidentes.	45
Figura 21: Resíduos de Construção Civil no Bairro Centro.....	45
Figura 22: Resíduos de Construção Civil na Área Rural Dr. França.	46
Figura 23: Resíduos de Construção Civil no Lixão.....	46
Figura 24: Agregados Reciclados.	53
Figura 25: Cavacos de Madeira.	54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Legislação de referência no âmbito municipal.....	22
Tabela 2: Perguntas semiestruturadas ao departamento de engenharia.....	34
Tabela 3: Pontos de descarte e classificação dos resíduos no município.....	47
Tabela 4: Ações Financiáveis.....	50

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT	-	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRECON	-	Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção e Demolição
ATT	-	Área de Transbordo e Triagem
CONAMA	-	Conselho Nacional do Meio Ambiente
FGTS	-	Fundo de Garantia do Tempo de Serviço
NBR	-	Norma Brasileira
ODS	-	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ONU	-	Organização das Nações Unidas
PGRCC	-	Plano de gerenciamento de resíduos de construção civil
PIB	-	Produto Interno Bruto
PNRS	-	Política Nacional de Resíduos Sólidos
RCC	-	Resíduos da construção civil
RCD	-	Resíduos de Construção e Demolição
RSU	-	Resíduos Sólidos Urbanos
UFIR	-	Unidade Fiscal de Referência
URPV	-	Unidade de Recebimento de Pequenos Volumes

LISTA DE SÍMBOLOS

%	-	Porcentagem
°	-	Graus
'	-	Minutos
''	-	Segundos
ha	-	Hectare
hab/km ²	-	Habitantes por quilômetro quadrado
kg/dm ³	-	Quilograma por decímetro cúbico
km	-	Quilômetro
km ²	-	Quilômetro quadrado
mm	-	Milímetros
R ²	-	Coeficiente de determinação

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	1
1.2 OBJETIVOS	2
1.2.1 Objetivo Geral.....	2
1.2.2 Objetivos Específicos	2
1.3 JUSTIFICATIVA	2
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1 RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO	4
2.1.1 Resíduos de Construção Civil e CONAMA.....	4
2.1.2 Resíduos Sólidos Urbanos e Política Nacional de Resíduos Sólidos	5
2.1.3 Resíduos de Construção Civil no Brasil	7
2.1.4 Resíduos de Construção Civil no Sudeste Brasileiro	8
2.1.5 Resíduos da Construção Civil em Minas Gerais	9
2.1.6 Resíduos da Construção Civil no Sul de Minas.....	10
2.1.7 Usinas de Reciclagem de Resíduos de Construção Civil	12
2.1.7.1 Tipos de usinas de reciclagem de resíduos de construção civil	12
2.1.7.2 Importância das Usinas de Reciclagem de RCC.....	13
2.1.7.3 Funcionamento das Usinas de Reciclagem.....	13
2.2 AGREGADOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL	14
2.2.1 Agregados Convencionais.....	14
2.2.1.1 Agregados Miúdos.....	14
2.2.1.2 Agregados Graúdos	15
2.2.2 Agregados Reciclados de Resíduos de Construção Civil.....	16
3 METODOLOGIA DA PESQUISA	19
3.1 COLETA DE DADOS.....	19
3.2 ANÁLISE DE DADOS.....	19
3.3 PROPOSIÇÃO DE MELHORIAS	20

3.4 LIMITAÇÕES DO ESTUDO.....	20
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	21
4.1 ÁREA DE ESTUDO	21
4.1.1 Localização e Acessos	21
4.1.2 Caracterização do Meio Antrópico.....	21
4.2 LEGISLAÇÃO MUNICIPAL	22
4.3 DIAGNÓSTICO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	34
4.3.1 Setor de Engenharia.....	34
4.3.1.1 <i>Plano Municipal Integrado de Gestão de Resíduos Sólidos</i>	35
4.3.2 Setor de Tributação	35
4.3.3 Secretaria de Obras	36
4.4 SITUAÇÃO DE DESCARTE DE RESÍDUOS NO MUNICÍPIO	36
4.4.1 Plano Municipal de Gestão de Resíduos da Construção Civil.....	49
4.4.2 Adesão de Financiamento	50
4.4.3 Pontos de Descarte e Parcerias	51
4.4.4 Banco de Áreas para Aterramento	52
4.4.5 Conscientização, Valoração e Reciclagem.....	52
4.4.6 Monitoramento, Fiscalização e Aplicação de Sansões.....	55
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	56
5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	56
5.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	58
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O ramo da construção civil é reconhecido como um dos maiores geradores de resíduos sólidos urbanos e representa uma parcela considerável do impacto ambiental em áreas urbanas. A má gestão desses resíduos implica em problemas ambientais, como poluição do solo e dos recursos hídricos, e é também uma causa da ocupação desordenada do espaço urbano (Azevedo et al., 2019; Maciel, Silva, Siqueira, 2017).

No Brasil, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), criada pela Lei nº 12.305 de 2010, orienta a gestão integrada e o gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos. A PNRS prioriza a responsabilidade partilhada entre o governo, as empresas e a sociedade civil, favorecendo práticas sustentáveis tais como a não geração, a redução, a reutilização e a reciclagem dos resíduos (Brasil, 2010).

A Resolução nº 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), de 2002, completa a PNRS ao estabelecer diretrizes específicas para a gestão dos resíduos da construção civil, além de classificá-las sob a forma de categorias e estabelecer procedimentos para sua gestão, com a finalidade de obter os menores impactos ambientais a partir das atividades construtivas (CONAMA, 2002).

O município de São Gonçalo do Sapucaí, inserido nesse cenário nacional, enfrenta os desafios de um gerenciamento eficiente dos resíduos da construção civil. A ausência de práticas adequadas para o manejo desses resíduos resulta na deposição irregular dos mesmos, principalmente no que se refere a características de qualidade ambiental e de saúde pública local.

O presente trabalho visa propor melhorias no gerenciamento dos resíduos sólidos da construção civil em São Gonçalo do Sapucaí, com base na análise de práticas sustentáveis e na adequação às diretrizes estabelecidas pela PNRS. A criação de um plano de gerenciamento de resíduos de construção civil (PGRCC) de acordo com a Resolução nº 307 do CONAMA é uma medida fundamental para o manejo dos resíduos da construção civil, assegurando, portanto, um impacto positivo no município.

A adoção de práticas sustentáveis em gestão de resíduos da construção civil atende, de um lado, as exigências legais e, de outro, apresenta diversas vantagens

econômicas e sociais, tais como: a redução de custos operacionais, a geração de postos de trabalho e a melhoria da qualidade de vida da população.

Assim, um PGRCC eficaz, elaborado e aplicado, é imprescindível para o desenvolvimento sustentável de São Gonçalo do Sapucaí.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Propor melhorias para o gerenciamento de resíduos da construção civil no município de São Gonçalo do Sapucaí, com base na análise das políticas públicas de gestão e destinação dos resíduos da construção civil.

1.2.2 Objetivos Específicos

Como pontos específicos deste trabalho destacam-se os itens abaixo:

- Avaliar a conformidade do município com a legislação vigente, especialmente em relação à Política Nacional de Resíduos Sólidos e à Resolução nº 307 do CONAMA;
- Identificar as lacunas e desafios no gerenciamento atual de resíduos da construção civil em São Gonçalo do Sapucaí;
- Contribuir para o desenvolvimento de políticas mais eficientes e adaptadas às necessidades específicas do município, promovendo a conscientização e a responsabilidade socioambiental no setor da construção civil.

1.3 JUSTIFICATIVA

A gestão inadequada dos resíduos da construção civil (RCC) no Brasil tem se configurado como uma preocupação inadiável, devido aos impactos ambientais, sociais e econômicos que dela provêm. Estudos mostram que os RCC equivalem a uma parcela expressiva dos resíduos sólidos urbanos, além de acarretar degradação ambiental, se não manejados adequadamente (Silva *et al.*, 2024).

A Resolução nº 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) estabelece diretrizes para a gestão de resíduos da construção civil (RCC), com o objetivo de minimizar os impactos ambientais (Brasil, 2002). Entretanto, a seguinte implementação dessas diretrizes enfrenta dificuldades, especialmente nos municípios de pequeno porte, nos quais a falta de recursos e a falta de infraestrutura adequada dificultam o cumprimento da legislação vigente (Brasil, 2008).

Esse é o caso de São Gonçalo do Sapucaí, onde não há um plano municipal específico para a gestão de RCC, e a destinação dos resíduos ocorre, muitas vezes, de maneira irregular, sendo descartados em vias públicas, terrenos baldios ou encaminhados ao lixão municipal sem qualquer tipo de triagem ou reaproveitamento.

A incorporação de práticas sustentáveis no gerenciamento dos RCC é fundamental para mitigar os impactos ambientais. A reciclagem e reutilização desses resíduos não apenas contribuem para a diminuição da demanda por recursos naturais como também significam uma redução na quantidade de resíduos dispostos nos aterros sanitários (Batista, 2022). A implementação de planos de gerenciamento de resíduos leva à redução significativa da geração de resíduos e ajuda a promover a sustentabilidade no setor da construção civil (Souza; Pires, 2022).

Portanto, a realização de estudos que proponham melhorias para o gerenciamento dos RCC em municípios como o de São Gonçalo do Sapucaí é fundamental e pode contribuir para a elaboração de políticas públicas mais eficazes, aumentar a conscientização quanto a importância da gestão dos resíduos e incentivar a incorporação de práticas sustentáveis no setor da construção civil.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO

2.1.1 Resíduos de Construção Civil e CONAMA

Os Resíduos da Construção Civil (RCC), denominação de Resíduos de Construção e Demolição (RCD), são Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), popularmente conhecidos como entulhos, gerados durante processos de construção, reforma, escavação ou demolição (ABRECON, 2024).

A origem dos resíduos da construção civil está diretamente ligada ao ciclo de vida das edificações e aos métodos de trabalho adotados nos canteiros de obras. No Brasil, a norma que estabelece a classificação dos RCC é a Resolução CONAMA nº 307 (Brasil, 2002), alterada pela Resolução CONAMA nº 469 (Brasil, 2015), a qual os classifica em quatro classes principais (Figura 1).

Figura 1: Classificação dos resíduos de construção e demolição por Resoluções CONAMA.

CARACTERÍSTICA DO MATERIAL		EMPREENDIMENTO (S) QUALIFICADO (A) A RECEBER	
CLASSE A	são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como: a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem; b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto; c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meio-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras	 Usina de Reciclagem de RCD ABNT 15114/2004	 Aterro de Inertes ABNT 15113/2004
CLASSE B	são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras, EMBALAGENS VAZIAS DE TINTAS IMOBILIÁRIAS e gesso; (Redação Resolução nº 469/15)	 Usina de Reciclagem de RCD ABNT 15114/2004	 Área de Transbordo e Triagem – ATT ABNT 15112/2004
CLASSE C	são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnológicas ou aplicações economicamente viáveis que permitem a sua reciclagem ou recuperação; (redação dada pela Resolução nº 431/11).	 Aterro Sanitário ABNT 15849/2010	 Aterro de Resíduos Não Perigosos ABNT 13896/1997
CLASSE D	São resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como 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 objetivos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde. (redação dada pela Resolução nº 431/11).	 Aterro de Resíduos Perigosos ABNT 10157/1987	
	Observação: § 1º No âmbito dessa resolução consideram-se embalagens vazias de tintas imobiliárias, aquelas cujo recipiente apresenta apenas filme seco de tinta em seu revestimento interno, sem acúmulo de resíduo de tinta líquida.		

Fonte: ABRECON, 2017.

A adequada classificação e gestão dos resíduos da construção e demolição (RCD) é essencial para a minimização dos impactos ambientais originados nas atividades do setor da construção civil. Além disso, a conscientização e a capacitação profissional dos

trabalhadores da construção civil são fatores imprescindíveis para o alcance da efetividade das práticas de gestão de resíduos (Ângulo, Ulsen, 2023).

A integração de conceitos de produção mais limpa e a utilização de tecnologias inovadoras poderão aperfeiçoar as condições de manejo dos RCDs. Ou seja, as fontes geradoras de resíduos da construção civil advêm diretamente das atividades do setor e o correto ordenamento dos referidos resíduos, conforme abordado pela resolução CONAMA, é fundamental para direcionar as estratégias de gestão adequadas.

2.1.2 Resíduos Sólidos Urbanos e Política Nacional de Resíduos Sólidos

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), estabelecida pela Lei n.º 12.305 de 2010, apresenta diretrizes para a gestão integrada e o gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos no Brasil, abrangendo os Resíduos Sólidos Urbanos (RSU).

Os RCD, incluídos como RSU pela referida política, em seu Artigo 13º faz a inclusão dos resíduos gerados na engenharia civil, isto é:

“[...] (h) resíduos da construção civil: os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis [...]” (Art. 13. da Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010).

Ao Artigo 9º, estabelece a ordem de prioridade a ser observada na gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos (Figura 2). O tema de sua implementação ganhou destaque em diversos artigos científicos que discutem os desafios, o avanço e a eficácia da própria Política (Brasil, 2010).

Figura 2: Hierarquia para gestão dos resíduos sólidos.

1. NÃO GERAÇÃO
2. REDUÇÃO
3. REUTILIZAÇÃO
4. RECICLAGEM
5. TRATAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS
6. DISPOSIÇÃO FINAL AMBIENTALMENTE ADEQUADA

Fonte: Brasil, 2010, adaptada.

De acordo com a PNRS, a responsabilidade pela gestão dos RSU recai principalmente sobre os municípios. Contudo, muitos apresentam dificuldades técnicas e financeiras para cumprir os parâmetros da política. A formação de consórcios intermunicipais é uma estratégia para romper com essas dificuldades, permitindo que os municípios cooperem para a gestão dos resíduos (Brasil, 2010).

A responsabilidade compartilhada ao longo do ciclo de vida dos produtos é um dos conceitos fundamentais da PNRS. Entretanto, a concretização desse conceito enfrenta obstáculos, particularmente na implementação de sistemas de logística reversa. A literatura aponta que a carência de infraestrutura apropriada e de incentivos econômicos colocam obstáculos à operacionalização adequada destes sistemas (Szigethy; Antenor, 2020).

A PNRS também se propõe a ser convergente com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) definidos pela Organização das Nações Unidas (ONU). A literatura indica que a implementação eficaz da PNRS pode trazer contribuições significativas para o cumprimento de diversos ODS, em particular aqueles relacionados à saúde pública, sustentabilidade ambiental e fomento a padrões de consumo e de produção sustentáveis (Neris *et al.*, 2023).

Apesar dos progressos promovidos pela PNRS, persistem obstáculos, como a erradicação de lixões e a efetivação da logística reversa. O engajamento efetivo da sociedade, do setor empresarial e dos governos é fundamental para o sucesso da política. A educação ambiental e a sensibilização pública são determinantes na transformação das práticas em relação ao manejo dos resíduos (Neris *et al.*, 2023).

Em resumo, a PNRS representa um marco significativo na gestão dos resíduos sólidos no Brasil, estabelecendo princípios e objetivos claros para o manejo adequado dos resíduos. No entanto, a efetiva implementação de suas diretrizes requer a superação de desafios institucionais, financeiros e culturais, demandando esforços conjuntos de todos os setores da sociedade.

2.1.3 Resíduos de Construção Civil no Brasil

A gestão dos resíduos da construção civil (RCC) no Brasil tem sido amplamente discutida na literatura científica, frisando as possibilidades para a implementação de práticas sustentáveis e políticas públicas efetivas no sentido de minimizar os efeitos sobre o meio ambiente desse setor.

Cunha *et al.* (2023) apresentou o panorama da gestão dos RCC no Brasil, analisando as políticas públicas, a classificação, a coleta e a gestão desses resíduos. Os resultados mostraram que os RCC no país são constituídos, principalmente, por argamassa, concreto, madeira e vidro, e que a gestão desses resíduos é essencial, existindo desigualdades regionais importantes. O Sudeste possuía, por exemplo, 65% das usinas de reciclagem, enquanto a região Norte não contava com nenhuma. O estudo concluiu que é necessário um engajamento mais efetivo do governo brasileiro para melhorar o sistema de coleta e as práticas de reciclagem.

Serinolli (2023) estabeleceu a reciclagem dos RCC como uma possibilidade para minimizar o impacto ambiental originado por esses resíduos, possibilitando ao retorno como novos produtos da construção civil. Em seu estudo, é enfatizada que a destinação final adequada dos RCC deve ocorrer em aterros sanitários, sendo a reciclagem uma alternativa que propicia a reutilização de resíduos e contribui para a sustentabilidade.

Brasileiro & Matos (2015) apresentaram pesquisas que retratam a preocupação quanto à geração dos resíduos advinda da indústria da construção, não apenas no Brasil, mas no mundo. É destacado que a reciclagem dos RCC é indispensável para que se possa alcançar uma estratégia de gestão apropriada e que a incorporação dos conceitos de produção mais limpa pode maximizar a gestão destes resíduos (Brasileiro; Matos, 2015).

Brasileiro & Matos (2015), desenvolvem também um estudo que discorre acerca da problemática do gerenciamento de RCC, ressaltando sua importância em atingir a sustentabilidade e em minimizar os impactos ambientais. A pesquisa enfatizou que a reciclagem dos RCC é indispensável para alcançar uma estratégia de gestão adequada e que a falta de gerenciamento de resíduos envolve maiores áreas de aterro.

Camilo *et al.*, (2022) desenvolveu uma pesquisa que investigou a gestão dos RCC em resposta aos desafios do meio ambiente. O estudo revelou a relevância do

gerenciamento dos RCC e propôs que sua reciclagem poderá trazer vantagens econômicas e ambientais para as cidades que implantá-la, contribuindo para a diminuição dos custos com a obra e para maior sustentabilidade.

Essas pesquisas corroboram a importância da gestão dos RCC no Brasil e a demanda por políticas públicas e práticas sustentáveis que visam a diminuição dos impactos ambientais provenientes desse segmento.

2.1.4 Resíduos de Construção Civil no Sudeste Brasileiro

A gestão dos resíduos da construção civil (RCC) para o Brasil convive com diversificadas dificuldades, em especial, na região Sudeste que é composta pelos estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais e o Espírito Santo. A literatura científica tem analisado a geração, gestão e reciclagem dos referidos resíduos, permitindo concluir que é preciso promover práticas sustentáveis no setor da construção civil (Carvalho, Pinto, 2019).

Cunha *et al.*, (2023) estudou a gestão dos RCD no Brasil de tal maneira que foram evidenciadas desigualdades regionais. O Sudeste possuía 65% dos empreendimentos de reciclagem, enquanto a região norte não possuía nenhuma. Também, o Sudeste cobriu 52,1% da coleta total de RCD no Brasil, comparado com apenas 3,9% da coleta disponível na região norte. Assim, os dados permitiram concluir que a situação necessita do engajamento efetivo do governo brasileiro para melhorar tanto o sistema de coleta quanto o sistema de reciclagem, possibilitando reduzir o volume gerado e reciclar o máximo possível.

Bessa *et al.* (2019) fizeram uma análise quantitativa e qualitativa dos RCD gerados em Belo Horizonte, capital do estado de Minas Gerais. A análise gravimétrica demonstrou que 95,5% do total de RCD se referem ao tipo A, o que denota um elevado potencial técnico e econômico de reaproveitamento diretamente na construção civil. Os resultados indicaram a necessidade de diretrizes que incentivem a aplicação desses resíduos reciclados de volta na construção civil e a criação de políticas de educação ambiental.

Vieira *et al.*, (2019) identificaram os fatores de maior influência na geração de RCC e fizeram um diagnóstico da gestão desses resíduos nos municípios da região Sul Fluminense, estado do Rio de Janeiro. Esse estudo ressaltou a importância de políticas

públicas eficazes e de uma gestão integrada para amenizar os impactos ambientais ocasionados pelos RCC's.

Aguiar & Figueiredo (2023) investigaram os impactos da reciclagem dos RCD na construção civil no estado de São Paulo. O estudo enfatizou a importância de condições técnicas adequadas para a obtenção de produtos reciclados resistentes e de qualidade e concluiu que a reciclagem dos RCD apresenta importantes benefícios ambientais e socioeconômicos, levando em consideração o uso correto desses produtos reciclados e respeitando-se as restrições técnicas.

Essas pesquisas demonstram a importância de um gerenciamento adequado dos resíduos da construção civil no sudeste do Brasil, sublinhando a necessidade de políticas públicas, investimentos em recicladores de infraestrutura e conscientização ambiental para promover um desenvolvimento sustentável no setor da construção civil.

2.1.5 Resíduos da Construção Civil em Minas Gerais

No estado de Minas Gerais, a gestão dos resíduos de construção civil (RCC) tem sido alvo de distintas pesquisas acadêmicas que versam sobre suas práticas, problemas e soluções para a sua adequada gestão no estado.

Araújo (2022) avaliou, em Belo Horizonte, a conformidade das construtoras locais com os planos de gerenciamento de resíduos de construção civil (PGRCC). Os resultados apontaram que, apesar de haver uma legislação em vigor que aborda o tema, faltas nos processos para assegurar uma gestão adequada dos resíduos ainda persistem. O estudo enfatizou a relevância de maior comprometimento das empresas e do poder público para a melhoria nas práticas de gerenciamento de RCC na capital mineira.

Resende (2016), realizou um estudo sobre o gerenciamento dos RCC's em Belo Horizonte e na metropolitana, com destaque para a geração dos RCC's em grande quantidade nas obras, nas reformas e nas demolições. Foi enfatizada a necessidade de se contar com políticas públicas e um maior comprometimento dos agentes da construção civil visando a redução da geração de resíduos e o incentivo à reciclagem e à reutilização de materiais

Pestana & Melo (2024), investigaram a gestão de RCC nos municípios de Uberlândia, Uberaba e Patos de Minas, região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. O estudo demonstrou que, mesmo seguindo as orientações do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), a gestão dos RCC continua a enfrentar problemas gigantescos, como falta de infraestrutura apropriada e falta de políticas públicas adequadas.

Essas investigações tornam evidente a necessidade de refinamento das práticas de gestão dos RCC do Estado de Minas Gerais, por meio do estabelecimento de políticas públicas eficazes, da conscientização dos profissionais que atuam neste setor e do investimento em infraestrutura adequada para o manejo e a reciclagem dos RCC.

2.1.6 Resíduos da Construção Civil no Sul de Minas

A gestão de RCC no sul de Minas Gerais foi examinada através de estudos voltados a compreender e melhorar as práticas locais, conforme as orientações para a sustentabilidade e as exigências da legislação vigente.

Portugal (2022) analisou a gestão de resíduos sólidos no município de Alfenas, incluindo os resíduos da construção civil. A pesquisa destacou a importância da educação ambiental e da participação da comunidade na implementação de práticas eficazes de gestão de resíduos. Além disso, o estudo identificou a necessidade da implantação das políticas públicas que incentivem a reciclagem e a reutilização dos materiais provenientes da construção civil, visando reduzir os impactos ambientais e promover a sustentabilidade no setor.

Em Varginha, Santos *et al.* (2023) desenvolveram um modelo para prever a geração de RCD em municípios brasileiros de porte médio. O modelo de regressão linear múltipla teve como variáveis independentes a expansão urbana, o valor do Produto Interno Bruto (PIB) e o PIB per capita, apresentando um coeficiente de determinação (R^2) igual a 0,880, sugerindo que existe uma forte relação entre as variáveis e a geração de resíduos. Este modelo pode ser utilizado pelos gestores públicos para a adoção de ações mais eficientes de gestão dos resíduos.

Almeida *et al.*, (2020) realizaram um diagnóstico sobre o gerenciamento dos RCC no município de Três Corações e propuseram a criação do Plano Integrado de

Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil da cidade. A pesquisa também sugeriu a proposta de um Projeto de Lei do município e o pré-dimensionamento de uma usina de triagem e reciclagem de RCC, buscando melhorar o gerenciamento e minimizar os impactos ambientais locais.

Souza *et al.*, (2021) analisaram o gerenciamento dos resíduos gerados durante a construção de uma obra de grande porte na cidade de Pouso Alegre. Foi constatado que toda a separação de resíduos estava em conformidade com a resolução CONAMA 307, ou seja, os resíduos foram armazenados de acordo com sua categoria e seu respectivo método de armazenamento, em local previamente designado para armazenamento até o seu destino final.

Souza *et al.*, (2021), em pesquisa realizada, destacaram também a importância e adequação da segregação, do acondicionamento, do transporte e da destinação final dos resíduos, conforme as diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e da Resolução CONAMA nº 307/2002. O estudo também identificou os custos associados à destinação correta dos resíduos, enfatizando a necessidade de planejamento e controle para minimizar desperdícios e impactos ambientais.

Os desafios na gestão dos resíduos da construção civil não se limitam apenas aos municípios apresentados, mas também se fazem presentes em São Gonçalo do Sapucaí. A análise realizada no município evidenciou a ausência de políticas específicas para o gerenciamento desses resíduos, além da carência de infraestrutura adequada para a destinação correta dos materiais descartados.

Diferentemente de Pouso Alegre, onde foi constatado um gerenciamento em conformidade com a legislação vigente, em São Gonçalo do Sapucaí os resíduos são, em grande parte, descartados irregularmente ou encaminhados ao lixão municipal sem triagem ou reaproveitamento.

Esses cenários reforçam a necessidade de estudos e políticas públicas voltadas à adequação da gestão de RCC nos municípios de pequeno porte do Sul de Minas.

2.1.7 Usinas de Reciclagem de Resíduos de Construção Civil

2.1.7.1 Tipos de usinas de reciclagem de resíduos de construção civil

As usinas de reciclagem de resíduos da construção civil (RCC) são primordiais para a gestão sustentável dos referidos materiais, uma vez que seu funcionamento se dá através da conversão dos resíduos em insumos para o segmento da construção civil. A operacionalização destas usinas ocorre por meio de diversas etapas, com tecnologias específicas embutidas. Elas podem ser classificadas em três tipos principais: fixas, semimóveis e móveis (Jadovski, 2005).

Usinas Fixas: construídas em um terreno próprio, elas têm capacidade para processar grandes quantidades de resíduos. Sua instalação necessita de uma área ampla, infraestrutura adequada, como fundações, instalações hidráulicas e elétricas. São adequadas para regiões com maior geração de resíduos e onde a logística de transporte é favorecida (Machado, 2014).

Usinas Semimóveis: Elas possuem características híbridas entre as fixas e as móveis, sendo mais facilmente transportáveis e, no entanto, requerendo alguma infraestrutura contemplada no local de operação (Machado, 2014).

Usinas Móveis: Equipadas com elementos que são montados sobre caminhões, proporcionam flexibilidade, pois podem processar os resíduos diretamente no local da obra (Machado, 2014).

Lopes *et al.*, (2023) em um estudo realizado, apontaram que, em 2009, estavam instaladas 48 usinas de reciclagem, com a metade sendo pública, e esperava-se crescimento do mercado de usinas móveis.

Paschoalin, Conti e Frasson (2019), analisaram os desafios da implementação de usinas de reciclagem de RCC, enfatizando a importância de estratégias adequadas para superar obstáculos operacionais e logísticos. As barreiras levantadas foram a qualidade irregular dos agregados produzidos, o preconceito do mercado e a ausência de incentivos para seu consumo e produção.

Foi possível observar que a maioria dos estudos desenvolvidos trata predominantemente de usinas fixas, com poucos estudos dedicados às demais.

2.1.7.2 Importância das Usinas de Reciclagem de RCC

Como a construção civil é um dos principais geradores de resíduos sólidos, resultando em degradação ambiental, as usinas de reciclagem demonstram sua importância ao transformar esses resíduos em materiais reutilizáveis, evitando a extração de novos recursos naturais e, conseqüentemente, reduzindo a quantidade de resíduos destinada aos aterros sanitários. Tal atividade colabora com a conservação dos recursos naturais e a redução da poluição do solo e da água (Beraldo, 2020).

Além disso, a reciclagem de RCC pode gerar redução de custos para as empresas de construção, ao diminuir a necessidade de aquisição de matérias-primas virgens e de eliminação dos resíduos. Sobre esse aspecto, a utilização de materiais reciclados pode ser mais econômica, permitindo a realização de obras mais baratas (Santos; Amorim; Cordeiro, 2024).

Outro benefício está na geração de empregos, afinal, a instalação de usinas de reciclagem gera vagas de trabalho em várias fases do processo, desde a recolha e seleção até ao tratamento e venda dos materiais reciclados (Campagna, Neumann, Danilevich, 2012).

Apesar dos benefícios, a reciclagem dos resíduos da construção civil enfrenta desafios relacionados à falta de conscientização e educação ambiental dos profissionais da construção e da população geral. O estabelecimento de programas de qualidade para os agregados reciclados, a sensibilização do mercado e a criação de normas e leis que incentivam o uso de material reciclado nas obras são medidas essenciais para vencer essas barreiras (Filho; Conti; Frasson, 2019).

2.1.7.3 Funcionamento das Usinas de Reciclagem

As usinas de RCC são projetadas para processar materiais provenientes de construções, reformas e demolições, transformando-os em produtos reutilizáveis, como agregados reciclados, que podem ser incorporados em novas obras (Manfrinato, Esguícero, Martins, 2018).

Para tanto, primeiramente há a recepção e triagem, em que os resíduos chegam em pátios de recebimento, onde recebem triagem primária para separação dos

recicláveis (metais, madeiras e plásticos e rejeitos que não possuem possibilidade de reciclagem) (Reis *et al*, 2021).

Em seguida, os resíduos são classificados em classes, quais sejam: concreto, argamassa, blocos, cerâmicas e tijolos. Esta separação é importante para assegurar a qualidade dos produtos reciclados (Brasil, 2002).

Posteriormente, os materiais classificados são processados em equipamentos tais como britadores e peneiras, que reduzem o tamanho dos resíduos e os separam segundo a granularidade. O processo resulta em agregados reciclados que podem ser utilizados em diversas operações da construção civil. Por fim, os materiais reciclados são estocados e/ou comercializados nos setores da construção, participando da economia circular e da redução do uso de recursos naturais (Paulino *et al.*, 2023).

Assim, dado todo exposto, as usinas de reciclagem de resíduos da construção civil desempenham um papel fundamental na gestão sustentável dos resíduos provenientes desse setor, embora existam desafios que devam ser superados, os benefícios ambientais e de ordem econômica da reciclagem de resíduos de construção civil (RCC), tornam-na uma prática indispensável para a promoção do desenvolvimento sustentável da construção civil (Manfrinato, Esguícero, Martins, 2018).

2.2 AGREGADOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

2.2.1 Agregados Convencionais

Os agregados são materiais granulares utilizados na indústria da construção, principalmente na fabricação de concreto e argamassas. A categorização dos agregados com base em suas dimensões é crucial para estabelecer suas aplicações particulares e impacta as propriedades finais dos materiais de construção (Brasil, 2020).

2.2.1.1 Agregados Miúdos

Os agregados miúdos ocupam uma função preponderante na construção civil, especialmente no que se refere à produção dos concretos e das argamassas, visto que a sua qualidade e suas características influenciam, diretamente, as propriedades mecânicas e a durabilidade das estruturas construídas. Os agregados miúdos

apresentam-se como materiais granulares do tipo areias naturais ou artificiais, com o diâmetro máximo de 4,8 mm. Eles preenchem o espaço entre os agregados graúdos no concreto, contribuindo para a coesão da massa e alterando as propriedades de trabalhabilidade, resistência e durabilidade do concreto (Serna; Rezende, 2012).

Os fatores que determinam a qualidade dos agregados miúdos são: granulometria; forma do agregado; pureza e origem. Estudos mostram que a forma dos grãos, arredondada ou angular, influenciam a resistência do concreto e a consistência da mistura. Os agregados com grãos arredondados, por exemplo, melhoram a trabalhabilidade das misturas (Fabro; Gava; Grigoli; Meneghetti, 2011).

A distribuição granulométrica dos agregados miúdos é um aspecto fundamental que determina o comportamento mecânico do concreto. Uma granulometria conveniente permite maior compactação e menor porosidade, aumentando desta forma a resistência à compressão. Estudos mostram que alterações na granulometria podem afetar de maneira significativa as propriedades do concreto (Fraga *et al.*, 2024).

Vale ressaltar que, granulometria é o ramo da ciência que estabelece os tamanhos físicos das partículas constitutivas de um material granular, seja em solos, areias, cimentos e em outros agregados. Esse estudo é indispensável para a caracterização da distribuição de tamanhos de partículas de uma amostra, a qual se relaciona diretamente com as características físicas e mecânicas dos materiais (Amaral, Formiga, 2019).

2.2.1.2 Agregados Graúdos

Os agregados graúdos são componentes fundamentais na produção de concreto, influenciando diretamente suas propriedades mecânicas e durabilidade. Eles consistem em partículas de rochas ou minerais com diâmetros superiores a 4,8 mm, como brita e cascalho (Hansen, Narud, 1983).

As propriedades dos agregados graúdos, como a granulometria, a forma, a textura superficial e a absorção de água, são fatores que influenciam diretamente as características mecânicas e a durabilidade do concreto. Por exemplo, as propriedades da forma e as características da textura das partículas podem afetar a trabalhabilidade da mistura e a aderência entre o agregado e a pasta de cimento (Alhadas, 2008).

Assim, e à luz da literatura técnica, a forma dos agregados graúdos interfere nas propriedades do concreto, tendo agregado de forma cúbica, melhor trabalhabilidade e maior resistência, enquanto agregados alongados ou lamelares, prejudicam as propriedades. A literatura técnica recomenda que a forma cúbica é a mais aconselhável para a utilização em concreto, tendo em vista melhor distribuição das tensões internas e redução da porosidade (Silva; Bortolacci, 2018).

A granulometria dos agregados graúdos, isto é, a distribuição dos tamanhos das partículas é, primordialmente, um fator de importância inegável para a compacidade e resistência do concreto. A distribuição adequada permite o empacotamento mais eficiente das partículas, levando à diminuição dos vazios e da necessidade de pasta de cimento. Pesquisa mostra que a análise granulométrica correta pode ser realizada, em detalhe, por intermédio de algumas técnicas avançadas, tais como a predição das curvas granulométricas a partir de imagens dos agregados, colaborando para o controle de qualidade do concreto obtido (Coenen *et al.*, 2022).

As características mecânicas do concreto, como a resistência à compressão e o módulo de elasticidade, estão diretamente relacionadas com a caracterização dos agregados graúdos. A porosidade do concreto se relaciona intimamente com a durabilidade e o desempenho das edificações. O exame mais especificado dos fatores que influenciam a porosidade, como a forma e a textura dos agregados, é indispensável para a produção de concretos de alto desempenho (Silva; Fernandes, 2020).

A escolha apropriada dos agregados graúdos quanto à forma, granulometria e propriedades físicas é crucial na obtenção de concretos de qualidade superior. A compreensão adequada destas características possibilita a melhor utilização do desempenho mecânico e da durabilidade das estruturas de concreto, contribuindo para a eficiência e sustentabilidade da construção civil.

2.2.2 Agregados Reciclados de Resíduos de Construção Civil

Proveniente de resíduos da construção e demolição (RCD), os agregados reciclados têm adquirido relevância na construção civil, considerando a necessidade de processos mais sustentáveis e de diminuição do impacto ambiental resultante da

extração dos agregados naturais. A utilização de agregados reciclados pode influenciar diversas propriedades dos materiais de construção, dentre elas: resistência mecânica; durabilidade; e propriedades físicas (Brasileiro; Matos, 2015).

A resistência mecânica está ligada a substituição parcial de agregados naturais por reciclados, que pode resultar em concretos com resistência mecânica que se aproxima do convencional, ou levemente inferior, dependendo da relação de substituição e do tipo de resíduo utilizado. A durabilidade é indicada através do controle de qualidade, que assim é possível ter concreto durável utilizando agregado reciclado. Essa durabilidade dos concretos com agregados reciclados pode ser afetada pela porosidade e pelas impurezas dos materiais reciclados. Já quanto às propriedades físicas, como a densidade, absorção de água e módulo de elasticidade dos concretos, podem sofrer impacto da substituição de agregados naturais por reciclados. As alterações na dosagem e no processo de cura podem evitar ou minimizar possíveis impactos negativos (Brasileiro; Matos, 2015).

Miranda *et al.* (2016), através de um estudo em usinas de reciclagem no Brasil, relataram que aproximadamente 50% dos resíduos de construção que chegam para reprocessamento são mistos (cimentícios e cerâmicos), 19% são predominantemente cinzas (concreto, argamassa e cimento), 11% são predominantemente cerâmicos (cerâmica, telhas de barro e similares) e 1% são predominantemente de origem de concreto.

Quanto as propriedades trágas com o uso de RCD, Viera, Dal Molin e Lima (2004) identificaram uma absorção de água de 2,5% para o agregado graúdo convencional e 6,04% para o reciclado. As massas específicas foram de 2,70 kg/dm³ para o agregado graúdo convencional e 2,52 kg/dm³ para o reciclado, o que representa uma redução de 6,7% em relação ao agregado graúdo convencional.

Rodrigues e Fucale (2014) alcançaram índices de absorção de água de 1% para o agregado miúdo natural e de 10% para o agregado reciclado, além de um teor de material pulverulento de 1% para o agregado natural e de 8,7% para o agregado reciclado. No que se refere à massa específica, o agregado miúdo reciclado marcou 2,54 kg/dm³, enquanto o agregado natural marcou 2,62 kg/dm³, indicando uma redução de 3,1% em comparação ao parâmetro do agregado tradicional.

A composição dos agregados reciclados de RCC terá um impacto direto nas características dos concretos nos estágios fresco e endurecido, assim como nas dosagens de concretos com agregados tradicionais (Araújo *et al.*, 2016).

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

A caracterização do estudo é de abordagem qualitativa-descritiva, que possibilita uma compreensão aprofundada das práticas locais em relação à gestão de resíduos, seguido da proposição de melhorias para o gerenciamento de resíduos da construção civil no município de São Gonçalo do Sapucaí, Minas Gerais.

3.1 COLETA DE DADOS

- **Análise documental:** as informações foram obtidas por meio de documentos oficiais, como leis municipais, decretos, normas técnicas e políticas públicas relacionadas à gestão de resíduos sólidos.
- **Entrevista:** entrevista semiestruturada realizada com o engenheiro responsável do município.
- **Consulta interna com o setor de Tributação e Secretaria de Obras:** abordagem informal para obter informações sobre as práticas adotadas.
- **Observação de Campo:** investigação de campo na área urbana e rural do município, a fim de registrar pontos de descarte irregular dos resíduos de construção civil. Esse levantamento prático visa complementar os demais dados e proporcionar evidências visuais das condições locais.

3.2 ANÁLISE DE DADOS

- **Análise Documental:** Foi realizado uma revisão crítica das normativas e políticas públicas local, de modo a identificar falhas no gerenciamento desses resíduos.
- **Análise de Conteúdo:** As informações passadas pelo engenheiro, pelo setor de Tributação e Secretaria de Obras foram analisadas de modo a identificar desafios específicos de cada contexto.
- **Avaliação da aderência às diretrizes estabelecidas pela Política Nacional de Resíduos Sólidos e pela Resolução nº 307 do CONAMA.**

Com todos os dados coletados, foi possível analisar:

- A existência ou ausência de implementação de políticas e normas locais em alinhamento com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS);
- Realidade do descarte e tratamento dos resíduos da construção civil;
- Estratégias de destinação e reaproveitamento de resíduos da construção civil.

3.3 PROPOSIÇÃO DE MELHORIAS

Foram elaboradas estratégias e ações práticas a fim de aprimorar o gerenciamento de resíduos no município, dentre elas: implementação do plano local de gerenciamento de resíduos de construção civil; campanhas educativas e parcerias visando a conscientização de descarte adequado, assim como os impactos negativos de um descarte incorreto; criação de pontos de coleta, reciclagem, fiscalização e aplicação de sanções.

3.4 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

O estudo em questão absteve-se de análises financeiras e dos impactos econômicos diretos das soluções propostas ao Plano Municipal de Gestão de Resíduos da Construção Civil. Como o mesmo não foi abordado no próprio plano, pensando-se na viabilidade dos custos de execução e tempo de implementação, serão discutidas também outras possibilidades de propostas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 ÁREA DE ESTUDO

4.1.1 Localização e Acessos

O município de São Gonçalo do Sapucaí (Figura 3) está localizado no sul do estado de Minas Gerais, abrangendo uma área de 516,683 km² de extensão. Faz divisa com os municípios de Campanha, Monsenhor Paulo, Cordislândia, Turvolândia, Silvianópolis, Careacú, Heliódora e Lambari (IBGE, 2022).

A principal rodovia que atravessa o município é a Rodovia Federal BR- 381 (Rodovia Fernão Dias).

Figura 3: Localização do município de São Gonçalo do Sapucaí/MG.



Fonte: Google-Maps, 2024.

4.1.2 Caracterização do Meio Antrópico

Segundo o censo demográfico (IBGE, 2022), a cidade tem 23.959 habitantes, sendo 19.886 habitantes considerados como população urbana e 4.073 habitantes como população rural. A densidade demográfica registrada para o município é 46,37hab/km².

4.2 LEGISLAÇÃO MUNICIPAL

Conforme levantamento realizado sobre a legislação vigente no município, elaborou-se a Tabela 1 abaixo estruturada nos quesitos lei, súmula e especificações relativas à limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.

Tabela 1: Legislação de referência no âmbito municipal.

LEI	SÚMULA	ESPECIFICAÇÕES
Lei nº 127 de 14 de novembro de 1952	Código de posturas municipais.	INFRAÇÕES Art. 47 – Condução de em vias públicas, quer atrapalhe a higiene e limpeza da mesma. Queima de lixo ou outros materiais, em quintais, que perturba a vizinhança. Jogar em via pública, qualquer material velho ou detritos. Colocação de lixo das residências e comércio, galhos e resíduos de podas de árvores e jardins, sem acondicionamento em sacolas e sacos. Art. 56 – Terrenos cobertos de matos e que sirvam de depósito de lixo. Art. 122 – É de responsabilidade do proprietário do imóvel a poda de árvores e jardins quando as mesmas avançarem para a rua, atrapalhando os calçados e logradouros. Art. 133 – Obras no alinhamento da via pública sem utilização de tapume, e sem liberação da prefeitura; Colocação de caçamba para recolhimento de entulhos de construção ou reforma, sem prévia

		autorização da prefeitura, ou em local que venham atrapalhar o fluxo de trânsito ou pedestres; Art. 151 – Depósito de materiais, inclusive de construção em vias públicas e passeios. Art. 197 – Proibida a venda de mercador, por ambulante fora do local estabelecido, fora do recinto do estabelecimento devidamente licenciado, e sem autorização da prefeitura; Parágrafo único – Proibido comércio ambulante, sem autorização prévia da prefeitura, sob pena de apreensão da mercadoria.
Lei Orgânica 16 de junho de 1990	Institui o ordenamento jurídico básico do município.	TÍTULO II DA COMPETÊNCIA MUNICIPAL Art. 9º - Compete ao município: III - Instituir e arrecadar os tributos de sua competência, bem como aplicar as suas rendas, com obrigatoriedade de prestar contas e publicar balanços mensais até o dia 15 (quinze) do mês subsequente; VI - Organizar e prestar, direta ou sob regime de concessão ou permissão, entre outros, os seguintes serviços: a) Transporte coletivo urbano e intermunicipal, que terá caráter essencial;

		b) Abastecimento de água e esgotos sanitários; c) Mercado, feiras e matadouros locais; d) Cemitérios e serviços funerários; e) Iluminação pública; f) Limpeza pública, coleta domiciliar e destinação final de lixo. TÍTULO IV DA ORGANIZAÇÃO ADMINISTRATIVA MUNICIPAL CAPÍTULO V DA ADMINISTRAÇÃO TRIBUTÁRIA E FINANCEIRA SEÇÃO I DOS TRIBUTOS MUNICIPAIS Art. 113 - São tributos municipais os impostos, as taxas e as contribuições de melhoria, decorrentes de obras públicas, instituídos por lei municipal, atendidos os princípios estabelecidos na Constituição Federal e nas normas de direito tributário. Art. 114 - São de competência do Município os impostos sobre: I - Propriedade predial e territorial urbana; II - Transmissão "intervivos", a qualquer título, por ato oneroso, de bens imóveis, exceto os de garantia, bem como cessão de direitos à sua aquisição;
--	--	--

		IV - Serviços de qualquer natureza, não compreendidos na competência do Estado, definidos na lei complementar prevista no art. 146 da Constituição Federal. Art. 115 - As taxas só poderão ser instituídas por lei, em razão do exercício do Poder de Polícia ou pela utilização efetiva ou potencial de serviços públicos específicos e divisíveis, prestados ao contribuinte ou postos à disposição pelo Município. Art. 116 - A contribuição de melhoria poderá ser cobrada dos proprietários de imóveis valorizados por obras públicas municipais, considerando o valor total da despesa realizada e como limite individual o acréscimo do valor que da obra resultar para cada imóvel beneficiado. TÍTULO V DA ORDEM ECONÔMICA E SOCIAL CAPÍTULO VI DO MEIO AMBIENTE Art. 167 – Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público Municipal e à
--	--	--

		coletividade o dever de defendê-lo para as presentes e futuras gerações. §1º – Para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao Poder Público: I – preservar e restaurar os processos ecológicos essenciais e prover o manejo ecológico das espécies e ecossistemas; II – preservar a diversidade e a integridade do patrimônio genético do Município e fiscalizar as entidades dedicadas à pesquisa e manipulação de material genético; III – definir espaços territoriais e seus componentes a serem especialmente protegidos, sendo a alteração e a supressão permitidas somente através de lei, vedada qualquer utilização que comprometa a integridade dos atributos que justifiquem sua proteção; IV – exigir, na forma de lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental, a que se dará publicidade; V – controlar a produção, a comercialização e o emprego de técnicas, métodos e substâncias que comportem riscos para a vida, a saúde e o meio ambiente;
--	--	--

		VI – promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente; VII – proteger a fauna e a flora, vedadas, na forma da lei, as práticas que coloquem em risco sua função ecológica, provoquem a extinção de espécies ou submetam os animais à crueldade. §2º – Aquele que explorar recurso mineral fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com a solução técnica exigida pelo Órgão Público competente, na forma da lei. §3º – As condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente sujeitarão os infratores, pessoas físicas ou jurídicas, a sanções penais e administrativas, independentemente da obrigação de reparar os danos causados. Art. 164 – O Município desenvolverá na medida de sua competência política proteção de seus mananciais.
Lei Complementar nº 01 de 24 de outubro 1991	Dispõe sobre o regime jurídico único dos servidores públicos do município de São Gonçalo do	TÍTULO VI Dos vencimentos e das Vantagens Seção IX Das gratificações Art.143 – Serão concedidos os seguintes adicionais e gratificações:

	Sapucaí, Estado de Minas Gerais.	V – Adicional pela execução de trabalho perigoso ou insalubre; Art.149 – O adicional pela execução de trabalho perigoso ou insalubre depende de lei especial.
Lei Complementar nº 24 de 17 de novembro de 1999	Altera e consolida o código tributário do município de São Gonçalo do Sapucaí, e dá outras providencias.	CAPÍTULO VI DA TAXA DE LIMPEZA PÚBLICA Seção I Do Fato Gerador e da Incidência Art. 124 – A Taxa de Limpeza Pública tem como fato gerador a utilização efetiva ou potencial dos serviços de limpeza pública, prestados pelo Município, diretamente ou através de concessionários. Art. 125 – O fato gerador da taxa considera-se ocorrido, no dia primeiro de janeiro de cada exercício, com o serviço de limpeza pública prestado ao contribuinte ou colocado à sua disposição. Seção II Do Sujeito Passivo Art. 126 – O sujeito passivo da taxa é o proprietário, o titular do domínio útil ou o possuidor, a qualquer título, do imóvel, edificado ou não, localizado em logradouro beneficiado pelo serviço de limpeza pública. Seção III Da Base de Cálculo

		Art. 127 – A base de cálculo da taxa será determinada em função da testada do terreno na proporção de 0,5 UFIR's por metro linear de testada, de área construída ou não. Seção IV Do Lançamento e do Recolhimento Art. 128 – A taxa será lançada de ofício e arrecadada anualmente. Art. 129 – Sendo uma unidade imobiliária isenta do lançamento da taxa de limpeza, a mesma isenção estender-se-á à Propriedade Predial e Territorial Urbana, levando-se em conta a situação fática do imóvel existente à época da ocorrência do fato gerador. CAPÍTULO X DA TAXA DE CONSERVAÇÃO DE VIAS PÚBLICAS Seção I Do Fato Gerador e da Incidência Art. 153 – A Taxa de Conservação de Vias Públicas tem como fato gerador a utilização efetiva ou potencial dos serviços de conservação dos logradouros públicos, prestados pelo município, diretamente ou através de seus concessionários. Art. 154 – O fato gerador da taxa considera-se ocorrido, no dia primeiro
--	--	---

		de janeiro de cada exercício, com o serviço de conservação dos logradouros públicos prestado ao contribuinte ou colocado à sua disposição. Seção II Do Sujeito Passivo Art. 155 – O sujeito passivo da taxa é o proprietário, o titular do domínio útil ou o possuidor, a qualquer título, do imóvel, edificado ou não, localizado em logradouro beneficiado pelo serviço de conservação dos logradouros públicos. Seção III Da Base de Cálculo Art. 156 – A base de cálculo da taxa será determinada em função da área da testada do terreno na proporção de 0,5 UFIR's por metro linear, de área construída ou não. Seção IV Do Lançamento e do Recolhimento Art. 157 – A taxa será devida integral e anualmente. Art. 158 – Sendo anual o período de incidência, o lançamento da taxa poderá ocorrer juntamente com o do Imposto sobre a Propriedade Predial e Territorial Urbana, levando-se em conta a situação física do imóvel existente à época da ocorrência do fato gerador.
--	--	---

Lei Complementar nº 2.385 de 21 de dezembro de 2007	Institui o plano diretor participativo do município de São Gonçalo do Sapucaí.	CAPÍTULO IV DO SANEAMENTO AMBIENTAL Seção IV Dos Resíduos Sólidos Art. 68 – A administração municipal deverá assegurar a satisfatória prestação de serviço de limpeza urbana e adequado manejo e disposição final dos resíduos sólidos gerados no município. Art. 69 – Os programas de educação sanitária e ambiental nas escolas do do município devem buscar ênfase no princípio dos 3Rs – Reduzir, Reutilizar e Reciclar. Art. 70º - Deverá ser elaborado o Plano de Gerenciamento Integrado dos Resíduos Sólidos Urbanos (PGRSU) do município com especial enfoque na implantação da coleta seletiva na cidade, nos distritos e bairros rurais com inserção social de catadores e de carroceiros, acompanhado de campanhas educativas e de mobilização que visem a intensificar a participação da comunidade. Art. 71º - O Plano de Gerenciamento Integrado dos Resíduos Sólidos Urbanos (PGRSU) deverá contemplar diagnóstico e proposições com avaliação técnica, econômica e
--	---	---

		organizacional dos roteiros e procedimentos para os serviços de varrição, capina, poda, coleta e destinação final do lixo domiciliar, comercial e público; manejo adequado de resíduos orgânicos provenientes de feiras, sacolões e da coleta seletiva; gestão de resíduos especiais dos serviços de saúde, industriais, entulho, pneus, bagulhos volumosos e outros; além da reintegração social do catador do atual depósito de lixo da sede de São Gonçalo do Sapucaí. Art. 72º - O manejo dos Resíduos de Serviços de Saúde, entendido como a ação de gerenciamento desde a geração nos estabelecimentos até a disposição final, deve prever a segregação, acondicionamento, coleta, armazenamento temporário, transporte, tratamento preliminar e disposição final em consonância com o disposto na Resolução CONAMA 283/2001. Art. 73º - Deverão ser selecionadas áreas para disposição final de entulho e resíduos inertes da construção civil não-aproveitáveis, em atendimento à Resolução CONAMA 307/2002. 25 Art. 74º - A limpeza de lotes vagos será de acordo com a Lei Municipal nº 2.256 de 26 de dezembro de 2005.
--	--	--

		Art. 75º - As vias que constituem acesso às áreas atendidas pela coleta e transporte dos resíduos sólidos, além das que interligam a área da disposição final, devem ser mantidas transitáveis, mesmo em período chuvoso. Art. 76º – O depósito de lixo da sede municipal deverá obedecer aos critérios de normas para a implantação do aterro controlado em trincheiras ou valas, com compactação e recobrimento periódicos, para proteções do lençol freático e águas superficiais, entre outros, sendo que especial atenção deve ser dada ao tratamento e destinação do resíduo séptico dos serviços de saúde. Art. 77º - Nos distritos e bairros rurais deverão ser previstos pontos estratégicos para recolhimento do lixo. Art. 78º - O recolhimento, transporte e destinação final dos resíduos industriais serão de responsabilidade do empreendedor, observando-se as legislações federal, estadual e municipal vigentes.
--	--	--

Fonte: Da autora, 2024, adaptado legislação municipal.

A partir da análise das informações coletadas, observa-se que o município de São Gonçalo do Sapucaí conta com uma legislação mínima no que se refere à gestão de resíduos e à manutenção da limpeza pública. No entanto, não há uma legislação adequada que regule os serviços de limpeza pública e sua fiscalização, bem como aquelas destinadas aos resíduos enquadrados como especiais, serviços de saúde, incentivo a coleta seletiva e principalmente resíduos de construção civil.

4.3 DIAGNÓSTICO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

4.3.1 Setor de Engenharia

Para investigar adequadamente a situação dos resíduos de construção civil no município, foi realizada uma entrevista semiestruturada com o engenheiro responsável do setor com foco em quatro perguntas principais. As mesmas foram elaboradas com intuito de entender melhor como o departamento lida com o gerenciamento desses resíduos e assim evidenciar possíveis falhas na gestão (Tabela 2).

Tabela 2: Perguntas semiestruturadas ao departamento de engenharia.

1. Se tratando dos resíduos de construção civil, não existe nenhuma lei, norma ou plano municipal que é seguido?
2. A prefeitura apresenta local próprio para descarte?
3. Como os resíduos de construção civil são tratados pelo município?
3. Existe alguma parceria entre a prefeitura e os cidadãos para coleta e transporte desses resíduos? E entre a prefeitura e empresas da cidade?
4. Qual(is) a(s) dificuldades para a gestão de resíduos de construção e demolição no município?

Fonte: Da autora, 2024.

A partir desta entrevista, foi confirmado que o município apresenta uma grande deficiência em relação ao tópico de resíduos de construção civil. Como constatado, a cidade realmente não adota nenhuma legislação ou norma vigente relacionada à gestão

e destinação de resíduos da construção civil, o que configura uma lacuna no cumprimento das diretrizes estabelecidas pelos órgãos ambientais e reguladores.

4.3.1.1 *Plano Municipal Integrado de Gestão de Resíduos Sólidos*

No ano de 2013, a prefeitura lançou o processo licitatório nº 00115/2013 na modalidade convite nº 00006/2013, tendo por objeto a contratação de empresa especializada para elaboração do Plano Municipal Integrado de Gestão de Resíduos Sólidos. A empresa META ENVIRON ENGENHARIA LTDA participou do processo e venceu.

Neste plano foi contemplado o conteúdo mínimo conforme preconiza o Decreto 7.404/2010, revogado pelo Decreto nº 10.936 de 2022, que regulamenta a Lei Federal nº12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Trata-se de um instrumento para cuidar dos detalhes técnicos operacionais do serviço público de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, permitindo ao município programar e executar as atividades necessárias ao seu adequado gerenciamento.

No município, o plano foi arquivado sem pretensões de execução, apresentando-se em uma única cópia impressa guardada pelo departamento de engenharia.

4.3.2 Setor de Tributação

Uma consulta informal foi realizada junto ao setor de tributação da Prefeitura Municipal de São Gonçalo do Sapucaí/MG. Após a análise da legislação vigente, na qual foi constatada a ausência de normas específicas que fiscalizem ou imponham sanções sobre o manejo dos resíduos da construção civil no município, buscou-se o setor para confirmar a inexistência dessas penalidades. Durante o contato, foi confirmado pelos representantes do setor que, no âmbito do municipal, não há dispositivos legais que estabeleçam sanções específicas para esse tipo de infração.

4.3.3 Secretaria de Obras

Um questionamento também foi direcionado à Secretaria de Obras da Prefeitura Municipal de São Gonçalo do Sapucaí/MG com o intuito de compreender o destino dos resíduos de construção civil gerados pelas atividades da própria secretaria. Em resposta, foi informado que o município não dispõe de um local específico para o descarte adequado desses materiais. Como solução alternativa, os resíduos são misturados à fresa e utilizados na manutenção de estradas rurais.

Embora essa prática represente uma solução paliativa, pode não atender aos padrões técnicos e ambientais previstos para a gestão de resíduos da construção civil.

O reaproveitamento dos resíduos deve seguir normas técnicas como a Resolução CONAMA nº 307 (Brasil, 2002), alterada pela Resolução CONAMA nº 469 (Brasil, 2015), que estabelece critérios para a reciclagem e reutilização de resíduos da construção civil. Utilizá-los sem atender a essas normas pode caracterizar um manejo inadequado. Outro fator, seria uma possível contaminação ambiental. Sem uma triagem e separação apropriadas, materiais classificados como classe “D” podem ser incorporados ao solo.

4.4 SITUAÇÃO DE DESCARTE DE RESÍDUOS NO MUNICÍPIO

A fim de proporcionar evidências visuais das condições do município em relação aos resíduos de construção civil, realizou-se um levantamento fotográfico durante os meses de outubro de 2024 a janeiro de 2025. A investigação de campo abrangeu todos os bairros, áreas rurais e inclusive o lixão do município, com o objetivo de identificar pontos de descarte irregulares.

Durante o levantamento, foi possível constatar a existência de diversos locais onde resíduos de construção civil, incluindo restos de outros materiais, estavam sendo descartados de forma inadequada (Figuras 4 a 23).

Figura 4: Resíduos de Construção Civil na Entrada do Município.



Fonte: Da autora, 2024.

Figura 5: Resíduos de Construção Civil no Bairro Quenta Sol.



Fonte: Da autora, 2024.

Figura 6: Resíduos de Construção Civil no Bairro Nossa Senhora Aparecida.



Fonte: Da autora, 2024.

Figura 7: Resíduos de Construção Civil no Bairro Flanboyant.



Fonte: Da autora, 2024.

Figura 8: Resíduos de Construção Civil no Bairro Vista da Serra.



Fonte: Da autora, 2024.

Figura 9: Resíduos de Construção Civil no Bairro Inconfidentes.



Fonte: Da autora, 2024.

Figura 10: Resíduos de Construção Civil no Bairro Novo Horizonte.



Fonte: Da autora, 2024.

Figura 11: Resíduos de Construção Civil no Bairro Alto dos Pinheiros.



Fonte: Da autora, 2024.

Figura 12: Resíduos de Construção Civil no Bairro Cidade Sul I.



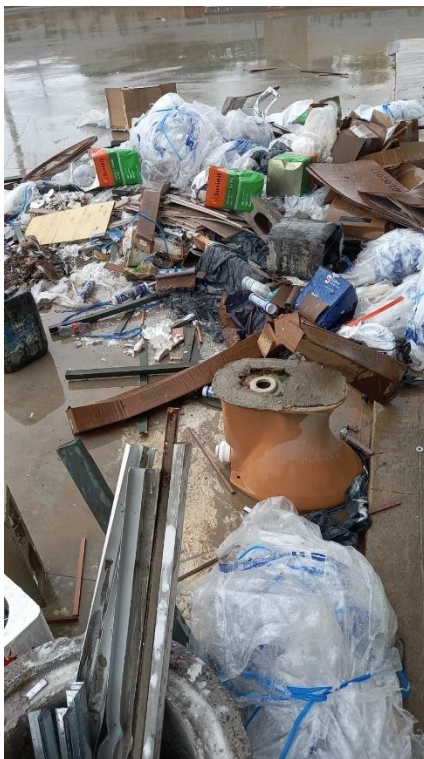
Fonte: Da autora, 2024.

Figura 13: Resíduos de Construção Civil no Bairro Cidade Sul II.



Fonte: Da autora, 2024.

Figura 14: Resíduos de Construção Civil no Bairro Matadouro Velho.



Fonte: Da autora, 2024.

Figura 15: Resíduos de Construção Civil no Bairro Ponte Preta.



Fonte: Da autora, 2024.

Figura 16: Resíduos de Construção Civil no Bairro José Benedito de Paiva.



Fonte: Da autora, 2024.

Figura 17: Resíduos de Construção Civil no Bairro Jardim Bárbara Heliodora.



Fonte: Da autora, 2024.

Figura 18: Resíduos de Construção Civil no Bairro Santa Luzia.



Fonte: Da autora, 2024.

Figura 19: Resíduos de Construção Civil no Bairro Fátima.



Fonte: Da autora, 2024.

Figura 20: Resíduos de Construção Civil no Bairro Inconfidentes.



Fonte: Da autora, 2025.

Figura 21: Resíduos de Construção Civil no Bairro Centro.



Fonte: Da autora, 2025.

Figura 22: Resíduos de Construção Civil na Área Rural Dr. França.



Fonte: Da autora, 2024.

Figura 23: Resíduos de Construção Civil no Lixão.



Fonte: Da autora, 2024.

A Tabela 3 identifica as classes de resíduos de cada um dos pontos de descarte mapeados, bem como suas respectivas localizações geográficas, extraídas com auxílio da ferramenta Google Earth.

Tabela 3: Pontos de descarte e classificação dos resíduos no município.

Pontos de descarte	Localização Geográfica	Classe de Resíduo			
		A	B	C	D
Figura 4	21°54'48"S 45°34'40"W	x			
Figura 5	21°53'51"S 45°34'56"W	x			
Figura 6	21°53'56"S 45°35'33"W	x	x		
Figura 7	21°54'05"S 45°36'20"W	x	x		
Figura 8	21°53'22"S 45°36'17"W	x	x		
Figura 9	21°53'47"S 45°35'11"W	x	x		
Figura 10	21°53'54"S 45°34'49"W	x	x		
Figura 11	21°53'01"S 45°35'24"W	x	x		
Figura 12	21°54'11"S 45°37'01"W	x	x		
Figura 13	21°54'12"S 45°36'51"W	x	x		
Figura 14	21°53'17"S 45°35'52"W		x		
Figura 15	21°53'33"S 45°36'06"W	x	x		
Figura 16	21°54'03"S 45°34'55"W	x			
Figura 17	21°53'26"S 45°36'17"W	x	x		
Figura 18	21°53'23"S 45°35'12"W	x	x		
Figura 19	21°53'36"S 45°35'21"W	x	x		
Figura 20	21°53'47"S 45°35'11"W	x			
Figura 21	21°53'31"S 45°35'48"W	x			
Figura 22	21°53'00"S 45°35'17"W	x	x		
Figura 23	21°55'11"S 45°34'31"W	x	x	x	x

Fonte: Da autora, 2024.

A análise dos dados apresentados na Tabela 3 demonstra que, dos 20 pontos de descarte de RCC identificados, 95% continham resíduos classificados como classe A, sendo que, em 73,7% desses locais, também foram observados resíduos de classe B. Já

os resíduos das classes C e D foram encontrados exclusivamente no lixão municipal, representando 5% dos pontos registrados.

Observou-se também que, nas regiões analisadas, a maioria dos descartes de resíduos ocorre tanto nas vias públicas quanto em terrenos baldios. Além dessas práticas, constatou-se que os moradores da cidade frequentemente contratam carroceiros ou solicitam à Prefeitura para a remoção de entulhos, os quais, por sua vez, encaminham os materiais para o lixão municipal.

O lixão apresenta uma área de aproximadamente 10,9 ha e pertence à Prefeitura Municipal de São Gonçalo do Sapucaí. Dista aproximadamente 2,5 km do perímetro urbano e localiza-se próximo ao trevo do município, na rodovia Fernão Dias, nas coordenadas geográficas 21° 55' 12" Sul e 45° 34' 31" Oeste.

O acesso à área é realizado por uma estrada de terra. É cercado por mourões e arame farpado e a entrada para o mesmo é realizada por um portão de ferro, com uma placa de aviso sobre acesso exclusivo a pessoas autorizadas. Contudo, não há nenhum controle, como vigilância ou cadeado no portão, que impeça este acesso.

Nesta área em questão, não houve nenhuma preparação anterior do solo e nenhum sistema de tratamento de efluentes líquidos e gases gerados. Embora, atualmente, a coleta de resíduos sólidos no município seja realizada por uma empresa terceirizada contratada e o local já não desempenhe mais essa função, foi possível verificar, conforme a Figura 23, que o espaço ainda é utilizado para o descarte de resíduos de construção civil e outros materiais.

Tais fatos retratam o total descumprimento e desatenção do poder público com relação à Resolução CONAMA nº 307 (Brasil, 2002), alterada pela Resolução CONAMA nº 469 (Brasil, 2015). O município não atende diversos aspectos estabelecidos na resolução, especialmente no que diz respeito à disposição dos RCC, à coleta, à falta de separação dos materiais, à reciclagem, ao reaproveitamento, entre outros. Além disso, não dispõe de um local adequado para o descarte desses materiais.

Em seu Artigo 10º apresenta as especificações de destino para cada classe. Se tratando dos resíduos de classe A, o inciso I trata-se de: “[...] I - Classe A: deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados ou encaminhados a aterro de resíduos

classe A de reservação de material para usos futuros [...]” (Art. 10º: da Resolução nº 307, de 05 de julho de 2002).

Ainda sobre destinação final adequada, a PNRS apresenta em seu Artigo 54º, inciso IV sobre os prazos de implantação: “[...] IV - até 2 de agosto de 2024, para Municípios com população inferior a 50.000 (cinquenta mil) habitantes no Censo 2010 [...]” (Art. 54º: da Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010).

Diante do exposto, ressalta-se a necessidade da implementação do Plano Municipal Integrado de Gestão de Resíduos Sólidos já elaborado ao município, principalmente no que se refere ao Plano Municipal de Gestão de Resíduos da Construção Civil.

4.4.1 Plano Municipal de Gestão de Resíduos da Construção Civil

Devido à falta de legislação municipal específica para a regulamentação dos Resíduos de Construção Civil – RCC, torna-se primordial a elaboração do Plano Municipal de Gestão de Resíduos da Construção Civil conforme estabelece as Resoluções CONAMA 307/02, 348/04, 431/11 e 448/12 (Brasil, 2002, 2004, 2011, 2012).

O Plano Municipal Integrado de Gestão de Resíduos Sólidos elaborou uma proposta de minuta da lei. O plano tem como meta definir os pequenos e grandes geradores de resíduos da construção civil em conformidade com os critérios técnicos do sistema de limpeza urbana local, sendo que somente o ônus do gerenciamento do RCC dos pequenos geradores será de responsabilidade do município. Além disso, propôs-se a instalação de uma Unidade de Recebimento de Pequenos Volumes – URPV, com área de recebimento, triagem e armazenamento temporário dos resíduos.

Para os geradores caracterizados como de grande volume, os mesmos deverão apresentar Plano de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil específico em concordância com as legislações pertinentes.

Com relação a suas áreas de manejo, deve-se, preferencialmente, operar por meio de agentes privados, uma vez que são encarregados pela geração e coleta da maior parte dos resíduos. Para isso, sugere-se que sejam criadas ações incentivadoras que propiciem condições favoráveis aos mesmos na transição para o novo sistema, entre

elas: estabelecer a obrigatoriedade da utilização de agregados reciclados de RCD em determinados tipos específicos de obras; melhorar o acesso de alternativas tecnológicas para destinação de resíduos de maior complexidade; além de prestar suporte na obtenção de financiamentos para investimento nas áreas de operação. (CAIXA, 2005).

Sobre a destinação final dos resíduos, a construção de Aterros de Construção Civil, na impossibilidade da aplicação dos processos de reutilização e reciclagem. Conforme normatizado pela norma ABNT NBR 15.113:2004, esse tipo de aterro poderá ser executado em duas situações: para uma disposição definitiva, em correção de nível de terrenos; ou para uma disposição temporária, tendo em vista aproveitamento futuro dos resíduos.

Assim, sugere-se a implementação do Plano Municipal de Gestão de Resíduos da Construção Civil como uma medida crucial para o manejo adequado dos resíduos no município.

4.4.2 Adesão de Financiamento

Segundo a Caixa Econômica Federal, em 2005, o Ministério das Cidades, na qualidade de gestor da aplicação dos recursos do FGTS, aprovou junto ao Conselho Curador do Fundo de Garantia do Tempo de Serviço (FGTS), a utilização de recursos na modalidade “Resíduos da Construção Civil”.

Essa modalidade visa oferecer apoio financeiro para implementação de ações relacionadas ao acondicionamento, à coleta e transporte, ao transbordo, à triagem, à reciclagem e à destinação final dos resíduos das atividades de construção civil, incluindo ações que envolvam resíduos volumosos. A Tabela 4 abaixo apresenta as ações válidas para financiamento.

Tabela 4: Ações Financiáveis.

1. Implantação ou ampliação de instalações físicas destinadas à recepção, transbordo e triagem.
2. Implantação ou ampliação de instalações físicas para reciclagem.
3. Implantação ou ampliação de aterros para reservação ou destinação final.

4. Aquisição de materiais, equipamentos ou veículos para o acondicionamento, a coleta, a transformação e o destino dos resíduos da construção civil e resíduos volumosos.
5. Execução de ações complementares de educação ambiental e participação comunitária.

Fonte: Caixa, 2005, adaptada.

4.4.3 Pontos de Descarte e Parcerias

A implantação de pontos de descarte dos resíduos de construção civil seria uma proposta interessante para sanar o problema dos descartes em locais inadequados.

Conforme orientado pelo Ministério das Cidades (2008) e as normas da ABNT NBR 14.728/2005, uma rede de pontos poderia ser distribuída de maneira a atender toda área urbanizada. A implantação de caçambas deve considerar áreas de domínio público ou, em situações específicas, em áreas privadas que tenham sido transferidas para a administração municipal. Além disso, não devem comprometer a mobilidade urbana.

Elas têm por finalidade receber resíduos de construção, podas e outros objetos volumosos (móveis, eletrodomésticos, etc.), que são separados de acordo com sua natureza. Dessa forma, essas unidades contribuem para racionalizar a remoção e o reaproveitamento dos resíduos, servindo como postos para a entrega voluntária de materiais de coleta seletiva, efetuada pela população e do material coletado pelos carroceiros (principalmente o entulho). Servem também como ponto de referência e contato com os carroceiros da região, onde se encontram instaladas, que se constituem nos principais usuários dessas unidades (Ministério das Cidades, 2008, p. 51).

O município de São Paulo se destacou ao instituir, em 1999, a legislação chamada Lei das Caçambas, que regulamenta a coleta, transporte e destinação final de entulho. O cumprimento das normas estabelecidas orienta as empresas responsáveis pelo transporte de entulho e os geradores de resíduos, visando à proteção ambiental e à prevenção da disposição inadequada dos RCC. (Graff *et al.*, 2019).

A implementação de parcerias com os carroceiros da cidade poderia ser uma estratégia eficaz para enfrentar essa questão. Segundo o Ministério das Cidades (2008), Belo Horizonte obteve resultados positivos com a criação do Programa Carroceiro.

Levando em conta que, em São Gonçalo do Sapucaí, a maior parte da coleta de entulho é realizada por esses trabalhadores, o município poderia adotar uma abordagem semelhante. Com isso, seria possível:

- Informar, educar e conscientizar os carroceiros sobre os impactos negativos da deposição indiscriminada de entulho;
- Incentivá-los a se organizar como categoria profissional;
- Eliminar os pontos de descarte clandestino e contribuir para a criação de um ambiente urbano mais saudável.

4.4.4 Banco de Áreas para Aterramento

Com o intuito de expandir as opções de disposição dos RCC de classe A, poderá ser formulado um banco de áreas para aterramento (Caixa, 2005), composto de lotes ou pequenas glebas urbanas, públicas ou particulares, que precisem de aterramento de seus relevos e visem a posterior implantação de outra atividade urbana. Para sua implantação, sugere-se o cadastramento das áreas para aterramento; que sejam estabelecidos os critérios para atender a demanda de materiais; a especificação das responsabilidades; além dos procedimentos para licenciamento e execução do aterramento.

4.4.5 Conscientização, Valoração e Reciclagem

A grande quantidade de lixo e terra misturados aos resíduos de construção foi um dos pontos que chamou atenção no decorrer deste estudo. Se faz necessário a conscientização da população sobre a gestão dos resíduos de construção civil a fim de promover práticas sustentáveis e a redução dos impactos ambientais causados por esse tipo de resíduo.

Muitas vezes, a falta de informações adequadas sobre a destinação correta desses materiais resulta não só em descartes inadequados, como também acaba por induzir a eliminação de materiais que podem ter outra valoração.

“Quando afirmamos que um pedaço de madeira, de telha, um bloco de cimento ou um tijolo são resíduos da construção civil, estamos reforçando a ideia de que eles não têm mais valor e devem ser descartados” (Ministério das Cidades, 2008). Contudo, quando esses materiais são adequadamente coletados e processados conforme suas características específicas, tornam-se passíveis de reutilização ou reciclagem. Assim, ao tratarmos esses materiais de maneira apropriada, podemos agregar valor, reinserindo-os de forma eficiente no ciclo produtivo da indústria da construção civil.

Uma das alternativas para alguns dos resíduos da construção civil é reciclagem. A ECOVIA, empresa pertencente ao grupo LIMPAVIA e localizada no município de Varginha, a aproximadamente 45,9 km de São Gonçalo do Sapucaí, exemplifica essa prática (Gomes, 2021).

A usina de reciclagem de resíduos de construção civil recebe resíduos de terceiros para reciclagem e produz agregados reciclados de diferentes granulometrias (Figura 24) que são comercializadas para utilização em estradas vicinais e cavacos de madeira, destinados para utilização em caldeiras de olarias (Figura 25).

Figura 24: Agregados Reciclados.



Fonte: Da autora.

Figura 25: Cavacos de Madeira.



Fonte: Da autora.

A empresa também produzia e comercializava blocos de concreto de vedação com os agregados reciclados, e embora houvesse boa aceitação no mercado local, encerrou a fabricação devido a dificuldades enfrentadas. Os blocos apresentam coloração amarelada quando não submetidos por uma seleção minuciosa dos agregados, e devido ao fato havia a suposição de que terra estava sendo utilizada durante o processo.

Com a oneração da produção pela separação dos materiais, a fabricação tornou-se inviável. Este fato reforça ainda mais a importância da conscientização e divulgação de informações relacionados aos RCC. O preconceito e desinformação no âmbito sustentável ainda é um problema recorrente na sociedade e de certa forma considerados empecilhos e desafios no gerenciamento dos resíduos de construção civil.

Segundo Gomes (2021) e em conformidade com a norma ABNT NBR 15116, no que se diz respeito ao uso de agregados reciclados de Classe A pela Resolução CONAMA nº307 (Brasil, 2002), atualizada em 2021, a utilização de agregados reciclados não se limita mais apenas para fins não estruturais. Respeitadas as devidas recomendações, permite também a possibilidade do uso desses agregados para dosagens de concretos com fins estruturais.

Assim, é essencial que a sociedade seja adequadamente informada sobre as alternativas de reaproveitamento, a importância da reciclagem e do cumprimento das normas ambientais.

4.4.6 Monitoramento, Fiscalização e Aplicação de Sansões

Após a criação das condições necessárias para uma gestão correta e adequada dos resíduos pelo município e pelos agentes privados participantes, torna-se essencial implementar um plano de monitoramento e fiscalização rígidos.

Um monitoramento bem desenvolvido auxilia na eliminação dos pontos inadequados de descarte, além de possibilitar a punição dos infratores mediante descumprimento da regulamentação. A instalação de câmeras de segurança em locais estratégicos do município é um bom investimento inicial a ser implementado.

A proposta é que o plano reavalie as práticas de fiscalização já existentes no município, ou mesmo elabore novos processos de controle, definindo as regras para os geradores, coletores e receptores. Em muitos municípios, onde a cobrança e a fiscalização não são devidamente seguidas, a iniciativa privada ou mesmo os moradores da própria cidade acabam não cumprindo as obrigações previstas, tornando atitudes inconformes recorrentes.

Assim, espera-se que estas ações contribuam como instrumento de melhoria para uma gestão eficiente e concreta em relação aos resíduos de construção civil no município.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme às diretrizes estabelecidas pela Política Nacional de Resíduos Sólidos e a Resolução nº 307 do CONAMA, destaca-se que a destinação correta dos resíduos da construção civil é indispensável para mitigar os impactos ambientais e promover a sustentabilidade no setor. Essas normativas oferecem orientações específicas para o manejo, a reutilização e a reciclagem desses resíduos, visando integrar as práticas locais às exigências legais e assim promover uma gestão mais eficaz.

As análises realizadas a partir dos dados coletados demonstraram que o município estudado enfrenta grandes desafios de um gerenciamento eficiente em relação aos resíduos da construção civil. A ausência de práticas adequadas para o manejo desses resíduos resulta na deposição irregular dos mesmos, principalmente no que se refere a características de qualidade ambiental e de saúde pública local.

Conforme abordado neste trabalho, o município conta com uma legislação mínima no que se refere à gestão de resíduos e à manutenção da limpeza pública, não há uma legislação adequada que regule os serviços de limpeza e sua fiscalização, bem como aquelas destinadas aos resíduos de construção civil.

A realidade local constatada revelou a presença de vários pontos onde resíduos de construção civil estavam em inconformidade com a legislação, evidenciando um problema que reflete uma preocupação mais ampla no Brasil: a gestão inadequada desses resíduos. Essa questão tem se tornado inadiável devido aos significativos impactos ambientais, sociais e econômicos que dela provêm.

É importante frisar que, infelizmente, esta é uma realidade presente em grande parte dos municípios do país. Portanto, a realização de estudos que proponham melhorias para o gerenciamento dos RCC em municípios como São Gonçalo do Sapucaí se faz fundamental.

Ao abordar a importância de políticas públicas mais eficazes, em consonância com as legislações mencionadas, este Trabalho de Conclusão de Curso almejou agregar com proposições de estratégias e ações práticas a fim de aprimorar a gestão desta problemática.

Isto posto, sugerem-se medidas como a implementação de um plano local de gerenciamento de resíduos de construção civil, a realização de campanhas educativas e parcerias visando a conscientização de descarte adequado, além da criação de pontos de coleta e reciclagem.

Aliado a tudo isso, um plano rígido de monitoramento e fiscalização, com punição aos infratores, contribuirá para a eliminação dos pontos inadequados de descarte e que atitudes inconformes não voltem a ser recorrentes.

5.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Como sugestões para trabalhos futuros, listam-se:

- Desenvolver um estudo de análise detalhada dos custos diretos relacionados à implementação das propostas, avaliando tanto em relação aos investimentos iniciais quanto sobre a viabilidade econômica a longo prazo;
- Realizar um estudo de acompanhamento da implementação das soluções propostas, com foco na avaliação dos resultados: redução de resíduos e melhoria da qualidade ambiental;
- Propor um estudo a respeito da viabilidade e dos benefícios de se integrar em projetos de infraestrutura urbana os resíduos reciclados da construção civil;
- Investigar a utilização de tecnologias como a automação e o monitoramento digital, para otimizar processos de coleta, triagem e destinação final dos resíduos;
- Avaliar a eficiência de sistemas de coleta de resíduos diretamente nos canteiros de obras, propondo soluções de otimização para o processo de separação e destinação final dos resíduos gerados;

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, P. H. N.; FIGUEREDO, B. L. e S. **Os benefícios dos resíduos de construção e demolição na construção civil com influência positiva para o meio ambiente a fim de redução de custos na obra.** Facere Scientia, vol. 03, nº. 02, set. 2023. Disponível em: <https://facerescientia.com.br/wp-content/uploads/2023/12/OS-BENEFICIOS-DOS-RESIDUOS-DE-CONSTRUCAO-E-DEMOLICAO-NA-CONSTRUCAO-CIVIL-COM-INFLUENCIA-POSITIVA-PARA-O-MEIO-AMBIENTE-A-FIM-DE-REDUCAO-DE-CUSTOS-NA-OBRA-.pdf>. Acesso em: 29 out. 2024.

ALHADAS, M. F. S. **Estudo da influência do agregado graúdo de diferentes origens mineralógicas nas propriedades mecânicas do concreto.** Escola de engenharia da UFMG - Dissertação de mestrado em construção civil. 2008. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/ISMS7RTNGX/1/estudo_da_influencia_do_agregado_graudo.pdf . Acesso em: 14 nov. 2024.

ALMEIDA, M. S. T; MELO, M. C.; MELO, E. D. de. **Diagnóstico do gerenciamento de resíduos da construção civil na cidade de Três Corações/MG.** Universidade Vale do Rio Verde - UNINCOR. 2020. Disponível em: https://www.unincor.br/images/arquivos_mestrado_hidrico/producao-tecnica/produto-diagnostico-do-gerenciamento-tc.PDF. Acesso em: 29 out. 2024.

AMARAL, A. K. N., FORMIGA, K. T. M. Análise da distribuição granulométrica ao longo da bacia hidrográfica do rio meia ponte – Goiás. **Revista de Gestão de Água da América Latina**, v. 16, e5, 2019. <https://dx.doi.org/10.21168/reg.v16e5>. Acesso: 26 nov. 2024.

ANGULO, S. C.; ULSEN, C. **Resíduos de construção e demolição: fundamentos sobre gestão e reciclagem.** Universidade de São Paulo. Escola Politécnica, 2023. DOI: <https://doi.org/10.11606/9786589190202>. Disponível em: www.livrosabertos.abcd.usp.br/portaldelivrosUSP/catalog/book/991?utm_source=chatgpt.com. Acesso em 29 nov. 2024.

ARAÚJO, D.L.; FELIX, L.P; SILVA, L.C; SANTOS, T.M. Influência de agregados reciclados de resíduos de construção em propriedades mecânicas do concreto. **REEC - Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, Goiânia, v. 11, n. 1, 2016. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/reec/article/view/35467>. Acesso em: 26 nov. 2024.

ARAÚJO, R. S. de. **Estudo de caso do gerenciamento de resíduos da construção civil nas esferas acadêmica e industrial.** 2022. Trabalho de conclusão de curso (Curso de Engenharia de Materiais) – Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Departamento de Engenharia de Materiais. Disponível em: https://www.eng-materiais.bh.cefetmg.br/wp-content/uploads/sites/189/2022/03/2021-2_TCC-II_RaquelSaraujo_VersaoFinal.pdf. Acesso em: 29 out. 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15113**: Resíduos Sólidos da Construção Civil e Resíduos Inertes. Aterros. Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15116**: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil: utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural: requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15116**: Agregados reciclados para uso em argamassas e concretos de cimento Portland - Requisitos e métodos de ensaios. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9935**: Agregados: Terminologia. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E DEMOLIÇÃO. **O que é entulho**. ABRECON. Disponível em: <https://abrecon.org.br/entulho>. Acesso em: 19 nov. 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E DEMOLIÇÃO. **Tabela Resolução CONAMA Nº 307, 05 de julho de 2002**. ABRECON. São Paulo. 2017. Disponível em: <https://abrecon.org.br/documentos-e-informa/tabela-conama>. Acesso em: 19 nov. 2024.

AZEVEDO, J. *et al.* A reciclagem como ferramenta de sustentabilidade na construção civil: uma revisão de literatura. **Revista educação ambiental em ação**, v. 1, n. 68, p. 1-21, 2019. Disponível em: <http://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=3740>. Acesso em: 12 dez. 2024.

BATISTA, M. L. **Gestão de resíduos na construção civil: ênfase no desenvolvimento sustentável**. Brazilian Journal of Development, Curitiba, v.8, n.4, p. 23356-23373, apr., 2022. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/download/45992/pdf/114941>. Acesso em: 21 out. 2024.

BERALDO, A. L. **Utilização de resíduos agroindustriais na construção**. Editora UNICAMP, p. 404. Disponível em: <https://doi.org/10.7476/9788526815407>. Acesso em: 29 nov. 2024.

BESSA, S. A. I.; MELO, T. A. G.; Lourenço, K. K. **Análise quantitativa e qualitativa dos resíduos de construção e demolição gerados em Belo Horizonte/MG**. Rev. Bras. Gest. Urbana 11. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2175-3369.011.e20180099>. Acesso em: 25 out. 2024.

BRASIL. **Decreto nº 10.936, de 12 de janeiro de 2022**. Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, DF,

12 jan. 2022. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2022/Decreto/D10936.htm#art91. Acesso em: 07 dez. 2024.

BRASIL. **Lei nº 12.305, em 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. PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA, Casa Civil, Superintendência para Assuntos Jurídicos, 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 21 out. 2024.

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a política nacional do meio ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília: [s. n.], [1981]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm. Acesso em: 29 out. 2024.

BRASIL. **Resolução Conama nº 307, de 5 de julho de 2002**. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Diário Oficial da União, Brasília, n. 136, p. 95-96, 17 jul. 2002.

BRASIL. **Resolução Conama nº 404, de 11 de novembro de 2008**. Disponível em: https://conama.mma.gov.br/?id=573&option=com_sisconama&task=arquivo.download&utm. Acesso em: 09 dez. 2024.

BRASIL. **Resolução Conama nº 469, de 29 de julho de 2015**. Altera a Resolução CONAMA nº 307, que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Diário Oficial da União, Brasília, n. 1, p. 1, 29 jul. 2015.

BRASILEIRO, L. L. MATOS, J. M. E. **Revisão bibliográfica: reutilização de resíduos da construção e demolição na indústria da construção civil**. Cerâmica 61 (358) - Apr - Jun 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0366-69132015613581860>. Acesso em: 25 out. 2024.

CAMILO, B. Q. **Resíduos sólidos na construção civil: análise da gestão frente aos impactos causados ao meio ambiente**. Research, Society and Development, v. 11, n. 2, e32711220994, 2022. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i2.20994>. Acesso em: 26 out. 2024.

CAMPAGNA, C. S.; NEUMANN, C. S. R.; DANILEVICZ, A. de M. F. Desenvolvimento de um layout para uma usina de reciclagem de resíduos da construção civil. In: **Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, 2012, Bento Gonçalves. **Anais...** Rio de Janeiro: ABEPRO, 2012. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2012_TN_STO_157_916_20276.pdf. Acesso em: 12 dez. 2024.

CARVALHO, Y. M.; PINTO, V. G. Panorama prático-legislativo das capitais da Região Sudeste quanto à gestão de resíduos da construção civil (RCC). In: **VI CONGRESSO DE ENGENHARIA CIVIL**, 6., 2019, Juiz de Fora. **Anais** [...]. Juiz de Fora: UFJF, 2019. p. 209-222.

COENEN, M. *et al.* **Learning to sieve: prediction of grading curves from images of concrete aggregate**. ISPRS Ann. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci., V-2-2022, 227–235. Disponível em: <https://doi.org/10.5194/isprs-annals-V-2-2022-227-2022>. 2022. Acesso em: 10 nov. 2024.

CUNHA, K. da S.; ROBERTO, J. C. A.; SOUTO, S. P.; LIMA, S. C. **Resíduos sólidos na construção civil no Brasil**. Revista de Gestão e Secretariado, v. 14, n. 6, p. 8671-8692, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.7769/gesec.v14i6.2255>. Acesso em: 22 out. 2024.

FABRO, F.; GAVA, G. P.; GRIGOLI, H. B.; MENEGHETTI, L. C. **Influência da forma dos agregados miúdos nas propriedades do concreto**. 2011. Rev. IBRACON Estrut. Mater. 4 (2) - Jun 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1983-41952011000200004>. Acesso em: 10 nov. 2024.

FILHO, J. A. P.; CONTI, D. M.; FRASSON, S. **Usinas de reciclagem de entulho: importância na construção civil e dificuldades enfrentadas segundo agentes envolvidos**. Revista Tecnologia e Sociedade. 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/336889338_Usinas_de_reciclagem_de_entulho_importancia_na_construcao_civil_e_dificuldades_enfrentadas_segundo_agentes_envolvidos. Acesso em: 06 nov. 2024.

FRAGA, Y. S. B. *et al.* **Influência da granulometria do agregado miúdo natural no desempenho mecânico do concreto**. Congresso técnico-científico da engenharia e da agronomia. 2024. Disponível em: https://www.confea.org.br/midias/uploads-imce/contecc%202024/CIV/INFLUÊNCIA_DA_GRANULOMETRIA_DO_AGREGADO_MIÚDO_NATURAL_NO_DESEMPENHO_MECÂNICO_DO_CONCRETO.pdf. Acesso em: 14 nov. 2024.

GOMES, H. C. **Agregados reciclados em concretos para a mitigação de impactos da indústria da construção civil**. 2021. Trabalho de conclusão de curso (Curso de Engenharia Civil) – Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Departamento de Engenharia Civil. Disponível em: <https://www.eng-civil.varginha.cefetmg.br/wp-content/uploads/sites/154/2021/09/AGREGADOS-REICLADOS-EM-CONCRETOS-PARA-A-MITIGA%C3%87%C3%83O-DE-IMPACTOS-Gomes-Henrique.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2024.

GRAFF, M. A.; SANTOS, R. M. de.; BLASZAK, C. L. O.; OLIVEIRA, J. V. de. Regulamentação das caçambas de coleta de resíduos da construção civil e entulhos. **Salão do Conhecimento**, [S. l.], v. 6, n. 6, 2020. Disponível em: <https://publicacoeseventos.unijui.edu.br/index.php/salaconhecimento/article/view/18110>. Acesso em: 13 dez. 2024.

GUEDES, I. F. *et al.* **Gestão sustentável de resíduos na construção civil: desafios e estratégias.** Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.06, 2024. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/381836983_GESTAO_SUSTENTAVEL_DE_RESIDUOS_NA_CONSTRUCAO_CIVIL_DESAFIOS_E ESTRATEGIAS. Acesso em: 26 out. 2024.

HANSEN, T. C.; NARUD, H. **Resistência do concreto reciclado feito de agregado graúdo de concreto britado.** Concrete International, [S.1.], p. 79-83, 1983.

JADOVSKI, I. **Diretrizes Técnicas e Econômicas para Usinas de Reciclagem de Resíduos de Construção Civil e Demolição.** 2005. 182 f. Trabalho de Conclusão (Mestrado em Engenharia). Escola de Engenharia, UFRGS, Porto Alegre, 2006. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/10156>. Acesso em: 06 nov. 2024.

LOPES, D. P. *et al.* **Reciclagem de resíduos da construção civil no Brasil.** Revista Ibero - Americana de Humanidades, Ciências e Educação. São Paulo, v.9.n.01. jan. 2023. ISSN - 2675 - 3375. Acesso em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/download/8320/3257/12033?utm>. Acesso em: 29 out. 2024.

MACHADO, G. B. **Como funciona a reciclagem de resíduos sólidos da construção civil?** TELEDETRITUS. 2014. Disponível em: <https://teledetritus.com.br/como-funciona-a-reciclagem-de-residuos-solidos-da-construcao-civil>. Acesso em: 29 out. 2024.

MACIEL, L. R. M.; SILVA, S. L. L. da; SIQUEIRA, M. R. Impactos ambientais da construção civil: uma análise dos resíduos sólidos. **2º Simpósio de águas termais, minerais e naturais de Poços de Caldas.** 14º Congresso Nacional do Meio Ambiente, 2017. Disponível em: www.meioambientepocos.com.br/anais2017/215.%20IMPACTOS%20AMBIENTAIS%20DA%20CONSTRUÇÃO%20CIVIL%20UMA%20ANÁLISE%20DOS%20RESÍDUOS%20SÓLIDOS.pdf?utm. Acesso em: 05 dez. 2024.

MANFRINATO, J. W. de S.; ESGUÍCERO, F. J.; MARTINS, B. L. Implementação de usina para reciclagem de resíduos da construção civil (RCC) como ação para o desenvolvimento sustentável: estudo de caso. In: **Encontro Nacional de Engenharia De Produção**, 2008, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: ABEPRO, 2008. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2008_TN_STP_077_543_10843.pdf. Acesso em: 6 dez. 2024.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Resíduos sólidos: gerenciamento de resíduos da construção civil: guia do profissional em treinamento: nível 2.** Belo Horizonte: ReCESA, 2008. 68 p. Disponível em: https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/Arquivos_PDF/recesa/gerenciamentoereciclagemderesiduosdaconstrucaocivil-nivel2.pdf. Acesso em 10 dez.2024.

MIRANDA, L.F.R.; TORRES, L.; VOGT, V.; BROCARD, F.L.M.; BARTOLI, H. **Panorama atual do setor de reciclagem de resíduos de construção e demolição no Brasil**. In: XVI encontro nacional de tecnologia do ambiente construído. São Paulo. 2016.

NERIS *et al.* **Política nacional de resíduos sólidos na perspectiva dos objetivos de desenvolvimento sustentável**. 2023. 6º Congresso Sul-Americano de Resíduos sólidos e sustentabilidade. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.55449/conresol.6.23.VIII-006>. Acesso em: 22 out. 2024.

PAULINO, R. S. *et al.* Atualização do cenário da reciclagem de resíduos de construção e demolição no Brasil: 2008-2020. **Ambient. constr.**, v. 23, n. 3, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s1678-86212023000300677>. Acesso em: 03 dez. 2024.

PESTANA, B. A. D.; MELO, N. A. de. **Gestão de Resíduos de Construção Civil nos municípios de pequeno porte da região Triângulo de Minas Gerais**. Caminhos de Geografia Uberlândia v. 25, n. 100, p. 324–338, ago. 2024. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/download/71299/39011/342733>. Acesso em: 29 out. 2024.

PINTO, T. de P.; GONZÁLEZ, J. L. R. **Manejo e gestão de resíduos da construção civil**. Brasília: CAIXA, 2005. 196 p. V. 1. Disponível em: https://www.cuiaba.mt.gov.br/upload/arquivo/Manual_RCD_Vol1.pdf. Acesso em: 11 dez. 2024.

PORTUGAL, M. das. G. **Gestão de resíduos sólidos no município de Alfenas - MG**. Dissertação - Mestre em Ciências Ambientais. 2022. Disponível em: https://www.unifal-mg.edu.br/ppgca/wpcontent/uploads/sites/188/2022/10/v4_dissertacao_Maria_Portugal-pdf.pdf. Acesso em: 29 out. 2024.

REIS, K. J. F. dos *et al.* Estudo de processos em uma usina de resíduos sólidos de construção civil. In: **Seminário Regional de Extensão Universitária da Região Centro-Oeste**, 2021. **Anais...** Goiás: Universidade Estadual de Goiás, 2021. Disponível em: <https://www.anais.ueg.br/index.php/serex/article/view/14896>. Acesso em: 29 nov. 2024.

RESENDE, L. H. S. **Análise da gestão de resíduos sólidos de construção civil de belo horizonte (mg) a partir da percepção dos atores envolvidos**. Universidade Federal de Minas Gerais, Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUBD-AAXFR7/1/disserta__o_luiz_henrique_siqueira_resende.pdf. Acesso em: 29 out. 2024.

RODRIGUES, C.R.S; FUCAL, S. **Dosagem de concretos produzidos com agregado miúdo reciclado de resíduo da construção civil**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 14, n. 1, p. 99-111, jan./mar. 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ac/a/kn7FrBBPKVTbZBVynfzmstB/abstract/?lang=pt>. Acesso: 11 nov. 2024.

SANTOS, E. M. dos; AMORIM, I. R. C.; CORDEIRO, V. F. **Reciclagem de resíduos de obras na construção civil**. Rev. Ft. - Volume 28 – Edição 139. 2024. Disponível em: <https://revistaft.com.br/reciclagem-de-residuos-de-obras-na-construcao-civil/>. Acesso em: 06 nov. 2024.

SANTOS, R. L. R. do et al. **Modelo de previsão da geração de resíduos de construção e demolição para cidades brasileiras de médio porte populacional**. Eng Sanit Ambient v. 28, e20220060, 2023. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/BwXQwk478wb4XNHmQGs64kL/?format=pdf&lang=pt&utm> m. Acesso em: 29 out. 2024.

SÃO GONÇALO DO SAPUCAÍ. **Lei Complementar nº 01, de 24 de outubro de 1991**. Dispõe sobre o regime jurídico único dos servidores públicos do Município de São Gonçalo do Sapucaí, Estado de Minas Gerais. São Gonçalo do Sapucaí: Câmara Municipal, 1991. Disponível em: <https://www.legislador.com.br/LegislatorWEB.ASP?WCI=LeiTexto&ID=91&inEspecieLei=2&nrLei=1&aaLei=1991>. Acesso em: 05 nov. 2024.

SÃO GONÇALO DO SAPUCAÍ. **Lei Complementar nº 24, de 17 de novembro de 1999**. Altera e consolida o código tributário do município de São Gonçalo do Sapucaí, e dá outras providências. São Gonçalo do Sapucaí: Câmara Municipal, 1999. Disponível em: https://www.novaconcursos.com.br/arquivos-digitais/erratas/14415/18553/codigo-tributario-municipal-sao-gonaalo-sapucaimg.pdf?srsltid=AfmBOorhRFKyNQBm_Lu2Qdu6HmeOOJeJ2N3apTdGND7lcrHubMlLelk. Acesso em: 09 nov. 2024.

SÃO GONÇALO DO SAPUCAÍ. **Lei Complementar nº. 2.385, de 21 de dezembro de 2007**. Plano Diretor. São Gonçalo do Sapucaí: Câmara Municipal, 2007. Disponível em: <https://www.legislador.com.br/LegislatorWEB.ASP?WCI=LeiTexto&ID=91&inEspecieLei=1&nrLei=2385&aaLei=2007>. Acesso em: 14 nov. 2024.

SÃO GONÇALO DO SAPUCAÍ. **Lei nº 127, de 14 de novembro de 1952**. Aprova o código de postura municipal. São Gonçalo do Sapucaí: Câmara Municipal, 1952. Disponível em: <https://www.legislador.com.br/legisladorweb.asp?WCI=LeiTexto&ID=91&inEspecieLei=1&nrLei=127&aaLei=1952>. Acesso em: 19 nov. 2024.

SÃO GONÇALO DO SAPUCAÍ. **Lei Orgânica do Município de São Gonçalo do Sapucaí, de 16 de junho de 1990**. São Gonçalo do Sapucaí: Câmara Municipal, 1990. Disponível em: https://uploads.camarasgs.mg.gov.br/1705667218_f57a03b4328e858a6a18.pdf. Acesso: 17 nov. 2024.

SERINOLLI, G. P. **Resíduos da construção civil: o novo olhar para a reciclagem**. Fortaleza - CE. Edição 205. V.09. 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.35265/2236-6717-205-9127>. Acesso em: 23 out. 2024.

SERNA, H. A. de L., REZENDE, M. M. **Agregados para a Construção Civil**. 2012. Disponível em: <https://www.yumpu.com/pt/document/view/6928054/agregados-para-a-construcao-civil-anepac>. Acesso em: 09 nov. 2024.

SILVA, D. de A. e; FERNANDES, G. de S. **Estudo da forma do agregado graúdo e sua influência no módulo de elasticidade do concreto**. In book: Força, Crescimento e Qualidade da Engenharia Civil no Brasil Publisher: Atena Editora, 2020. Disponível em: [10.22533/at.ed.8732021098](https://www.atenaeditora.com.br/10.22533/at.ed.8732021098). Acesso em: 10 nov. 2024.

SILVA, D. de A.; GEYER, A. L. B. **Influência da Forma do agregado graúdo nas propriedades mecânicas do concreto**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 03, Ed. 12, Vol. 05, p. 67- 82, dez. 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/333404795_Influencia_da_Forma_do_agregado_graudo_nas_propriedades_mecanicas_do_concreto_-_Revista_Cientifica_Multidisciplinar_Nucleo_do_Conhecimento. Acesso em: 04 dez.2024.

SILVA, S. de F. da *et al.* **Avanços na gestão e sustentabilidade dos resíduos da construção civil: uma revisão bibliométrica e bibliográfica**. Revista PPC – Políticas Públicas e Cidades, Curitiba, v.13, n.2, p.01-22,2024. Disponível em: <https://journalppc.com/RPPC/article/view/1473/859>. Acesso em: 21 out. 2024.

SOUZA, N. S. de; PIRES, R. C. S. **Gestão de resíduos na construção civil, impactos, redução, reutilização e descarte**. Revista Angulos - 2022. Disponível em: <https://angulos.crea-rj.org.br/wp-content/uploads/2022/06/%C3%ADntegra-Gest%C3%A3o-de-Res%C3%ADduos-na-Constru%C3%A7%C3%A3o-Civil-.pdf>. Acesso em: 21 out. 2024.

SZIGETHY; A. **Resíduos sólidos urbanos no Brasil: desafios tecnológicos, políticos e econômicos**. 2020. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/cts/pt/central-de-conteudo/artigos/artigos/217-residuos-solidos-urbanos-no-brasil-desafios-tecnologicos-politicos-e-economicos>. Acesso em: 21 out. 2024.

VIEIRA, G.L.; DAL MOLIN, D.C.C.; LIMA, F.B. **Resistência e Durabilidade de Concretos Produzidos com Agregados Reciclados Provenientes de Resíduos de Construção e Demolição**. Engenharia Civil - UM, n. 19, 2004. Disponível em: <https://www.civil.uminho.pt/revista/artigos/Num19/Pag%205-18.pdf>. Acesso: 09 nov. 2024.