MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal de Ouro Preto
Escola de Minas – Departamento de Engenharia Urbana
Curso de Graduação em Engenharia Urbana

Allan Felipe Tadeu Borges Alves

GESTÃO SUSTENTÁVEL DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM OURO PRETO-MG: DIAGNÓSTICO, DESAFIOS E ALTERNATIVAS

Ouro Preto

2025

Allan Felipe Tadeu Borges Alves

Gestão Sustentável de Resíduos da Construção Civil em Ouro Preto-MG: Diagnóstico, Desafios e Alternativas

Projeto Final de Curso apresentado como parte dos requisitos para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Urbana na Universidade Federal de Ouro Preto.

Áreas de concentração: Saneamento e Planejamento Urbano

Orientador: Profa. D.Sc. Tamara Daiane de Souza - UFOP

Coorientador: Mestranda Fabíola de Pena Forte Nonato – UFOP

Ouro Preto

2025

SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

A474g Alves, Allan Felipe Tadeu Borges.
Gestão sustentável de resíduos da construção civil em Ouro Preto-MG [manuscrito]: diagnóstico, desafios e alternativas. / Allan Felipe Tadeu Borges Alves. - 2025.
108 f.: il.: color., gráf., tab., mapa.

Orientadora: Profa. Dra. Tamara Daiane de Souza.
Coorientadora: Fabíola de Pena Forte Nonato.
Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas. Graduação em Engenharia Urbana .

1. Construção Civil. 2. Gestão integrada de resíduos sólidos. 3. Sustentabilidade. I. Souza, Tamara Daiane de. II. Nonato, Fabíola de Pena Forte. III. Universidade Federal de Ouro Preto. IV. Título.

CDU 62:711.4

Bibliotecário(a) Responsável: Soraya Fernanda Ferreira e Souza - SIAPE: 1.763.787

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
REITORIA
ESCOLA DE MINAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA URBANA

FOLHA DE APROVAÇÃO

Allan Felipe Tadeu Borges Alves

Gestão sustentável de resíduos da construção civil em Ouro Preto-MG: Diagnóstico, desafios e alternativas

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

Aprovada em 07 de abril de 2025

Membros da banca

Fabíola de Pena Forte Nonato - Coorientadora (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Ouro Preto)
Doutora Ana Letícia Pilz de Castro - (Universidade Federal de Ouro Preto)
Joseandra Aparecida Campos Bongiovanni (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Ouro Preto)

Tamara Daiane de Souza, orientadora do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 16/05/2025

Documento assinado eletronicamente por **Tamara Daiane de Souza**, **PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 23/06/2025, às 16:07, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0 , informando o código verificador **0932736** e o código CRC **3FE11BCB**.

R. Diogo de Vasconcelos, 122, - Bairro Pilar Ouro Preto/MG, CEP 35402-163
Telefone: (31)3559-1471 - www.ufop.br

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, à minha amada avó, Maria Elza, pelo amor incondicional, pela doçura e pela força silenciosa que sempre me inspiraram a seguir em frente. À minha mãe, minha maior heroína, fonte inesgotável de amor, coragem e entrega. Obrigado por cada sacrifício, cada gesto de carinho e cada palavra de incentivo nos momentos em que mais precisei. Foram os seus braços que me sustentaram nos dias difíceis, e sua força que pavimentou meu caminho até aqui. À minha irmã, minha melhor amiga, confidente e exemplo de coragem. Sua presença firme e seu apoio incondicional foram alicerces nos meus dias mais turbulentos. Obrigado por estar sempre ao meu lado, com amor, lealdade e uma força que me inspira todos os dias. Ao meu pai, meu exemplo de garra e perseverança, cuja trajetória me guiou e motivou ao longo dessa jornada. Às minhas companheiras de faculdade, Mariana e Yasmim, que dividiram comigo dores, aprendizados e curas. Ao meu eterno lar, Koxixo, onde construí laços inquebrantáveis e vivi momentos que levo no coração. Aos meus amigos de Ouro Preto, que tornaram essa jornada acadêmica mais leve e inesquecível: Juliana, Guilherme, Rafaela e Vinicius. À minha primeira orientadora profissional, Samanta, agradeço profundamente por todo o aprendizado e pela base sólida que contribuiu para a minha formação. Às pessoas incríveis que contribuíram de forma única para a minha formação pessoal: Jennifer, Camilla, Mayara e Thayanne. À Universidade Federal de Ouro Preto, por ser mais que uma instituição — um lar, um espaço de descobertas e crescimento. À Escola de Minas, que me formou como engenheiro e como ser humano. Ao Departamento de Engenharia Urbana (DEURB), especialmente à Tamara e à professora Aline, por toda orientação, confiança e apoio ao longo da caminhada. A todos que, de alguma forma, fizeram parte dessa trajetória, deixo meu mais sincero e profundo agradecimento.

RESUMO

A construção civil no Brasil impulsiona o desenvolvimento econômico e social, mas também causa impactos ambientais, como a geração de Resíduos de Construção Civil e Demolição (RCD). O descarte inadequado desses resíduos afeta o meio ambiente, a saúde pública e a economia. Em Ouro Preto - MG, a Lei Municipal n.º 824/2012 criou o Sistema de Gestão Sustentável dos RCD e o Núcleo Permanente de Gestão de Resíduos para coordenar a coleta, fiscalização e educação ambiental. Este estudo tem como objetivo analisar o gerenciamento urbano dos RCD em Ouro Preto, com foco na sustentabilidade. A metodologia combina abordagens qualitativas e quantitativas, incluindo análise documental e levantamento de dados sobre a disposição e reciclagem dos RCD. Os resultados indicam que, apesar dos avanços na regulamentação, a implementação efetiva das diretrizes enfrenta desafios, como a falta de estrutura adequada para segregação e reaproveitamento dos resíduos. O estudo evidenciou que a gestão de RCD em Ouro Preto precisa ser aprimorada com investimentos em infraestrutura, fiscalização eficiente e incentivo à reciclagem. A aplicação rigorosa das leis e a capacitação dos profissionais do setor são fundamentais para promover uma gestão sustentável dos resíduos da construção civil no município.

Palavras-chave: resíduos sólidos, construção civil, gestão, Ouro Preto-MG.

ABSTRACT

The construction industry in Brazil drives economic and social development but also causes environmental impacts, such as the generation of Construction and Demolition Waste (CDW). The improper disposal of this waste affects the environment, public health, and the economy. In Ouro Preto - MG, Municipal Law No. 824/2012 established the Sustainable CDW Management System and the Permanent Waste Management Committee to coordinate collection, regulation, and environmental education. This study aims to analyze urban CDW management in Ouro Preto, focusing on sustainability. The methodology combines qualitative and quantitative approaches, including documentation analysis and data collection on CDW disposal and recycling. The results indicate that despite regulatory advancements, the effective implementation of guidelines faces challenges, such as the lack of adequate infrastructure for waste segregation and reuse. The study highlights that CDW management in Ouro Preto needs improvement through investments in infrastructure, efficient inspection, and incentives for recycling. Strict law enforcement and training of professionals in the sector are essential for promoting sustainable construction waste management in the municipality.

Keywords: solid waste, construction industry, management, Ouro Preto-MG.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Modelo da estação de transbordo de transferência direta. 10

Figura 2 – Gráfico 1: Porcentual dos materiais encontrados nas amostragens de RCD. 19

Figura 3 - Gráfico 2: Perda de materiais em processos construtivos convencionais, conforme pesquisa nacional em 12 estados e pesquisas anteriores. 21

Figura 4 - Gráfico 3: Composição dos resíduos de construção e/ou demolição em diversas localidades (%). 22

Figura 5 - Fluxograma com as etapas estruturais da presente pesquisa. 24

Figura 6 - Mapa de localização do município de Ouro preto - MG 25

Figura 7 - Informações sobre os fluxos do RCD no município de Ouro Preto - MG. .27

Figura 8 - Mapa Político do Município de Ouro Preto e seus Distritos. 36

Figura 9 - Projetos aprovados pela Secretaria de Cultura e Patrimônio entre 2013 e 2019. 37

Figura 10 - Localização do aterro da ARCCOP, do aterro/transbordo de RSU e do bota-fora na área urbana de Ouro Preto. 42

Figura 11 - Área do aterro licenciado da ARCCOP. 44

Figura 12 - Mapeamento dos Fluxos de RCD no município de Ouro Preto. 49

Figura 13 - Gráfico 4: Significância das dimensões. 80

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação dos RCD segundo a Resolução CONAMA nº 307/2002, a Resolução CONAMA nº 348/2004 e a Resolução CONAMA nº 431/2011. 8

Tabela 2 - Equipamentos de transporte e armazenamento de RSU e RCD mais utilizados conforme fornecidos por empresas atuantes. 12

Tabela 3 - Classificação dos patamares de sustentabilidade de gestão de RCD. 28

Tabela 4 – Dimensão dos indicadores e identificação. 30

Tabela 5 - Classificação dos patamares de sustentabilidade de gestão de RCD. 33

Tabela 6 - Principais diretrizes legais para o gerenciamento de Resíduos da Construção Civil. 39

Tabela 7 - Tipologia de Resíduos Recebidos. 44

Tabela 8 - Tabela Resumo dos Dados Quantitativos 48

Tabela 9 - Variáveis da dimensão Social aplicado ao contexto de Ouro Preto. 50

Tabela 10 - Variáveis da dimensão Cultural aplicado ao contexto de Ouro Preto..... 58

Tabela 11 - Variáveis da dimensão Econômica aplicado ao contexto de Ouro Preto. 64

Tabela 12 - Variáveis da dimensão Ambiental aplicado ao contexto de Ouro Preto. 67

Tabela 13 - Variáveis da dimensão Política aplicado ao contexto de Ouro Preto. 73

Tabela 14 - Classificação dos patamares de sustentabilidade de gestão de RCD ... 80

Tabela 15 - Resultado da avaliação por dimensão de sustentabilidade. 81

Tabela 16 - Simbologia dos prazos quanto à aplicação das proposições de melhoria. 83

Tabela 17 - Proposição de Melhorias. 84

LISTA DE SIGLAS

ARCCOP – Aterro de Resíduos de Construção Civil de Ouro Preto

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente

CONFEA – Conselho Federal de Engenharia e Agronomia

CREA-MG – Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais

CTR – Controle de Transporte de Resíduos

FEAM - Fundação Estadual do Meio Ambiente

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IPHAN – Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional

LAS - Licenciamento Ambiental Simplificado

LDO – Lei de Diretrizes Orçamentárias

LTDA - Limitada

MPF – Ministério Público Federal

MTR – Sistema de Manifesto de Transporte de Resíduos

ODS – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

PIGIRS - Plano Intermunicipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos

PMGIRS - Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos

PMOP – Prefeitura Municipal de Ouro Preto

PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos

RAS - Relatório Ambiental Simplificado

RCD – Resíduos de Construção Civil e Demolição

RSU – Resíduos Sólidos Urbanos

SINISA – Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico

SJMG – Seção Judiciária de Minas Gerais

SNIS – Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento

SUS – Sistema Único de Saúde

UNESCO – Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

SUMÁRIO

Introdução 1

1.1 Objetivo 4

1.1.1 Objetivo Geral 4

1.1.2 Objetivos Específicos 4

1.2 Justificativa 5

2 Revisão Bibliográfica 7

2.1 Definição de Resíduos de Construção Civil e Demolição (RCD) 7

2.2 Legislação e Políticas Públicas Relacionadas ao Gerenciamento de RCD 9

2.3 Infraestrutura e Equipamentos para o Gerenciamento de RCD 10

2.4 Impactos Ambientais e Sociais dos RCD 17

2.5 Reciclagem e Reutilização de RCD 19

2.6 Metodologia para Avaliação da Eficácia das Políticas Públicas 23

3 Metodologia 24

3.1 Abordagem Metodológica 24

3.2 Alinhamento da Pesquisa 24

3.3 Caracterização da Área de Estudo 25

3.4 Diagnóstico e Legislação 26

3.5 Coleta de Dados aos Gestores de RCD 27

3.6 Mapeamento dos Fluxos 27

3.7 Proposição dos Indicadores 28

3.8 Proposição de Melhorias 33

3.8.1 Infraestrutura Urbana 33
3.8.2 Diagnóstico e Legislação 34
3.8.3 Politização e Fiscalização 34
4 Resultados e Discussão 35
4.1 Caracterização da Área de Estudo 35
4.2 Diagnóstico e Legislação 38
4.3 Coleta de Dados aos Gestores de RCD 43
4.3.1 Aterro Privado - ARCCOP 43
4.3.2 Secretaria de Meio Ambiente de Ouro Preto 46
4.4 Mapeamento dos Fluxos 48
4.5 Proposição dos Indicadores 49
4.5.1 Proposição dos Indicadores – Dimensão Social 49
4.5.2 Proposição dos Indicadores – Dimensão Cultural 57
4.5.3 Proposição dos Indicadores – Dimensão Econômica 64
4.5.4 Proposição dos Indicadores – Dimensão Ambiental 67
4.5.5 Proposição dos Indicadores – Dimensão Política 72
4.5.6 Proposição dos Indicadores – Efetividade da Gestão 79
4.6 Proposição de Melhorias 82
5 Considerações Finais 88
Referências 90
APÊNDICE A – OFÍCIO SOLICITAÇÃO DE DADOS PARA SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE DE OURO PRETO – MG 94
APÊNDICE B – OFÍCIO SOLICITAÇÃO DE DADOS PARA ARCCOP 96

INTRODUÇÃO

A construção civil no Brasil exerce um papel multifacetado e essencial, abrangendo a produção de bens públicos, a provisão de habitação, e o desenvolvimento de infraestrutura urbana e regional, entre outros setores fundamentais para o crescimento socioeconômico do país. Por outro lado, trata-se de uma atividade com expressivos impactos, em que se pode destacar a geração de resíduos sólidos, e os consequentes desafios a serem enfrentados tanto no âmbito populacional quanto da gestão pública local.

Com o aumento da população e a intensificação do desenvolvimento urbano, a demanda por materiais de construção civil vem crescendo de forma significativa, resultando em uma maior geração de resíduos. Esses são frequentemente destinados a aterros não licenciados ou descartados inadequadamente em locais clandestinos, causando os impactos ambientais e sociais de forma significativa. Embora a indústria da construção civil seja importante para a expansão econômica e o desenvolvimento social, ela também é um dos setores que mais afetam o meio ambiente, devido ao consumo elevado de recursos naturais não renováveis e a geração de resíduos decorrentes de perdas e desperdícios desses materiais de construção civil (BOURSCHEID; SOUZA, 2010; GONÇALVES, 2016).

Nesse contexto, surge o conceito de Resíduo de Construção Civil e Demolição – RCD, gerados como previsto em qualquer obra, tanto na etapa inicial quanto na etapa final. Esse resíduo pode ser caracterizado por sua composição heterogênea, que incluem materiais perigosos, como tintas, solventes e objetos contendo amianto, com potenciais riscos à saúde (Brasil, 2004). E apesar de possuir um alto valor agregado ainda recebe de forma pouco relevante, não somente pelas estratégias de disposição final, mas também por má gestão e desinformação – implementação de um modelo prático quanto ao gerenciamento público e privado que limita não só a visão de viabilidade econômica, mas também negligência quanto o descarte.

No contexto global, a representação RCD como parte dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) possui dados difusos por conta dos poucos estudos realizados, mas

tem-se em média de 40% desses resíduos do total gerado em áreas urbanas, o que representa, anualmente, em média de 520 milhões de toneladas de RCD gerados, e que, em uma estimativa futura, em 2025, essa geração será em torno de 880 milhões de toneladas (HOORNWEG; BHADA-TATA, 2012). No Brasil, assim como no contexto internacional, não há informações detalhadas sobre a quantidade exata de RCD gerado. Mas segundo Nunes et al. (2004), têm estimativas exatas das cidades de São Paulo, Rio de Janeiro e Salvador: a produção média de RCD foi de 0,49 kg por habitante/dia, o que corresponde a 31% do total de RSU coletado. Mesmo com tais dados, ainda é um desafio quando se trata de dados nacionais.

Diante desse desafio, em 2002 foi criada a Resolução CONAMA Nº 307 (Brasil, 2002), que tem como objetivo estabelecer as diretrizes; os critérios e os procedimentos necessários para gestão dos resíduos sólidos provenientes da construção civil, e assim, com objetivo de minimizar os impactos ambientais. O gerenciamento adequado do RCD é fundamental, alinhado às Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico e à Política Nacional de Resíduos Sólidos, que determinam a elaboração de Planos Municipais de Saneamento Básico e de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, pré-requisitos para a obtenção de recursos da União. Quando descartados de maneira incorreta, esses resíduos podem causar contaminação do solo e da água, obstrução de cursos d'água e proliferação de vetores de doenças, sobrecarregando o Sistema Único de Saúde (SUS) além de riscos de deslizamentos e acidentes.

Sabe-se que em 2010 houve a aprovação da Política Nacional de Gestão de Resíduos (Brasil, 2010), que estabelece os instrumentos necessários para o avanço da gestão dos resíduos sólidos urbanos, que enfrente os grandes desafios socioeconômicos e socioambientais. Assim, após a implantação da lei, alguns aspectos foram modificados na Resolução CONAMA, como, por exemplo, as classificações dos resíduos.

Nesse contexto, as mudanças facilitaram a definição para que além da organização dos resíduos, também facilitou a categorização para reciclagem e a reutilização dos RCD. Tais parâmetros, ajudam a reduzir a extração de recursos

naturais e diminuem a necessidade de aterros, além de reduzir as emissões de gases de efeito estufa associadas a produção de novos materiais. Portanto, a adoção de práticas sustentáveis, como a segregação de resíduos na fonte e o reaproveitamento de materiais, é fundamental para minimizar os impactos ambientais.

Diante dos desafios da adoção das práticas sustentáveis, Oliveira (2005) destaca a dificuldade enfrentada por empresas e governos municipais em criar mecanismos de gerenciamento eficazes, capazes de:

- i) orientar um uso mais inteligente dos materiais nas frentes de trabalho, visando à redução do volume de material a ser descartado posteriormente;
- ii) promover a segregação desses resíduos no local, facilitando seu reaproveitamento futuro;
- iii) realizar e monitorar a disposição adequada do que não pode ser reciclado ou reutilizado diretamente, reduzindo assim o surgimento de áreas clandestinas de descarte, que frequentemente ocorrem em zonas de preservação ambiental.

O município de Ouro Preto, localizado no estado de Minas Gerais, é uma das mais importantes cidades históricas do Brasil – fundada no final do século XVII, durante o auge da exploração do ouro no período colonial. A cidade desempenhou um papel central na história do país, sendo o epicentro da Inconfidência Mineira, um movimento de resistência contra o domínio português. Além de possui um caráter geomorfológico característico, como as encostas íngremes e resultado de anos da mineração, que contribui para os eventos de movimentos de massa fomentando os riscos provenientes das predisposições locais (IPHAN, 2014).

Dadas as características do município, a gestão adequada dos Resíduos da Construção e Demolição (RCD) em Ouro Preto-MG é de fundamental importância devido ao impacto ambiental, econômico e social que esses resíduos podem gerar. Ouro Preto, sendo um município histórico e de relevância cultural, demanda um manejo sustentável de seus resíduos, sobretudo no setor da construção civil, que influencia diretamente o uso do solo, a ocupação urbana e a preservação de seu patrimônio. O gerenciamento eficiente dos RCD pode minimizar problemas como a

deposição irregular de materiais, que contribuem para a degradação ambiental, o assoreamento de rios e encostas, e o aumento de áreas de risco. Além disso, a reciclagem e o reaproveitamento desses resíduos podem reduzir a demanda por novos materiais de construção, promovendo a economia circular, gerando emprego, e diminuindo os impactos sobre recursos naturais.

Assim, o presente estudo justifica-se pela necessidade de compreender e superar os principais desafios enfrentados pelo município de Ouro Preto - MG, na gestão dos resíduos da construção civil. A análise da legislação e das políticas públicas locais, bem como o mapeamento do fluxo de resíduos e avaliação da infraestrutura disponível, são fundamentais para propor melhorias que promovam práticas sustentáveis. Este trabalho contribui diretamente para o fortalecimento das políticas públicas locais e para a criação de um modelo de gestão de resíduos que integre os aspectos ambientais, econômicos e sociais, alinhado aos princípios do desenvolvimento sustentável.

1.1 Objetivo

1.1.1 Objetivo Geral

O presente trabalho tem como objetivo principal estudar o atual gerenciamento urbano de resíduos da construção civil e demolição no município de Ouro Preto, com foco na gestão sustentável destes.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Identificar as principais fontes de resíduos da construção civil em Ouro Preto - MG;
- Analisar a legislação, políticas públicas e diretrizes urbanísticas vigentes que influenciam o gerenciamento de resíduos da construção civil no município;
- Mapear o fluxo de resíduos da construção civil, identificando os principais desafios e ineficiências no processo;

- Investigar as práticas de reciclagem e reutilização de resíduos de construção civil, identificando oportunidades para aumentar a sustentabilidade e reduzir o impacto ambiental;
- Propor estratégias integradas para melhorar a gestão de resíduos no contexto do crescimento urbano sustentável;
- Aplicar indicadores de efetividade de gestão de resíduos da construção civil para os municípios estudados.

1.2 Justificativa

O estudo proposto se baseia na necessidade de compreender e abordar os principais obstáculos enfrentados pelo município de Ouro Preto – MG, quanto ao gerenciamento e gestão dos resíduos da construção civil na região, abarcando principalmente a disposição final desses. Associado às legislações que fomentam a gestão inadequada dos resíduos atualmente, não somente nos municípios estudados, mas também em muitas cidades do Brasil, sendo os locais de descarte um dos grandes amplificadores para os impactos ambientais e sociais.

Uma vez que a construção civil é um setor que gera uma quantidade expressiva de resíduos, compreender suas fontes permite o planejamento de estratégias de gestão mais eficazes, minimizando impactos ambientais. Além disso, a análise da legislação e das políticas públicas locais é fundamental para garantir que o gerenciamento de resíduos seja direcionado por normas adequadas e se mantenha em conformidade com as exigências legais, promovendo um ambiente mais seguro e disciplinado.

Mapear o fluxo de resíduos e avaliar a infraestrutura disponível são etapas críticas para entender onde ocorrem as maiores ineficiências e desafios no processo de gestão de resíduos da construção civil. Isso possibilita o desenvolvimento de melhorias no sistema, que pode incluir desde a otimização do tratamento até o descarte adequado. A análise das práticas de reciclagem e reutilização também é central para fomentar a economia circular e reduzir a demanda por novos recursos naturais, ampliando as oportunidades de sustentabilidade e mitigando os danos ao meio ambiente.

Por fim, a aplicação de indicadores de efetividade e a proposição de melhorias no gerenciamento de resíduos da construção civil fornecem dados concretos para uma gestão mais eficiente e focada. O desenvolvimento de estratégias que considerem os aspectos econômicos, sociais e ambientais é essencial para integrar a sustentabilidade de forma abrangente nas práticas de gestão de resíduos dos municípios. Esse trabalho, portanto, contribui diretamente para o fortalecimento de políticas públicas locais e para a criação de um modelo de construção civil mais responsável e alinhado com os princípios do desenvolvimento sustentável.

Portanto, fica nítida a importância deste estudo quanto ao diagnóstico do gerenciamento dos resíduos da construção civil, integrando as áreas de saneamento e planejamento urbano sustentável. Elevando essa pesquisa como forma de contribuir de maneira eficaz para as melhorias práticas na gestão de RCD nos municípios de Ouro Preto – MG.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Definição de Resíduos de Construção Civil e Demolição (RCD)

Os Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) são aqueles gerados pelas diversas atividades em áreas de aglomerações humanas dentro do município. Esses resíduos incluem materiais de origens variadas, como residenciais, comerciais, de estabelecimentos de saúde, industriais, da limpeza pública (varrição, capina, poda e outros), da construção civil e agrícolas. Entre os diferentes tipos de RSU'S produzidos, os resíduos domiciliares ou aqueles com características semelhantes, como os comerciais e os provenientes da limpeza pública, são geralmente destinados a aterros sob a responsabilidade do poder municipal (MONTEIRO, 2001).

De acordo com a norma regulamentadora ABNT NBR 10.004:2004, essa define os RSU, como:

> Resíduos nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso solução técnica e economicamente inviável em face à melhor tecnologia disponível. (ABNT, 2004, p.01).

Sendo assim, o RSU envolve diferentes tipos de materiais, cada um com características específicas que demandam uma categorização adequada. Entre esses, destaca-se os Resíduos de Construção Civil e Demolição (RCD), que por sua natureza heterogênea, possuem uma classificação distinta dos resíduos convencionais. Essa diferenciação é importante para definir o tratamento e o destino correto desses materiais. Como a resolução CONAMA nº 307/2002, dispões sobre:

> São os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha. (CONAMA, 2002, p.01).

Portanto, os RCD são entendidos como materiais descartados durante as etapas de obras na construção civil, podendo originar-se de: novas construções; reformas; reparos e restaurações; demolições, e obras de infraestrutura. Embora sejam classificados como inertes, essa característica pode contribuir para o aumento dos danos ambientais, uma vez que a grande volume de resíduos exigem amplas áreas para sua destinação final (MARQUES NETO, 2005).

Além da classificação dos RCD, a Resolução CONAMA nº 307/2002, modificada pelas resoluções CONAMA nº 348/2004 e a CONAMA nº 431/2011, os categorizam em classes, descritos no art. 3º, sendo:

Tabela 1 - Classificação dos RCD segundo a Resolução CONAMA nº 307/2002, a Resolução CONAMA nº 348/2004 e a Resolução CONAMA nº 431/2011.

Classificação		**Tipologia**
Classes	A	são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como: a) o 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) o de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meio fio, e etc.) produzidas nos canteiros de obras.
	B	são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras e gesso.
	C	são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação.
	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 objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde.

Fonte: Brasil (2002); Brasil (2004); Brasil (2011).

A classificação dos RCD em quatro classes distintas permite ao gerador realizar um manejo mais eficiente e uma segregação adequada dos resíduos. Com isso, o gerador pode identificar as soluções mais apropriadas para cada tipo de resíduo gerado em seu empreendimento, resultando em redução de custos na disposição final e em benefícios socioambientais.

2.2 Legislação e Políticas Públicas Relacionadas ao Gerenciamento de RCD

A legislação brasileira apresenta normas específicas para o manejo dos resíduos da construção civil (RCD), com destaque para a Lei Federal nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que estabeleceu a Política Nacional de Resíduos Sólidos, e a Resolução nº 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), de 5 de julho de 2002, que define diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos RCD.

De acordo com o artigo 5º da Resolução Conama nº 307, cabe aos Municípios e ao Distrito Federal a responsabilidade pela elaboração do Plano Municipal de Gestão de Resíduos da Construção Civil, o qual deve estar alinhado ao Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos. O artigo 6º estabelece que o plano deve incluir diretrizes como a obrigação do município em disponibilizar áreas adequadas para a destinação dos RCD, além de prever ações de fiscalização e iniciativas educativas.

Por fim, o artigo 8º da mesma resolução exige que os grandes geradores de resíduos elaborem Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, detalhando os procedimentos necessários para o manejo e a destinação ambientalmente correta desses resíduos.

A legislação proíbe a disposição dos RCD em áreas como: locais de "bota-fora", encostas, corpos d'água, lotes vagos, passeios, vias públicas, áreas não licenciadas e áreas protegidas por lei. No entanto, se os resíduos forem apresentados na forma de agregados reciclados ou solos não contaminados, eles podem ser utilizados em aterros sanitários para a execução de serviços internos nesses locais.

O art. 4º da lei institui o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, cujo objetivo é facilitar a correta disposição dos resíduos, regulamentar os fluxos e agentes envolvidos, e garantir a destinação adequada dos

resíduos de construção civil no município. O §1º do artigo determina que o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil abrange: o Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, aplicável aos pequenos geradores; e os Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, destinados aos geradores não enquadrados na categoria anterior (Brasil, 2002).

2.3 Infraestrutura e Equipamentos para o Gerenciamento de RCD

A NBR 15112 (Brasil, 2004) estabelece as bases para o gerenciamento adequado dos resíduos da construção civil e volumosos, buscando garantir que o transporte, triagem e disposição final desses materiais ocorram de maneira eficiente e segura. A norma fixa os requisitos para a criação e operação de Áreas de Transbordo e Triagem ATT, que são pontos importantes no fluxo de resíduos gerados por obras civis e demolições, exemplificado um modelo na Figura 1. Essas áreas servem como locais temporários para o recebimento, segregação e armazenamento dos resíduos, de modo a facilitar o seu reaproveitamento ou destinação final.

Figura 1 - Modelo da estação de transbordo de transferência direta.

Fonte: Planejamento de Ações do PIGIRS da região litorânea do norte alagoano elaborado pela FLORAM - Engenharia e Meio Ambiente (2017).

Sendo assim, em caso de licenciamento por parte de uma Pessoa Jurídica – PJ, as medidas para regularizar um local para exercer essa atividade, é necessário a Licença Ambiental Simplificada – LAS, recurso disponibilizado pelo Governo Federal

(Brasil, 2024). Além de seguir com as normativas da NBR 15112 (Brasil, 2004), sendo essas:

- O isolamento da área deve incluir portão e cercamento no perímetro da área de operação, para impedir o acesso de pessoas estranhas e animais; é necessário o uso de anteparos que protejam a vizinhança contra ventos dominantes e mantenham a estética, como cercas vivas arbustivas ou arbóreas no perímetro da instalação;
- A identificação deve ser clara e visível na entrada, informando as atividades desenvolvidas e a aprovação do empreendimento;
- Os equipamentos de segurança exigidos incluem proteção individual, sistemas de proteção contra descargas atmosféricas e combate a incêndios, além de iluminação adequada para emergências;
- Os sistemas de proteção ambiental devem incluir controle de poeira nas zonas de descarga e manuseio, contenção de ruídos, sistema de drenagem superficial para evitar o carreamento de resíduos, e revestimento do piso nas áreas de acesso, operação e estocagem.

A infraestrutura e os equipamentos utilizados são os instrumentos centrais para a realização desse processo. Por isso, também o transporte dos RCD é uma das etapas mais críticas e deve ser realizado de forma eficiente, com a utilização de veículos adequados, além do transportador estar licenciado para realizar a atividade (Brasil, 2024). Segundo o Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais – CREA-MG, destacou referido na decisão da Câmara a aprovação da Decisão CEEC/MG 400/2020, que aborda as empresas com objeto social relacionado à locação de caçambas, coleta, transporte e destinação final de terra e entulho provenientes de obras civis, apresentando o seguinte teor:

- Decidiu que a atividade de locação de caçambas não é privativa de profissionais fiscalizados pelo Sistema CONFEA/CREAS, e, portanto, não é obrigatório o registro da empresa no CREA;
- Decidiu que a atividade de transporte de terra e/ou entulho, apesar de fazer parte do gerenciamento de resíduos da construção civil, poderá ser

enquadrada no mesmo nível da locação de caçambas, observando legislações específicas para o transporte de resíduos, e, portanto, empresas com esse objeto social também não são obrigadas ao registro no Crea;

- Decidiu que a atividade de destinação final e tratamento de resíduos da construção civil são atividades técnicas que exigem análise e cumprimento de legislações ambientais, devendo ser realizadas por profissionais habilitados do Sistema CONFEA/CREA, e, portanto, empresas com esse objeto social são obrigadas ao registro junto ao Crea;
- Decidiu por informar à fiscalização do CREA-MG o teor da decisão para adequação dos procedimentos nos atos da fiscalização.

Com base na Decisão, é fundamental definir quais os principais equipamentos de transporte. Destacam-se os caminhões basculantes, que são amplamente usados para o transporte de resíduos mais volumosos e pesados; as caçambas estacionárias, que permitem o armazenamento temporário no local da obra; e os poliguindastes, que oferecem flexibilidade para o transporte de diferentes tipos de caçambas. Como exemplificação de todos esses equipamentos, contidos na Tabela 2:

Tabela 2 - Equipamentos de transporte e armazenamento de RSU e RCD mais utilizados conforme fornecidos por empresas atuantes.

Tipos de equipamentos	Caracterização	Definição	Imagem do equipamento
Caçambas	Compactadora	Utilizada para recolhimento e também o tratamento dos resíduos no local, pois ela tem a função de compactar os resíduos a partir de um sistema mecânico.	Fonte: Empresa Martins Locações – Distrito Federal.

Tipos de equipamentos	Caracterização	Definição	Imagem do equipamento
		Essa máquina suporta tanto grandes volumes sólidos quanto lixo orgânico.	
	Estacionária	Utilizada em residências e canteiros de obras possuem capacidade de 5m³. Tamanho apropriado para obras de pequeno e médio volume de resíduos, podem ser carregadas manualmente, ou para obras de grande porte que não possuem capacidade de entrada de caminhões basculantes ou falta de espaço para acomodar volume muito alto de resíduos	Fonte: Empresa Martins Locações – Distrito Federal.
	Roll-on	Utilizada para o transporte dos resíduos de maior volume divididos em fardos, por conter	

Tipos de equipamentos	Caracterização	Definição	Imagem do equipamento
		capacidade de armazenamento, de 16m³ e 30m³. Pode transportar desde materiais mais leves até os mais pesados, como: itens recicláveis; areia; pedra; cimento; gesso, e entre outros.	Fonte: Empresa Martins Locações – Distrito Federal.
Caminhões	Basculante	Utilizado no transporte de resíduos Classe I e II B (Solo contaminado, telhas de amianto, entulho, solo, entre outros) com capacidade de até 18m³.	Fonte: Empresa Novo Horizonte Ambiental – São Paulo.
	Compactador	Utilizado no transporte de resíduos Classe II A (comum e orgânico), acondicionados preferencialmente em sacos plásticos, ou dentro dos contêineres com	Fonte: Empresa Novo Horizonte Ambiental – São Paulo.

Tipos de equipamentos	Caracterização	Definição	Imagem do equipamento
		rodízio coletados com sistema de engate.	
	Poliguindaste	Utilizado no transporte de resíduos Classe I, II A e II B (entulho, gesso, comum, orgânico, papel, plástico, madeira, vidro, metal, materiais contaminados, entre outros), para coleta de caçambas metálicas de 5m³ e 7m³ e compactadoras de 7m³.	 Fonte: Empresa Novo Horizonte Ambiental – São Paulo.
	Roll-on-off	Utilizado no transporte de resíduos Classe I, II A e II B (entulho, gesso, comum, papel, plástico, madeira, vidro, metal, materiais contaminados, entre outros), para coleta de resíduo solto ou acondicionados em big bag's.	 Fonte: Empresa Novo Horizonte Ambiental – São Paulo.

Tipos de equipamentos	Caracterização	Definição	Imagem do equipamento
Poliguindastes	Simples	Utilizado para o transporte de cargas múltiplas, como: entulho; areia; resíduos industriais e urbanos, e uma vasta gama de produtos. Possui a capacidade *standard* de elevação 8 Ton, e sua edição especial reforçado com elevação de 12 Ton.	Fonte: Empresa Planalto Indústria Mecânica LTDA. – Goiás.
	Duplo Articulado	Utilizado para o transporte de cargas múltiplas e compactadores estacionários de 7 m³ de sistema multicaçambas. Os braços inferiores e superiores acionados por cilindro de dupla ação, comando direcional por alavancas.	Fonte: Empresa Planalto Indústria Mecânica LTDA. – Goiás.

Tipos de equipamentos	Caracterização	Definição	Imagem do equipamento
	Duplo de Mesa	Utilizado para o transporte de cargas múltiplas e compactadores estacionários de 7 m³. Próprio para transportar: entulhos; pedras; areia; resíduos industriais e urbanos. Pode ser instalado em chassi com eixo único traseiro (para resíduos urbanos) ou trucado (para resíduos de construção civil).	Fonte: Empresa Planalto Indústria Mecânica LTDA. – Goiás.

Fonte: Autor (2024).

Esses equipamentos são essenciais para garantir que os resíduos sejam movimentados de forma segura e em conformidade com as normas vigentes conforme citadas no início.

2.4 Impactos Ambientais e Sociais dos RCD

Os Resíduos de Construção e Demolição (RCD) são uma fonte significativa de impactos ambientais e sociais nas áreas urbanas, especialmente quando não gerenciados corretamente (CAVALCANTE et al., 2011). Esses resíduos, devido ao grande volume gerado, ocupam grandes extensões das áreas urbanas, muitas vezes sem planejamento adequado, o que resulta na degradação de áreas naturais e sobrecarga dos aterros sanitários. Além disso, o descarte inadequado em locais

clandestinos intensifica a poluição do solo e dos recursos hídricos, contribuindo para a contaminação do meio ambiente (CAVALCANTE et al., 2011).

O impacto social também é relevante, visto que a deposição irregular de RCD compromete a saúde pública, como citado na CONAMA nº 307/2002. A presença de entulhos em áreas urbanas, quando não removida adequadamente, aumentam os riscos de doenças, além de criar um ambiente insalubre e perigoso para os moradores locais. Isso é agravado pela falta de políticas públicas eficazes e pela ausência de controle na geração e deposição desses resíduos, o que gera altos custos operacionais para as administrações municipais e dificulta a implementação de medidas preventivas (CAVALCANTE et al., 2011).

Ainda sobre a pesquisa de Cavalcante et al. (2011), a execução da metodologia de estudo foi adaptada do estudo de Nunes, 2006. Foram coletadas cinco amostras de 18 litros cada, seguida pela separação dos componentes, pesagem em balança eletrônica e cálculo do percentual da composição dos materiais, descritos na Figura 2, dispõe dos resíduos encontrados a partir da definição metodológica com a separação em 10 categorias de materiais: 1) Cimento; 2) Solo/Areia; 3) Gesso; 4) Cerâmica; 5) Argamassa; 6) Concreto; 7) Madeira; 8) Cerâmica polida; 9) Plástico; 10) Ferro; 11) Papel/Papelão; 12) Pedra; 13) Plástico rígido e Outros.

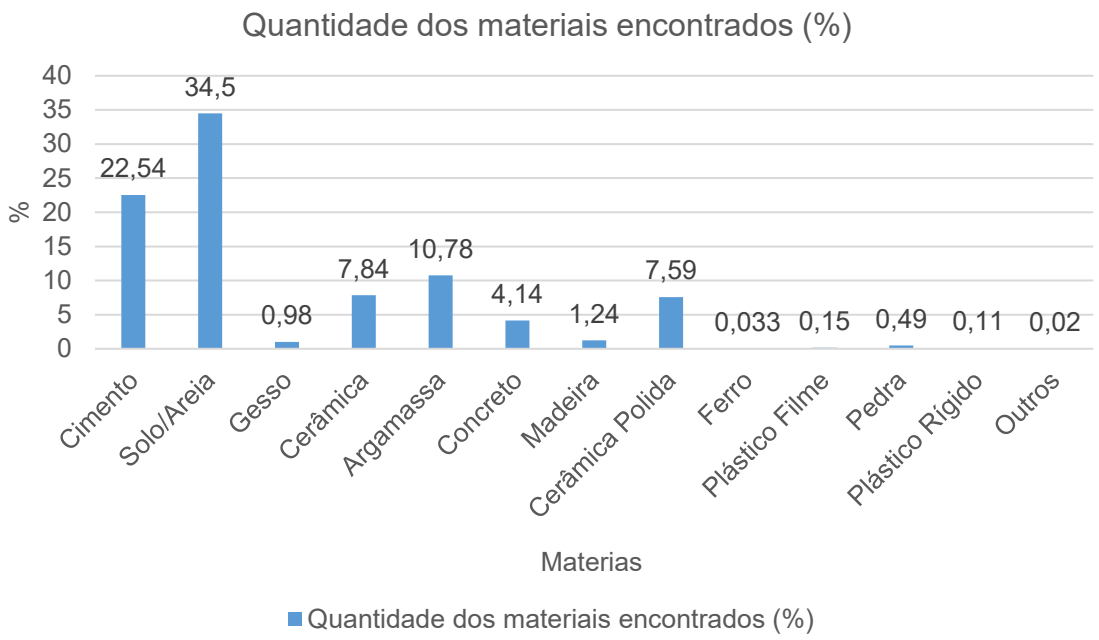

Figura 2 – Gráfico 1: Porcentual dos materiais encontrados nas amostragens de RCD.

Fonte: Adaptado de CAVALCANTE et al. (2011).

A análise realizada por Cavalcante et al., 2011, revelaram um total de 227 impactos relacionados ao descarte de RCD, sendo 187 negativos, como a poluição do solo e a remoção de cobertura vegetal, e apenas 40 positivos, principalmente associados à geração de empregos para a remoção dos resíduos das áreas urbanas.

2.5 Reciclagem e Reutilização de RCD

A reciclagem de resíduos de construção e demolição (RCD) tem origens na Antiguidade e foi utilizada mais recentemente na reconstrução da Europa após a Segunda Guerra Mundial. Atualmente, essa prática é amplamente adotada na Europa, especialmente na Holanda, onde a reciclagem de resíduos de construção se encontra em estágio relativamente avançado. No Brasil, há um grupo forte e ativo em universidades, focado no estudo dos resíduos de construção, abordando desde a redução de sua geração durante as atividades de construção, até políticas públicas para seu manejo e o desenvolvimento de tecnologias para reciclagem. Diversos municípios brasileiros já operam com sucesso centrais de reciclagem de RCD,

produzindo agregados que são usados predominantemente como sub-base de pavimentação (JOHN & AGOPYAN, 2000).

O processo de reciclagem é relativamente simples, as sobras de materiais de construção são enviadas para empresas recicladoras, onde são separadas e transformadas em agregado reciclado (areia, pedrisco, brita e rachão). Além de evitar que esses materiais sejam encaminhados para aterros sanitários, a reciclagem reduz custos, já que o agregado reciclado é entre 30% e 50% mais barato que o material original. No entanto, para que isso ocorra, é essencial que quem contrata o serviço de transporte dê preferência a empresas que destinam os resíduos para recicladoras. O proprietário do imóvel que inicia uma reforma deve se conscientizar de que é um gerador de resíduos e tem a responsabilidade de garantir a destinação adequada desse material (TORRES, 2011).

Segundo Pinto,1999, a partir da análise de pesquisa nacional “Alternativas para a Redução do Desperdício de Materiais nos Canteiros de Obra” – promovida pelo Instituto Brasileiro de Tecnologia e Qualidade na Construção Civil -, estimou que a variabilidade dos valores de perda dos materiais de construção civil conforme a Figura 3.

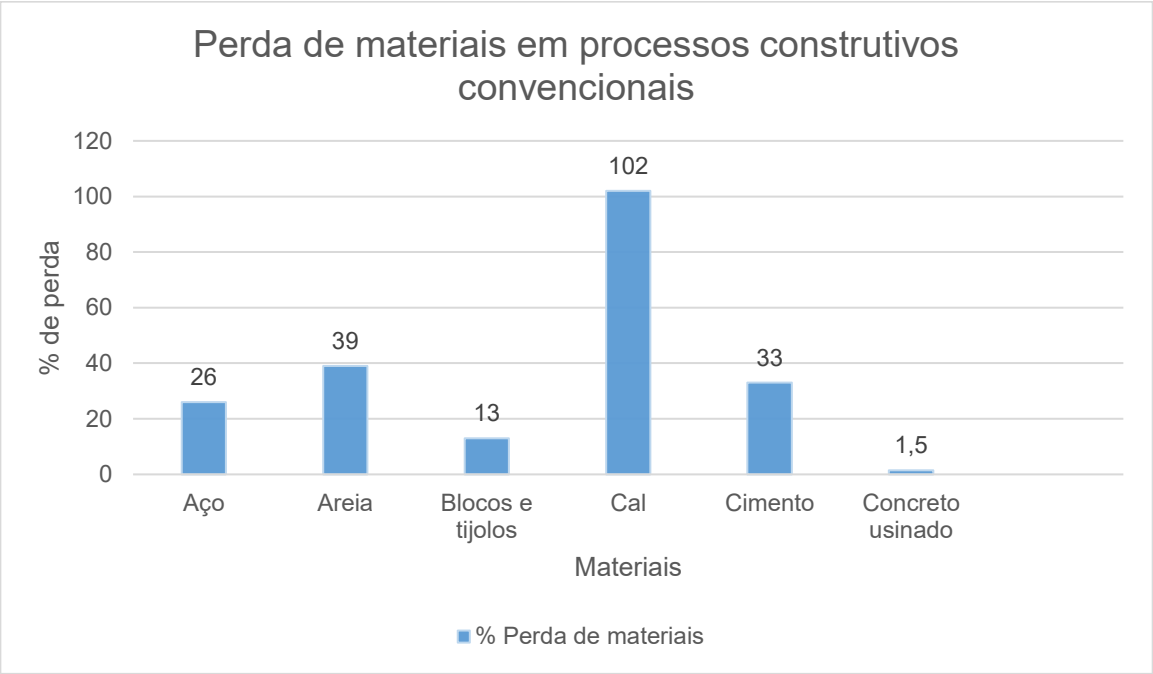

Figura 3 - Gráfico 2: Perda de materiais em processos construtivos convencionais, conforme pesquisa nacional em 12 estados e pesquisas anteriores.

Fonte: Adaptado de PINTO (1999).

O autor ainda estima que anualmente são gerados resíduos de construção civil no Brasil entre 230 a 660 kg/hab., o que mostra uma grande variabilidade em detrimento da região estudada e também abarcando diferentes outros autores que incluem a remoção do solo como geração de resíduo. As pesquisas indicam que há uma coincidência entre os materiais com maiores índices de perda e a composição dos resíduos removidos dos canteiros de obra. O gráfico 3, como mostra na Figura 4, refere-se à diversidade na composição dos resíduos em diferentes localidades, influenciada pela tradição construtiva e pelo local de coleta. Além disso, os dados confirmam que a maioria dos resíduos gerados em qualquer localidade é composta por materiais recicláveis.

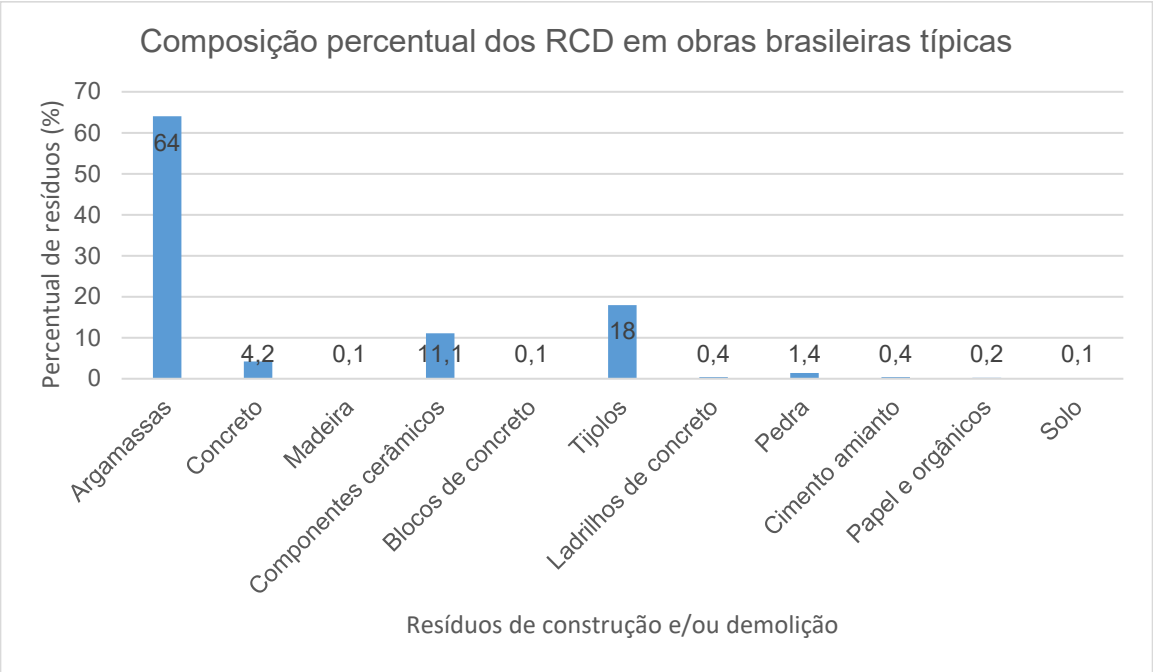

Figura 4 - Gráfico 3: Composição dos resíduos de construção e/ou demolição em diversas localidades (%).

Fonte: Adaptado de PINTO (1999).

Os dados do gráfico mostram que nos canteiros de obra brasileiros há um aproveitamento significativo de aparas de materiais como papel, metal, plástico e parte da madeira, que possuem valor comercial imediato e, por isso, aparecem em quantidades menores nos resíduos de construção em comparação ao que é realmente gerado. A presença de resíduos perigosos, como; produtos ácidos e inflamáveis, na composição dos RCD é relativamente baixa, mas isso não deve ser ignorado, pois ainda exige tratamento adequado. Além disso, os resíduos analisados em obras brasileiras típicas mostram uma predominância daqueles provenientes de novas construções em relação aos gerados por demolições, devido ao recente desenvolvimento das áreas urbanas (PINTO, 1999).

Os resíduos da construção são gerados em diferentes etapas do ciclo de vida das edificações: a) durante a fase de construção (canteiro); b) durante a fase de manutenção e reformas; c) na demolição de edifícios. No Brasil, não há estudos sistemáticos sobre a origem desses resíduos (JOHN & AGOPYAN, 2000). Pinto

(1999) estimou que os resíduos gerados em atividades de manutenção, reformas e, possivelmente, demolição representam entre 42% e 80% do total produzido. Portanto, naturalmente, essa proporção varia de acordo com as características de cada cidade.

2.6 Metodologia para Avaliação da Eficácia das Políticas Públicas

Ferrari (2017) também avalia a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS - Lei 12.305/2010), utilizando indicadores de sustentabilidade para medir a eficácia de sua implementação. Ela argumenta que, apesar da regulamentação oferecer um arcabouço robusto, a implementação em nível municipal tem sido prejudicada por falta de recursos e capacitação técnica. Ferrari conclui que a eficácia da PNRS depende de uma abordagem mais integrada e participativa, com foco nas especificidades locais, e sugere que os municípios adotem programas de gestão integrados e inclusivos para melhor enfrentar os desafios de RCD (FERRARI, 2017).

Almeida (2014) analisa a eficácia da Resolução CONAMA 307/2002 e da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS - Lei 12.305/2010), observando que, embora esses instrumentos representem avanços no campo da gestão de RCD, sua implementação enfrenta desafios, especialmente em municípios menores e regiões distantes dos grandes centros urbanos. A baixa adesão à CONAMA 307 por parte dos municípios e a falta de infraestrutura básica para a coleta e reciclagem de RCD são os principais entraves apontados. Almeida conclui que, para melhorar a eficácia dessas políticas, é necessário um maior comprometimento das administrações locais e investimento em infraestrutura adequada (ALMEIDA, 2014).

3 METODOLOGIA

3.1 Abordagem Metodológica

O presente trabalho propõe uma análise detalhada do gerenciamento dos resíduos da construção civil (RCD) no município de Ouro Preto – MG, com o objetivo de identificar as principais fontes geradoras, mapear o fluxo dos resíduos, e propor melhorias na infraestrutura e nas políticas públicas voltadas à gestão desses resíduos. Esta pesquisa adotará uma abordagem mista, com a combinação de métodos qualitativos e quantitativos para permitir uma compreensão abrangente e aprofundada do problema.

3.2 Alinhamento da Pesquisa

A pesquisa será dividida em seis etapas de desenvolvimento, como demonstrado na Figura 5, apresentado como um fluxograma.

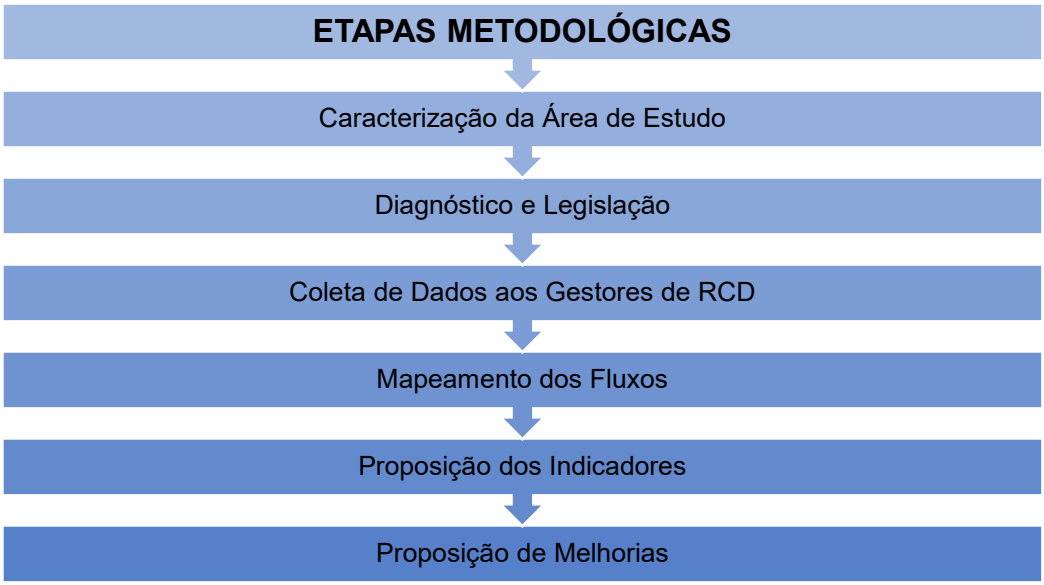

Figura 5 - Fluxograma com as etapas estruturais da presente pesquisa.

Fonte: Autor (2024).

Essas etapas foram estruturadas de maneira a contemplar os objetivos específicos delineados neste trabalho, garantindo que os resultados obtidos sejam robustos e capazes de fundamentar as propostas de solução para os problemas identificados. Além disso, a metodologia proposta foi desenvolvida com base em

referências teóricas e práticas de estudos realizados em outros municípios brasileiros, como o de Tucuruí-PA (LOPES et al., 2018) e de São José dos Campos-SP (GUIMARÃES; FIORE, 2020).

3.3 Caracterização da Área de Estudo

Ouro Preto, está localizado no estado de Minas Gerais, como apresentado na Figura 6. É um município com uma população de 74.821 habitantes e uma área de 1.245,87 km², com densidade populacional de 60,06 hab/km², superior à média estadual de 35,02 hab/km² (IBGE, 2022).

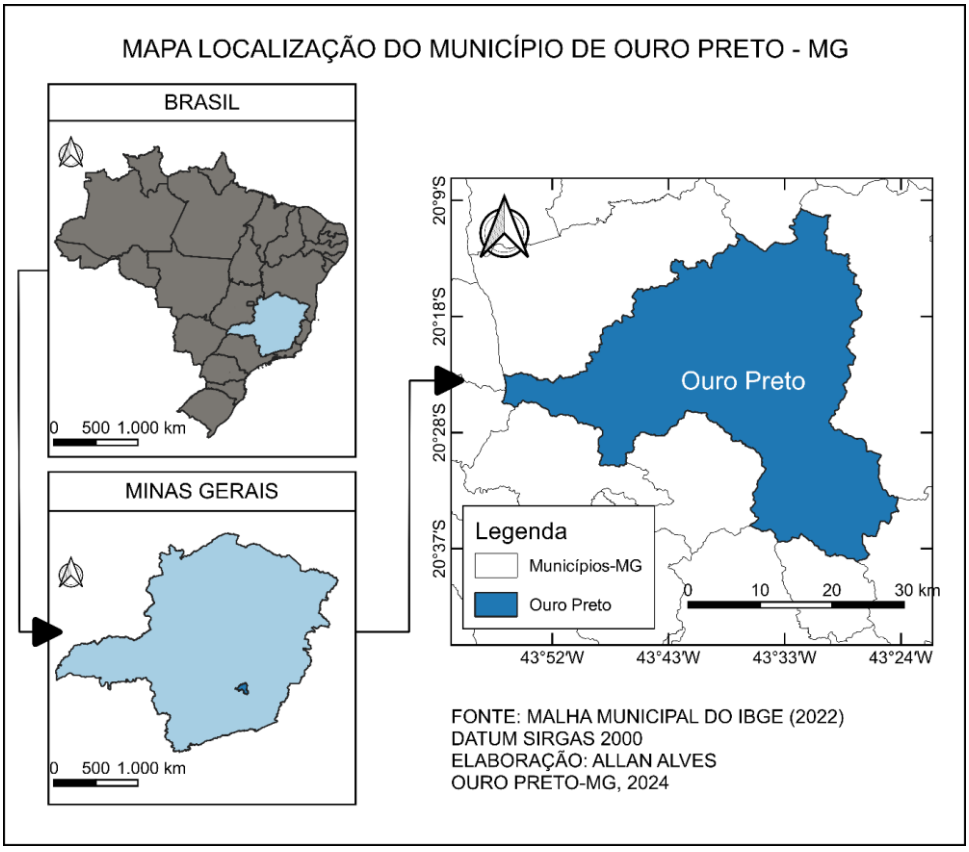

Figura 6 - Mapa de localização do município de Ouro preto - MG

Fonte: Autor (2024).

Sendo assim, para caracterizar Ouro Preto no âmbito da gestão e gerenciamento de RCD, serão coletados os dados de diversas instituições, conforme suas previsões e disposição de informações.

- A Prefeitura Municipal de Ouro Preto será essencial para acessar políticas públicas e regulamentações do município.
- A empresa ARCCOP, responsável por fornecer o serviço de coleta e disposição final do RCD no município, fornecerá dados operacionais e estatísticos que fomentarão a pesquisa.
- O Plano Diretor de Ouro Preto traz diretrizes urbanísticas que impactam a gestão de RCD, enquanto o Plano Municipal de Saneamento Básico abordará aspectos de infraestrutura e tratamento de resíduos.
- O Plano Intermunicipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos contribuirá com informações sobre a gestão regional de resíduos, incluindo ações conjuntas com outros municípios.

3.4 Diagnóstico e Legislação

A legislação desempenha um papel crucial nesse contexto, estabelecendo diretrizes e responsabilidades para os geradores, transportadores e receptores dos resíduos da construção civil. No Brasil, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010) define princípios e instrumentos para a gestão integrada e sustentável, priorizando a não geração, a redução, a reutilização e a reciclagem. Além disso, a Resolução CONAMA nº 307/2002 regulamenta a classificação e o gerenciamento dos resíduos da construção civil, determinando obrigações para os municípios e empresas do setor.

A legislação municipal também é um aspecto relevante, pois regulamenta diretrizes específicas para a destinação dos resíduos e estabelece penalidades em casos de descarte irregular. Em cidades como Ouro Preto, por exemplo, normas locais podem complementar a legislação federal e estadual, visando um controle mais rigoroso sobre os impactos ambientais decorrentes da construção civil.

Portanto, a integração entre um diagnóstico bem estruturado e a aplicação efetiva da legislação vigente permite a elaboração de planos de gerenciamento de resíduos sólidos eficientes. Isso não apenas favorece a conformidade ambiental e legal dos empreendimentos, mas também impulsiona práticas sustentáveis, reduzindo custos e otimizando o uso de materiais na construção civil.

3.5 Coleta de Dados aos Gestores de RCD

A coleta de informações foi realizada por meio de uma abordagem qualitativa e quantitativa. Inicialmente, serão obtidos dados junto aos órgãos públicos dos municípios, Prefeitura Municipal de Ouro Preto – MG, visando identificar e categorizar os grandes geradores de RCD na região. Além disso, foi estabelecida uma parceria com a ARCCOP (Aterro de Resíduos da Construção Civil), uma empresa licenciada sob as normas LAS/RAS 2853/2020, para complementar as informações sobre os tipos e volumes de resíduos recebidos e processados. A análise dos dados coletados permitiu a categorização precisa dos geradores de RCD que atuantes nos municípios e distritos, e contribuiu para a formulação das estratégias de gestão e minimização dos resíduos.

3.6 Mapeamento dos Fluxos

A partir de pesquisa na Prefeitura Municipal de Ouro Preto – MG, com as documentações e base de solicitações de informações serão feitos os fluxos do RCD, como mostra a Figura 7.

Figura 7 - Informações sobre os fluxos do RCD no município de Ouro Preto - MG.

Fonte: Autor (2024).

3.7 Proposição dos Indicadores

A metodologia utilizada para proposição dos indicadores foi baseada no modelo Metodologia de Avaliação da Eficácia da Gestão Pública no Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil (MAEGPG-RCC), conforme apresentado por Lopes et al. (2018), adaptado ao contexto local. Foram utilizados indicadores de gestão adaptados para o contexto de Ouro Preto – MG, o que permite a avaliação crítica das práticas municipais de gerenciamento de RCD. Esses indicadores foram organizados em três categorias interrelacionadas, conforme proposto por Lopes et al. (2018):

- ✓ **Diagnóstico:** Nesta categoria, foi avaliada a capacidade da gestão pública de monitorar e planejar o gerenciamento de RCD. Foram investigados aspectos como o mapeamento das áreas de descarte; a quantidade de resíduos gerados e a existência de planos de gerenciamento específicos para obras de grande porte.
- ✓ **Educação:** Foi analisado se existem campanhas de conscientização da população e dos pequenos geradores de resíduos. Além da avaliação da gestão pública tem incentivado práticas sustentáveis, como a segregação de resíduos nas fontes e o reaproveitamento dos materiais.
- ✓ **Fiscalização:** A fiscalização foi avaliada em termos de frequência e abrangência, buscando identificar se as regras estabelecidas pela legislação estão sendo cumpridas e a existência penalidades aplicadas para os infratores. Além disso, foi verificada a existência de um sistema de monitoramento que permita o rastreamento do fluxo dos RCD desde sua geração até a destinação final.

Cada um dos indicadores foi pontuado com base na aderência as boas práticas de gerenciamento de resíduos, classificando a gestão pública conforme a Tabela 3.

Tabela 3 - Classificação dos patamares de sustentabilidade de gestão de RCD.

Categoria	**Classificação**		
	Ruim	**Regular**	**Bom**
Diagnóstico	Abaixo de 5 pontos	5 a 6 pontos	Mínimo 7 pontos

Categoria	Classificação		
	Ruim	**Regular**	**Bom**
Educação	Abaixo de 2 pontos	2 a 3 pontos	Mínimo 4 pontos
Fiscalização	Abaixo de 3 pontos	3 a 4 pontos	Mínimo 5 pontos

Fonte: Guimarães e Fiore (2020).

Nesta etapa, também está incorporado a metodologia de Guimarães e Fiori, 2020, utilizou estudos qualitativos para efetividade da gestão de RCD em São José dos Campos-SP. Para a ponderação local dos indicadores, foi adotado pelos representantes das posições de determinação de pesos, em uma escala de 1 a 5, sendo 1 o grau de menor significância e 5, o de maior. Os resultados fornecidos, referidos às significâncias dos indicadores (Si), foram apresentados em uma escala ponderada, de modo que a soma dos pesos atribuídos fosse igual a 1, convergente com a escala utilizada nos indicadores ambientais para a gestão municipal apresentados por Silva, 2008. A significância das dimensões da sustentabilidade (Sd), para o território municipal, foi então dada pelo valor proporcional ao peso atribuído aos indicadores nela contidos, em relação ao valor somado total.

Para cada indicador foram propostas variáveis (Vj), todas essas foram aceitas quanto à aplicação no território, como mostram algumas na Tabela 4, com peso proporcional ao número de variáveis contidas no indicador (1/Vj), a partir das seguintes fontes: publicação nacional e internacional sobre o tema na última década; conteúdo do arcabouço legal vigente no país; e informações obtidas em entrevistas semiestruturadas realizadas com os gestores públicos locais. Para a descrição dessas variáveis foram aplicados os critérios estabelecidos por Calijuri e Cunha, 2013. Essas variáveis foram dispostas em forma de *checklist* e, para cada uma delas, foi atribuída uma pontuação binária (0 ou 1), para as atribuições de respostas - não e sim, respectivamente.

Tabela 4 – Dimensão dos indicadores e identificação.

Dimensão	Indicadores (i)	Identificação
Social	Existência de educação ambiental continuada na área da RCD, com participação da população.	I-01
	Existência de coleta sistemática de dados e publicação de informações sobre a gestão de RCD.	I-02
	Existência de atividades multiplicadoras e divulgação de boas práticas de manejo de RCD.	I-03
Cultural		I-04

Dimensão	Indicadores (i)	Identificação
	Existência de sistema de cadastro e monitoramento dos RCD no território.	
	Diminuição do volume de RCD do município em função da adoção de práticas de construção e demolição mais avançadas.	I-05
	Atendimento à legislação brasileira, às normas e recomendações técnicas para o manejo do RCD.	I-06
Econômica	Recuperação ou reaproveitamento de material ou energia dos RCD.	I-07
	Existência de recursos financeiros próprios para a gestão da RCD.	I-08
Ambiental	Existência de disposição restrita de RCD.	I-09

Dimensão	Indicadores (i)	Identificação
	Existência de instalações capazes de evitar impactos negativos, facilitar a segregação por tipo de material e armazenar temporariamente uma pequena geração de RCD.	I-10
	Existência de local de armazenamento de RCD capaz de evitar impacto negativo sobre o meio e facilitar a segregação por tipo de material, no local de sua geração.	I-11
Política	Existência e implementação de planos de gerenciamento de grandes geradores de RCD.	I-12
	Existência de PMGIRS.	I-13
	Atendimento ao conteúdo mínimo da PNRS para o PMGIRS.	I-14

Dimensão	Indicadores (i)	Identificação
	Existência de Plano de Gerenciamento dos RCD para as obras públicas municipais.	I-15

Fonte: Adaptado de Guimarães e Fiore (2020).

Dessa forma, a determinação da efetividade de gestão para cada um dos indicadores (Ri) foi dada pela equação específica representada abaixo. Para (i) representa o número de indicadores e (j) representa o número de variáveis para cada indicador.

$$Ri = (1/i\ x\ j)\ x \sum Vj \quad (1)$$

Fonte: Guimarães e Fiore (2020).

Para que se compreenda melhor os resultados, estes foram distribuídos em 5 parâmetros de avaliação para condição de efetividade da gestão municipal (Ceg), conforme a Tabela 5.

Tabela 5 - Classificação dos patamares de sustentabilidade de gestão de RCD.

Classificação	Nota
Ótima	8 < Ceg ≤ 10
Boa	6 < Ceg ≤ 8
Razoável	4 < Ceg ≤ 6
Ruim	2 < Ceg ≤ 4
Péssima	Ceg ≤ 2

Fonte: Adaptado de Guimarães e Fiore (2020).

3.8 Proposição de Melhorias

3.8.1 Infraestrutura Urbana

Propostas de aprimoramento das instalações de tratamento e disposição de RCD, incluindo a criação de novas áreas de triagem e possíveis locais de reciclagem.

Também foi sugerida a adoção de tecnologias mais eficientes para o reaproveitamento dos resíduos, como a fabricação de materiais de construção a partir de reciclados, como exemplo o uso para aplicação e, estruturas de solo reforçado (SANTOS, 2007).

3.8.2 Diagnóstico e Legislação

Sugestões para o aprimoramento das políticas públicas, inclui estudar possíveis revisões na legislação municipal, além de apresentar meios de incentivos para que empresas de construção civil adotem práticas mais sustentáveis, como o reaproveitamento de RCD em obras públicas.

3.8.3 Politização e Fiscalização

A politização da conscientização ambiental é importante para a eficácia das políticas públicas municipais, pois conecta a conscientização da população com a implementação de ações concretas. Sendo assim, o fortalecimento de campanhas educativas que não apenas informem, mas também engajem os moradores da região de Ouro Preto, na discussão sobre a gestão de RCD.

Isso, inclui a criação de programas de treinamento para pequenos geradores de RCD, capacitando estes a adotar práticas sustentáveis, e a intensificação das ações de fiscalização para combater o descarte irregular. Essa abordagem integrativa não só aumenta a responsabilidade individual, mas também promove uma maior participação da comunidade ouropretana nas decisões políticas relacionadas ao meio ambiente.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente capítulo apresenta os resultados obtidos a partir da aplicação da metodologia proposta, que visa analisar a gestão sustentável de resíduos sólidos da construção civil no município de Ouro Preto - MG. Para isso, foram seguidas as etapas estabelecidas, que incluem a solicitação de informações junto à Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Ouro Preto e a empresa ARCCOP - Primos e Amigos Construtora LTDA.

Foram elaborados dois ofícios contendo um conjunto de perguntas a serem respondidas pelos gestores de resíduos atuais de Ouro Preto, PMOP e ARCCOP. Essas perguntas abrangem os itens necessários para o mapeamento dos processos internos, buscando compreender como os mesmos estão dispostos e organizados. O ofício está devidamente estruturado com as informações necessárias, sendo que o APÊNDICE A se destina à Secretaria de Meio Ambiente de Ouro Preto, enquanto o APÊNDICE B se refere à ARCCOP.

4.1 Caracterização da Área de Estudo

De acordo com estimativas do IBGE de 2022, o munícipio de Ouro Preto tem uma população de 74.821 habitantes. Este como todo é composto por 13 distritos, além da sede: Amarantina, Antônio Pereira, Cachoeira do Campo, Engenheiro Corrêa, Glaura, Lavras Novas, Miguel Burnier, Rodrigo Silva, Santa Rita de Ouro Preto, Santo Antônio do Leite, São Bartolomeu e São Sebastião das Águas Claras, como podem ser vistos na Figura 8 (PMOP, 2025).

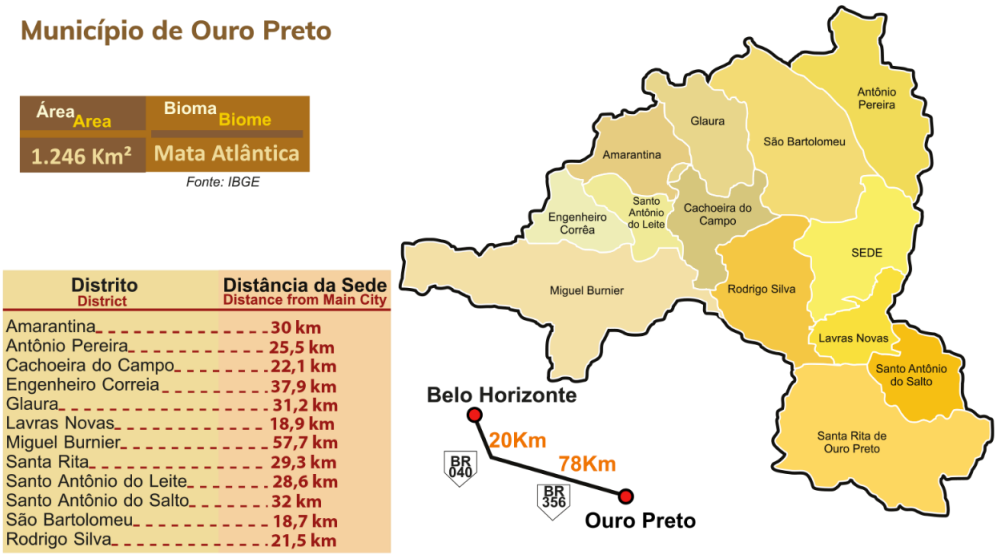

Figura 8 - Mapa Político do Município de Ouro Preto e seus Distritos.

Fonte: PMOP (2025).

Ouro Preto possui uma economia diversificada, destacando-se nos setores de mineração, turismo e educação. A mineração, especialmente de minério de ferro, é uma atividade tradicional e significativa no município. O turismo, impulsionado pelo reconhecimento de Ouro Preto como Patrimônio Mundial pela UNESCO, atrai anualmente entre 800 mil e 1 milhão de visitantes, movimentando setores como hotelaria, alimentação e comércio local. Além disso, a presença da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), fundada em 1969, fortalece a economia local ao atrair estudantes de diversas regiões e fomentar atividades ligadas ao setor educacional.

Nos últimos anos, Ouro Preto tem implementado políticas de diversificação econômica para reduzir a dependência do setor de mineração e promover maior estabilidade econômica. De acordo com a Agência de Desenvolvimento Econômico e Social de Ouro Preto (ADOP), o Produto Interno Bruto (PIB) do município registrou um aumento de 154% desde 2020, impulsionado por essa diversificação (ADOP, 2024).

O crescimento econômico também se reflete no mercado de trabalho. Ouro Preto atingiu, pela primeira vez na história, 20 mil postos de trabalho formais, sendo assim, a diversificação econômica trouxe crescimento significativo aos setores de construção e serviços, que se destacaram como os principais motores desse desenvolvimento. O

setor de construção se beneficiou, sobretudo, de investimentos em infraestrutura, atraindo novos projetos e melhorando a qualidade urbana da cidade (ADOP, 2024).

A sede do município tem enfrentado um aumento na especulação imobiliária, especialmente com a aprovação de grandes empreendimentos. Um exemplo notável é o loteamento "Residencial Inconfidentes", localizado na Fazenda Maracujá, em Amarantina, com previsão de 240 lotes. Outro projeto significativo é o "Recanto do Vale", situado na Estrada do Cumbe, no distrito de Cachoeira do Campo, composto por 16 blocos de uso residencial multifamiliar, totalizando 256 unidades residenciais. (MPF, 2022).

Entre os anos de 2017 e 2019, a Secretaria Municipal de Cultura e Patrimônio registrou um aumento expressivo na aprovação de projetos de construção - em 2017, foram aprovados 546 projetos; em 2018, 740; e em 2019, 791 até o mês de outubro, como pode ser visto na Figura 9.

Figura 9 - Projetos aprovados pela Secretaria de Cultura e Patrimônio entre 2013 e 2019.

Fonte: PMOP (2019).

A legislação brasileira estabelece diretrizes para a proteção do patrimônio cultural e o ordenamento do uso do solo urbano, como o Decreto - Lei n.º 25/1937, por

exemplo, proíbe a mutilação ou destruição de bens tombados, assegurando a preservação de áreas de valor histórico e cultural. Além disso, o município de Ouro Preto possui normas específicas que regulam a aprovação de projetos de construção, visando compatibilizar o desenvolvimento urbano com a preservação do patrimônio histórico. A Secretaria Municipal de Cultura e Patrimônio é responsável pela análise e aprovação desses projetos, garantindo que atendam aos critérios estabelecidos pela legislação vigente (PMOP, 2019).

Esse crescimento reflete um mercado imobiliário aquecido, mas também levanta questões sobre a sustentabilidade desse desenvolvimento e seus efeitos no tecido urbano e social da cidade (PMOP, 2019). Fatores como a valorização do turismo, a expansão da UFOP e investimentos em infraestrutura têm elevado a demanda por imóveis, resultando no aumento dos preços e em transformações no mercado imobiliário.

Portanto, a Universidade desempenha um papel central na identidade de Ouro Preto como cidade universitária, contribuindo para a vitalidade cultural e econômica do município. Paralelamente, o turismo permanece como uma vocação natural da cidade, que oferece uma ampla gama de atrações, desde igrejas barrocas e museus até eventos culturais, como a Semana Santa e o Festival de Inverno (ADOP, 2024).

A geração de Resíduos da Construção e Demolição (RCD) em Ouro Preto é influenciada por diversos fatores. O crescimento econômico e os investimentos em infraestrutura impulsionam o setor da construção civil, aumentando a produção de resíduos. A especulação imobiliária também contribui para esse cenário, uma vez que a valorização imobiliária leva a novas construções e reformas. Além disso, a necessidade de infraestrutura para atender turistas e estudantes, como hotéis, restaurantes e alojamentos, impacta diretamente na geração de RCD no município.

4.2 Diagnóstico e Legislação

No município de Ouro Preto, a gestão de RCD é orientada por uma série de legislações que abrangem desde o nível federal até o municipal. A Tabela 6 apresenta as principais leis e decretos relacionados ao tema.

Tabela 6 - Principais diretrizes legais para o gerenciamento de Resíduos da Construção Civil.

Nível	Legislação	Descrição
Federal	Lei n.º 12.305/2010 - Política Nacional de Resíduos Sólidos	Estabelece diretrizes para a gestão integrada e o gerenciamento de resíduos sólidos em todo o território nacional.
Federal	Resolução CONAMA n.º 307/2002 - Resíduos da Construção Civil	Define diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, visando minimizar os impactos ambientais.
Estadual	Lei Estadual n.º 18.031/2009 - Política Estadual de Resíduos Sólidos de MG	Institui a política estadual de resíduos sólidos, alinhando-se às diretrizes federais e estabelecendo normas específicas para estado o de Minas Gerais.
Estadual	Decreto Estadual n.º 45.181/2009 - Regulamentação da Política Estadual de Resíduos Sólidos	Regulamenta a Lei Estadual nº 18.031/2009, detalhando procedimentos e responsabilidades para a gestão de resíduos sólidos no estado.
Municipal	Lei Complementar n.º 29/2006 - Plano Diretor de Ouro Preto	Estabelece normas e condições para o parcelamento, a ocupação e o uso do solo no município, incluindo diretrizes para a gestão de resíduos sólidos. Encontra-se em fase de atualização.
Municipal	Lei Complementar n.º 93/2011 - Normas para o	Complementa o Plano Diretor, detalhando normas específicas para o uso e ocupação do solo, com

Nível	Legislação	Descrição
	Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo	implicações na gestão de resíduos da construção civil.
Municipal	Decreto Executivo n.º 6.999/2023 - Núcleo Permanente de Gestão de Resíduos da Construção Civil	Institui e nomeia o Núcleo Permanente de Gestão de Resíduos da Construção Civil no Município de Ouro Preto, visando aprimorar a gestão desses resíduos.
Municipal	Lei n.º 823/2012 – Concessão de Uso a Título Gratuito ou Remunerado de Área pública para a Exploração de Aterro de Resíduos de Construção Civil	Autoriza o poder executivo a celebrar contrato de concessão de uso a título gratuito ou remunerado de área pública para a exploração de aterro de resíduos de construção civil e dá outras providências.
Municipal	Lei n.º 824/2012 – Sistema de Gestão Sustentável dos Resíduos da Construção Civil e dos Resíduos Volumosos	Disciplina a gestão de Resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos no âmbito do Município de Ouro Preto.
Municipal	Lei n.º 1.246/2021 - Plano Intermunicipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos	Dispõe sobre o Plano Intermunicipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos — PIGIRS, para os municípios associados ao Consórcio Intermunicipal Multissetorial do Vale do Piranga (CIMVALPD).

Fonte: Adaptado Portal do Governo Brasileiro e PMOP (2025).

A gestão de Resíduos Sólidos da Construção Civil (RCC) no município de Ouro Preto, MG, tem ganhado destaque no contexto da revisão do Plano Diretor Municipal,

iniciada em 2022. Embora o antigo Plano Diretor (Lei Complementar n.º 29 de 2006) não contemplasse a gestão de RCC, o município avançou na regulamentação desse tema com a promulgação da Lei n.º 824, de 21 de dezembro de 2012, que institui o Sistema de Gestão Sustentável dos Resíduos da Construção Civil e dos Resíduos Volumosos. Além disso, a Leitura Técnica da revisão do Plano Diretor (ETAPA II) aponta a existência de locais de disposição conhecidos como "bota-fora" e menciona a atuação da empresa ARCCOP na gestão desses resíduos.

A Lei Municipal n.º 824/2012 estabelece diretrizes para a gestão sustentável dos resíduos da construção civil e volumosos em Ouro Preto. Entre suas disposições, destaca-se a criação do Núcleo Permanente de Gestão de Resíduos da Construção Civil, responsável por coordenar ações integradas relacionadas ao tema. Esse núcleo foi formalmente instituído pelo Decreto n.º 6.999, de 7 de maio de 2023, que nomeou seus membros e definiu suas competências, incluindo:

- Cumprir as normas previstas na Lei n.º 824/2012;
- Desenvolver uma gestão integrada que assegure a unicidade das ações previstas no Plano Integrado de Gerenciamento;
- Coordenar ações de educação ambiental, controle e fiscalização, além de definir e readequar os Pontos de Entrega para Pequenos Volumes.

Além da legislação municipal, Ouro Preto deve observar as diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei Federal n.º 12.305/2010), que estabelece a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos e incentiva a reutilização e reciclagem de materiais da construção civil. A Resolução CONAMA n.º 307/2002 também é relevante, pois define diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, incluindo a necessidade de planos municipais específicos.

A Leitura Técnica do Processo de Revisão do Plano Diretor identificou diversos pontos de disposição de RCC, conhecidos como "bota-fora", utilizados para descarte irregular, como visto na Figura 10. A empresa ARCCOP é mencionada como um dos agentes envolvidos na gestão desses resíduos. Contudo, apesar da existência da Lei n.º 824/2012 e do Decreto n.º 6.999/2023, observa-se que a implementação efetiva

das diretrizes ainda enfrenta desafios, especialmente no que tange à infraestrutura adequada para segregação e reaproveitamento dos resíduos.

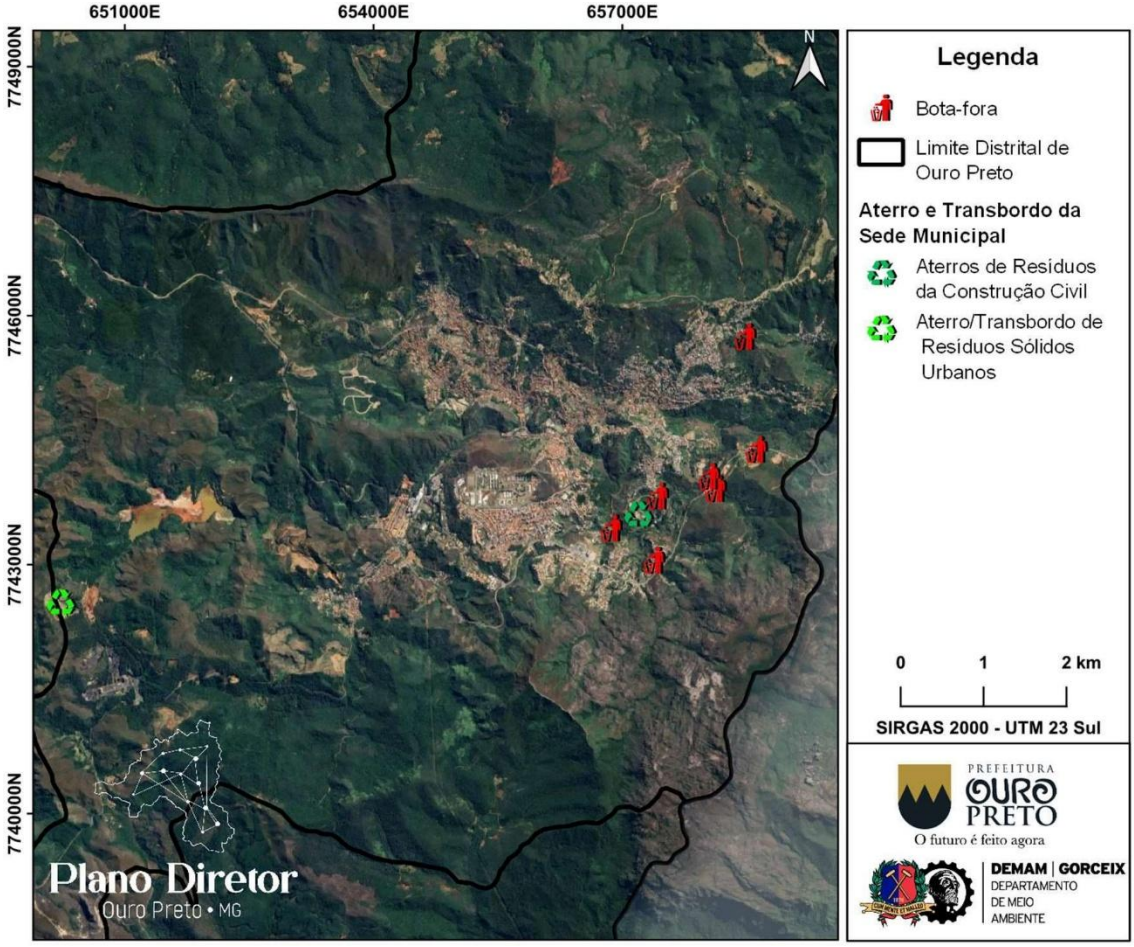

Figura 10 - Localização do aterro da ARCCOP, do aterro/transbordo de RSU e do bota-fora na área urbana de Ouro Preto.

Fonte: Revisão do Plano Diretor – Etapa II da Leitura Técnica, 2022.

A atual prática de descarte de RCD em Ouro Preto vai diretamente contra as determinações da Lei Municipal n.º 824/2012, que regulamenta a destinação adequada desses resíduos. De acordo com o Art. 2º, §1° da referida lei, os RCD e os resíduos volumosos gerados no município devem ser destinados conforme o Art. 4º, priorizando triagem, reutilização, reciclagem e outras formas ambientalmente adequadas de destinação. Além disso, a lei proíbe explicitamente a disposição desses resíduos.

> **“Art.2º-** Os Resíduos da Construção Civil e os Resíduos Volumosos gerados no Município devem ser destinados conforme indicação do art. 4ºdesta lei, visando a triagem, a reutilização, a reciclagem, a reservação ou a destinação mais adequada, observadas as disposições da Resolução CONAMA nº 307, de 05 de julho de 2002, ou qualquer outra que venha a sucedê-la.
>
> **§1º**Os Resíduos da Construção Civil e os Resíduos Volumosos não podem ser dispostos em:
>
> I. áreas de bota fora;
>
> II. encostas;
>
> III. corpos d’água;
>
> IV. lotes vagos;
>
> V. passeios, vias e outras áreas públicas;
>
> VI. áreas não licenciadas;
>
> VII. áreas protegidas por lei.”

O fato de a Leitura Técnica da Revisão do Plano Diretor apontar a existência de diversos bota-fora demonstra que o município ainda não implementa integralmente as diretrizes da Lei 824/2012. A presença desses locais irregulares indica a necessidade urgente de fiscalização e de políticas mais efetivas para garantir o correto gerenciamento dos resíduos da construção civil.

4.3 Coleta de Dados aos Gestores de RCD

4.3.1 Aterro Privado - ARCCOP

A empresa Primos e Amigos Construtora LTDA, conhecida pelo nome fantasia ARCCOP, está localizada na Rua das Orquídeas, nº 500, Bairro Santa Cruz, em Ouro Preto – MG, como visto na Figura 11. O responsável pelo fornecimento das informações é o Gerente Administrativo, Nilson Soares. A coleta de dados se deu por meio de reunião e foi solicitada via *e-mail*, com o intuito de obter informações relevantes para o desenvolvimento deste trabalho, sendo atendida pelo responsável mencionado.

Figura 11 - Área do aterro licenciado da ARCCOP.

Fonte: Adaptado Google Earth Pro (2025).

O aterro operado pela ARCCOP possui uma área de 39.000 m² e uma capacidade máxima de 450.000 m³ para o recebimento de resíduos da construção civil e demolição (RCD). E com base nisso, foram realizados estudos preliminares e indicadores de quantidade, a previsão de vida útil do aterro é de aproximadamente dez anos.

As principais fontes desses resíduos são obras privadas, incluindo demolições e reformas. A maior parte dos materiais recebidos provém de pequenas obras e reformas, transportados por caçambas que contêm resíduos variados, dispostos na Tabela 7.

Tabela 7 - Tipologia de Resíduos Recebidos.

Proporção	**Material**
Grande Parte	Concreto
	Tijolo

	Terra
Pequena Parte	Madeira
	Sucatas de Ferro

Fonte: Adaptado Dados da ARCCOP (2025).

Para a gestão dos resíduos, a ARCCOP realiza a triagem e seleção dos materiais recebidos, e entre os equipamentos utilizados estão retroescavadeiras e caminhões-pipa. O gerenciamento dos resíduos é feito por meio do Manifesto de Transporte de Resíduos (MTR) online da Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM), enquanto o tratamento adotado consiste no aterro de reservação de RCD.

As atividades da empresa são regulamentadas pela Resolução CONAMA 307/2002 e pela Licença Ambiental LAS/RAS. Atualmente, a empresa não enfrenta dificuldades no cumprimento das normativas legais nem vê necessidade de alterações nas normas vigentes. No entanto, observa-se a ausência de incentivos municipais voltados para a reciclagem e o reaproveitamento de RCDs.

O controle da entrada dos resíduos no aterro é realizado pelo conferente da portaria, considerando o somatório de resíduos registrados com e sem MTR. Já a saída dos resíduos é totalmente controlada por meio do MTR. Toda a documentação referente aos resíduos é gerenciada na portaria, sendo acompanhada de MTR ou não.

Dentre os principais desafios enfrentados pela ARCCOP na gestão dos RCDs em Ouro Preto, destacam-se a falta de comprometimento de pessoas físicas e jurídicas com as normas ambientais e a ausência de fiscalização por parte do poder público. Além disso, um dos gargalos operacionais identificados é o descarte não seletivo dos resíduos pelos geradores, o que aumenta a necessidade de mão de obra para triagem.

No que se refere à reciclagem e reaproveitamento, a empresa separa os materiais recicláveis e os acondiciona em big bags para envio a empresas especializadas em reciclagem. No entanto, não há demanda significativa na região para materiais reciclados oriundos de RCDs, portanto, o aterro conta com a participação de recuperando uma área degradada do Lírios dos Campo, impactada pelo processo de erosão. O principal obstáculo para a ampliação da reciclagem e reaproveitamento

desses resíduos é o alto custo do processo de transformação, o que encarece o agregado reciclado. Além disso, a falta de políticas públicas para estimular o uso desse material dificulta sua inserção no mercado. No momento, a ARCCOP não possui parcerias com empresas ou iniciativas que fomentem a economia circular dos RCDs.

A avaliação da empresa sobre a efetividade da gestão dos RCDs em Ouro Preto é negativa, sendo classificada como "muito ineficaz" (nota 1 em uma escala de 1 a 5). Os principais indicadores utilizados para monitoramento da gestão dos resíduos são o indicador financeiro e o indicador de vendas.

Para melhorar a gestão dos RCDs no município, a ARCCOP sugere a implementação de fiscalização mais efetiva, o combate ao descarte clandestino e a exigência do MTR como condicionante municipal para empresas prestadoras de serviços de obras. Essas medidas poderiam contribuir significativamente para um controle mais rigoroso e sustentável dos resíduos da construção civil na região.

4.3.2 Secretaria de Meio Ambiente de Ouro Preto

A Secretaria de Meio Ambiente está trabalhando na aplicação da Lei nº 824/2012, que institui o Sistema de Gestão Sustentável de RCC, alinhado à Resolução CONAMA nº 307/2002. Para isso, é necessária a colaboração de outras secretarias municipais por meio de um núcleo permanente, garantindo que as decisões sejam tomadas de forma integrada e eficiente. No momento, algumas informações ainda estão sendo levantadas, o que exige comunicação constante entre diferentes setores da prefeitura.

A prefeitura está em processo de levantamento do número de empresas classificadas como grandes geradoras de RCD. O objetivo é garantir que a Secretaria de Meio Ambiente participe da análise documental para evitar descartes irregulares. Segundo a legislação, qualquer gerador que produza mais de 2m³ de resíduos se enquadra nessa categoria. Além disso, está sendo implementado o Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC), tornando obrigatório o planejamento do descarte de resíduos já na fase de análise de projetos de construção e reforma.

Quanto ao volume gerado, os únicos dados disponíveis são os fornecidos pelo aterro de RCD. Entre setembro de 2022 e setembro de 2023, foram 8 mil toneladas de resíduos depositadas no local. Ouro Preto enfrenta desafios na fiscalização devido à sua grande extensão territorial. O município aposta na conscientização da população para garantir o correto descarte dos resíduos. A legislação prevê a criação de Pontos de Entrega para Pequenos Volumes (PEPVs), onde cada pequeno gerador poderá descartar gratuitamente até 2m³ de resíduos a cada 60 dias. Esse projeto está na fase de elaboração de custos e definição de locais prioritários para implementação.

Atualmente, o aterro ARCOOP, localizado no bairro Santa Cruz, é o principal destino dos RCDs. Ele desempenha um papel fundamental na recuperação de uma área degradada no bairro Lírios dos Campos. Além disso, a prefeitura mantém depósitos temporários para reaproveitamento de alguns resíduos, como aqueles provenientes do movimento de terra, utilizados na manutenção de pavimentos.

A responsabilidade pelo transporte dos resíduos cabe a empresas privadas, e a prefeitura está realizando um levantamento das empresas atuantes para garantir o cumprimento das normas. Algumas operadoras conhecidas são CAR e Ouroloc.

A fiscalização cabe ao Departamento de Posturas, enquanto a Ourotran regula a instalação de caçambas em áreas públicas. Para reforçar o controle, a prefeitura planeja exigir o Controle de Transporte de Resíduos (CTR) ou Manifesto de Transporte de Resíduos (MTR), assegurando que todo descarte siga a legislação. A fiscalização será aprimorada com a implementação de um sistema de consulta e emissão de autorizações, facilitando o monitoramento e aplicação de sanções em caso de irregularidades.

As penalidades para descarte irregular seguem a legislação vigente. Relatórios detalhados sobre a gestão dos RCDs ainda não estão disponíveis, pois as medidas estão em fase de implementação. Indicadores ambientais destacam o impacto positivo do descarte adequado, como a recuperação de áreas degradadas e a prevenção da contaminação do solo e da água.

A legislação específica pode ser consultada no site da Câmara Municipal. Além disso, foi anexada ao e-mail uma cartilha com boas práticas para a gestão de RCD.

Estudos acadêmicos e levantamentos internos estão em andamento, incluindo diagnósticos do Plano Diretor e dissertações da UFOP sobre o tema. Como indicador ambiental relevante, destaca-se que o correto descarte das 8 mil toneladas de RCD contribui diretamente para a recuperação ambiental e evita problemas como a proliferação de vetores de doenças.

Tabela 8 - Tabela Resumo dos Dados Quantitativos

Indicador	**Dado**
Volume de RCD gerado (set/22 - set/23)	8 mil toneladas
Implantação de limite para pequenos geradores	2m³ a cada 60 dias
Definição de grande gerador	>2m³ de RCC
Empresas de transporte conhecidas	CAR, Ouroloc

Fonte: Adaptado PMOP (2025).

4.4 Mapeamento dos Fluxos

Atualmente, o município conta com apenas um ponto licenciado para o descarte de RCC, enquanto os demais locais conhecidos como "bota-fora" não são regularizados. Isso configura uma prática irregular e coloca em risco a sustentabilidade ambiental, além de ser contrário às diretrizes estabelecidas pela Lei Municipal n.º 824/2012, que exige a destinação adequada e controlada desses resíduos. A Figura 12 dispõe do atual cenário sobre o fluxo que o RCD no município de Ouro Preto.

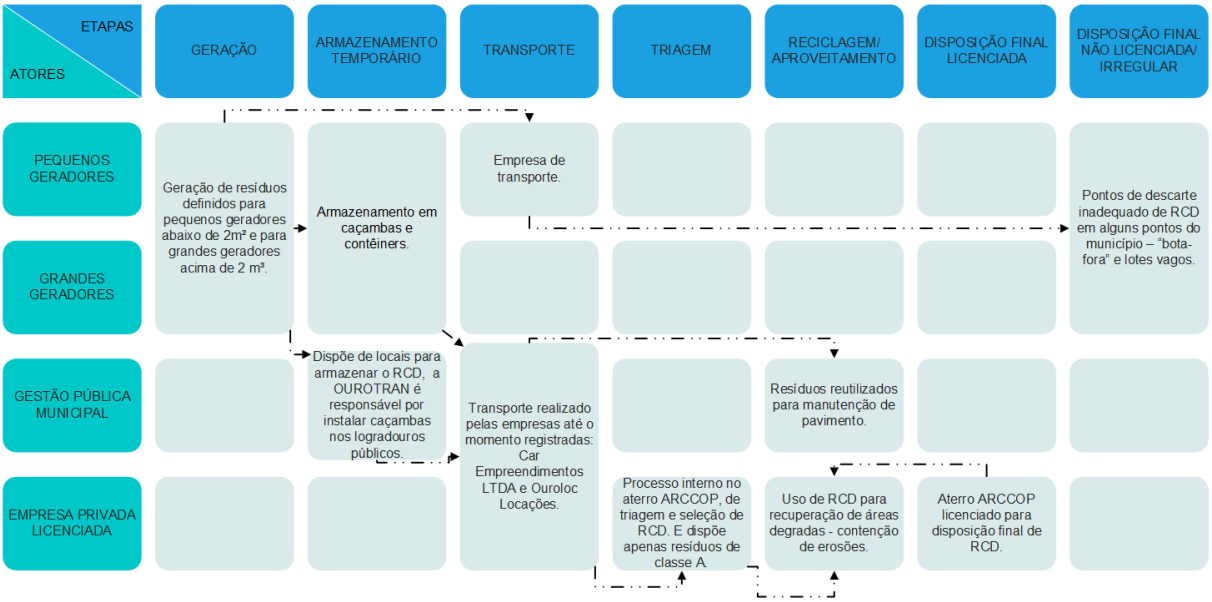

Figura 12 - Mapeamento dos Fluxos de RCD no município de Ouro Preto.

Fonte: Autor (2025).

Além da falta de regularização dos pontos de descarte, há uma ausência de uma gestão estratégica para o reaproveitamento e recuperação dos resíduos da construção civil no município. Não há um programa municipal de incentivo à reciclagem ou reutilização dos materiais provenientes das obras, o que compromete o potencial de transformação desses resíduos em recursos valiosos para novas construções ou obras de infraestrutura. A falta de um planejamento estruturado também implica na perda de oportunidades de economia circular, impactando negativamente a economia local e o meio ambiente.

4.5 Proposição dos Indicadores

Na presente pesquisa foram aplicados os estudos de referências segundo Guimarães e Fiore (2017) e, como descritos na etapa metodológica, os indicadores de resíduos de construção civil para o município de Ouro Preto.

4.5.1 Proposição dos Indicadores – Dimensão Social

No contexto de Ouro Preto, a dimensão social na gestão RCD está diretamente ligada às ações dos gestores de resíduos na disponibilização de informações e na

promoção da educação ambiental. As variáveis dessa dimensão abrangem desde a oferta de programas educativos voltados à conscientização da população até a transparência da gestão municipal na divulgação de dados sobre a destinação e o reaproveitamento dos resíduos como mostrado na Tabela 9. Além disso, a inclusão social pode ser fortalecida por meio do incentivo a cooperativas e trabalhadores do setor, contribuindo para a geração de emprego e renda no município.

Tabela 9 - Variáveis da dimensão Social aplicado ao contexto de Ouro Preto.

Indicador (i)	**Variáveis (j)**	**Contagem**
I – 01 Existência de educação ambiental continuada na área da RCD, com participação da população.	Segregação de RCD na fonte geradora.	0
	Valor econômico, social e cultural da RCD.	0
	Esclarecimento sobre como ocorre ou deveria ocorrer a rede técnica municipal de gerenciamento dos RCD.	0
	Apresentação dos desafios enfrentados e oportunidades de desenvolvimento econômico com o manejo dos RCC, conclamando a participação popular em debates e proposição de ideias e soluções para a gestão municipal de RCC.	0

	Orientação sobre a importância de evitar a compra de materiais conhecidamente perigosos, como amianto, mercúrio, tintas contendo aditivos poliméricos perigosos à saúde, entre outros.	0
	Registro anual de atividades realizadas.	0
	Existência de conteúdos já elaborados pelo Poder Público Municipal, dentro da temática de gestão dos RCC, destinados à rede pública de ensino (fundamental, médio e superior).	0
	Nomeação de responsável(is) público(s) municipal(is) pela coordenação dos programas e conteúdo de educação ambiental na área de RCC.	0

	Existência de objetivos e metas específicas para o tema de gestão de RCC no município, a serem alcançadas com os programas de educação ambiental.	0
$\boldsymbol{R_{01} = (1/3\ x\ 10)\ x\ (\sum Vj)}$ $\boldsymbol{R_{01} = 0}$		
I – 02 **Existência de coleta sistemática de dados e publicação de informações sobre a gestão de RCD.**	Participação municipal em sistemas estaduais e federais de informação sobre a gestão de resíduos sólidos, tais como o SNIS.	0
	Coleta de dados primários no município, com frequência mínima anual.	0
	Coleta de dados em todas as regiões administrativas do município.	0

	Informações relevantes aos transportadores: variedade de caminhões que podem ser usados, cuidados de segurança a serem tomados no transporte de resíduos, melhores rotas, estradas que devem ser evitadas em função da má conservação.	1
	Informações relevantes aos grandes geradores: boas práticas no canteiro de obras, para reduzir a geração de resíduos e reaproveitar o que for gerado; como acessar a lista de empresas que podem ser contratadas para o transporte de resíduos; definição de quem são os grandes geradores e o porquê da necessidade de fazer um PGRCC; benefícios do PGRCC para a obra e para a comunidade.	0

	Informações relevantes aos pequenos geradores: boas práticas e materiais mais indicados em obras e reformas, para reduzir a geração de resíduos e evitar o emprego de materiais perigosos; como utilizar adequadamente os PEVs; definição de quem são os pequenos geradores; malefícios ambientais e à saúde da comunidade decorrentes do descarte de RCC em áreas públicas e parques.	1
	Contagem de visitantes da página de publicação das informações (com o objetivo de revisar a forma com que as informações são publicadas, caso a visitação esteja baixa).	0
	Definição do número mínimo (porcentagem da população total do município) de visitação mensal que se deseja obter com a publicação das informações no sítio municipal.	0

	Convergência do conteúdo publicado com os objetivos e diretrizes de gestão dos RCC, determinados pelo Poder Público Municipal.	0
	Estratégias de publicação dos dados (diversidade de mídias e de conteúdos) atendem a públicos diversificados (no mínimo três tipos diferentes de público).	0
	Clareza dos objetivos a serem alcançados com a publicação dos dados, para a gestão pública	0
	Associação da responsabilidade de publicação das informações a um servidor público municipal.	0
$\boldsymbol{R_{02} = (1/3\ x\ 12)\ x\ (\sum Vj)}$ $\boldsymbol{R_{02} = 0,064}$		
Indicadores (i)	**Variáveis (j)**	**Contagem**

I – 03 **Existência de atividades multiplicadoras e divulgação de boas práticas de manejo de RCD.**	Relação de boas práticas, contendo, no mínimo, três práticas adotadas no Brasil e três, no exterior, contemplando pequenos e grandes geradores.	0
	Divulgação de boas práticas em ambientes como feiras, eventos, semanas de meio ambiente, sítio de domínio municipal na rede mundial de computadores (com controle de visitantes), entre outros afins - em ao menos um dos ambientes citados.	0
	Definição de servidor público responsável pela coordenação das boas práticas e pela fiscalização da efetividade das formas de multiplicação adotadas.	0
	Definição dos objetivos e metas a serem alcançados com a estratégia de multiplicação das boas práticas.	0

$$R_{03} = (1/3\ x\ 4)\ x\ (\sum Vj)$$

$$R_{03} = 0$$

Fonte: Adaptado de Guimarães e Fiore (2020).

Em Ouro Preto, a gestão de Resíduos da Construção e Demolição (RCD) enfrenta lacunas significativas, principalmente no que diz respeito à falta de programas estruturados de conscientização e gestão. A ausência de ações integradas, como a divulgação de boas práticas e a realização de campanhas educativas, é um reflexo da falta de um planejamento estratégico por parte da gestão municipal. Nesse contexto, é essencial que a Prefeitura de Ouro Preto, em parceria com a Secretaria de Desenvolvimento Urbano, estabeleça e mantenha um programa contínuo de educação ambiental e de gestão eficiente dos RCDs.

Outro ponto crítico é a falta dos objetivos e metas claras para a multiplicação das boas práticas na gestão de RCD, sendo estes já apontados no Plano Intermunicipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos. Sem esses direcionamentos, as ações se tornam fragmentadas e pouco efetivas. Não há um controle sobre a efetividade das estratégias implementadas, nem um acompanhamento da evolução dos números relacionados à reciclagem e reaproveitamento dos resíduos gerados na cidade. Sem a definição de um responsável pela fiscalização dessas práticas, a gestão de RCD no município se torna desorganizada, dificultando a implementação de políticas públicas eficazes.

Portanto, é evidente que a gestão de RCD em Ouro Preto carece de iniciar o planejamento estratégico que contemple a educação ambiental e a divulgação de boas práticas, com a criação de metas e a definição de um responsável pela coordenação e fiscalização dessas ações. Sem essas medidas, a cidade continuará a enfrentar dificuldades na gestão dos resíduos e prejudicando tanto o meio ambiente quanto o desenvolvimento sustentável local.

4.5.2 Proposição dos Indicadores – Dimensão Cultural

Serão apontados indicadores relacionados à dimensão cultural, considerando os desafios e as oportunidades presentes no contexto da Política Nacional de Resíduos

Sólidos (PNRS). Esses indicadores estão associados à valorização da diversidade de culturas e ao respeito às especificidades regionais e locais, além da promoção de padrões sustentáveis de produção e consumo. Aspectos como a existência de sistemas de cadastro de resíduos, a redução do volume de RCD no município e a implementação de práticas locais serão analisados, visando avaliar o progresso e as oportunidades de melhoria no gerenciamento dos resíduos em Ouro Preto são mostrados na Tabela 10.

Tabela 10 - Variáveis da dimensão Cultural aplicado ao contexto de Ouro Preto.

Indicadores (i)	**Variáveis (j)**	**Contagem**
I – 04 Existência de sistema de cadastro e monitoramento dos RCD no território.	Sistema de cadastro e monitoramento de aspectos relacionados à gestão municipal de RCC.	0
	Controle da frequência com que são inseridas/modificadas informações no sistema (itens/mês)	0
	Volume de RCC coletados em PEVs, LEVs (T/semana).	0
	Classe de RCC destinados a uma ATT (A, B, C ou D).	1
	Volume de RCC destinados a uma ATT (m^3/mês).	0
	Tipos químicos de RCC destinados à reciclagem.	0

	Volume de RCC destinados à reciclagem (m^3/mês).	0
	Tipos químicos de RCC destinados a aterro de inertes.	0
	Volume de RCC destinados a aterro de inertes (m^3/mês).	1
	Tipos químicos de resíduos destinados a aterro indústria.	0
	Volume de resíduos destinados a aterro industrial (m^3/mês).	0
	Volume de orgânicos destinados à unidade de orgânicos (m^3/mês).	0
	Tipos químicos de RCC destinados a aterros sanitários.	0
	Volume de RCC destinados a aterros sanitários (m^3/mês).	0
	Tipos químicos de RCC destinados a aterros sanitários de pequeno porte.	0
	Volume de RCC destinados a aterros	0

	sanitários de pequeno porte (m^3/mês).	
	Empresas transportadoras cadastradas para atender aos grandes geradores.	0
	Empresas transportadoras cadastradas para coleta de volumes gerados pelos pequenos geradores.	0
	Quantidade transportada (m^3/empresa.viagem).	1
	Catadores de recicláveis.	0
	Controle das metas já atingidas, referentes à gestão dos RCC, constantes no PMGIRS.	0
$\boldsymbol{R_{04} = (1/3\ x\ 21)\ x\ (\sum Vj)}$ $\boldsymbol{R_{04} = 0,098}$		
Indicadores (i)	Variáveis (j)	Contagem

I – 05 **Diminuição do volume de RCD do município em função da adoção de práticas de construção e demolição mais avançadas.**	Controle de obras que apresentam projeto com propostas de baixa geração de RCC.	0
	Certificação municipal de construção de baixa geração de resíduos.	0
	Definição, por parte do Poder Público Municipal, de incentivos de ordem monetária e não monetária (ao menos um de cada ordem) aos grandes geradores não vinculados ao Poder Público Municipal que especificarem, em seu Plano de Gerenciamento dos RCC, materiais e técnicas de baixa geração de resíduos.	0
	Listagem de materiais (ao menos três) que resultem em menor geração de	0

	RCC durante a construção e, posteriormente, em uma eventual demolição.	
	Listagem de práticas e técnicas (ao menos três) de construção que, caso sejam empregadas, contribuam para menor geração de RCC durante a construção e, posteriormente, possam contribuir para a segregação e a reutilização dos materiais e menor geração de rejeitos em uma eventual demolição das estruturas.	0
$\boldsymbol{R_{05} = (1/3\ x\ 5)\ x\ (\sum Vj)}$ $\boldsymbol{R_{05} = 0}$		
Indicadores (i)	**Variáveis (j)**	**Contagem**
I – 06 **Atendimento à legislação brasileira, às normas e recomendações técnicas para o manejo do RCD.**	O PMGIRS elaborado pelo município prevê, de forma clara e especificada (números e datas de normas e legislações), o atendimento às exigências legais aplicáveis à gestão e ao gerenciamento de RCC, tanto para atividades	1

	públicas quanto para as de iniciativa privada.	
	Os servidores públicos, atuantes na gestão municipal da RCD, revisam e atualizam, constantemente (ao menos uma vez a cada seis meses), o conjunto de requisitos legais e normativos aplicáveis à gestão da RCD.	0
$\boldsymbol{R_{06} = (1/3\ x\ 2)\ x\ (\sum Vj)}$ $\boldsymbol{R_{06} = 0,03}$		

Fonte: Adaptado de Guimarães e Fiore (2020).

A análise crítica sobre a gestão de RCD em Ouro Preto revela que, embora o PIGIRS contemple questões importantes como o controle de obras com projetos de baixa geração de RCD e a definição de incentivos ao uso de técnicas sustentáveis, essas iniciativas ainda estão em fase de desenvolvimento. De acordo com a Prefeitura, algumas ações, como a certificação municipal de construções com baixa geração de resíduos e a listagem de materiais e práticas que minimizam a produção de RCD, ainda não foram plenamente implementadas.

Além disso, a definição de incentivos monetários e não monetários aos grandes geradores de RCD, que adotem práticas sustentáveis em seus projetos, também está em estágios iniciais. Embora as diretrizes existam, a execução dessas ações permanece com números próximos de 0, o que indica a necessidade de maior efetividade nas políticas públicas voltadas para a gestão sustentável de resíduos na cidade.

4.5.3 Proposição dos Indicadores – Dimensão Econômica

A dimensão econômica na gestão de RCD em Ouro Preto enfoca a busca por soluções que reduzam os custos e viabilizem economicamente os sistemas de gestão. Isso envolve a implementação de mecanismos de cobrança diferenciados, ajustados ao perfil dos geradores e à sua capacidade de pagamento. A recuperação e o reaproveitamento de materiais e energia dos RCD também são essenciais para minimizar os custos operacionais e aumentar a sustentabilidade do processo. A Tabela 11 dispões das variáveis a partir dos dados fornecidos pelos gestores no município, com propósito também de avaliar se há disponibilidade de recursos financeiros próprios para a gestão de RCD que é importante para garantir a autonomia e a eficácia das ações no município.

Tabela 11 - Variáveis da dimensão Econômica aplicado ao contexto de Ouro Preto.

Indicadores (i)	**Variáveis (j)**	**Contagem**
I – 07 Recuperação ou reaproveitamento de material ou energia dos RCD.	Existência de reaproveitamento de material ou recuperação energética do RCD. 0	0
	Priorização municipal do reúso ou da reciclagem dos RCD, frente à possibilidade de aterramento ou de recuperação energética.	0
	Recuperação energética apenas de materiais que não podem ser reciclados ou reutilizados.	0
$\boldsymbol{R_{07} = (1/2\ x\ 3)\ x\ (\sum Vj)}$ $\boldsymbol{R_{07} = 0}$		

Indicadores (i)	Variáveis (j)	Contagem
I – 08 **Existência de recursos financeiros próprios para a gestão da RCD.**	Programas de educação ambiental sobre os RCC.	0
	Encargos administrativos especificados (coleta de disposição irregular, contratos com transportadoras, entre outros, de acordo com as atividades desenvolvidas) relacionados à gestão de RCC no município.	0
	Disposição final dos rejeitos ou de inertes em aterros de resíduos de classe A.	1
	Monitoramento dos RCC gerados no município.	0
	Fiscalização de práticas consideradas ambientalmente inadequadas pela legislação brasileira.	1
	Treinar e capacitar trabalhadores encarregados de manejar os RCC durante a execução de obras.	0
	Dispor de espaço próprio à correta segregação e armazenamento	0

	temporário dos resíduos, facilitando o reaproveitamento de alguns materiais no canteiro de obras ou em outros projeto.	
	Transportar, tratar e dispor de forma ambientalmente adequada e separadamente, sempre que necessário, os diferentes tipos químicos de RCC gerados.	0
$\boldsymbol{R_{08} = (1/2\ x\ 8)\ x\ (\sum Vj)}$ $\boldsymbol{R_{08} = 0,1}$		

Fonte: Adaptado de Guimarães e Fiore (2020).

Apesar da robustez econômica de Ouro Preto, que oferece diversas oportunidades para melhorar a gestão de RCD, a realidade observada na pesquisa aponta para uma discrepância significativa entre o potencial econômico e as ações efetivas implementadas. Embora o município tenha recursos financeiros disponíveis, poucos avanços foram feitos na aplicação desses recursos para a infraestrutura necessária à segregação e ao armazenamento temporário de resíduos, o que dificultaria o reaproveitamento de materiais nas obras.

Segundo o último censo de 2023, o PIB per capita é alto, o IDHM (Índice de Desenvolvimento Humano Municipal) é considerado bom, e as receitas são robustas, o que permite um espaço para o investimento público. O município também apresenta um superávit orçamentário, o que é um sinal positivo para a sustentabilidade fiscal no curto prazo. Dessa forma, a integração da gestão de RCD com as estratégias de desenvolvimento sustentável é essencial para Ouro Preto, aproveitando seus recursos

econômicos para promover práticas que beneficiem tanto o meio ambiente quanto a economia local.

4.5.4 Proposição dos Indicadores – Dimensão Ambiental

A dimensão ambiental na gestão de RCD em Ouro Preto abrange o desenvolvimento de tecnologias limpas para a gestão de resíduos, com foco na minimização e tratamento dos resíduos gerados. A Lei Municipal n.º 824/2012 estabelece diretrizes sobre a gestão adequada dos resíduos, incluindo a necessidade de soluções que evitem a disposição inadequada de rejeitos. Embora o município possua infraestrutura para armazenamento temporário de RCD, ainda persiste a questão da disposição irregular, impactando negativamente o meio ambiente. A Tabela 12 dispões da aplicação dos indicadores para o município, e assim é possível avaliar que os programas de educação ambiental, conforme apontado pelos gestores municipais, são essenciais para alcançar melhores resultados nessa área.

Tabela 12 - Variáveis da dimensão Ambiental aplicado ao contexto de Ouro Preto.

Indicadores (i)	**Variáveis (j)**	**Contagem**
I – 09 Existência de disposição restrita de RCD.	Passivos ambientais relacionados ao descarte irregular de RCD;	0
	Quantidade de pontos de disposição inadequada de RCC.	1
	Localização dos pontos de disposição inadequada.	1
	Tipos de materiais que foram recolhidos em cada ponto.	
	Quantidade de RCC recolhida em pontos de descarte irregular, em	0

	áreas públicas do município (m3/mês).	
	Número de autuações de órgãos fiscalizadores, em função do descarte irregular de RCD.	0
$$R_{09} = (1/3\ x\ 6)\ x\ (\sum Vj)$$ $$R_{09} = 0,06$$		
Indicadores (i)	**Variáveis (j)**	**Contagem**
I – 10 Existência de instalações capazes de evitar impactos negativos, facilitar a segregação por tipo de material e armazenar temporariamente uma pequena geração de RCD.	Definição de objetivos de existência do local de armazenamento.	0
	Definição das atividades que devem ser realizadas no local, para garantir que haja armazenamento correto do RCD.	1
	Volume atualmente armazenado (diferença entre o que chega e o que sai do local de armazenamento, em média) (m^3/mês).	0
	Servidor público responsável pela operação do local ou seu substituto.	1
	Definição dos materiais que podem ser armazenados.	1

	Definição dos materiais que devem ser segregados, caso sejam despejados na forma de “entulho”.	1
	Saturação da capacidade de armazenamento, caso haja acúmulo mensal de resíduos (% da capacidade total/mês).	0
	Volume total disponível para armazenamento dos resíduos (m^3).	0
	Referência de normas técnicas adotadas para o planejamento (sugestão: NBR 15.112/2004).	0
	Existência de cobertura capaz de evitar acúmulo de água da chuva em recipientes.	0
	Existência de impermeabilização do solo, capaz de evitar a contaminação por contato com substâncias perigosas eventualmente derramadas.	0
	Delimitação e sinalização do local, de forma a evitar a entrada de catadores	0

	informais, o uso incorreto dos resíduos e a contribuir para a harmonia paisagística do entorno.	
$\boldsymbol{R_{10} = (1/3\ x\ 12)\ x\ (\sum Vj)}$ $\boldsymbol{R_{10} = 0,12}$		
Indicadores (i)	Variáveis (j)	Contagem
I – 11 **Existência de local de armazenamento de RCD capaz de evitar impacto negativo sobre o meio e facilitar a segregação por tipo de material, no local de sua geração.**	Definição das atividades a serem desenvolvidas para que os RCC gerados sejam corretamente segregados e armazenados.	0
	Definição dos objetivos de existência do local de armazenamento dos RCC.	0
	Definição de metas a serem atingidas, em relação à segregação e ao armazenamento dos resíduos.	0
	Dimensão do local de armazenamento temporário (m2).	0
	Estimativa de volume que deverá ser armazenado (m3/dia).	0
	Definição do responsável pela manutenção do local	0

	de armazenamento durante a execução do projeto ou seu substituto.	
	Determinação de medidas a serem adotadas para evitar acúmulo de água da chuva em recipientes.	0
	Determinação de medidas a serem adotadas para evitar a contaminação do solo por substâncias perigosas.	0
	Determinação de medidas a serem adotadas para evitar a presença de vetores de doenças (roedores, insetos, aves, cachorros, gatos, entre outros).	0
	Definição do servidor público responsável pela fiscalização do local de armazenamento, durante a execução do projeto, ou seu substituto.	0
$\boldsymbol{R_{11} = (1/3\ x\ 10)\ x \sum Vj}$ $\boldsymbol{R_{11} = 0}$		

Fonte: Adaptado de Guimarães e Fiore (2020).

A análise crítica da aplicação dos indicadores de gestão de resíduos em Ouro Preto revela uma série de deficiências que comprometem a eficácia das políticas

públicas ambientais. A falta de uma definição clara sobre as atividades necessárias para a segregação e o armazenamento adequado dos RCDs, como estabelecido pela Lei Municipal n.º 1.246/2021 (Plano Intermunicipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos), demonstra a ausência de uma estrutura de planejamento eficaz. A inadequada definição dos objetivos para os locais de armazenamento e a falta de metas claras refletem a falha na implementação de estratégias fundamentais para o manejo correto dos resíduos.

Além disso, a ausência de medidas para prevenir o acúmulo de água da chuva, evitar a contaminação do solo e controlar a presença de vetores, como roedores e insetos, agrava os riscos ambientais e de saúde pública. O CONAMA 307/2002, que estabelece normas para o gerenciamento de RCD, exige o cumprimento de práticas adequadas para a segregação, o armazenamento e a disposição final dos resíduos, o que claramente não está sendo devidamente observado em Ouro Preto.

Outro ponto crítico é a falta de um responsável claramente designado para fiscalizar as condições desses locais de armazenamento, o que pode levar a uma supervisão ineficaz e à permanência de problemas ambientais – sendo estes em fase preliminar ainda, segundo aos dados da gestão pública. A falta de medidas preventivas e a ausência de uma gestão eficiente tornam o sistema vulnerável a impactos negativos, dificultando a implementação de práticas sustentáveis e eficazes na cidade.

Portanto, as deficiências observadas nos indicadores de gestão dos resíduos em Ouro Preto apontam para a necessidade urgente de revisar e fortalecer a aplicação da legislação vigente, com a criação de metas claras, a designação de responsáveis e o cumprimento das normas estabelecidas pelo CONAMA e pela Lei Municipal n.º 1.246/2021.

4.5.5 Proposição dos Indicadores – Dimensão Política

A dimensão política da gestão de RCD em Ouro Preto é voltada para a integração entre o Poder Público e outros atores sociais, estabelecendo responsabilidades claras e implementando políticas específicas para o setor. O PIGIRS, equivalente ao PMGIRS, foi desenvolvido dentro dos parâmetros legais e aprovado por decreto,

atendendo aos requisitos da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Sendo assim, na Tabela 13 dispõe da avaliação do Plano para o município e o que pode ser agregado.

Tabela 13 - Variáveis da dimensão Política aplicado ao contexto de Ouro Preto.

Indicadores (i)	**Variáveis (j)**	**Contagem**
I – 12 Existência e implementação de planos de gerenciamento de grandes geradores de RCD.	Equipe ou responsável técnico.	0
	Data de elaboração do plano.	1
	Escopo do plano de gerenciamento: empreen dimento vinculado.	0
	Escopo do plano de gerenciamento: principais atividades geradoras de RCC.	0
	Datas para fiscalização da execução do plano, por parte do Poder Público Municipal, durante a execução das atividades, em número proporcional à dimensão do projeto.	0
	Servidor público responsável pela fiscalização da execução do plano ou seu substituto.	0
	Referência às exigências legais e normas técnicas especificadas no	1

	conteúdo mínimo da PNRS e no PMGIRS, no plano de gerenciamento apresentado.	
	Pleno atendimento às exigências legais e normas técnicas especificadas no conteúdo mínimo da PNRS e no PMGIRS, nas etapas desenvolvidas para a implementação do plano de gerenciamento.	0
$\boldsymbol{R_{12} = (1/4\ x\ 8)\ x \sum Vj}$ $\boldsymbol{R_{12} = 0,05}$		
Indicadores (i)	**Variáveis (j)**	**Contagem**
I – 13 **Existência de PMGIRS.**	PMGIRS elaborado pelo município;	0
	PMGIRS dentro do prazo de vigência;	1
	PMGIRS aprovado por decreto ou lei municipal;	1
$\boldsymbol{R_{13} = (1/4\ x\ 3)\ x \sum Vj}$ $\boldsymbol{R_{13} = 0,75}$		
Indicadores (i)	**Variáveis (j)**	**Contagem**
I – 14 **Atendimento ao conteúdo mínimo da PNRS para o PMGIRS.**	Diagnóstico dos resíduos sólidos gerados.	1
	Identificação de áreas favoráveis para disposição final	1

	ambientalmente adequada.	
	Identificação de soluções consorciadas ou compartilhadas com outros municípios.	1
	Identificação dos resíduos sólidos e dos geradores sujeitos à elaboração de plano de gerenciamento.	1
	Procedimentos e especificações mínimas no manejo de resíduos sólidos.	1
	Indicadores de desempenho operacional e ambiental do manejo de resíduos sólidos.	1
	Regras para o transporte e outras etapas do gerenciamento de resíduos sólidos.	1
	Definição das responsabilidades de todas as etapas do gerenciamento de resíduos sólidos.	1
	Programas e ações de capacitação técnica para	0

	implementação do PMGIRS.	
	Programas e ações de educação ambiental sobre resíduos sólidos.	1
	Programas e ações para participação dos grupos interessados.	1
	Mecanismos para criação de fontes de negócios, emprego e valorização dos resíduos.	1
	Sistema de cálculo dos custos e cobrança pelo manejo de resíduos sólidos.	1
	Metas de redução, reutilização, coleta seletiva e reciclagem.	1
	Participação do Poder Público na coleta seletiva e logística reversa.	1
	Controle e fiscalização da implementação dos planos de gerenciamento de resíduos.	1
	Ações preventivas e corretivas, incluindo programa de monitoramento.	1

	Identificação dos passivos ambientais e medidas saneadoras.	1
	Periodicidade de revisão.	0
$$R_{14} = (1/4\ x\ 19)\ x \sum Vj$$ $$R_{14} = 0,42$$		
Indicadores (i)	**Variáveis (j)**	**Contagem**
I – 15 Existência de Plano de Gerenciamento dos RCD para as obras públicas municipais.	Data de elaboração do plano.	0
	Equipe ou responsável técnico.	0
	Escopo do plano de gerenciamento: Nome do empreendimento atendido pelo plano.	0
	Escopo do plano de gerenciamento: Definição das atividades que poderão gerar resíduos.	0
	Fiscalização da execução do plano, durante a execução das atividades, em número proporcional à dimensão do projeto.	0
	Definição do responsável pela fiscalização da execução do plano ou seu substituto.	0

	Cumprimento total ou parcial do plano de gerenciamento.	0
	Atendimento das exigências legais aplicáveis aos grandes geradores de RCC.	0
$$R_{15} = (1/4\ x\ 8)\ x \sum Vj$$ $$R_{15} = 0$$		

Fonte: Adaptado de Guimarães e Fiore (2020).

O PIGIRS de Ouro Preto, apesar de ser um marco importante na gestão de resíduos sólidos, apresenta desafios evidentes na sua execução. O município tem cumprido as exigências legais, como a Lei Municipal n.º 824 de 2012, que estabelece o plano de gerenciamento de resíduos sólidos e determina a implementação de políticas públicas que visam a sustentabilidade e a educação ambiental. Além disso, os decretos municipais que regulamentam a execução das diretrizes da PNRS são um reflexo da preocupação do município com a gestão ambiental e a coordenação interinstitucional.

Contudo, a implementação dessas políticas ainda é precária em vários aspectos. A Lei n.º 824/2012, que orienta a gestão de resíduos em Ouro Preto, prevê ações detalhadas sobre segregação e destinação final de resíduos, mas não há evidências claras de que estas sejam efetivamente executadas em sua totalidade. A falta de fiscalização eficiente e de um sistema de monitoramento contínuo dificultam a avaliação do impacto das ações propostas, como a coleta seletiva, o incentivo à reciclagem e a redução de resíduos.

O município também carece de uma maior integração entre as diversas esferas de governo e a sociedade civil. A referida lei também estabelece a necessidade de envolver os cidadãos na gestão dos resíduos, mas a participação popular e a

educação ambiental ainda são limitadas, dificultando a implementação de práticas sustentáveis no cotidiano da população.

Os decretos que complementam a Lei n.°824/2012, e regulamentam o manejo de resíduos sólidos estabelecem as responsabilidades do poder público, mas as políticas de capacitação técnica e as ações preventivas, como a criação de áreas de armazenamento temporário adequadas, ainda apresentam falhas significativas. A inexistência de um controle rígido nas áreas de armazenamento e a falta de mecanismos eficazes para evitar a contaminação do solo e da água são pontos críticos que comprometem a sustentabilidade da gestão de resíduos no município.

Além disso, a criação de fontes de negócios e empregos baseados na valorização de resíduos ainda não se materializou de maneira eficaz. A Lei 824 propõe o fomento a essas atividades, mas a aplicação prática continua escassa. Não há dados concretos que mostrem o desenvolvimento de modelos de negócios sustentáveis que possam gerar empregos e renda a partir da reciclagem e do reaproveitamento de materiais, o que reduz o potencial de desenvolvimento econômico a partir da gestão de resíduos.

Em resumo, o PIGIRS de Ouro Preto, embora bem fundamentado legalmente pela Lei Municipal n.º 824 e pelos decretos complementares, ainda enfrenta desafios na aplicação prática das políticas de resíduos sólidos. A necessidade de uma fiscalização mais eficaz, uma maior integração entre os diferentes atores envolvidos e um controle contínuo das ações são fundamentais para que o município consiga alcançar os objetivos estabelecidos para a gestão sustentável de resíduos sólidos e para o desenvolvimento de práticas mais eficazes e ambientalmente responsáveis.

4.5.6 Proposição dos Indicadores – Efetividade da Gestão

Sendo assim, para que se compreenda melhor os resultados, estes foram distribuídos em 5 parâmetros de avaliação para condição de efetividade da gestão municipal (Ceg), conforme a Tabela 14.

Tabela 14 - Classificação dos patamares de sustentabilidade de gestão de RCD

Classificação	Nota
Ótima	8 < Ceg ≤ 10
Boa	6 < Ceg ≤ 8
Razoável	4 < Ceg ≤ 6
Ruim	2 < Ceg ≤ 4
Péssima	Ceg ≤ 2

Fonte: Adaptado de Guimarães e Fiore (2020).

Segue-se a fórmula (2) aplicada na pesquisa de Guimarães e Fiore, 2020, calculada aos indicadores de gestão de RCD no município de Ouro Preto, juntamente com a que demonstra na Figura 13 o grau de significância de cada dimensão, este definido na pesquisa de Guimarães e Fiore, 2020.

$$\boldsymbol{Ceg = \frac{10}{4{,}7267}\left[\,0.9 * \left(\sum_{1}^{3} Ri\right) + 0.9067 * \left(\sum_{4}^{6} Ri\right) + \left(\sum_{7}^{8} Ri\right) + 0{,}9467 * \left(\sum_{9}^{11} Ri\right) + 0{,}9733 * \left(\sum_{12}^{15} Ri\right)\right]} \quad (2)$$

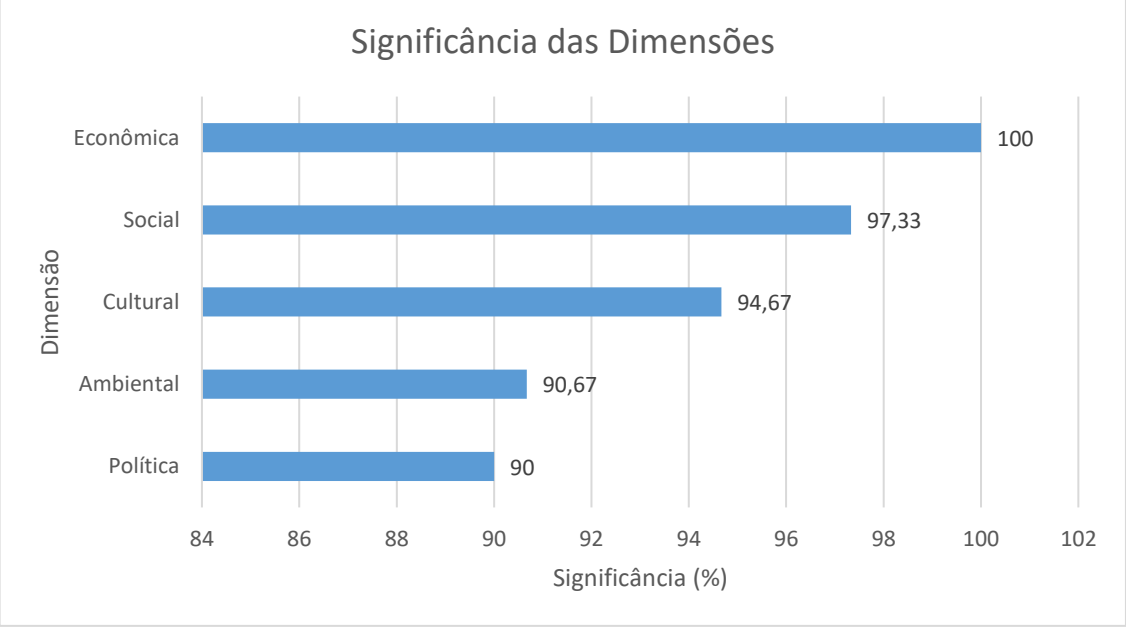

Figura 13 - Gráfico 4: Significância das dimensões.

Fonte: Adaptado de Guimarães e Fiore (2020).

A análise das dimensões revela a importância relativa de cada uma na avaliação do Ceg Municipal. A dimensão Econômica apresenta a maior significância (100%), seguida pela Social (97,33%) e Cultural (94,67%), enquanto as dimensões Ambiental (90,67%) e Política (90%) possuem valores ligeiramente menores. Esses percentuais indicam o peso que cada dimensão tem no cálculo do Ceg, refletindo a relevância de diferentes aspectos no contexto municipal.

Na Tabela 15, será apresentado o cálculo do Ceg para cada dimensão, baseado na análise realizada em Proposição de Indicadores.

Tabela 15 - Resultado da avaliação por dimensão de sustentabilidade.

Ceg Municipal		**Patamar de avaliação**	
3,45		Ruim	
$Ceg = \frac{10}{4,7267}[\,0.9 * \left(\sum_{1}^{3} Ri\right) + 0.9067 * \left(\sum_{4}^{6} Ri\right) + \left(\sum_{7}^{8} Ri\right) + 0,9467 * \left(\sum_{9}^{11} Ri\right) + 0,9733 * \left(\sum_{12}^{15} Ri\right)]$			
Dimensão	**Fórmula de cálculo**	**Nota (%)**	**Patamar**
Social	$\left(\sum_{1}^{3} Ri\right)$	4	Péssima
Cultural	$\left(\sum_{4}^{6} Ri\right)$	7	Péssima
Econômica	$\left(\sum_{7}^{8} Ri\right)$	6	Péssima
Ambiental	$\left(\sum_{9}^{11} Ri\right)$	10	Péssima
Política	$\left(\sum_{12}^{15} Ri\right)$	73	Boa

Fonte: Adaptado de Guimarães e Fiore (2020).

Nota-se que, apesar da Dimensão Política representar a maior parte da contribuição para o Ceg (72,78%), com uma classificação “Boa”, a gestão de Resíduos

da Construção e Demolição (RCD) em Ouro Preto ainda enfrenta desafios alarmantes, tendo em vista que o Ceg geral foi de 3,45. Embora as políticas e diretrizes possam parecer bem estruturadas, como evidenciado pela alta porcentagem, a implementação efetiva continua insatisfatória. A fiscalização, que deveria ser robusta e eficaz, enfrenta lacunas significativas, com diferentes setores distribuindo responsabilidades de forma descoordenada. A ausência de um controle sistemático, especialmente no transporte e na destinação de resíduos, aponta para a necessidade urgente de otimizar o processo de fiscalização.

Por outro lado, a Dimensão Social, com apenas 3,53% de contribuição e classificada como “Péssima”, é a área mais crítica. A falta de objetivos claros e metas para a multiplicação de boas práticas de gestão de RCD é alarmante, especialmente considerando que tais diretrizes já estão previstas no Plano Intermunicipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos. A falta de controle sobre a efetividade das estratégias implementadas, como a reciclagem e o reaproveitamento de resíduos, demonstra a fragilidade da implementação das políticas públicas, que carecem de uma supervisão mais rigorosa.

Portanto, o município de Ouro Preto deve priorizar ações imediatas na Dimensão Social, onde a situação é mais crítica, enquanto também reforça a fiscalização e a implementação das políticas existentes nas outras dimensões. Sem essas ações, o município corre o risco de ver suas políticas públicas de gestão de resíduos se tornarem ineficazes, impactando negativamente a saúde pública e o meio ambiente.

4.6 Proposição de Melhorias

A fiscalização da gestão de Resíduos de Construção e Demolição (RCD) em Ouro Preto enfrenta desafios devido à dispersão das responsabilidades e à falta de integração entre os setores responsáveis. De acordo com as informações fornecidas pela Prefeitura, o Departamento de Fiscalização e Posturas é o setor oficial encarregado do gerenciamento dos resíduos, incluindo transporte e descarte correto. Contudo, a fiscalização sobre a disposição irregular de RCD, o controle de metragem definida para pequenos e grandes geradores, e a verificação das adequações dos espaços de armazenamento, carece de maior eficácia. Isso se deve à delegação

dessas responsabilidades para diferentes entidades, como a Ourotran, que gerencia a instalação de caçambas em logradouros públicos, e à falta de controle direto da fiscalização.

Um exemplo da falha no controle ocorre no processo de monitoramento. Embora haja a implementação de um sistema de consulta e emissão de autorizações para transporte, não há informações claras sobre como esse sistema contribui efetivamente para a fiscalização em tempo real. A falta de uso de tecnologias avançadas para monitorar e registrar as vistorias limita a eficácia do controle, permitindo a persistência de práticas inadequadas, como a disposição irregular de RCD. O Controle de Transporte de Resíduos (CTR) é um passo importante, mas sua aplicação e fiscalização devem ser mais robustas, com a presença de penalidades efetivas e medidas preventivas mais concretas.

Sendo assim, para exemplificar e categorizar em níveis de necessidade a aplicação em função da criticidade e viabilidade de execução, a Tabela 17 apresentam as propostas de melhoria em relação à resposta dos gestores de resíduos elencada aos indicadores de acordo com os estudos propostos, e a Tabela 16 está disposto as proposições de metas de acordo com cada simbologia e cor.

Tabela 16 - Simbologia dos prazos quanto à aplicação das proposições de melhoria.

Classificação	Prazo	Cor
Curto prazo	Até 2 anos	
Médio prazo	2 - 5 anos	
Longo prazo	5 - 10 anos	

Fonte: Autor (2025)

Tabela 17 - Proposição de Melhorias.

Dimensão dos Indicadores	Deficiência	Proposta de Melhoria	Farol de Implantação
Social	Deficiência na divulgação de boas práticas e campanhas educativas	Intensificação da comunicação e engajamento da população por meio de campanhas educativas e informativas (ex.: como segregar resíduos na fonte geradora).	
	Falta de incentivo à inovação e desenvolvimento de novas práticas de gestão de RCD.	Estabelecimento de parcerias com universidades e setor privado para fomentar inovação e boas práticas.	
Cultural	Falta de um sistema estruturado para cadastro e monitoramento dos aspectos da gestão municipal de RCD.	Implementar um plano de registro para o acompanhamento de informações relacionadas à gestão de RCD no SNIS, incluindo anos anteriores.	

	Falta de identificação de técnicas de construção que minimizem a geração de RCD.	Desenvolver um manual com melhores práticas construtivas para reduzir desperdício e facilitar a reciclagem.	
Econômica	Ausência de reaproveitamento de materiais ou recuperação energética do RCD.	Criar parcerias público-privadas para financiar projetos de reaproveitamento e incentivar a reutilização por meio de benefícios fiscais e linhas de crédito para empresas que adotem essas práticas.	
	Falta de transparência nos encargos administrativos relacionados à gestão de RCD.	Criar um sistema de transparência financeira para otimizar os recursos municipais e buscar parcerias para dividir custos operacionais.	
Ambiental	Número de autuações de órgãos fiscalizadores, em função do descarte irregular de RCD.	Aumentar a fiscalização ambiental e fortalecer as penalidades para infrações associadas aos critérios socioeconômicos.	

	Definição do servidor público responsável pela fiscalização do local de armazenamento, durante a execução do projeto, ou seu substituto.	Fortalecer a fiscalização ambiental e a capacitação dos responsáveis pela operação do local.	
Política	Fiscalização insuficiente da execução do plano durante a execução das atividades.	Implementar na Lei n.º 824/2012 que exijam fiscalização periódica e proporcional ao tamanho do projeto.	
	Falta de atendimento pleno às exigências legais e normas técnicas nas etapas de implementação do plano.	Criar mecanismos de auditoria internas e externas, para garantir que todas as exigências legais e normativas sejam integralmente seguidas.	

3 Fonte: Autor (2025).

Sendo assim, é importante propor melhorias, e esta está também relacionado ao aproveitamento do RCD. Aproveitar os Resíduos da Construção e Demolição (RCD) é uma prática crescente na construção civil e uma oportunidade significativa para o reaproveitamento de materiais. O uso de RCD reciclado em camadas de base e sub-base para pavimentação, concretos, argamassas, e até pré-moldados tem se mostrado eficaz em diversas pesquisas e cidades, como São Paulo e Belo Horizonte (BRASILEIRO, 2015). A aplicação de RCD em pavimentação asfáltica, por exemplo, tem mostrado viabilidade técnica, embora possa aumentar os custos devido ao maior consumo de ligante. Além disso, é importante garantir que os RCDs sejam corretamente analisados quanto a sua composição química, para evitar impactos ambientais, como lixiviação de substâncias tóxicas (BRASILEIRO, 2015).

Em cidades brasileiras, como São Paulo, a reciclagem de RCD já é amplamente aplicada em pavimentação, e em Belo Horizonte, a prática é usada em base para pavimentação e argamassas. A reciclagem dos RCD é vantajosa não apenas pela redução de resíduos em aterros, mas também pela redução da necessidade de exploração de recursos naturais, como seixo e areia (BRASILEIRO, 2015).

O uso de agregados reciclados, no entanto, apresenta desafios, especialmente em misturas asfálticas. Pesquisas indicam que o agregado reciclado pode ser utilizado em substituição ao natural, com boas propriedades mecânicas, mas com custos elevados devido à maior necessidade de ligante. Pesquisas indicam que o uso de RCD em asfaltos é vantajoso, mas o impacto ambiental relacionado ao armazenamento, como o risco de lixiviação, exige cuidado na análise e controle dos resíduos (BRASILEIRO, 2015).

Esses exemplos de aproveitamento de RCD são importantes para um modelo mais sustentável de construção civil, mas também sublinham a necessidade de uma infraestrutura eficiente para coleta, transporte e fiscalização desses materiais reciclados. Além disso, políticas públicas mais robustas e a implementação de tecnologias para monitoramento são fundamentais para garantir a eficácia dessas práticas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa sobre a gestão e aproveitamento dos resíduos da construção e demolição (RCD) em Ouro Preto revela um panorama desafiador, mas com boas perspectivas para o futuro. A aplicação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e as diretrizes do PIGIRS demonstram que a cidade tem avançado na regulamentação e elaboração de planos de gerenciamento, como a Lei Municipal nº 824. No entanto, as falhas na fiscalização e no monitoramento eficaz, sobretudo em relação aos pequenos e grandes geradores de RCD, ainda comprometem a aplicação prática da legislação e do gerenciamento adequado desses resíduos.

A fiscalização, que deveria ser robusta e eficaz, enfrenta lacunas, com diferentes setores distribuindo responsabilidades que não são totalmente integradas. A ausência de um controle sistemático, especialmente no transporte e na destinação de resíduos, aponta para a necessidade urgente de otimizar o processo de fiscalização. O Controle de Transporte de Resíduos (CTR), embora uma exigência legal, nem sempre é aplicado de maneira eficaz, o que compromete a transparência e a eficiência da gestão pública na área.

Apesar dessas limitações, os exemplos de aproveitamento dos RCD, como sua aplicação em pavimentação, produção de concretos e pré-moldados, mostram que há um enorme potencial para reciclagem desses materiais. Cidades como São Paulo e Belo Horizonte têm mostrado bons resultados na utilização de agregados reciclados, especialmente para pavimentação de vias, o que evidencia que a prática é tecnicamente viável. No entanto, é necessário maior incentivo, investimentos em infraestrutura e fiscalização mais rigorosa para que o uso de RCD seja efetivo em Ouro Preto.

Finalmente, a utilização de RCD reciclado nas obras de pavimentação e outros setores de construção civil pode trazer benefícios significativos em termos de sustentabilidade ambiental e redução de custos. Para que isso seja realidade em Ouro Preto, é imprescindível que a cidade fortaleça o controle sobre o cumprimento das leis já vigentes e incentive a capacitação técnica dos profissionais envolvidos no gerenciamento dos resíduos. A reciclagem e reaproveitamento de RCD é uma

oportunidade valiosa, tendo em vista o cenário atual, mas seu sucesso depende da implementação eficiente da fiscalização em relação as práticas de gestão de resíduos sólidos de construção civil e demolição no município de Ouro Preto.

REFERÊNCIAS

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10004: Resíduos sólidos - Classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ABRELPE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2022. São Paulo, 2023. Disponível em: https://abrelpe.org.br/panorama/. Acesso em: 18 mar. 2025.

AGÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL DE OURO PRETO (Adop). Ouro Preto cresce com diversificação econômica e PIB dispara com aumento de 154% em relação a 2020. Disponível em: https://adop.org.br/noticia/363/ouro-preto-cresce-com-diversificacao-economica-e-pib-dispara-com-aumento-de-154-em-relacao-a-2020. Acesso em: 08 mar. 2025.

ANGELIS NETO et al. ICTR. UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO COMO ALTERNATIVA TECNOLÓGICA PARA IMPLANTAÇÃO DE INFRA-ESTRUTURA URBANA. Florianópolis – SC, CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA EM RESÍDUOS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 2004.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente - Conama. Resolução Conama n° 307, de 5 de julho de 2002. Diário Oficial da União, Brasília.

BRASIL. Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – IPHAN. Conjuntos Urbanos Tombados, Ouro Preto (MG), 2014. Portal IPHAN, Brasília.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 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. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 3 ago. 2010. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm. Acesso em: 08 mar. 2025.

BRASILEIRO, L. L.; MATOS, J. M. E. Revisão bibliográfica: reutilização de resíduos da construção e demolição na indústria da construção civil. Cerâmica, v. 61, n. 358, p. 178–189, jun. 2015.

CAVALCANTE, L. A. S.; RUFO, R. C.; PICANÇO, A. P. Avaliação de Impactos Ambientais de uma Área Utilizada para Descarte de Resíduos de Construção Civil e Demolição na Cidade de Palmas-TO. 2024. Disponível em: https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/17388. Acesso em: 02 out. 2024

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 17 jul. 2002. Disponível em: https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/servicosambientais/resolucoes-conama/resolucao-conama-no-307-2002. Acesso em: 08 mar. 2025.

Hoornweg, Daniel; Bhada-Tata, Perinaz. 2012. What a Waste: A Global Review of Solid Waste Management. Urban development series;knowledge papers no. 15. © World Bank, Washington, DC. Disponível em: https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/17388. Acesso em: 02 out. 2024.

IBRAM – INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO. Gestão de Resíduos da Construção Civil: desafios e oportunidades. Brasília, DF, 2021. Disponível em: https://www.ibram.org.br/publicacoes. Acesso em: 08 mar. 2025.

JOHN, V.M. Pesquisa e Desenvolvimento de Mercado para Resíduos. RECICLAGEM E REUTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS COMO MATERIAIS DE CONSTRUCAO CIVIL. São Paulo, 1996. Anais. São Paulo, Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 1997. p. 21-30.

JOHN, V.M; AGOPYAN, V. Reciclagem de resíduos da construção. São Paulo, Seminário – Reciclagem de Resíduos sólidos e Domiciliares, 2000. Disponível em: http://www.reciclagem.pcc.usp.br/entulho/artigos/fatos%20e%20números/artigo%201%20John20CETESB.pdf. Acesso em: 26 ago. 2024.

MARQUES NETO, J. C. Gestão dos resíduos de construção e demolição no Brasil. São Carlos -SP: RiMa, 2005.

MINAS GERAIS. Decreto nº 45.181, de 19 de setembro de 2009. Regulamenta a Política Estadual de Resíduos Sólidos. Diário Oficial do Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 21 set. 2009. Disponível em: https://www.almg.gov.br/legislacao. Acesso em: 08 mar. 2025.

MINAS GERAIS. Lei nº 18.031, de 12 de janeiro de 2009. Dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos e dá outras providências. Diário do Executivo - Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 13 jan. 2009. Disponível em: https://www.almg.gov.br/legislacao. Acesso em: 08 mar. 2025.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Política Nacional de Resíduos Sólidos: diretrizes e instrumentos para sua implementação. Brasília, DF, 2019. Disponível em: https://www.gov.br/mma. Acesso em: 08 mar. 2025.

MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL. Ação civil pública contra o loteamento Residencial Vila Rica em Ouro Preto. 2024. Disponível em: https://www.mpf.mp.br/mg/saimprensa/docs/2024/MPFMGACPriscopatrimoniomundialloteamentoVilaRicaOuroPreto.pdf. Acesso em: 17 mar. 2025.

MONTEIRO, Jose Henrique Penido. Manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos. Rio de Janeiro: IBAM, 2001.

NUNES, K.R.A.; MAHLER, C.F.; VALLE, R.; NEVES, C. (2007) Evaluation of investments in recycling centres for construction and demolition wastes in Brazilian municipalities. Waste Management, v. 27, n. 11, p. 1531-1540.

OURO PRETO. Câmara Municipal. Lei nº 824, de 21 de dezembro de 2012. Institui o Sistema de Gestão Sustentável dos Resíduos da Construção Civil e dos Resíduos Volumosos. Disponível em: https://sgm.ouropreto.mg.gov.br/arquivos/norma_juridica/NJ_txt(13563).html.Acesso em: 23 ago. 2024.

OURO PRETO. Decreto Executivo nº 6.999, de 2011. Institui o Núcleo Permanente de Gestão de Resíduos da Construção Civil no Município de Ouro Preto.

Ouro Preto, MG, 2011. Disponível em: https://www.ouropreto.mg.gov.br/pages/leis-cmop.php. Acesso em: 08 mar. 2025.

OURO PRETO. Lei Complementar nº 29, de 1º de novembro de 2006. Institui o Plano Diretor do Município de Ouro Preto. Ouro Preto, MG, 2006. Disponível em: https://www.ouropreto.mg.gov.br/static/lc-29-2006-plano-diretor.pdf. Acesso em: 08 mar. 2025.

OURO PRETO. Lei Complementar nº 93, de 2011. Dispõe sobre normas para o parcelamento, uso e ocupação do solo no município de Ouro Preto. Ouro Preto, MG, 2011. Disponível em: https://ouropreto.mg.gov.br/static/arquivos/menus_areas/LC%20Municipal%2093%202011%20Normas%20para%20o%20parcelamento.pdf. Acesso em: 08 mar. 2025.

PREFEITURA DE OURO PRETO. Estudo sobre a economia ouro-pretana é divulgado pela Prefeitura. Disponível em: https://www.ouropreto.mg.gov.br/noticia/2442. Acesso em: 08 mar. 2025.

PREFEITURA DE OURO PRETO. Ouro Preto está em 1º lugar no ranking de geração de empregos na região. Disponível em: https://www.ouropreto.mg.gov.br/noticia/3220. Acesso em: 08 mar. 2025.

SANTOS, Eder Carlos Guedes dos. Aplicação de resíduos de construção e demolição reciclados (RCD-R) em estruturas de solo reforçado. 2007. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007. doi:10.11606/D.18.2007.tde-10042007-110106. Acesso em: 2024-10-04.

SÃO PAULO. Secretaria do Meio Ambiente. Reutilização e Reciclagem.

TORRES, Levi. Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição. Reciclagem de materiais de construção: uma opção sustentável. São Paulo, 2011. Disponível em: https://abrecon.org.br/artigos/reciclagem-de-materiais-de-construcao-uma-opcao-sustentavel. Acesso em: 26 ago. 2024.

APÊNDICE A – OFÍCIO SOLICITAÇÃO DE DADOS PARA SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE DE OURO PRETO – MG

1. Identificação e caracterização dos grandes geradores de resíduos sólidos de construção civil e demolição (RCC):

- Quantidade de empresas cadastradas como grandes geradores.
- Atividades desenvolvidas por essas empresas.
- Volume médio de resíduos gerados mensalmente.

2. Controle de pequenos geradores:

- Quais mecanismos, registros ou controles existem para monitorar pequenos geradores de RCC no município?

3. Destinação dos resíduos sólidos de construção civil:

- Destinos finais atualmente utilizados (aterros licenciados, reciclagem, reuso, entre outros).
- Operadores responsáveis pelo transporte e tratamento desses resíduos.

4. Fiscalização:

- Quais os setores responsáveis pela fiscalização das práticas de armazenamento, transporte e destinação dos RCC?
- Como se dá o processo de monitoramento (vistorias, uso de tecnologias, emissão de relatórios etc.)?

5. Penalidades aplicadas:

- Sanções ou penalidades previstas e aplicadas para o armazenamento e destinação inadequados dos RCC.
- Exemplos de autuações realizadas nos últimos dois anos (se possível).

6. Relatórios e documentos:

- Relatórios recentes que detalhem a gestão e monitoramento desses resíduos.
- Dados quantitativos sobre geração, coleta, transporte, reciclagem e disposição final de RCC.

7. Normas e diretrizes locais:

- Cópia de normativas ou leis municipais específicas que regulam o gerenciamento de RCC.
- Protocolos ou guias locais de boas práticas para a gestão de RCC.

8. Outras informações relevantes:

- Quaisquer estudos, levantamentos ou projetos realizados pela Prefeitura relacionados à melhoria da gestão de RCC**.**
- Indicadores de impacto ambiental associados à gestão atual desses resíduos.

APÊNDICE B – OFÍCIO SOLICITAÇÃO DE DADOS PARA ARCCOP

1. Identificação da Empresa

Nome da empresa:

Endereço:

Responsável pelo preenchimento:

Cargo do respondente:

2. Caracterização do Aterro e da Infraestrutura

- Qual é a capacidade máxima do aterro para resíduos da construção civil (RCC)?
- Qual tempo de previsão de funcionamento do aterro (vida útil)?
- Quais tipos de resíduos da construção civil são recebidos?
- Quais são as principais fontes dos resíduos recebidos (ex.: obras públicas, privadas, reformas, demolições)?
- Existe algum critério de triagem e seleção dos resíduos recebidos?
- Quais equipamentos e tecnologias são utilizados para o gerenciamento, tratamento e descarte dos RCCs?

3. Políticas Públicas e Legislação

- Quais legislações ambientais e municipais regulam as atividades do aterro?
- A empresa enfrenta dificuldades para cumprir as normativas legais ou possui sugestão de alteração de alguma norma em vigor? Se sim, quais?
- Existem incentivos municipais para a reciclagem e reaproveitamento de RCCs?

4. Fluxo de Resíduos e Desafios

- Como é feito o controle da entrada e saída dos RCCs no aterro?
- Existe algum sistema de rastreamento ou documentação dos resíduos recebidos?
- Quais os principais desafios enfrentados na gestão dos RCCs em Ouro Preto?

- Existe algum gargalo no fluxo de RCCs que compromete a eficiência da gestão?

5. Reciclagem e Sustentabilidade

- A empresa realiza algum tipo de reciclagem ou reaproveitamento dos RCCs? Se sim, quais?
- Existe demanda para materiais reciclados oriundos dos RCCs na região?
- Quais são os principais desafios para ampliar a reciclagem e reaproveitamento de RCCs?
- Existem parcerias com empresas ou iniciativas para estimular a economia circular dos RCCs?

6. Efetividade da Gestão e Propostas de Melhoria

- Como a empresa avalia a efetividade da gestão dos RCCs em Ouro Preto (1 - muito ineficaz, 5 - muito eficaz)?
- Quais indicadores de gestão de RCCs são utilizados pela empresa?
- Quais sugestões a empresa tem para melhorar a gestão dos RCCs no município?

7. Observações Finais

- Outros comentários ou sugestões relevantes para a pesquisa.