

**INSTITUTO FEDERAL
DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA**
Minas Gerais
Campus Bambuí

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DE MINAS GERAIS - CAMPUS BAMBUÍ
MESTRADO PROFISSIONAL EM SUSTENTABILIDADE E TECNOLOGIA
AMBIENTAL

Ravena Glicéria Noll Diniz

**ANÁLISE DO GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DE CONSTRUÇÃO
E DEMOLIÇÃO DA CIDADE DE BETIM-MG**

Bambuí-MG

2024

RAVENA GLICÉRIA NOLL DINIZ

**ANÁLISE DO GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DE CONSTRUÇÃO
E DEMOLIÇÃO DA CIDADE DE BETIM-MG**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto Federal de Minas Gerais - *Campus* Bambuí para obtenção do título de Mestra Profissional em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental.

Orientador: Carlos Fernando Lemos.

Linha de pesquisa: Planejamento e Gestão Ambiental.

Projeto estruturante: Gestão de Águas, Efluentes e Resíduos Sólidos.

Bambuí-MG

2024

Catálogo na Fonte Biblioteca IFMG - Campus Bambuí

D585a Diniz, Ravena Glicéria Noll.
Análise do gerenciamento dos resíduos sólidos de construção e
demolição da cidade de Betim-MG. / Ravena Glicéria Noll Diniz. –
Bambuí, 2024.
121 f.: il.; color.

Orientador: Carlos Fernando Lemos.
Dissertação (Mestrado) - Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de Minas Gerais – Campus Bambuí, MG, Curso Mestrado
Profissional em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental, 2024.

1. Reciclagem. 2. Sustentabilidade. 3. Gestão degradadas. I. Lemos,
Carlos Fernando. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia
de Minas Gerais – Campus Bambuí, MG. III. Título.

CDD 628.44

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS
Campus Bambuí
Diretoria de Pesquisa, Inovação e Pós-Graduação
Seção de Pós-Graduação
Av. Professor Mário Werneck, 2590 - Bairro Buritis - CEP 30575-180 - Belo Horizonte - MG
37 3431 4900 - www.ifmg.edu.br

PARECER Nº 2

FICHA DE APROVAÇÃO

Dissertação de Mestrado, intitulada “**Gerenciamento de resíduos sólidos de construção e demolição da cidade de Betim-MG**”, de autoria da mestranda em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental, **Ravena Glicéria Noll Diniz**, sob a orientação do prof. Dr. Carlos Fernando Lemos, aprovada pela Banca Examinadora de Defesa, em 26/03/2024, com a média de 81,3 pontos.

Bambuí (MG), 26 de março de 2024.



Documento assinado eletronicamente por **Donizete dos Reis Pereira, Usuário Externo**, em 27/03/2024, às 09:42, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Ricardo Carrasco Carpio, Professor**, em 27/03/2024, às 20:58, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Ravena Glicería Noll Diniz, Usuário Externo**, em 28/03/2024, às 09:12, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Carlos Fernando Lemos, Usuário Externo**, em 28/03/2024, às 16:25, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Gustavo Augusto Lacorte, Professor**, em 08/04/2024, às 16:14, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site <https://sei.ifmg.edu.br/consultadocs>

"O futuro dependerá daquilo que fazemos no presente."

(Mahatma Gandhi)

RESUMO

Apesar das políticas ambientais estabelecidas na Eco 92, sediada no Rio de Janeiro em 1992, houve poucos avanços desde então. O setor da construção civil, embora fundamental para a economia nacional, é reconhecido como um grande gerador de impactos ambientais devido ao uso desenfreado de recursos naturais e à produção significativa de resíduos. A pesquisa destaca a usina de reciclagem da cidade de Betim- MG, gerida pela ECOS como um exemplo de sustentabilidade, convertendo grandes volumes de entulho em matéria-prima útil para a cidade. O estudo adotou uma abordagem de pesquisa aplicada, descritiva e exploratória, combinando métodos quantitativos e qualitativos, por meio de estudo de caso realizado na Usina de Reciclagem de Resíduos Sólidos da Construção - RSCD - no Município de Betim, localizado na região metropolitana de Belo Horizonte, Minas Gerais. A pesquisa foi organizada em forma de artigos, abordando diferentes aspectos relacionados aos RSCD. Os capítulos incluem uma revisão sistemática das alternativas para reduzir os impactos ambientais dos RSCD; uma análise do gerenciamento dos resíduos da construção em Betim; uma avaliação do cenário atual da usina de reciclagem sob a perspectiva financeira, ambiental e social; o potencial teórico de geração de recicláveis na coleta seletiva de RSCD; e, por fim, um manual técnico de gerenciamento de usinas públicas de reciclagem de RSCD. Como resultados, a pesquisa revelou diferentes alternativas pra tratamento dos resíduos, além de demonstrar a gestão destes na cidade de Betim, e os resultados dos últimos cinco anos, em que a usina reciclou aproximadamente 150.000 toneladas de entulho, transformando o agregado reciclado em cobertura de estradas rurais. A usina não se mostrou viável financeiramente sob o atual modelo de gestão, registrando um saldo mensal negativo de R\$1.948.486,89. No entanto, ao se considerar os aspectos ambientais e sociais, sua relevância para a sociedade e o meio ambiente fica evidente. A pesquisa ainda destacou a importância de se implementar o Plano Teórico de Geração de Recicláveis (PTGR) em paralelo com o ciclo PDCA, para aprimorar a gestão de resíduos em Betim, MG. E, por fim, foi elaborado como produto técnico-tecnológico um Manual Técnico de Gestão baseado no *Project Management Body of Knowledge* (PMBOK), que irá contribuir com diretrizes de gestão de projeto para melhoria em seus processos.

Palavras-chave: Reciclagem. Sustentabilidade. Gestão. Usina.

ABSTRACT

Despite the environmental policies established at Eco 92, based in Rio de Janeiro in 1992, there has been little progress since then. The construction sector, although fundamental to the national economy, is recognized as a major generator of environmental impacts due to the unrestrained use of natural resources and the significant production of waste. The research highlights the recycling plant in the city of Betim-MG managed by ECOS as an example of sustainability, converting large volumes of rubble into useful raw materials for the city. The study adopted an applied, descriptive and exploratory research approach, combining quantitative and qualitative methods, through a case study carried out at the Construction Solid Waste Recycling Plant – (RSCD) in the Municipality of Betim, located in the metropolitan region of Belo Horizonte, Minas Gerais. The research was organized in the form of articles, addressing different aspects related to CSR. The chapters include a systematic review of alternatives to reduce the environmental impacts of CSR, an analysis of construction waste management in Betim, an assessment of the current scenario of the recycling plant from a financial, environmental and social perspective, the theoretical generation potential of recyclables in the selective collection of CSR and finally a technical manual for managing public CSR recycling plants. As a result, the research demonstrated different alternatives for waste treatment, in addition to demonstrating waste management in the city of Betim, and the results of the last five years, where the plant recycled approximately 150,000 ts of rubble, transforming the recycled aggregate into roofing material. rural roads, the plant did not prove to be financially viable under the current management model, recording a negative monthly balance of R\$ 1,948,486.89. However, when considering environmental and social aspects, its relevance for society and the environment becomes evident. The research also highlighted the importance of implementing the Theoretical Plan for Generation of Recyclables (PTGR) in parallel with the PDCA cycle to improve waste management in Betim, MG. And finally, as a technical technological product, it prepared a Technical Management Manual based on the Project Management Body of Knowledge (PMBok) that will contribute with project management guidelines to improve its processes.

Keywords: Recycling. Sustainability. Management. Plant.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma das etapas da RSL.....	22
Figura 2 - Mapa de Betim, região metropolitana de Belo Horizonte-MG	49
Figura 3 - Usina de reciclagem de resíduos sólidos da construção civil em Betim-MG.....	52
Figura 4 - Processo da usina utilizando modelo VSM (<i>Value Stream Mapping</i>)	53
Figura 5 - Coleta de RSCD pelos municípios do Brasil (2021).....	62
Figura 6 - Coleta de RSDC pelos municípios do Brasil/por regiões (2021)	62
Figura 7 - GPC (Geração per capita anual total) X PTGR (Potencial teórico de recicláveis anual) X DG (Déficit da geração de resíduos em toneladas anuais).....	67
Figura 8 - Usina de reciclagem em Betim.....	93
Figura 9 - Área de recebimento de entulho da usina.....	95

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Receita anual/ mensal da usina.....	54
Tabela 2 - O potencial teórico de resíduos recicláveis (PTGR) 2022 e 2023.....	66

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Critérios adotados para a pesquisa.....	23
Quadro 2 - Perguntas da pesquisa.....	23
Quadro 3 - Descrição das bases de dados e dos métodos utilizados na pesquisa	24
Quadro 4 - Strings de busca da pesquisa	25
Quadro 5 - Critérios de inclusão	25
Quadro 6 - Critérios de exclusão	26
Quadro 7 - Critérios de qualidade	26
Quadro 8 - Campos de critérios de qualidade	27
Quadro 9 - Campos de critérios de extração	27
Quadro 10 - Artigos finais selecionados	29

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABRECON - Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais

AM - *ante meridiem*, Antes do Meio-dia

ATT - Área de Triagem e Transbordo

BIM - *Building Information Modeling*

BNDES - Banco do Brasil e Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

CPTI - Cooperativa de Pesquisas Tecnológicas Industriais

DGR - Déficit de Geração de Resíduo

ECOS - Empresa de Construções, Obras, Serviços, Projetos, Transporte e Trânsito
eq. - equação

FEAM - Fundação Estadual do Meio Ambiente

GPC - Geração Per Capita

GPU - Geração Produzida na Usina

hab. - Habitantes

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IFMG - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais

MG - Minas Gerais

MPSTA - Mestrado Profissional em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental

MTR - Manifesto de Transporte de Resíduos

m. - metro

m³. - metro cúbico

m². - metro quadrado

ODS - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

ONU - Organização das Nações Unidas

PBQP-H - Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat

PDCA - *Plan, Do, Check, Action*

PEV - Pontos de Entrega Voluntária

PIB - Produto Interno Bruto

PM - *post meridiem*, Depois do Meio-dia

PMB - Prefeitura Municipal de Betim

PMGIRS - Plano Municipal de Resíduos Sólidos

PMI - *Project Management Institute*

PMBOK - *Project Management Body of Knowledge*

PNRS - Política Nacional de Resíduos Sólidos

PP - população

PTGR - Potencial Teórico de Geração de Recicláveis

PTT - Produto Técnico-Tecnológico

RCC - Resíduo de Construção Civil

RSCD - Resíduos Sólidos de Construção Civil e de Demolição

SMA - Secretaria de Meio Ambiente

SINAPI - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil

TBL - *Triple Botton Line*

t. - toneladas

URPV - Unidades de Recolhimento de Pequeno Volumes

URRCC - Usina de Reciclagem de Resíduos da Construção Civil

VSM - (*Value Stream Mapping*) RSL Revisão Sistemática de Literatura

UVR - Unidade de Valorização de Recicláveis

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
1.1 ESTRATÉGIAS DE APRESENTAÇÃO DO TRABALHO DE DISSERTAÇÃO	15
2 JUSTIFICATIVA	17
3 OBJETIVOS	18
3.1 Objetivo geral	18
Analisar a gestão dos resíduos sólidos da construção civil e da demolição em Betim-MG destinados à usina de reciclagem.....	18
3.2 Objetivo específicos	18
4 CAPÍTULO I	19
ALTERNATIVAS PARA REDUZIR OS IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELOS RESÍDUOS SÓLIDOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO - UMA REVISÃO SISTEMÁTICA.	19
4.1 RESUMO	19
4.2 ABSTRACT	20
4.3 INTRODUÇÃO	21
4.4 METODOLOGIA	22
4.5 ESTRATÉGIA DE BUSCA	23
4.5.1 Perguntas de pesquisa	23
4.5.2 Bases de dados e métodos de pesquisa	24
4.5.3 Critérios de inclusão	25
4.5.4 Critérios de exclusão	26
4.5.5 Critérios de Qualidade	26
4.5.6 Campos do formulário de qualidade	26

4.5.7	Extração de informações.....	27
4.6	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	27
4.6.1	Processo de Seleção das Publicações.....	27
4.7	CONCLUSÃO.....	32
4.8	REFERÊNCIAS.....	33
5	CAPÍTULO II.....	35
	ESTUDO DE CASO: ANÁLISE DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO (RSCD) NO MUNICÍPIO DE BETIM - MG.....	35
5.1	RESUMO	35
5.2	ABSTRACT	36
5.3	INTRODUÇÃO	37
5.4	METODOLOGIA.....	38
5.5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
5.6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	42
5.7	REFERÊNCIAS.....	43
6	CAPÍTULO III.....	46
	ESTUDO DE CASO: ESTUDO DO CENÁRIO ATUAL DA USINA DE RECICLAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO NO MUNICÍPIO DE BETIM/MG.....	46
6.1	RESUMO	46
6.2	ABSTRACT	47
6.3	INTRODUÇÃO	48
6.4	METODOLOGIA.....	49
6.5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	51
6.6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	55
6.7	APÊNDICE	56
6.8	REFERÊNCIAS.....	57
7	CAPÍTULO IV	59
	RELATÓRIO TÉCNICO-CIENTÍFICO DO POTENCIAL TEÓRICO DE GERAÇÃO DE RECICLÁVEIS NA COLETA SELETIVA DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO NO MUNICÍPIO DE BETIM/MG.....	59
7.1	RESUMO	59
7.2	ABSTRACT	60
7.3	INTRODUÇÃO	61
7.4	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	62
7.5	METODOLOGIA.....	63

7.6	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	65
7.7	CONCLUSÕES.....	68
7.8	REFERÊNCIAS.....	69
8	CAPÍTULO V.....	70
	PRODUTO TÉCNICO: MANUAL TÉCNICO DE GERENCIAMENTO DE USINAS PÚBLICAS DE RECICLAGEM DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO.....	70
8.1	APRESENTAÇÃO.....	78
8.1.1	Manual Técnico.....	78
8.1.2	Usina de Reciclagem em Betim-MG.....	78
8.1.3	Objetivo.....	79
8.1.4	Instrumentos Normativos.....	80
8.1.5	Plano Municipal de Resíduo Sólido.....	80
8.1.6	Classificação dos Resíduos.....	81
8.2	PLANEJAMENTO DO PROJETO DA USINA.....	81
8.2.1	Termo de Abertura da Usina.....	81
8.3	PLANO DE GERENCIAMENTO DO PROJETO DA USINA.....	83
8.4	ESCOPO.....	85
8.5	ATIVIDADES.....	86
8.6	GERENCIAMENTO DE CUSTOS.....	89
8.7	GERENCIAMENTO DOS RECURSOS.....	91
8.8	COMUNICAÇÃO.....	93
8.9	AQUISIÇÕES.....	95
8.10	REFERÊNCIAS.....	97
9	CONCLUSÃO.....	98
10	REFERÊNCIAS.....	99
11	ANEXOS.....	102

1. INTRODUÇÃO

As discussões sobre sustentabilidade têm se intensificado no meio científico e nas organizações. Mas, em termos gerais, o quanto esses debates têm sido efetivamente eficazes no tratamento dos resíduos sólidos, especialmente os da construção e demolição?

Em 1992, houve a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento Sustentável, também conhecida como Cúpula da Terra, Eco-92 ou Rio-92, sediada pelo Brasil no Rio de Janeiro. Na ocasião, foram estabelecidas políticas de responsabilidade ambiental em uma agenda que pouco avançou nos últimos 30 anos (BRASIL, 1995).

O setor da construção civil é um dos que mais contribuem com o PIB nacional, de forma relevante. Entretanto, segundo Nunes *et al.* (2020), tem sido identificado como um dos principais causadores de impactos ambientais. Isso se deve tanto ao consumo expressivo de recursos naturais não renováveis quanto à considerável geração de resíduos, cujo destino nem sempre é adequadamente gerenciado.

De acordo com Zanett *et al.* (2015), a disposição inadequada dos Resíduos da Construção e Demolição (RCD) provoca diversos problemas ambientais. Entre eles, o assoreamento de rios e entupimento da drenagem urbana, além de servir de pretexto para o depósito irregular de outros resíduos não inertes, propiciando o aparecimento e a multiplicação de vetores de doenças.

Em 2002, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) aprovou a Resolução 307/2002, que se tornou o principal instrumento de diretrizes para os municípios brasileiros efetivarem a gestão ambiental adequada dos resíduos da construção civil.

O CONAMA 307/2002 classifica os resíduos da construção e demolição (RCD) em quatro classes: A, B, C e D. Como fonte alternativa para reduzir os impactos ambientais causados por esses resíduos, uma das opções para o tratamento dos resíduos tipo classe A é a reciclagem. Nesse contexto, Cardoso *et al.* (2014) propõem que a destinação a ser dada ao RCD deve priorizar a reciclagem e a reutilização, gerando renda para o responsável por esse processo.

Para tanto, alguns municípios já implantaram usinas públicas de reciclagem com pontos de coleta em suas regionais, seguindo as diretrizes do CONAMA 307/2002.

O cenário de estudo foi o município de Betim, Minas Gerais (MG), localizado a 30 quilômetros de Belo Horizonte, na região metropolitana do Estado. Betim é um dos municípios da Região Sudeste com maior crescimento urbanístico e o quinto mais populoso do Brasil, com aproximadamente 450 mil habitantes (IBGE, 2020). A cidade possui uma das maiores taxas de crescimento do estado de Minas Gerais e também números expressivos de resíduos sólidos. Segundo o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Betim (PMGIRS), em 2014, foi gerado um total de 82.152.120 kg/ano. Estima-se que, do total de resíduos gerados no município, no período de 1997 a 2014, 23% são resíduos sólidos da construção, demolição e reforma (PMGIRS, 2015).

A usina de reciclagem, objeto da pesquisa, é gerida pela Empresa de Construções, Obras, Serviços, Projetos, Transporte e Trânsito (ECOS). Criada em 2018, a ECOS assumiu a responsabilidade de gerir as políticas públicas municipais que, antes, eram realizadas por secretarias e empresas municipais. Um dos principais motivos para sua fundação foi desburocratizar o serviço público e proporcionar maior eficiência na prestação desses serviços (ECOS, 2019).

Em 2019, a ECOS, em sua unidade de Betim, transformou 33.600 toneladas de entulhos de construção e demolição em matéria-prima para a manutenção de vias públicas rurais e pavimentação asfáltica em mais de 30 bairros da cidade (ECOS, 2020).

De acordo com o PMGRS (2015), o manejo dos RCD em Betim, assim como na maioria das cidades brasileiras, não vem propiciando um manejo adequado dos Resíduos de Construção e Demolição/Resíduo de Construção Civil, tampouco vem seguindo a Resolução do CONAMA nº 307 e as normas da ABNT (BRASIL, 2015).

1.1 ESTRATÉGIAS DE APRESENTAÇÃO DO TRABALHO DE DISSERTAÇÃO

Esta pesquisa utilizou o método de pesquisa aplicada, de natureza descritiva e exploratória, com abordagem quantitativa e qualitativa, por meio de um estudo de caso.

O cenário de estudo foi o município de Betim, Minas Gerais (MG), localizado a 30 km de Belo Horizonte, na região metropolitana. Betim é um dos municípios da Região Sudeste com maior crescimento urbanístico e o quinto mais populoso do Brasil, com aproximadamente 450 mil habitantes (IBGE, 2020).

Para atingir o objetivo da pesquisa, foi realizada, primeiramente, uma revisão sistemática da literatura para referenciar o estudo em questão, com foco nas alternativas para minimizar os impactos causados pelos RCD.

Conforme Marconi e Lakatos (2017), o método quantitativo-descritivo tem como finalidade o delineamento ou a análise das características de fatos ou fenômenos, a avaliação de programas ou o isolamento de variáveis principais ou chave.

Na revisão sistemática do artigo 1, foi utilizada a metodologia qualitativa descritiva de levantamento bibliográfico. Para compor o estudo, foram considerados artigos de periódicos e anais, trabalhos de conclusão de curso de graduação e *stricto sensu*.

Os artigos 2 e 3 utilizaram o método de pesquisa aplicada, de natureza descritiva, com abordagem qualitativa, por meio de estudo de caso.

Foram realizados levantamentos de campo, com visitas periódicas à empresa ECOS para coleta dos dados necessários à pesquisa e análise da gestão dos resíduos e do processo de produção e reciclagem. Ainda, foi elaborado um questionário para análise da gestão e implantação da usina, direcionado aos atores diretamente relacionados à investigação.

Diante disso, conforme indicado na introdução, esta pesquisa foi estruturada em forma de artigos. Portanto, nas subseções seguintes, é apresentada a metodologia de cada artigo:

- a) **CAPÍTULO I:** Alternativas para reduzir os impactos ambientais causados pelos resíduos sólidos de construção e demolição - uma revisão sistemática.
- b) **CAPÍTULO II:** Estudo de caso: análise do gerenciamento de resíduos sólidos de construção e demolição (RSCD) no município de BETIM-MG.
- c) **CAPÍTULO III:** Estudo de caso: estudo do cenário atual da usina de reciclagem de resíduos sólidos da construção no município de Betim/MG.
- d) **CAPÍTULO IV:** O Potencial Teórico de Geração de Recicláveis (PTGR) na coleta seletiva de resíduos sólidos da construção e demolição (RSCD) no município de Betim/MG.
- e) **CAPÍTULO V:** Manual Técnico de Gerenciamento de Usinas Públicas de Reciclagem de Resíduos de Construção e Demolição.

2 JUSTIFICATIVA

Quando se trata de desenvolvimento sustentável, é necessário buscar o equilíbrio entre os interesses econômicos, a preservação dos recursos ambientais e a qualidade de vida. Segundo Cruz e Marques (2014), os governos locais devem promover uma gestão pública eficiente e buscar melhorias no desempenho econômico.

Para obter vantagem competitiva no mercado em um cenário de mudanças ambientais e crescente conscientização popular, a sustentabilidade vem adaptando métodos com o objetivo de minimizar os impactos humanos no meio ambiente. Isso se dá por meio da harmonização dos elementos econômicos, sociais e ambientais, que, juntos, formam o tripé da sustentabilidade.

O pilar ambiental, de acordo com Ribas (2017), refere-se à capacidade de uma organização de se pautar na busca por realizar seus processos produtivos e oferecer serviços e bens sustentáveis a preços competitivos.

Dessa forma, a gestão pública tem um papel fundamental no equilíbrio entre a eficiência na gestão dos recursos e investimentos públicos e privados e a promoção da garantia de um meio ambiente saudável para as atuais e futuras gerações.

Para Cavalcanti e Silveira (2016), o gerenciamento de projetos consiste na aplicação de conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas para atender aos objetivos do projeto. Portanto, a aplicação de ferramentas de gestão na usina de reciclagem aumenta suas chances de sucesso.

Segundo o *Project Management Institute* (PMI), o *Project Management Body of Knowledge* (PMBOK) engloba métodos tradicionais comprovadamente bem-sucedidos que são aplicados na gestão de projetos em sua plenitude, bem como práticas inovadoras que estão surgindo para se realizar uma gestão eficaz.

Nesse contexto, a pesquisa visa adaptar os processos do PMBoK à realidade dos serviços públicos na usina de reciclagem em Betim, com o objetivo de tornar viável seu funcionamento. Para isso, foram utilizadas ferramentas de gestão de projetos e processos e da engenharia de produção, para estimar o custo de operação da usina e definir sua viabilidade econômica, demonstrando o potencial da reciclagem. A pesquisa também busca cumprir as Legislações, Acordos Internacionais e Normas destinadas a esse fim.

Além disso, esta pesquisa gerou um produto técnico denominado Manual Técnico de Gerenciamento de Usinas Públicas de Reciclagem de Resíduos de Construção e Demolição, com o objetivo de colaborar com a eficiência na gestão pública da Usina em Betim.

As hipóteses abordadas para alcançar os objetivos da pesquisa foram: “como é feita a gestão dos resíduos sólidos da construção em Betim e da usina de reciclagem?”; “existem opções para reduzir os impactos ambientais causados pelos resíduos da construção civil?”; “qual o atual cenário da usina sob os aspectos financeiro, ambiental e social?”; “qual o potencial teórico dos resíduos da construção civil?”; “qual a possibilidade de melhoria na gestão da usina?”.

A pesquisa e o desenvolvimento são fundamentais para o crescimento sustentável de qualquer organização. Dito isso, incentivar a adoção de técnicas eficazes de gerenciamento dos RCD é uma ação que reduz os impactos ambientais causados por esses resíduos, além de garantir a eficiência da gestão. Isso assegura que o fator econômico não seja menosprezado, promovendo a sustentabilidade econômica da usina no processo de reciclagem.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Analisar a gestão dos resíduos sólidos da construção civil e da demolição em Betim-MG destinados à usina de reciclagem.

3.2 Objetivo específicos

Para alcançar este objetivo, foram necessários realizar os seguintes objetivos específicos:

- a) Elaborar uma revisão sistemática sobre RSCD com foco na minimização dos impactos causados por esses resíduos;
- b) Realizar análise dos RSCD da gestão dos RSCD no município;
- c) Mapear o processo de produção da Usina definindo pontos de partida e final das atividades em todas as fases utilizando o modelo VSM - mapeamento do fluxo de valor - ferramenta do *Lean Manufacturing*;
- d) Realizar análise de viabilidade econômica da usina;
- e) Elaborar um relatório técnico do potencial de geração dos resíduos da construção;
- f) Elaborar um guia para gestão de projetos baseado no PMBoK.

4 CAPÍTULO I

ALTERNATIVAS PARA REDUZIR OS IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELOS RESÍDUOS SÓLIDOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO - UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

4.1 RESUMO

Apesar de sua importância para a sociedade, a indústria da construção civil foi responsável por impactos ambientais significativos em seu processo produtivo, desde a extração de matérias-primas até a disposição inadequada dos resíduos no meio ambiente. O objetivo desta pesquisa foi analisar os impactos ambientais dos Resíduos Sólidos da Construção e Demolição - RSCD - no Brasil e elencar tecnologias para redução e reutilização desses resíduos. O método utilizado foi abordagem qualitativa descritiva de levantamento bibliográfico com literatura nacional, publicada no período de 2013 a 2023, utilizando o protocolo de revisão de literatura - RSL - e o *software* Start para auxiliar na extração dos trabalhos. Como resultados, foram encontrados 18 artigos que corresponderam aos critérios de seleção e qualidade definidos durante a execução do protocolo de revisão sistemática de literatura, os quais trouxeram análises dos RSCD, assim como alternativas de minimizar os impactos causados ao meio ambiente. Como justificativa acadêmica, este estudo pretende contribuir com discussões teóricas sobre o tema gerenciamento de resíduos na construção civil e seus impactos ao meio ambiente no meio científico, além de propor alternativas para redução e incentivar a não geração dos RSCD.

Palavras-chave: Tecnologia na construção civil. Reciclagem. BIM. PBQP-H. CONAMA 307.

4.2 ABSTRACT

Despite its importance to society, the construction industry has been responsible for significant environmental impacts in its production process, from the extraction of raw materials to the improper disposal of waste in the environment. The aim of this research was to analyze the environmental impacts of solid construction and demolition waste in Brazil and to identify technologies for reducing and reusing this waste. The method used was a descriptive qualitative approach to a bibliographic survey of national literature published between 2013 and 2023, using the RSL literature review protocol and Start software to help extract the papers. As a result, 18 articles were found, which correspond to the selection and quality criteria defined during the execution of the systematic literature review protocol, which brought analysis of CSR as well as alternatives to minimize the impacts caused to the environment. As an academic justification, this study aims to contribute to theoretical discussions on the subject of construction waste management and its impacts on the environment in the scientific environment.

Keywords: Technology in civil construction. Recycling. BIM, PBQP-H. CONAMA 307.

4.3 INTRODUÇÃO

Segundo Simão *et al.* (2019), a Construção Civil desempenha um papel de grande importância, envolvendo um conjunto de atividades importantes para a economia, pois contribui de maneira substancial para o desenvolvimento econômico e social do País; porém, é um dos setores que mais degradam o meio ambiente. Devido ao crescimento urbanístico nas últimas décadas, a geração de resíduos provenientes das atividades do setor tem se tornado questões de debates para reduzir os impactos causados por esses resíduos. Segundo Teixeira, Teixeira e Rocha (2020), o setor de construção civil é um dos maiores da economia mundial, empregando cerca de 7% da população em idade produtiva, com gastos anuais de mais de 10 trilhões de dólares em bens e serviços relacionados à atividade.

Apesar de sua importância econômica e do crescimento urbano acelerado, o setor da construção é um dos que mais degradam o meio ambiente em toda sua cadeia de produção. Souza (2021) cita que, mediante processos de urbanização acelerados e aumento da população nas cidades, o mundo se coloca entre debates sobre como reverter ou mitigar os impactos provenientes do desenvolvimento dos centros urbanos.

De acordo com Hammes, Souza e Rodriguez (2021), o esgotamento de matérias-primas proporcionou um processo de conscientização ambiental nas organizações empresariais por uma busca de produtos e processos considerados ambientalmente corretos.

Devido a isso, o setor da construção civil possui um papel importante na busca por práticas sustentáveis. Furuya e Oliveira (2018) relatam que o setor da construção civil exige cada vez mais a adoção de práticas sustentáveis, desde o início e planejamento de uma obra até o período de inauguração e funcionamento.

O descarte inadequado dos RSCD pode levar a sérios problemas, como poluição do solo e da água, desenvolvimento de doenças e ameaças à vida na Terra, especialmente para as gerações futuras.

A disposição inadequada dos RSCD provoca assoreamento de rios e entupimento da drenagem urbana, além de servir de pretexto para o depósito irregular de outros resíduos não inertes, propiciando o aparecimento e a multiplicação de vetores de doenças (ZANETT *et al.*, 2015).

Devido ao exposto, pretende-se, com esta revisão, explorar o tema Resíduos Sólidos da Construção Civil e algumas alternativas para tratamento e redução da geração destes. Como justificativa acadêmica, este estudo pretende contribuir com discussões teóricas e práticas sobre o tema gerenciamento de resíduos na construção civil no meio científico. Para este estudo, foi adotada a metodologia de revisão sistemática.

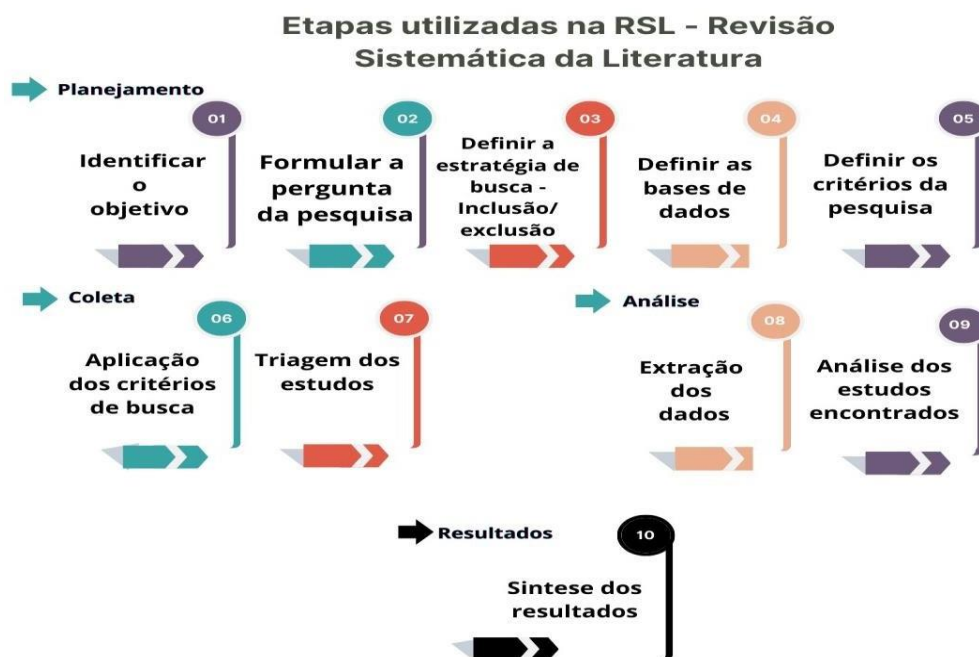
4.4 METODOLOGIA

A pesquisa utilizou a metodologia de abordagem qualitativa descritiva de levantamento bibliográfico, sendo que, para isso, foi utilizada como técnica a revisão sistemática. Para compor este estudo, foram considerados os seguintes materiais: artigos de periódicos e anais, trabalhos de conclusão de curso de graduação e *stricto sensu*.

A priori, foi feito, seguindo as diretrizes da RSL - Revisão Sistemática de Literatura - o protocolo para um melhor planejamento desta revisão. O documento foi executado no *software Word*, da *Microsoft*, e depois foi passado para o programa *START*, indicado pelo professor Valdick, para organizar a RSL.

Todas as etapas seguiram o fluxograma elaborado a partir das fases de planejamento, coleta, análise e resultados. Na Figura 1, estão descritas as estratégias utilizadas designando cada uma delas.

FIGURA 1 - FLUXOGRAMA DAS ETAPAS DA RSL



4.5 ESTRATÉGIA DE BUSCA

A estratégia de busca foi realizada para organizar o trabalho e ter uma visão detalhada dos objetivos da pesquisa, seguindo os passos descritos abaixo:

4.5.1 Perguntas de pesquisa

As perguntas da pesquisa foram: “Quais os impactos causados pelo RSCD e quais as alternativas para reduzi-los?”

Essa RSL é derivada da definição dos elementos apresentados no Quadro 1.

QUADRO 1 - CRITÉRIOS ADOTADOS PARA A PESQUISA

Critérios	Descrição
População	Produção científica sobre os RSCD.
Intervenção	Leitura e análise dos RSCD, seus impactos e alternativas para esses impactos.
Controle	Artigos que contenham análise dos RSCD, gestão desses e elencam alternativas para redução dos impactos ambientais.
Resultado	Alternativas para minimizar os impactos causados pelos RSCD.
Contexto de Aplicação	Com o crescimento do setor da construção civil, tornam-se necessários estudos que tragam alternativas para reduzir ou mitigar os impactos causados pelos RSCD.

Fonte: Elaborado por Diniz R.G.N, 2023.

O Quadro 2 apresenta a(s) pergunta(s) de pesquisa desta RSL:

QUADRO 2 - PERGUNTAS DA PESQUISA

Pergunta	Descrição da Pergunta
P1	Quais impactos os RSCD causam ao meio ambiente?
P2	Como realizar a gestão adequada desses resíduos?
P3	Qual alternativa para reduzir esses impactos?

Fonte: Elaborado por Diniz R.G.N., 2023.

4.5.2 Bases de dados e métodos de pesquisa

O Quadro 3, abaixo, descreve as bases de dados e os métodos empregados na pesquisa.

QUADRO 3 - DESCRIÇÃO DAS BASES DE DADOS E DOS MÉTODOS UTILIZADOS NA PESQUISA

Métodos de pesquisa de fontes	Serão consideradas fontes disponíveis via WEB. exclusivamente em bases de dados científicas, a pesquisa se dará através de busca de palavras chaves pesquisadas em portais de busca de artigos, teses, dissertação e periódicos. Serão consideradas as Strings encontradas em títulos, resumos e palavras chaves nas bases de dados pesquisadas. Após análise dos resumos e verificando a coerência, metodologia e objetivo, este, será selecionado para leitura em sua totalidade, e após será aceito ou rejeitado conforme os critérios de inclusão e exclusão definidos nessa pesquisa.
Bases a serem pesquisadas	Scopus; Web of Science; Scielo; doaj directory of open access journals; Scirus; Science Direct; Capes Periódcos; Google Academic;
Idiomas	Português e inglês (desde que seja páginas do Brasil)
String de busca	Resíduos Sólidos da construção e demolição Impactos dos RSC Usinas de reciclagem dos resíduos da construção Agregados reciclados da construção e demolição Tecnologias aplicadas a gestão de resíduos da construção civil
Definição de tipos de estudos	Este estudo define os tipos de estudos primários que serão selecionados durante a execução da revisão sistemática com abordagem quantitativa descritiva. Foi elaborado a partir de uma revisão de literatura nacional disponibilizadas em periódicos. Tal levantamento fio feito seguindo os protocolos do Software START .

Fonte: Elaborado por Diniz R.G.N, 2023.

O Quadro 4 descreve as *strings* de busca adaptadas para cada Base de Dados pesquisada:

QUADRO 4 - STRINGS DE BUSCA DA PESQUISA

Base de dados	String Adaptada/Utilizada	Filtros e tipo de busca
Scopus	Resíduos Sólidos da construção e demolição Usinas de reciclagem dos resíduos da construção Agregados reciclados da construção e demolição Tecnologia aplicadas a gestão de resíduos da construção civil	Não foram aplicados filtros, somente utilizados o campo buscar aplicando a string.
Web of Science	Resíduos Sólidos da construção e demolição Usinas de reciclagem dos resíduos da construção Agregados reciclados da construção e demolição Tecnologia aplicadas a gestão de resíduos da construção civil	Não foram aplicados filtros, somente utilizados o campo buscar aplicando a string.
Scielo	Resíduos Sólidos da construção e demolição Usinas de reciclagem dos resíduos da construção Agregados reciclados da construção e demolição Tecnologia aplicadas a gestão de resíduos da construção civil	Não foram aplicados filtros, somente utilizados o campo buscar aplicando a string.
doaj directory of open access journals	Resíduos Sólidos da construção e demolição Usinas de reciclagem dos resíduos da construção Agregados reciclados da construção e demolição Tecnologia aplicadas a gestão de resíduos da construção civil	Não foram aplicados filtros, somente utilizados o campo buscar aplicando a stringS,
Capes Periódicos;	Resíduos Sólidos da construção e demolição Impactos ambientais do Resíduos Sólidos da construção e demolição Usinas de reciclagem dos resíduos da construção Agregados reciclados da construção e demolição Tecnologia aplicadas a gestão de resíduos da construção civil	Foi utilizado o campo buscar aplicando a strings, Foram aplicados filtros ano de 2013 a 2023, Idioma Inglês e Português e coleção das bases de Web of Science; Scielo; doaj directory of open access journals
Google Acadêmico;	Resíduos Sólidos da construção e demolição Impactos ambientais do Resíduos Sólidos da construção e demolição Usinas de reciclagem dos resíduos da construção Agregados reciclados da construção e demolição Tecnologia aplicadas a gestão de resíduos da construção civil	Foi utilizado o campo buscar aplicando a strings, foram aplicados filtros ano de 2013 a 2023, Idioma Inglês e Português

Fonte: Elaborado por Diniz R.G.N., 2023.

4.5.3 Critérios de inclusão

Os critérios de inclusão dos estudos objeto de pesquisa são apresentados no Quadro

5:

QUADRO 5 - CRITÉRIOS DE INCLUSÃO

Critério	Descrição do Critério de Inclusão
C11	Serão incluídos trabalhos que realizaram análise dos RSCD.
C12	Serão incluídos trabalhos publicados e disponíveis integralmente nas bases científicas buscadas.
C13	Serão incluídos trabalhos que tragam alternativas para reduzir os impactos ambientais dos RSCD.
C14	Serão incluídos trabalhos escritos no período de 2013 a 2023.
C15	Serão incluídos trabalhos escritos sobre reciclados agregados.
C15	Automatically classified by SCAS.

Fonte: Elaborado por Diniz R.G.N., 2023

4.5.4 Critérios de exclusão

Os critérios de exclusão dos estudos objeto de pesquisa são apresentados no Quadro 6:

QUADRO 6 - CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO

Critério	Descrição do Critério de Exclusão
CE1	Serão excluídos trabalhos que não apresentam resumo/abstract.
CE2	Serão excluídos trabalhos que não estejam nas linguagens português ou inglês.
CE3	Serão excluídos trabalhos que não foram escritos nos últimos 10 anos.
CE4	Serão excluídos trabalhos que não tenham coerência com o tema.
CE5	Serão excluídos trabalhos que não contenham as palavras-chaves em seu resumo.
CE6	Serão excluídos trabalhos que não sejam do Brasil
CE7	Automatically classified by SCAS

Fonte: Elaborado por Diniz R.G.N., 2023

4.5.5 Critérios de Qualidade

Os critérios de qualidade dos estudos recuperados são apresentados no Quadro 7:

QUADRO 7 - CRITÉRIOS DE QUALIDADE

Critério	Descrição do Critério de Qualidade
CQ1	Os métodos aplicados foram descritos de forma objetiva?
CQ2	O texto foi escrito com coerência?
CQ3	Houve análise de gestão dos resíduos sólidos?
CQ4	Explicitou técnicas para redução ou reaproveitamento dos RSCD?

Fonte: Elaborado por Diniz R.G.N., 2023

4.5.6 Campos do formulário de qualidade

Critérios de qualidade adotados nesta RSL apresentados no Quadro 8:

QUADRO 8 - CAMPOS DE CRITÉRIOS DE QUALIDADE

Coerência do texto	Sim, Não
Coesão textual	Sim, Não
A análise dos RSCD foi feita de forma objetiva	Sim, Não
Elencou os impactos ambientais causados pelos RSCD	Sim, Não
Trouxe opções de tecnologia para reduzir ou reaproveitar os RSCD	Sim, Não

Fonte: Elaborado por Diniz R.G.N., 2023

4.5.7 Extração de informações

Após realizada a seleção primária dos artigos, iniciou-se a extração das informações relevantes ao tema proposto.

Nesta seção, os critérios e resultados foram analisados por meio da leitura do resumo e conclusão dos trabalhos. Os campos de critério de extração estão presentes no Quadro 9.

QUADRO 9 - CAMPOS DE CRITÉRIOS DE EXTRAÇÃO

Campo	Tipo	Conteúdo
Metodologia	Text	
Objetivo coerente com o tema	Pick on list	{Sim, Não}
Análise dos Resultados	Text	
Houve análise de impactos dos RSCD	Pick on list	{Sim, Não}
Trouxe de forma coerente as alternativas para redução ou reutilização dos RSCD	Pick on list	{Sim, Não}
Elencou leis ou normativas de tratamentos do RSCD	Pick on list	{Sim, Não}
Houve análise de dados	Pick on list	{Sim, Não}

Fonte: Elaborado por Diniz R.G.N., 2023

4.6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.6.1 Processo de Seleção das Publicações

Em primeiro momento, foi elaborado o protocolo para formulação dos objetivos da revisão sistemática, dentro do qual foram criadas as *strings* de busca com o tema RSCD.

Após, realizou-se a busca em cada base de dados, exportando-se os arquivos, no modo BIBtex, para uma pasta específica atribuída a cada base de dados. Após salvar os arquivos em suas respectivas pastas, estes foram exportados para a ferramenta *Start*, para auxiliar no processo de qualificação e extração.

Considerando-se as *strings* de busca, foi encontrado um total de 839 trabalhos disponíveis nas bases de dados citadas no protocolo.

Na etapa de seleção, inicialmente, foram analisados os títulos de cada estudo. Como as *strings* apresentavam as palavras impactos ambientais, tecnologia, resíduos, usinas, reciclagem e construção civil, 634 trabalhos foram rejeitados por tratarem de temas que não agregariam informação a essa revisão e por não preencherem os critérios de seleção descritos no protocolo. Por exemplo, houve a exclusão de trabalhos escritos há mais de 10 anos, trabalhos que não são nacionais ou aqueles que não possuem palavras-chaves das *strings*.

Além dos artigos mencionados no parágrafo acima, 95 artigos eram duplicados. Considerou-se, também, o *Automatically Classified*; logo, 729 artigos foram excluídos na primeira fase de qualificação, não passaram, assim, para a etapa subsequente. Para a fase de extração, foram considerados 110 trabalhos.

Nessa fase, foram lidos os resumos e conclusões, etapa denominada fase de extração, onde houve um refinamento na seleção dos artigos analisando-se os critérios de qualidade, exclusão e inclusão novamente. Para isso, foi utilizado o *software Start*, analisando-se os critérios de seleção e de qualidade manualmente, respondendo aos critérios e criando números de *Score* no próprio *software*.

Foram avaliados os que atendiam ao maior número de critérios. Esse relatório é criado através do *Start*, que gera um arquivo em formato *Excel*, para melhor visualização dos resultados.

Dessa forma, para realizar a leitura, foi feita a separação dos trabalhos com maior número de *scores* e disposição dos argumentos dos autores nesses trabalhos. Além disso, foi avaliada com muito critério a qualidade dos trabalhos, e, ao final, obtivemos 87 trabalhos rejeitados e 23 artigos aceitos.

A próxima fase demandou a leitura completa dos artigos para avaliar a qualidade dos estudos e extrair as informações nessa etapa. Foi possível observar trabalhos escritos com mesmo propósito e abordagens similares; por esse motivo, 6 foram descartados, e optou-se por trabalhar com 17 artigos escolhidos para compor a construção final desta investigação, conforme exposto no Quadro 10, abaixo.

QUADRO 10 - ARTIGOS FINAIS SELECIONADOS

ID Paper	Title	Authors	Status/Selection
1	Sustentabilidade ambiental urbana: análise da influência da vegetação em parâmetros ambientais.	Meiry Helen Sousa Bordim - Regina Marcia Longo - Bruno Sousa Bordim	Accepted
2	Análise bibliométrica das publicações em quatro eventos científicos sobre gestão de resíduos sólidos urbanos a partir da Política Nacional de Resíduos Sólidos – Lei nº 12.305/2010	Estela Cristina Bonjardim -Raquel da Silva Pereira - Eliana Vileide Guardabassio	Accepted
3	Análise comparativa do levantamento de quantitativos entre o método manual e a plataforma bim	Renan Caminha Marinho	Accepted
4	Utilização do método fuzzy topsis para avaliação de alternativas de reciclagem dos resíduos sólidos da construção civil: utilização do método fuzzy topsis para avaliação de alternativas de reciclagem dos resíduos sólidos da construção civil	Deoclécio Júnior Cardoso - Diogo Daniel Görgen Kogler - Julia Tontini - Antonio Vanderlei dos Santos- Julio Cezar Mairesse Silulo	Accepted
5	O reconhecimento das certificações ambientais no setor da construção civil	Danielle Elis Garcia Furuya - Michelle Taís Garcia Furuya - Rodrigo Coladello De Oliveira	Accepted
6	POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS: perspectivas de cumprimento da Lei 12.305/2010 nos municípios brasileiros, municípios paulistas e municípios da região do ABC	Maria Helena Scalabrin Cardoso Gomes - Edenis Cesar Oliveira - Luis Paulo Bresciani - Raquel da Silva Pereira	Accepted
7	A gestão de resíduos da construção civil no município de Sorocaba-SP	Daniel Bertoli Gonçalves	Accepted
8	Avaliação da geração de resíduos de construção civil (RCC) no processo de assentamento cerâmico	L. P. GUIMARÃES1, M. GIANEZINI2, V. M. BRISTOT3, Y. B. EMERIM4 e M. L. F. GUIMARÃES	Accepted
9	Avaliação de desempenho da logística reversa no setor da construção civil	Gabriela Hammes - Eduarda Dutra de Souza - Carlos Manuel Taboada Rodriguez	Accepted
10	Uso de indicadores na gestão dos resíduos sólidos urbanos: uma proposta metodológica de construção e análise para municípios e regiões	Suellen Silva Pereira - Rosires Catão Curi - Wilson Fadlo Curi	Accepted
11	Serviços de resíduos sólidos à luz da política pública de universalização da Lei n. 12.305/ 2010: um estudo de caso	Christopher Abreu Ravagnani - José Carlos de Oliveira	Accepted
12	Percepção Socioambiental dos Moradores sobre a Disposição Inadequada de Resíduos da Construção Civil (RCC) de um Bairro em Expansão na cidade de Sobral/CE	Rennan Liberato Rodrigues - Ana Lúcia Feitoza Freire Pereira - Francisco Amílcar Moreira Junior	Accepted
13	Análise dos impactos ambientais causados pelos resíduos sólidos de construção e demolição em conceição do almeida – BA	Izáira Cunha Santana	Accepted
14	A Densidade e Evolução Urbana como Ferramentas de Planejamento Urbano Sustentável: O Caso em Primavera do Leste - MT, Brasil	Maria Lívia Resende Souza - Gustavo Macedo de Mello Baptista	Accepted
15	Estudo Prospectivo Sobre Inteligência Artificial Aplicado ao Setor da Construção Civil	Fabio dos Santos Teixeira - Paulo dos Santos Teixeira - Carlos Alberto Machado da Rocha	Accepted
16	Resíduos sólidos da construção civil	Gabriela Candeo Zanetti - Karen Staquecini Martines - Maria Eunice Carvalho Tosello - Rebeca Delatore Simões	Accepted
17	Análise comparativa do levantamento de quantitativos entre o método manual e a plataforma bim	RENAN CAMINHA MARINHO	Accepted

Fonte: Elaborado por Diniz R.G.N., 2023.

Em seus estudos, Bordim, Longo e Bordim (2022) relataram que, com o início dos processos de industrialização, ocorreram as modificações estruturais gerais, formando novos municípios e dando início às áreas urbanizadas, o que acelerou a degradação ambiental. Diante desse contexto, foi observada uma variedade de pensamentos críticos quanto à aceleração do processo industrial e dos espaços urbanos, causando grandes impactos ambientais.

Apesar desse pensamento crítico, alguns autores como Bonjardim, Pereira e Guardabassio (2018) defendem que a continuidade do setor da construção até os nossos dias foi fundamental para o desenvolvimento socioeconômico, embora tenha intensificado a poluição e a devastação ambiental.

O setor da construção civil é um dos que mais contribuem com o PIB nacional, de forma relevante. Porém, segundo Gonçalves (2016), apesar da inegável importância, tem sido apontado como um dos maiores geradores de impactos ambientais, seja pelo consumo significativo de recursos naturais não renováveis, seja pela intensa geração de resíduos, cuja destinação nem sempre é adequada.

Santana (2016), em seu trabalho de conclusão de curso, cita que os impactos ambientais negativos associados aos RCD ocorrem devido à disposição irregular desses resíduos. Segundo a autora, os impactos mais comuns desses resíduos são: atração de vetores, obstrução de ruas, drenagem superficial, poluição visual e atração de outros tipos de resíduos. Por isso, faz-se necessário buscar alternativas que minimizem os impactos causados por esses resíduos.

Consoante ao exposto, o Brasil criou leis para regulamentar as tratativas dos resíduos sólidos e resíduos sólidos da construção e demolição.

Conforme Ravagnan e Oliveira (2018):

“A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei n. 12.305/2010 – marco regulatório dos serviços de resíduos sólidos no Brasil – regulamentada pelo Decreto n. 7.404/2010, consolidou princípios, objetivos e instrumentos, bem como diretrizes relativas à gestão integrada com vistas ao gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos.”

Gomes *et al.* (2013) relatam que a PNRS - Política Nacional de Resíduos Sólidos - determinou que os municípios brasileiros elaborassem e entregassem seus respectivos Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos até 2012, impondo a erradicação dos chamados “lixões” até o ano de 2014.

Em 2002, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) promulgou a Resolução n.º 307/2002, que, de acordo com Gonçalves *et al.* (2012), “é hoje o principal instrumento que norteia os municípios brasileiros para que estes possam contribuir efetivamente para uma gestão ambiental adequada dos resíduos da construção civil”.

O CONAMA 307/2002 classifica os resíduos sólidos da construção e demolição em quatro categorias: Resíduos Classe A: são aqueles reutilizáveis ou recicláveis como agregados; Classe B: são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras e gesso; Classe C: são os resíduos para os quais não foram

desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação; Classe D: são resíduos perigosos, como aqueles oriundos da construção, por exemplo, tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde.

Considerando as ideias dos autores para o tratamento dos RCD, uma das alternativas, e a mais discutida entre elas, é a reciclagem. Nesse contexto, Da Silva *et al.* (2019) afirmam que a destinação a ser dada aos RCD deve priorizar a reciclagem e a reutilização, gerando renda ao responsável por esse processo e evitando a ocupação de espaço por matéria-prima extraída da natureza.

Uma segunda alternativa da tratativa de amenizar os impactos ambientais causados por esses resíduos diz respeito ao reaproveitamento desses resíduos na própria obra. Nesse contexto, Zanetti *et al.* (2015) discorrem sobre o aproveitamento de um resíduo, uma ou mais vezes, na sua forma original, sem beneficiamento, ou seja, sem transformação física ou físico-química.

Outra opção para sanar os problemas gerados por esses resíduos seria criar indicadores ambientais, segundo Pereira, Curi e Curi (2016):

“Indicadores organizados de modo a subsidiar a tomada de decisão, por meio de diagnósticos e previsões, utilizados para a promoção de políticas específicas, como, por exemplo, a gestão dos RSU, demonstra ser um caminho indispensável para buscar a sustentabilidade ambiental urbana.”

Os avanços tecnológicos são importantes para auxiliar na resolução da problemática dos resíduos da construção civil. Diversos autores levantaram essa questão, apontando que, durante as etapas de uma obra, ocorrem desperdícios de materiais, os quais podem ter diversas causas, por exemplo, projetos mal elaborados, execução inadequada da obra ou falhas na gestão de materiais.

Em 1998, o Ministério das Cidades criou o Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H), baseado na ISO 9000, um programa para modernização das obras da construção civil.

Guimarães *et al.* (2019) definem que o objetivo do PBQPH é organizar o setor da construção civil, melhorando a qualidade do *habitat* e gerando modernização produtiva.

Uma alternativa para evitar o desperdício de material e ter uma construção sustentável é a tecnologia *Building Information Modeling* (BIM), criada para minimizar os impactos causados ao meio ambiente pelo setor da construção civil, segundo Catelani (2016).

Para a autora supracitada, a ferramenta é uma plataforma tecnológica aplicada à construção civil que possibilita modelar os projetos e detalhes das especificações das instalações ou da edificação, evitando desperdícios e custos na construção (CATELANI, 2016).

Marinho (2017) propõe que o BIM é um conjunto de políticas, processos e tecnologias que, juntos, são capazes de gerenciar, coordenar e planejar o processo de projeto de uma edificação ou instalação, além de realizar ensaios prévios de desempenho, gerenciar e armazenar informações e dados durante todo o ciclo de vida da obra, começando pela concepção até a conceituação da ideia, desenvolvimento do projeto, construção e pós-obra.

Dito isso, a pesquisa demonstrou alguns métodos de tratativas dos resíduos sólidos gerados pelo setor da construção civil para evitar a degradação do meio ambiente causada pela propagação de obras.

Porém, Rodrigues, Pereira e Moreira Junior (2017) relatam que:

“A problemática é mais intensa em obras de médio e pequeno porte, notadamente aquelas relacionadas a reformas e demolições, acima de tudo por falta de uma gestão eficiente dos órgãos fiscalizadores, bem como pela inexistência de uma cultura e consciência ambiental por parte dos construtores e população em geral.”

Portanto, tornam-se necessários mais estudos, inclusive de novas tecnologias que atendam a esse contingente, além de maior atuação de fiscalização e promoção da prática ambiental consciente.

4.7 CONCLUSÃO

A pesquisa atendeu ao objetivo proposto, explorando o tema Resíduos Sólidos da Construção Civil, com abordagem de diversos autores e demonstrando alternativas para a gestão e tratativas desses resíduos.

Atender às legislações realizando o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos é o primeiro passo para a eficácia da gestão dos RSCD e o caminho para garantir o cumprimento da agenda 2030, conforme demonstrado na pesquisa.

Para evitar a degradação do meio ambiente frente ao descarte incorreto dos RSCD, os autores citados na pesquisa reafirmam a importância de estimular a reciclagem, criar novas alternativas que reduzam a geração destes resíduos, atendendo às necessidades de consumo sem comprometer o meio ambiente e as futuras gerações, obedecendo às legislações e cumprindo as propostas da Agenda 2030 do Brasil.

4.8 REFERÊNCIAS

BONJARDIM, Estela; PEREIRA, Raquel; GUARDABASSIO, Eliana. **Análise bibliométrica das publicações em quatro eventos científicos sobre gestão de resíduos sólidos urbanos a partir da política nacional de resíduos sólidos – lei nº 12.305/2010**. Desenvolv. Meio Ambiente, São Caetano do Sul, SP, Brasil, ano 2018, v. 46, n. 10.5380, p. 313-336, 11 maio 2018.

BORDIM, Meiry Helen; LONGO, Regina; BORDIM, Bruno. **Sustentabilidade ambiental urbana: análise da influência da vegetação em parâmetros ambientais**. *Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, Campinas - SP, ano 2022, n. e19447, p. 1-24, 3 fev. 2022.

CARVALHO, P.A.P.; MOREIRA, L.G.S.L.; Barbosa, BB. **Reaproveitamento de resíduos sólidos para confecção de blocos de concreto**. *Revista Teccen*. 2019 Jul/Dez; 12 (2): 102-108.

CATELANI, Wilt Silva (Brasil). **CBIC - câmara brasileira da indústria da construção. Coletânea implementação do BIM para construtoras e incorporadoras: fundamentos BIM – v.1'**. Brasília: Gadioli Cipolla Branding e Comunicação, 2016. 117 p. Disponível em: . Acesso em: 12 abr. 2017.

DA SILVA, Deoclécio Júnior Cardoso *et al.* **Utilização do método fuzzy topsis para avaliação de alternativas de reciclagem dos resíduos sólidos da construção civil**, Santo Ângelo |, ano 2019, v. 8, n. 1, p. 100-117, 28 dez. 2019.v Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

FURUYA, Danielle; FURUYA, Michelle; OLIVEIRA, Rodrigo. **O reconhecimento das certificações ambientais no setor da construção civil**. *Colloquium :Exactarum*, [s. l.], ano 2018, v. 10, n. 10.5747, p. 203, 2018.

GOMES, Maria Helena; OLIVEIRA, Edenis; BRESCIANI, Luís; PEREIRA, Raquel. **Política nacional de resíduos sólidos: perspectivas de cumprimento da lei 12.305/2010 nos municípios brasileiros, municípios paulistas e municípios da região do abc**. *Rev. Adm. UFSM*, Santa Maria - BR, ano 2014, v. 7, n. 10.5902, ed. 1983465913026, p. 93-110, 4 mar. 2013.

GONÇALVES, D. B. **A gestão de resíduos da construção civil no município de sorocaba-sp**. REEC - Revista Eletrônica de Engenharia Civil, Goiânia, v. 11, n. 2, 2016. DOI: 10.5216/reec. V11i2.35791. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/reec/article/view/35791>. Acesso em: 19 set. 2023.

GUIMARÃES, L. P.; GIANEZIN, M.; BRISTOT, V. M.; EMERIM, Y. B.; GUIMARÃES, M. L. F. **Avaliação da geração de resíduos de construção civil (rcc) no processo de assentamento cerâmico**. HOLOS, [s. l.], ano 35, v. 3, ed. e6694, 2019.

HAMMES, Gabriela; SOUZA, Eduarda; RODRIGUEZ, Carlos Manuel T. **Avaliação de desempenho da logística reversa no setor da construção civil**. *Exacta : Engenharia de Produção*, [s. l.], ano 2021, n. 497-522, p. 1,27, 12 jul. 2021.

MARINHO, RENAN CAMINHA. **Análise comparativa do levantamento de quantitativos entre o método manual e a plataforma BIM**. Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia Civil. 2017. 97 f. Trabalho de conclusão de curso

(Graduação) - Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia Civil, [S. l.], 2017.

PEREIRA, Suellen Silva; CURI, Rosires Catão; CURI, Wilson Fadlo. **Uso de indicadores na gestão dos resíduos sólidos urbanos: uma proposta metodológica de construção e análise para municípios e regiões.** Eng. Sanit. Ambient, Campina Grande -PB, ano 2018, v. 23, n. 3, p. 471-483, 3 maio 2016.

RAVAGNAN, Christopher; OLIVEIRA, José Carlos. **Serviços de resíduos sólidos à luz da política pública de universalização da LEI N. 12.305/ 2010: um estudo de caso.** Revista Direito Ambiental e sociedade, [s. l.], ano 2018, v. 8, n. 3, p. 245-267, setembro 2018.

RODRIGUES, Rennan Liberato; PEREIRA, Ana Lúcia Feitoza Freire; MOREIRA JUNIOR, Francisco Amílcar. **Percepção socioambiental dos moradores sobre a disposição inadequada de resíduos da construção civil (RCC) de um bairro em expansão na cidade de Sobral/CE.** Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego, Campos dos Goytacazes/RJ, ano 2017, v. 1, n. 2, p. 7-18, 2017.

SANTANA, IZÁIRA CUNHA. **Análise dos impactos ambientais causados pelos resíduos sólidos de construção e demolição em conceição do almeida – BA.** Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2016. 58 p. v. 2.

SIMAO, A. dos S., ALCOFORADO, L. F., LONGO, O. C., SANTOS, D. A. dos, SANTOS, F. dos, SILVA, A. D., Menezes, C. A. G., & Junior, J. C. M. (2019). **Impactos da indústria 4.0 na construção civil brasileira/ impacts of industry 4.0 on brazilian civil construction.** *Brazilian Journal of Development*, 5(10), 19670–19685. <https://doi.org/10.34117/bjdv5n10-183>

SOUZA, Maria. **Densidade e evolução urbana como ferramentas de planejamento urbano sustentável: o caso em primavera do leste - MT, Brasil.** *Cadernos de arquitetura e urbanismo: Paranoá*. Brasília, Brasil, ano 30.2021. Density and Urban Evolution as a Sustainable Urban Planning Tools: the Case in Primavera do Leste - MT, Brazil - Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, Brasil. gmbaptista@gmail.com ORCID ID: 0000-0002-1973-2725 Recebido em 24/10/2020. Aceito em 29/03/2021., p. 1-20, 29 mar. 2021.

TEIXEIRA, Fabio; TEIXEIRA, Paulo; ROCHA, Carlos. **Estudo prospectivo sobre inteligência artificial aplicada ao setor da construção civil.** Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Belém, PA, Brasil, ano 2020, n. 10.9771, p. 1-13, 1 fev. 2020.

ZANETTI1, Gabriela Candeco; MARTINES, Karen Staquécini; TOSELLO, Maria Eunice Carvalho Tosello; SIMÕES, Rebeca Delatore. **Resíduos sólidos da construção civil.** Encontro Nacional de Ensino, Pesquisa e Extensão, Presidente Prudente, ano 2015, v. 12, ed. especial, p. 350-358, 22 out. 2015.

5 CAPÍTULO II

ESTUDO DE CASO: ANÁLISE DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO (RSCD) NO MUNICÍPIO DE BETIM - MG

5.1 RESUMO

A Eco-92 estabeleceu políticas de responsabilidade ambiental em uma agenda que pouco avançou nos últimos trinta anos. Portanto, é necessário intensificar os nossos esforços para coletar, analisar e discutir informações sobre a gestão dos resíduos sólidos de construção civil e de demolição (RSCD). Este artigo teve por objetivo diagnosticar a gestão dos RSCD em Betim-MG. A Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE) destaca a Região Sudeste como a maior geradora de resíduos sólidos da construção e demolição do Brasil, representando, aproximadamente, cinquenta por cento do total gerado no país. Este trabalho utilizou o método de pesquisa aplicada, de natureza descritiva, a partir de uma abordagem qualitativa, por meio de um estudo de caso. Os dados foram obtidos por meio de documentos internos de controle de produção da empresa ECOS e do Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos do Município de Betim - Minas Gerais (MG), no período de 2015 a 2022. Foram analisados os dados da geração de resíduos em 2015 e posteriormente à geração e reciclagem desde o funcionamento da Usina de Reciclagem de Betim, de 2018 até 2022. Constataram-se como resultados desta pesquisa que o município propôs o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Municipal, em 2015, conforme a legislação vigente, com metas que estão sendo cumpridas desde 2018. Assim, nos últimos 5 anos, reciclou aproximadamente 150.000 toneladas, transformando o agregado reciclado em cobertura de estradas rurais, fazendo valer o cumprimento da Agenda 2030, preservando o ecossistema e tornando-se cidade-modelo para outros municípios.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Agenda 2030. Responsabilidade Ambiental. Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos.

5.2 ABSTRACT

Eco-92 established policies for environmental responsibility, in an agenda that has advanced little in the last thirty years. Therefore, it is necessary to intensify our efforts to collect, analyze and discuss information about the management of solid construction and demolition waste (CSWR). This article aimed to diagnose the management of CSWR, in Betim. The Brazilian Association of Companies for Public Cleaning and Special Waste highlights the Southeast region as the largest generator of solid waste from construction and demolition in Brazil, representing approximately 50 percent of the total generated in the country. This work used the method of applied research, of a descriptive nature, from a qualitative approach, through a case study. The data were obtained through internal production control documents of the ECOS Company and the Integrated Solid Waste Management Plan of the Municipality of Betim (MG), for the period 2015 to 2022. The data of waste generation in 2015 and subsequent generation and recycling since the operation of the Betim Recycling Plant in 2018 to 2022 were analyzed. They found as results of this research that the municipality proposed the Municipal Plan of Integrated Management of Municipal Solid Waste, in 2015, according to current legislation, with goals that are being met, since 2018. Thus, in the last 5 years, it has recycled approximately 150,000 ts, transforming the recycled aggregate into rural road coverage, enforcing compliance with agenda 2030, preserving the ecosystem, and becoming a model city for other municipalities.

Keywords: Sustainability. Agenda 2030. Environmental Responsibility. Municipal Plan for Integrated Solid Waste Management.

5.3 INTRODUÇÃO

Em 2010, o Brasil gerava em torno de 33.000.000 toneladas de RSCD ao ano (ABRELPE, 2020) e, em 2021, foram gerados aproximadamente 46.000.000 (ABRELPE, 2021). O aumento progressivo da geração de resíduos sólidos de construção e demolição – RSCD - produzidos no País motiva uma série de ações por parte do governo federal. Dentre elas, podemos citar o desenvolvimento da Resolução CONAMA 307, de 05 de julho e de 2002, que estabeleceu diretrizes, normas e procedimentos para a gestão de resíduos da construção civil nos municípios (BRASIL, 2002).

O presente estudo foi realizado no município de Betim - MG, pertencente à região metropolitana. Possui uma área de 345,99 km² e população de aproximadamente 450.000 pessoas (IBGE, 2021).

Em 2015, a Secretaria do Meio Ambiente do município elaborou o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS), obedecendo às diretrizes da Resolução Conama 307, de 05 de julho de 2002, e, a partir do PMGIRS, começaram a ser implementadas ações para reduzir os impactos causados ao meio ambiente derivados dos resíduos gerados pelo setor da construção e demolição (PMGIRS, 2015).

Segundo o PMGIRS (2015) e de acordo com dados coletados em 2009, o manejo de RSCD no município, assim como na maioria das cidades brasileiras, não vinha propiciando um manejo adequado aos Resíduos de Construção e Demolição/Resíduo de Construção Civil (RCC), assim como não vinha seguindo a resolução do CONAMA n.º 307 e as normas da ABNT.

Em 2015, o município, por meio da Secretaria de Meio Ambiente, implantou 14 Unidades de Recolhimento de Pequeno Volumes (URPV), sendo que cada URPV possui, em média, três caçambas com capacidade volumétrica de 8 m³. Estima-se que cada URPV gere cerca de 3.000 toneladas de entulho/mês. Os resíduos eram recolhidos e enviados à Área de Triagem e Transbordo (ATT) da Usina de Reciclagem de Resíduos de Construção e Demolição/Resíduo de Construção Civil (PMGIRS, 2015).

O PMGIRS estabeleceu metas de reutilização e reciclagem dos RSCD em 2015, para serem alcançadas em 2020. Além disso, uma das metas do plano do município era a elaboração de legislações municipais para uma melhor gestão. Assim, em 2018, foi criada a LEI N.º 6412, DE 12 DE SETEMBRO DE 2018, que dispõe sobre a Política Municipal de Saneamento Básico (PMB, 2018).

A gestão das políticas públicas do município é realizada pela ECOS - Empresa de Construção, Obras, Serviços, Projetos, Transporte e Trânsito de Betim. Foi transformada em autarquia municipal em 2018 através da Lei 6381/2018 (CMB, 2018).

O presente estudo visa contribuir com discussões teóricas e práticas sobre o tema Resíduos de Construção e Demolição/Resíduo de Construção Civil no meio científico, além de estimular os gestores municipais a praticar a gestão dos RSCD conforme resolução do CONAMA 307, ABNT, entre outras normativas para preservar o meio ambiente, avaliando a gestão dos RSCD da cidade de Betim no período de 2015 a 2022.

Em consideração a isso, este artigo teve por objetivo diagnosticar a gestão dos RSCD destinados à usina em Betim.

5.4 METODOLOGIA

Neste trabalho, utilizou-se o método de pesquisa aplicada, de natureza descritiva, a partir de uma abordagem qualitativa, por meio de um estudo de caso. O cenário de estudo foi o município de Betim - MG, localizado a 30 km de Belo Horizonte, região metropolitana de Minas Gerais, destacando-se como um dos municípios da Região Sudeste com maior crescimento urbanístico, conforme o IBGE (2020).

Realizou-se uma leitura do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Betim, para entendimento da situação da gestão e das propostas elencadas. Na sequência, foi efetuada a coleta dos dados da geração de resíduos do ano de 2015 do PMGIRS e das metas descritas no documento para o trato dos RSDC.

Conforme Marconi e Lakatos (2017), o método quantitativo-descritivo tem como finalidade o delineamento ou a análise das características de fatos ou fenômenos, a avaliação de programas ou o isolamento de variáveis principais ou chave. Neste contexto, foi realizada a coleta dos RSCD gerados no período de 2018 a 2022 - anual, mensal e diário - com gestores da empresa ECOS - Empresa de Construções, Obras, Serviços, Projetos, Transporte e Trânsito de Betim.

Efetuoou-se um estudo de amostragem da quantidade de Resíduos da Construção Civil gerados no município de Betim entre os anos de 2015 e 2022 e da geração de RSCD e reciclagem desses resíduos entre 2018 e 2022. Após esse levantamento, foram elaborados os gráficos para melhor compreensão dos dados, os quais foram tratados utilizando-se recursos da estatística descritiva: média e porcentagem, para posterior comparação entre os resíduos gerados no período de 2015 a 2022.

5.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

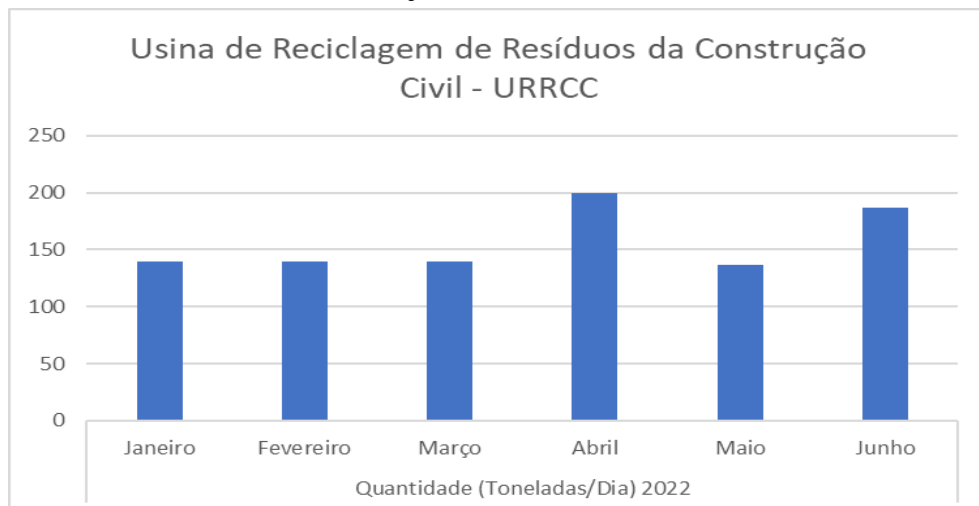
De acordo com o Panorama da ABRELPE (2021), em 2021, houve um aumento dos RSCD gerados no Brasil de 5,5% em relação ao ano anterior. Em todo o país, foram recolhidos cerca de 47 milhões de toneladas por ano, sendo que o Sudeste tem percentual de 34% desse total, gerando cerca de 24 milhões de resíduos por ano.

O município de Betim apresenta números expressivos de resíduos sólidos. De acordo com o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Betim - PMGIRS, em 2014, foi gerado um total de 82.152.120 kg/ano. Estima-se que, do total de resíduos gerados no município no período entre 1997 e 2014, 23% são RSCD (PMGIRS, 2015).

A Prefeitura Municipal de Betim - PMB, para colocar a usina em funcionamento, precisou adquirir novos equipamentos, pois, apesar de ter sido montada em 2011, a usina nunca havia funcionado até 2018. Ainda segundo a prefeitura, ela possuía problemas, como subdimensionamento dos equipamentos e erros em sua montagem (ECOS, 2018).

Segundo o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Betim (PMGIRS), em 2015, período em que ainda não havia a prática de reciclagem no município, foram geradas cerca de 103 toneladas por dia de RSCD, sendo que, em 2022, a usina passou a receber uma média de 150 toneladas por dia para reciclagem.

Gráfico 1 – Controle de produção diária da usina referente aos meses de janeiro a junho de 2022



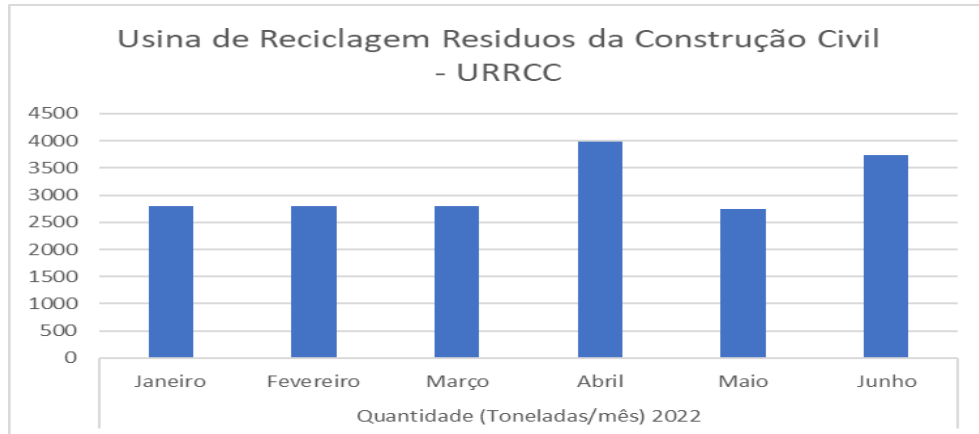
Fonte: PMB adaptado por Diniz R.G.N., 2022

O cálculo da média considerou 20 dias de produção mensal devido às paradas por ocasião de manutenções preventivas e corretivas, assim como eventos sazonais.

No levantamento de janeiro a julho de 2022, a média de demanda foi de 150

toneladas/dia considerando 20 dias/mês de trabalho na usina, totalizando, aproximadamente, 3.000 toneladas/ mês. Com esta média mensal, em 12 meses, teremos 36.000 toneladas geradas na cidade de Betim - MG.

Gráfico 2 – Controle de produção mensal da usina referente aos meses de janeiro a junho de 2022

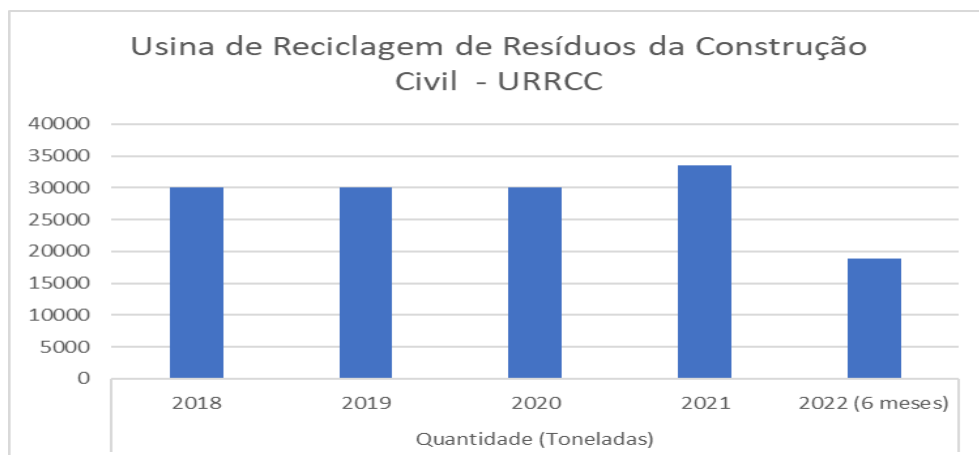


Fonte: PMB adaptado por Diniz R.G.N., 2022

A prefeitura de Betim, através da Empresa ECOS, desde 2018 realiza abrigamento dos RSCD gerados no município. Começou com capacidade de reciclar 2.500 toneladas e, em 2021, estava realizando a britagem média de 2.800 toneladas/mês.

A usina possui capacidade máxima de britagem com potencial de aumento da produção, assim como do recolhimento dos RSCD.

Gráfico 3 – Controle de produção anual da usina, desde a sua inauguração até 2022



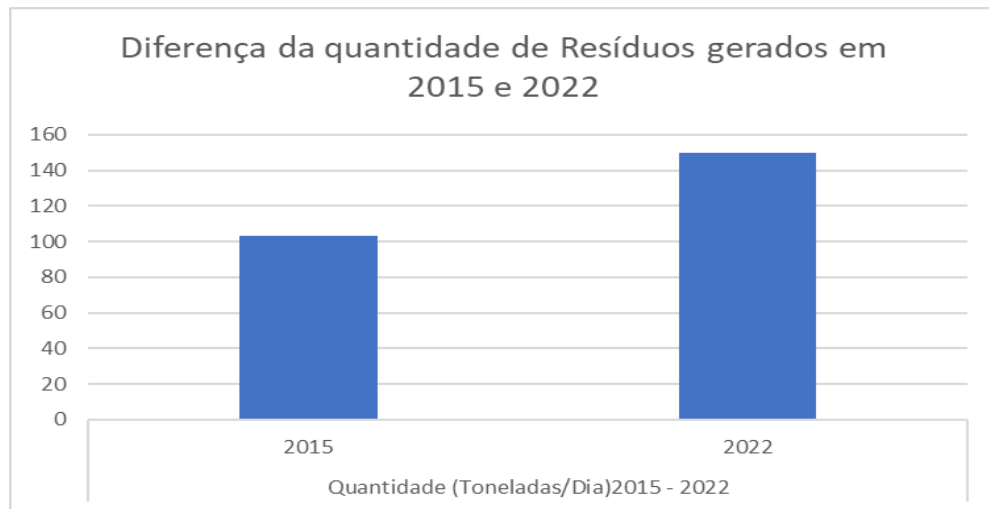
Fonte: PMB adaptado por Diniz R.G.N., 2022

Segundo o DSA/ECS, a Usina de Reciclagem de Resíduos da Construção Civil-

URRCC, da cidade de Betim-MG, em 2018, reciclou 30.000 toneladas por ano na sua capacidade máxima e, em 2022, atingiu 33.000 toneladas por ano, com previsão de aumento de acordo com a demanda aplicada.

Os RSCD diários gerados entre 2015 e 2022 representam um percentual de aumento de 45,63% num intervalo de apenas 7 anos, com uma média de 6,5% de aumento anual, como exposto na Figura 15.

Gráfico 4 – RSCD gerados entre 2015 e 2022 na cidade de Betim- MG



Fonte: PMB adaptado por Diniz R.G.N, 2022

Se previrmos uma média percentual de 2022 a 2030, com o ramo da construção mantendo a escala de produção dos últimos 7 anos, teremos um aumento de 52% de RSDC na cidade de Betim, o que indica uma necessidade de manter a usina em funcionamento para evitar que esses resíduos sejam destinados de forma incorreta, causando danos ao meio ambiente.

A cidade de Betim se destaca na gestão dos resíduos sólidos fazendo cumprir as metas do PGRS. Desde 2015, a prefeitura já retirou de possíveis aterros clandestinos e “bota-fora”, em média, 250.000 toneladas de resíduos sólidos no período de 7 anos. Até 2030, podemos estimar o dobro desse valor, ou seja, serão no mínimo 520.000 toneladas dispostas de forma correta, sem degradar o meio ambiente (ECOS, 2018).

Enfatiza-se que a construção civil é um dos setores que mais degradam o meio ambiente, impactando a biodiversidade, poluindo a atmosfera, reduzindo as reservas hídricas e, principalmente, gerando resíduos, sobretudo, quando a obra não é feita com planejamento adequado (Laruccia, 2014).

Para evitar a degradação do meio ambiente frente ao descarte incorreto dos RSCD, a geração destes resíduos deve atender às necessidades de consumo sem comprometer o meio

ambiente e as futuras gerações, obedecendo às legislações e cumprindo as propostas da Agenda 2030 do Brasil. Conforme Gnecco (2018), novas tecnologias vêm avançando para minimizar tais impactos ambientais, como a tecnologia BIM, em inglês, *Building Information Modeling*. Porém, a ferramenta ainda se posiciona como uma tecnologia com um preço alto, pois o *software* BIM custa, em média, R\$1.400,00/mês cada licença, além da necessidade de contratar uma consultoria para implantação e utilização. Logo, as pequenas empresas e proprietários de imóveis – que vão demolir, construir ou reformar – ainda não têm acesso a tecnologias como o BIM, e esse público representa uma grande parcela de geradores de resíduos (Autodesk, 2022).

A ferramenta é uma plataforma tecnológica aplicada à construção civil que possibilita modelar os projetos e detalhes das especificações das instalações ou da edificação, evitando desperdícios e custos na construção (CATELANI, 2016).

Marinho (2017) propõe que o BIM é capaz de gerenciar e armazenar informações e dados durante todo o ciclo de vida da obra, desde a concepção e conceituação da ideia, desenvolvimento do projeto e construção até a obra pronta, na sua fase de utilização.

Brito e Ferreira (2015) definem BIM como uma metodologia de projeto que subsidia a integração da informação ao longo das etapas de processo de projeto, gestão de projetos e obras. Portanto, mais do que a prática de reciclagem, é necessário estimular a redução de geração dos RSCD.

Dito isso, a proposta deste estudo é demonstrar que o cumprimento da Agenda 2030 Brasil é possível através do cumprimento das legislações, além de incentivar outros municípios a realizar a gestão correta dos resíduos sólidos da construção, efetuando o reaproveitamento destes após reciclados. Ressalta-se que os materiais resultantes do processo de reciclagem podem ser usados na fabricação de tijolos, blocos, meios-fios e outros, evitando, assim, a degradação do meio ambiente, deixando para as futuras gerações um ecossistema preservado, garantindo-lhes qualidade de vida, além de propor a redução do RSCD por meio de pesquisas de novas tecnologias.

5.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa realizou o diagnóstico da gestão dos RSCD da cidade de Betim com dados anuais, mensais e diários, desde a elaboração do PMGIRS, que ocorreu em 2015. Trouxe, ainda, conceitos sobre Resíduos de Construção e Demolição/Resíduos de Construção Civil em conformidade com a Resolução Conama 307, de 05 de julho de 2002, no meio científico, além de estímulo aos gestores municipais para praticarem a gestão dos RSCD conforme Resolução

do Conama 307, ABNT, entre outras normativas para preservar o meio ambiente, avaliando a gestão dos RSCD da cidade de Betim no período de 2015 a 2022.

O município de Betim segue as normas para cumprir as suas metas de reciclagem dos resíduos sólidos da construção e demolição; a cidade trabalhou para reduzir os impactos ambientais.

Com o objetivo ambiental, a quantidade de RSCD que teria destino em “bota-foras” ou aterros clandestinos foi considerável com a criação da usina.

Para evitar esses “bota-foras”, ou seja, descartes clandestinos que degradam o meio ambiente, são necessários estudos especiais de gerenciamento de RSCD, assim como fomento à reciclagem, atendendo às necessidades de consumo sem prejudicar o meio ambiente, cumprindo as legislações e fazendo cumprir a Agenda 2030 Brasil.

A Reciclagem dos RSCD é um passo importante para a conquista de um ecossistema sustentável. Além disso, por meio da parceria entre poderes públicos e privados, o trato dos resíduos se torna mais acessível. No caso apresentado, foi de extrema importância a criação de uma autarquia no município para desburocratizar a gestão pública.

Atender ao CONAMA/307 realizando o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos é o primeiro passo para a eficácia da gestão dos RSCD e o caminho para garantir o cumprimento da Agenda 2030. Conforme demonstrado na pesquisa, a iniciativa de realizar o PMGIRS foi o que levou o município concretizar as metas estabelecidas.

Diante do exposto, torna-se necessária a pesquisa de novas tecnologias para evitar a geração dos resíduos sólidos da construção e demolição.

Outra ação importante é incentivar outros municípios a reciclarem através de exemplos como o da cidade de Betim-MG. Para isso, é fundamental desburocratizar a ação e demonstrar que é possível o Brasil chegar em 2030 como o país que conseguiu cumprir a sua agenda.

Por fim, estimular a adoção de técnicas de reciclagem e a boa prática de gestão dos RSCD para a preservação do meio ambiente, garantindo, assim, uma vida melhor à atual e às futuras gerações.

5.7 REFERÊNCIAS

ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais In: **Panorama 2021**. [S. l.], 2021. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama/>. Acesso em: 8 jan. 2022.

AUTODESK (EUA). **Revit: software BIM para projetistas, construtores e desenvolvedores.** In: **Revit: software BIM para projetistas, construtores e desenvolvedores.** 1.0-RC2. [S. l.], 2022. Disponível em: <https://www.autodesk.com.br/products/revit/overview?term=3YEAR&tab=subscription>. Acesso em: 25 jul. 2022.

BRASIL - CÂMARA DOS DEPUTADOS. Ministério das relações exteriores, divisão do meio Ambiente, com a colaboração do Programa das Nações Unidas para o meio ambiente, PNUMA. Ação Parlamentar, 56, 1995. 56. **Conferência das nações unidas sobre o meio ambiente e desenvolvimento**, Brasília-DF: Centro de Documentação e Informação Coordenação de Publicações, v. 1, p. 472, 1995.

BRASIL - Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Rede de capacitação e extensão tecnológica em saneamento ambiental. ReCesa, 2007. Resíduos sólidos: PGRSU -**Plano de gestão de resíduos Sólidos urbanos**: : guia do profissional em treinamento, Belo Horizonte-MG: Artes Gráficas Formato LTDA, v. 1, p. 100, 2007.

BRITO, D. M. de; FERREIRA, E. de A. M. **Avaliação de estratégias para representação e análise do planejamento e controle de obras utilizando modelos BIM 4D.** Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 15, n. 4, p. 203-223, 2015.

CÂMARA MUNICIPAL DE BETIM. Lei Ordinária nº 6381, de 29 de junho de 2018. Dispõe sobre a transformação da empresa de construções, obras, serviços, projetos, transportes e trânsito de Betim - ecos em autarquia pública municipal, e dá outras providências. **Lei Ordinária Nº 6.381/2018**, Betim, 2018

CATELANI, Wilton Silva (Brasil). Cbic - **Câmara Brasileira da Indústria da Construção.**

Coletânea Implementação do BIM Para Construtoras e Incorporadoras: Fundamentos BIM – Disponível em: <https://cbic.org.br/inovacao/2017/10/18/coletanea-bim/> Acesso em: 12 julho. 2022.

ECOs - Empresa de Construções, Obras, Serviços, Projetos, Transporte e Trânsito **Informativo anual, 2019.** Prefeitura Municipal de Betim (Minas Gerais). Betim -MG, 2019.

Empresa de Construções, Obras, Serviços, Projetos, Transporte e Trânsito **Informativo anual, 2020.** Prefeitura Municipal de Betim (Minas Gerais). Betim -MG, 2020.

Empresa de Construções, Obras, Serviços, Projetos, Transporte e Trânsito **Informativo anual, 2022.** Prefeitura Municipal de Betim (Minas Gerais). Betim -MG, 2022.

FRASSON, S.. Usinas de reciclagem de entulho como agentes na valoração dos resíduos gerados pela construção civil, [s. L.], 12017.

GNECCO, verônica. **Bim para gestão de resíduos na construção civil: estudo de caso na obra do cras do município de biguaçu/sc.** 2019. 150 f. TCC (Bacharelado) - Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2018.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. População 1980. In: Governo Federal. IBGE. População. [S. l.], 2021. **População total - 1980 - 2010.** Disponível em: <https://brasilemsintese.ibge.gov.br/populacao/populacao-total-1980-2010.html>. Acesso em: 1 maio. 2022.

LARUCCIA, Mauro. **Sustentabilidade e Impactos Ambientais da Construção Civil**. Artigo, [s. l.], 2014.

MARCONI, Marina d; LAKATOS, Eva. **Fundamentos de metodologia científica**. 8. ed. atual. São Paulo: Atlas, 2017. ISBN 978-85-970-1076-3.

MEU Município. In: **Dados de Betim**. 1.0-RC2. [S. l.], 2015. Disponível em: <https://meumunicipio.org.br/perfil-municipio/3106705-Betim-MG?exercicio=2015>. Acesso em: 14 jun. 2022.

PMGIRSB - **Plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos de Betim**. PMB - Prefeitura Municipal de Betim (Minas Gerais). 2015., Betim -MG, p. 1-128, 2015.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BETIM. **Lei nº 6412**, de 12 de setembro de 2018. Dispõe sobre a política municipal de saneamento básico e dá outras providências. Betim Minas Gerais, 12 set. 2018.

SEMMAD - Secretária municipal de meio ambiente e desenvolvimento sustentável- **Plano de Municipal de Gestão dos Resíduos Sólidos**. PMB - Prefeitura Municipal de Betim (Minas Gerais). 2015., Betim –MG, p. 1-128, 2015.

6 CAPÍTULO III

ESTUDO DE CASO: ESTUDO DO CENÁRIO ATUAL DA USINA DE RECICLAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO NO MUNICÍPIO DE BETIM/MG

6.1 RESUMO

Todo empreendimento, seja de natureza pública ou privada, depende de uma boa gestão e de que seja viável economicamente para se manter no mercado. O estudo sob a ótica financeira, ambiental e social desempenha um papel crucial nas tomadas de decisões, fazendo com que os projetos sejam bem-sucedidos e sustentáveis. Dito isso, este artigo teve como objetivo realizar uma análise da gestão da Usina de Reciclagem de Resíduos Sólidos da Construção Civil (RSCD) em Betim-MG, assim como identificar sua realidade do ponto de vista financeiro, ambiental e social. Para a pesquisa, utilizou-se o método de pesquisa aplicada, descritiva e qualitativa, por meio de um estudo de caso. Os dados foram obtidos através de entrevista e questionários aplicados à diretoria de gestão de resíduos da Empresa de Construção, Obras, Serviços, Projetos, Transporte e Trânsito de Betim (ECOS) e por visitas *in loco* a usina. Analisou-se como se dá a gestão da usina, desde a sua abertura até os dias atuais, por meio dos dados disponibilizados pela empresa gestora. Como resultado, a usina não se demonstrou atrativa financeiramente nos moldes de gestão atual, operando com um saldo negativo mensal de R\$1.948.486,89. No entanto, ao avaliar a questão ambiental e social, explicita-se sua importância para a sociedade e o meio ambiente.

Palavras-chave: Agregado reciclado. Reciclagem. ODS. Agenda 2030.

6.2 ABSTRACT

Every enterprise, whether public or private, depends on good management and being economically viable to remain in the market. Studying from a financial, environmental and social perspective plays a crucial role in decision-making, making projects successful and sustainable. That said, this article aimed to analyze the management of the Civil Construction Solid Waste Recycling Plant in Betim-MG, as well as identify its reality from a financial, environmental and social point of view. For the research, the applied, descriptive and qualitative research method was used, through a case study. The data were obtained through interviews and questionnaires with the waste management department of the company ECOS and through on-site visits to the plant. We analyzed how the Plant is managed from its opening to the present day, using data provided by the management company. As a result, the plant did not prove to be financially attractive under the current management model, operating with a negative monthly balance of R\$ 1.948.486,89, however, when evaluating the environmental and social issue, it explains its importance to society and the environment.

Keywords: Recycled aggregate. Recycling. SDGs. 2030 Agend.

6.3 INTRODUÇÃO

As ações humanas e o uso infrene dos recursos naturais nas últimas décadas contribuíram para o desequilíbrio e devastação do meio ambiente, causando danos irreparáveis ao ecossistema, trazendo consequências trágicas.

Segundo Cidreira-Neto; Rodrigues (2017), o homem utiliza os recursos da natureza de forma exploratória, sem a projeção dos problemas que essa atitude pode ocasionar, gerando problemas de caráter social e/ou ambiental, podendo apresentar seus efeitos rapidamente ou em grande escala de tempo.

O setor da construção civil, apesar de sua importância no desenvolvimento econômico, é um dos que mais degradam o meio ambiente em toda a sua cadeia de produção. De acordo com Pinto (2013), o maior problema relacionado é a disposição inadequada dos resíduos, comprometendo o tempo de vida útil do meio ambiente. Ainda segundo Pascoalina Filho e Graudenz (2012), os RSCD dispostos inadequadamente podem poluir o solo e degradar paisagens urbanas, constituindo, assim, uma severa ameaça à saúde coletiva.

A Organização das Nações Unidas - ONU, por meio de uma série de conferências e reuniões, a partir de 1972, começou a dar visibilidade à sustentabilidade. Dessas conferências, surgiu a Agenda 2030, que norteia as ações governamentais que garantem a efetivação do desenvolvimento das políticas ambientais internacionais. O Brasil é um dos países que têm o desafio de cumprir os 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável - ODS - até 2030.

Uma forma do cumprimento da Agenda 2030 do Brasil se dá por vias legislativas. Em 2002, foi elaborada a Resolução CONAMA 307/2002, para estabelecer diretrizes para a gestão dos RSCD (BRASIL, 2002).

Com a visibilidade da sustentabilidade, o conceito do *Triple Bott Line* (TBL), conhecido também como tripé da sustentabilidade, ganhou repercussão no final da década de 1990, integrando os aspectos econômico, social e ambiental. Segundo Costa e Ferezin (2021), o sucesso das organizações atuais está atrelado ao TBL. Dessa forma, a gestão dos RSCD deve atender a esses critérios. Ainda segundo os autores, a sustentabilidade econômica é considerada o primeiro pilar do TBL, tendo como fundamentais premissas o lucro e o capital.

Betim, cidade que compõe a região metropolitana de Belo Horizonte, onde foi realizado este estudo, possui área aproximada de 345,99 km² e população de aproximadamente 450.000 pessoas, segundo o IBGE (2021). Implantou, em 2018, uma Usina de Reciclagem de Resíduos Sólidos da Construção e Demolição (URSCD) para realizar a britagem dos RSCD gerados no município.

A URSCD foi adquirida em 2011 através de uma parceria entre o município, o Banco do Brasil e o Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES. Porém, só efetivou seu funcionamento em 2018, quando foram adquiridos novos equipamentos que suportassem a capacidade de britagem dos RSCD gerados na cidade, segundo a ECOS (2022). A ECOS foi declarada autarquia em 2018, é a gestora das políticas públicas de Betim e, atualmente, responsável direta pela Usina, que começou com capacidade de reciclar 2.500 toneladas e, em 2021, estava realizando a britagem média de 2800 toneladas/mês (ECOS, 2022).

A intenção do município ao implementar a usina foi oferecer alternativas sustentáveis ao tratamento dos RSCD.

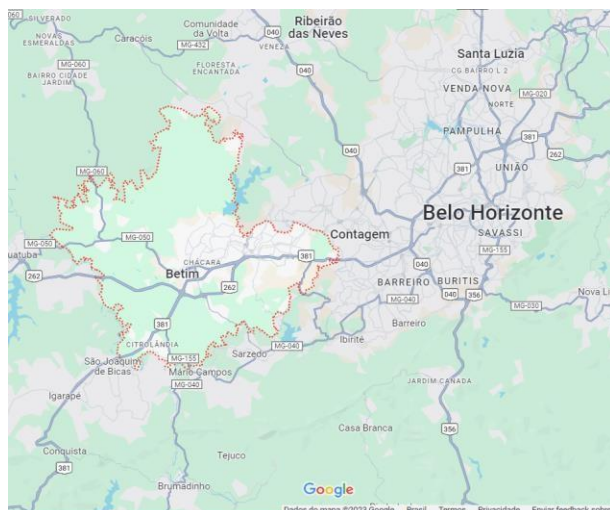
Desse modo, a presente pesquisa buscou realizar uma análise da gestão da Usina, assim como dos seus aspectos financeiro, ambiental e social.

6.4 METODOLOGIA

Neste trabalho, empregou-se a técnica de pesquisa aplicada, descritiva e qualitativa, por meio de um estudo de caso.

O local de estudo foi a Usina de Reciclagem de Resíduos Sólidos da Construção Civil localizada no município de Betim-MG, a 30 km de Belo Horizonte, região metropolitana de Minas Gerais – um dos estados da Região Sudeste do Brasil.

FIGURA 2 - MAPA DE BETIM, REGIÃO METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE-MG



Fonte: *Google Maps* (2023).

As principais etapas que compreenderam esta pesquisa foram:

- a) Pesquisa bibliográfica;
- b) Visitas à Usina de Reciclagem em Betim;
- c) Questionário enviado aos atores envolvidos no processo;
- d) Análise da gestão da Usina; e
- e) Estudo da realidade financeira, ambiental e social do empreendimento.

Para a revisão bibliográfica, foram realizadas pesquisas em trabalhos acadêmicos a respeito do tema URSCD e gestão dos RSCD nos *sites* CAPES periódicos e *Google Acadêmico* com as palavras-chaves: gestão dos resíduos da construção e demolição; viabilidade de usinas de reciclagem de resíduos da construção civil; e usinas de reciclagem de resíduos sólidos da construção civil. Realizaram-se, ainda, pesquisas em *websites* e órgãos representativos, dentre eles, SINIS e gov.br.

Para análise da gestão da Usina, foram realizadas visitas de campo que se deram em dias úteis, em horário de funcionamento. As visitas tiveram acompanhamento do gestor direto representante da prefeitura, do orientador e do supervisor da Usina. Na ocasião, foram observadas as sequências das atividades, fotografias do local, das atividades e dos produtos, além de ser aproveitado o momento para sanar as dúvidas com os gestores sobre as operações. Na ocasião, foram apresentadas as medições mensais da Usina. Todos os dados referentes à URSCD desta pesquisa foram cedidos pela diretoria da empresa ECOS pelas vias mencionadas.

E por fim, efetuou-se a análise da gestão sob os aspectos financeiro, ambiental e social da URSCD em Betim, com a avaliação das medições mensais enviadas pela empresa administradora da Usina. Além disso, foram realizados cálculos de unidade de medida de tonelada para 1m^3 , considerando-se que, para cada 1,45 t. de agregado reciclado, tínhamos 1 m^3 . Após a conversão, foi realizada uma pesquisa de preço do agregado e escolhidos os dados oficiais do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI).

Os cálculos de análise financeira consideraram a capacidade produtiva da Usina em M^3 , o custo mensal e o valor do m^3 do agregado reciclado.

6.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme a Lei Federal 12.305/2010, no gerenciamento dos resíduos, deve ser observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final ambientalmente correta (BRASIL, 2010).

As usinas de reciclagem contribuem para reduzir os impactos ambientais dos resíduos resultantes da construção civil. Dessa forma, a usina não serve apenas como destinação final dos resíduos, mas como fonte de inserção do agregado reciclado de volta à cadeia produtiva.

A ABRECON - Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição - ressalta as alternativas de aplicações dos resíduos reciclados da construção civil, conforme exposto no Quadro 11, abaixo.

Quadro 11 – Alternativas de utilização dos agregados reciclados

PRODUTO	USO RECOMENDADO
Areia reciclada	Argamassas de assentamento de alvenaria de vedação, contrapisos, solo-cimento, blocos e tijolos de vedação.
Pedrisco reciclado	Fabricação de artefatos de concreto, blocos de vedação, pisos intertravados, manilhas de esgoto, dentre outros.
Brita reciclada	Fabricação de concretos não estruturais e obras de drenagens.
Bica Corrida	Obras de base e sub-base de pavimentos, reforço e subleito de pavimentos, regularização de vias não pavimentadas, aterros e acerto topográfico.
Rachão	Obras de pavimentação, drenagem e terraplenagem.

Fonte: ABRELPE, 2018.

A URSCD objeto de estudo está localizada em Betim-Minas Gerais; possui área total de 20.000 m² e extensão da área de operação de 1.800 m², distribuindo os equipamentos e as áreas de manejo. Segundo a ECOS (2022), não existe planta ou croqui da URSCD.

Para a aquisição do terreno, foram observados alguns pontos, como via de acesso, ruído e vegetação; desconsiderou-se a hidrologia local, pois o terreno é livre de corpos d'água.

A URSCD foi adquirida através de uma parceria entre o município de Betim e os Bancos do Brasil e do BNDS, em 2011. Porém, nunca houve operação até 2018, quando foi feito um investimento de R\$790,00 adquiridos junto aos bancos citados, para compra e adequação de novos equipamentos para ajustar seu funcionamento às demandas da cidade.

A usina realiza o processo de beneficiamento dos resíduos, e o produto proveniente desse beneficiamento é classificado como brita 1 e 2, a depender da sua granulometria, e é armazenado a céu aberto por tipo de agregado reciclado.

Na figura abaixo, fotos da usina conforme descrição:

- A. Área de britagem;
- B. Esteira de britagem;
- C. Agregado granulado;
- D. Amostra de brita 2 – agregado reciclado da usina;
- E. Caçamba de agregado; e
- F. Área de produção.

FIGURA 3 - USINA DE RECICLAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM BETIM-MG

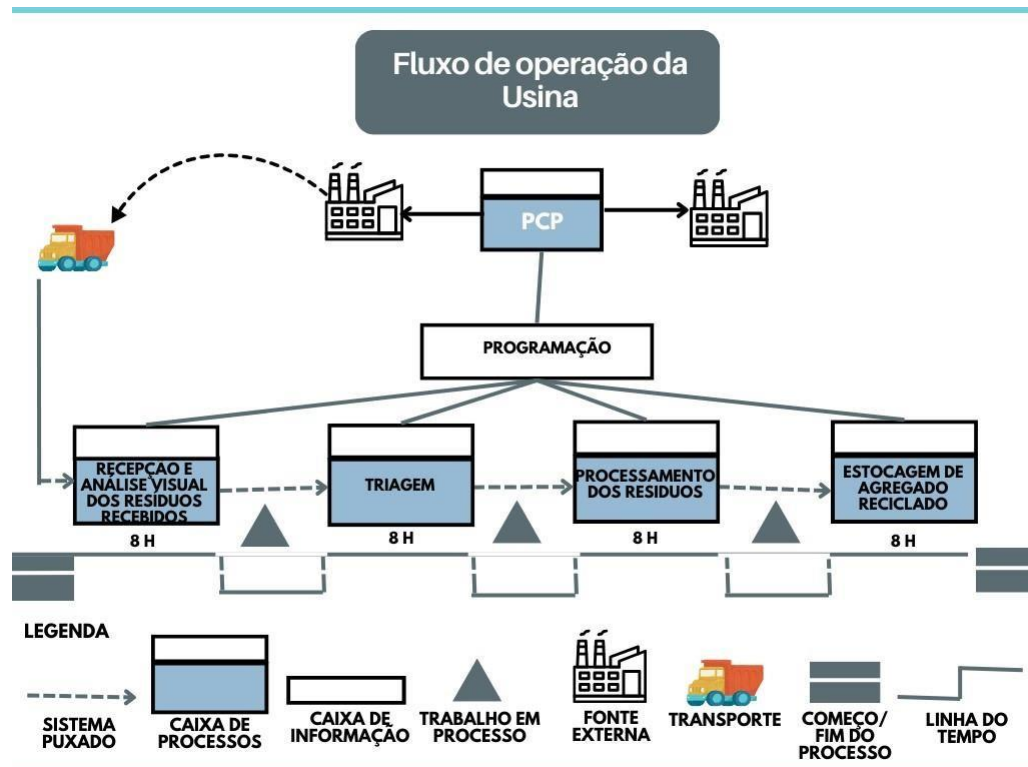


Fonte: Diniz R.G.N., 2023.

A etapa do processo do beneficiamento dos resíduos começa na coleta dos entulhos que são armazenados juntos, independentemente da origem, e termina na devolução do agregado reciclado à cadeia produtiva. O agregado reciclado é utilizado como cobertura de vias em estradas rurais.

A seguir, na Figura 3, estão elencadas as etapas do processo produtivo da usina, utilizando o modelo VSM. Para elaboração do mapa de fluxo abaixo, utilizou-se sistema puxado, pois a usina possui capacidade máxima de produção de 2800 t/mês De acordo com o *Lean Institute Brasil* (2024), a produção puxada tenta eliminar a produção em excesso.

FIGURA 4 - PROCESSO DA USINA UTILIZANDO MODELO VSM (VALUE STREAM MAPPING)



Fonte: Elaborado por Diniz R.G.N., 2023.

O VSM (*Value Stream Mapping*), ou Mapa de Fluxo de Valor, é uma ferramenta *Lean manufacture* que auxilia a visão da cadeia produtiva para melhorias no processo. Além disso, facilita o diagnóstico para, se necessário, criar planos de ações que reduzem tempo improdutivo e custos desnecessários, que aumentam os lucros e a capacidade de produção, dentre outras vantagens. Segundo ROTHER; SHOOK (2003); SHOU *et al.* (2017), o VSM auxilia no entendimento do que agrega valor, ou não, partindo do fornecedor até o consumidor final.

Atualmente, URSCD é gerida pela Empresa VIASOLO Engenharia Ambiental, que recebe pela gestão das operações, por meio de um contrato licitatório, R\$36 520 597, 92 por ano, com previsão de término 4 anos após início das atividades.

Segundo a ECOS (2023), a URSCD possui um planejamento orçamentário mensal de aproximadamente R\$3.000.000,00/mês. A administradora da operação da URSCD de Betim, empresa Viasolo Engenharia Ambiental, possui um contrato com a Prefeitura Municipal de Betim (PMB) desde 2019.

O pagamento é feito através de medição mensal, compreendendo o valor anual do contrato R\$36.520.597,92, e o valor mensal planejado, R\$3.043.383,16.

A capacidade produtiva da usina é de 28.000 toneladas (produção mensal acordada em contrato). Todo mês, a URSCD precisa entregar à prefeitura, como contrapartida, 28.000 toneladas para disposição em cobertura de estradas rurais. As empresas (ex.: MRV) enviam o entulho (restos de construção à Usina), sem custo de disposição. O entulho chega à usina e é feita a triagem para verificar se não tem contaminante; estando tudo correto, esse entulho vai para a britadeira (máquina que processa o entulho, fazendo a reciclagem) e, em seguida, é transformado em agregado reciclado considerado brita tipo 1 e 2.

O valor de tabelado agregado reciclado brita tipo 1 e 2 é de R\$56,70 por metro cúbico segundo tabela analítica do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI).

Um estudo elaborado pela Cooperativa de Pesquisas Tecnológicas Industriais (CPTI) trouxe o índice médio de conversão considerando que, para cada 1,45 t. de brita 1,2,3, temos 1 m³, com uma faixa de tolerância de aproximadamente 5%. Logo, a análise financeira foi feita levando em conta os valores de agregados reciclados praticados no mercado, inicialmente realizando a conversão de unidade de medida.

1,45 t. ----- 1m³

28.000 t. -----X

TABELA 1 - RECEITA ANUAL/ MENSAL DA USINA

Receita mensal/anual				
Produção mensal (m ³)	Valor agregado R\$	Receita mensal R\$	Meses	Receita anual R\$
19.310,34	56,7	1.094.896,27	12	13.138.755,33

Fonte: Elaborado por Diniz R. G. N., 2023.

Considerando que a PMB faz um investimento anual de R\$36.520.597,92 e gera uma receita anual de R\$13.138.755,33, se a usina não gerar nenhuma outra receita além da venda de brita para a prefeitura, ela vai operar com saldo negativo mensal de R\$1.948.486,89,

sendo inviável economicamente nessas condições. Ressalta-se que, para este estudo, desconsideraram-se o investimento inicial e perdas durante o processo.

O avanço do processo de reciclagem de RSCD no Brasil está em desenvolvimento e, para sua efetivação, é crucial, segundo Toledo (2013), que a prática se baseie nos três fundamentos da sustentabilidade: ser ambientalmente correta, socialmente justa e economicamente viável.

Por se tratar de uma usina onde há recebimento de entulho com disposição final ambientalmente adequada, sem custos para as empresas de construção civil que dispõem seus resíduos no local, contribui para evitar, assim, o descarte incorreto em áreas como “bota-fora” ou lixões. Sua operação colabora, também, para a conservação dos recursos naturais que são substituídos pelos agregados reciclados. Além disso, através da prática da reciclagem, a usina realiza educação ambiental na qual demonstra a importância de se manter um ambiente saudável. Portanto, a usina possui um papel fundamental em relação às boas práticas ambientais.

A Usina emprega, diretamente, oito funcionários, além dos colaboradores indiretos, como os gestores da prefeitura, caçambeiros, motoristas, dentre outros. Além disso, a disposição do agregado reciclado em vias públicas rurais para melhorias estruturais e seu estímulo econômico impactam significativamente a sociedade.

6.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao realizar a análise de gestão da Usina, percebe-se que o empreendimento não possui licença ambiental prévia ou de instalação, apenas licença de operação. Não houve pesquisa de aceitação popular, não foi realizado termo de abertura, a usina não possui plano de gerenciamento, não há um planejamento ou estimativa de custo e aquisições, e não há plano de intervenção dos impactos ambientais.

Os custos específicos, como água, luz, pessoal e administração, não foram disponibilizados à pesquisa por se tratar de dados sigilosos, segundo a gestora da Usina. Dessa forma, não foi possível realizar o *Payback* do empreendimento.

A pesquisa demonstrou que, financeiramente, há um déficit considerável em sua operação.

Sob os aspectos ambientais e sociais, a pesquisa demonstrou que a usina possui papel fundamental de contribuição em ambos.

Para melhorar a questão financeira, é necessário reduzir custos, elaborar um

planejamento e efetuar a gestão de práticas enxutas para agregar valor ao material beneficiado. Além disso, realizar ofertas e estimular a compra dos agregados reciclados às prefeituras vizinhas, aumentando a capacidade de produção; fazer cobrança da disposição dos entulhos criando leis municipais para evitar práticas de “bota-fora” e obrigatoriedade da disposição na URSCD.

Outras ações importantes são incentivar as empresas a fazerem a reciclagem *in loco* para reutilização, garantindo que esses resíduos não sejam dispostos em locais inapropriados, e realizar incentivos fiscais para receber como contrapartida o agregado granulado. Diante das análises efetuadas, a usina se mostrou inviável economicamente, o que não se aplica à viabilidade técnica e ambiental, dependendo de novos estudos para evidenciar tais viabilidades.

6.7 APÊNDICE

Algumas das perguntas do questionário foram:

1. Existe termo de abertura?
2. Existe planejamento e estimativa de custo?
3. Existe uma determinação de orçamento?
4. Qual extensão da área da Usina?
5. Qual área total do terreno?
6. Existe Plano de Tratamento de Impactos Ambientais causados pela operação da Usina?
7. Possui licença Ambiental?

6.8 REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10.004 - **Resíduos sólidos** - Classificação. 2004.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15112– **Resíduos da construção civil e resíduos volumosos** – Área de transbordo e triagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação. 2004.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15113– **Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes** – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação. 2004.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15114 – **Resíduos sólidos**.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15115 – **Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil** – Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos. 2004.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15116 – **Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil** – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos. 2004.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 348 de 16 de agosto de 2004**. Altera a Resolução CONAMA 307, de 5 de julho de 2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos. Brasília, 2004.

BRASIL. Casa Civil. 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**. Brasília: DOU, 2010.

CIDREIRA NETO, Ivo Raposo Gonçalves; RODRIGUES, Gilberto Gonçalves. **Relação homem-natureza e os limites para o desenvolvimento Sustentável**. Revista Movimentos Sociais e Dinâmicas Espaciais, Recife, v. 6, n. 2, 2017.

COSTA, E., Ferezin, N. B. **ESG (Environmental, Social and Corporate Governance) e a comunicação: o tripé da sustentabilidade aplicado às organizações globalizadas**. Revista ALTERJOR, São Paulo, v. 2, n. 24, p. 79-95, jul./dez, 2021.

PASCHOALIN FILHO, J. A.; Graudenz, G. S. **Destinação Irregular de Resíduos de Construção e Demolição (RSCD) e seus Impactos na Saúde Coletiva**. Environmental & Social Management Journal/Revista de Gestão Social e Ambiental, v. 6, n. 1, 2012.

PINTO TP. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil, São Paulo, 2013, 189p.

SHOU, W.; WANG, J.; WU, P.; WANG, X.; CHONG, H-Y. **A cross-sector review on the use of Value Stream Mapping**. *International Journal of Production Research*, v. 55, n. 13, p. 3906-3928, 2017.

TOLEDO, M. C. C. de. **Reciclagem na Construção Civil**. 2013. Disponível em: <<http://www.guiadecorar.com.br/posts/visualiza/639>>. Acesso em: 25 jun. 2015.

7 CAPÍTULO IV

RELATÓRIO TÉCNICO-CIENTÍFICO DO POTENCIAL TEÓRICO DE GERAÇÃO DE RECICLÁVEIS NA COLETA SELETIVA DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO NO MUNICÍPIO DE BETIM/MG

7.1 RESUMO

O gerenciamento de resíduos urbanos é um desafio para as cidades brasileiras, especialmente para as de médio e grande porte, devido, principalmente, à escassez de recursos humanos e financeiros. A implantação do serviço de coleta seletiva dos Resíduos Sólidos de Construção e Demolição (RSCD) apresenta potencial para melhorar a gestão de resíduos. Gerar renda e valorizar a matéria-prima reciclada, neste capítulo, será estudado o potencial teórico de geração de recicláveis (PTGR), que é o ponto de partida para o planejamento da política municipal de reciclagem, que se torna o indicador do potencial de resíduos recicláveis gerados pela população no município e define metas operacionais da usina de reciclagem de RSCD. Assim, por meio da revisão bibliográfica e coleta de informações em banco de dados públicos, pretende-se analisar o PTGR/RSCD da cidade de Betim. A metodologia empregada foi PDCA (*Plan, Do, Check, Action*), para diagnóstico e correções contínuas de qualquer problema que possa surgir, associado ao potencial teórico de geração de recicláveis (PTGR), realizando-se uma projeção futura de 10 anos. Este processo terá uma implantação gradual, de forma que a coleta RSCD será iniciada em um bairro específico da cidade. E, finalmente, a destinação adequada para garantir que os RSCD coletados sejam enviados para a usina de reciclagem deste resíduo.

Palavras-chave: Coleta seletiva. Resíduos de construção e demolição. Potencial teórico de geração de recicláveis.

7.2 ABSTRACT

Urban waste management is a challenge for Brazilian cities especially for medium and large sized companies due mainly to the scarcity of human and financial resources. The implementation of the selective collection service for Solid Waste from Construction and Demolition (CDW) has the potential to improve waste management. Generating income and valuing the recycled raw material in this chapter will be studied the theoretical potential for the generation of recyclables (PTGR), which is the starting point for the planning of the municipal recycling policy, becomes the indicator of the potential of recyclable waste that is generated by the population in the municipality and defines operational goals of the CDW recycling plant. Thus, through the literature review and collection of information in a public database, it is intended to analyze the PTGR/CDW of the city of Betim. The PDCA methodology (Plan, Of, Check, Action) for continuous diagnosis and correction of any problem that may arise and associated with the theoretical potential for the generation of recyclables (PTGR), carrying out a future projection of 10 years. This process will have a gradual rollout so that RSCD collection will be started in a specific neighborhood of the city. And finally, the proper disposal to ensure that the CDW collected is sent to the recycling plant for this waste.

Keywords: Selective collection. Construction and demolition waste. Theoretical potential for the generation of recyclables.

7.3 INTRODUÇÃO

Embora seja um dos objetivos da Lei 12.305, a realização da gestão de resíduos sólidos em cidades de grande porte é difícil, uma vez que se observam locais de “bota-fora” e a falta de políticas públicas associada à de recursos financeiros e humanos (PEREIRA; SOUZA, 2023; BRASIL, 2010). Em decorrência desse contexto, percebe-se a importância da gestão integrada dos resíduos.

A reciclagem dos RSCD é fundamental na alteração do modelo linear globalmente aplicado para a economia circular, visto que conecta as pontas da cadeia e, assim, operacionaliza a logística reversa dos resíduos. Os resultados apresentados pelo cálculo do potencial teórico de geração de recicláveis refletem a importância ambiental do investimento em reciclagem do RSCD, uma vez que proporcionam a redução da extração dos recursos naturais pela recuperação desses materiais e também nos aterros sanitários, pelo desvio via coleta seletiva para as UVRs (PGRS/PTI, 2022).

No Brasil, pelo menos 75,1% dos municípios apresentam alguma iniciativa de coleta seletiva. Todavia, na maioria dos casos, são iniciativas pontuais que não abrangem toda a população (ABRELPE, 2022).

A coleta seletiva é uma das ferramentas que contribuem para o bom gerenciamento dos materiais, já que almeja separar os resíduos ainda na fonte geradora. Entretanto, destaca-se que a coleta seletiva deve ser implementada juntamente com um programa de reciclagem de materiais (CEMPRE, 2018).

Os resíduos sólidos ainda representam um grande problema para todo o país. Inúmeras cidades brasileiras ainda não apresentam um sistema de gerenciamento de resíduos sólidos eficaz. Essa realidade é observada em cerca de 2.318 municípios brasileiros, nos quais os resíduos são dispostos de forma inadequada, o que corresponde a 46,2% das cidades (SNIS, 2022).

Ainda, segundo dados do Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, publicado no ano de 2022 pela ABRELPE, durante o mesmo ano, foram gerados 81,8 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos, ou seja, cada cidadão brasileiro produziu, em média, 1.043 quilos de resíduos por dia. Apesar de, no Brasil, 93,04% de todo o resíduo gerado serem coletados, apenas 61% desse montante são destinados corretamente, evidenciando uma gestão deficiente (SNIS, 2022).

Como exemplo da situação descrita, temos a cidade de Betim-MG, localizada próximo a Belo Horizonte, com população de 41.846 habitantes (IBGE, 2022).

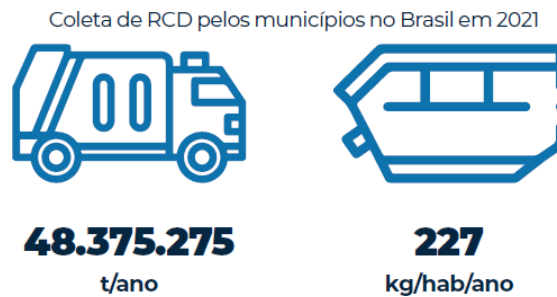
7.4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A implantação dessa modalidade de coleta gera benefícios como: a diminuição do uso de matéria-prima virgem; a valorização de matéria-prima reciclada; a economia no uso de energia; a diminuição do volume de resíduos destinados aos aterros; a criação de novos negócios; e a geração de postos de trabalho. A partir dessa perspectiva, infere-se que os materiais recicláveis representam um bem disponível e de crescimento acelerado (MIRANDA; MATTOS, 2018; CEMPRE. 2018).

Os resíduos são classificados, quanto à sua periculosidade, pela NBR 10.004 (ABNT, 2004) e, quanto à sua origem, pela Lei 12.305 (BRASIL, 2010). Para além disso, os municípios precisam gerir os resíduos, e a destinação correta é uma problemática existente em todo o país (ABRELPE, 2022). Isso torna necessária a aplicação de medidas que possam reverter essa situação, por exemplo, uma das alternativas previstas na Lei 12.305 (BRASIL, 2010), que é a coleta seletiva.

Em 2021, foram coletados pelos municípios do Brasil mais de 48.375.275 milhões de toneladas de RSCD, o que representa um crescimento de 2,9% em relação ao período anterior (Figura 7).

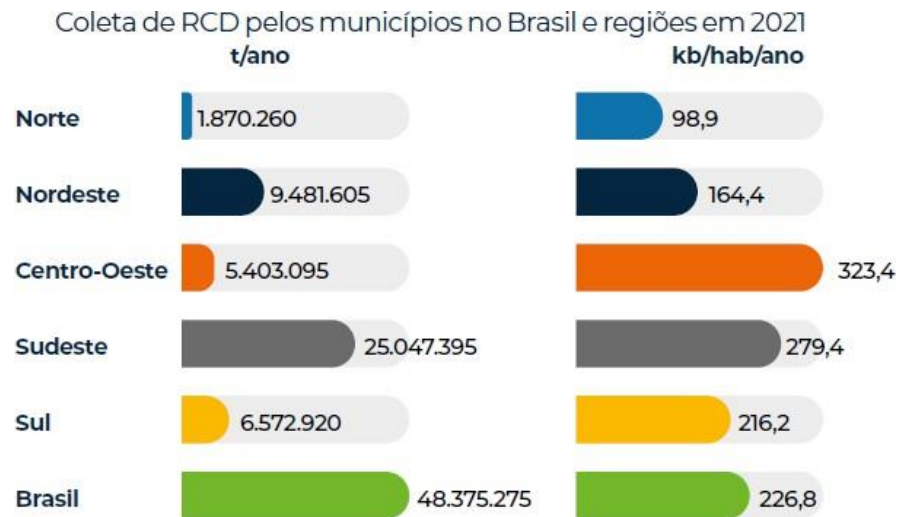
FIGURA 5 - COLETA DE RSCD PELOS MUNICÍPIOS DO BRASIL (2021)



Fonte: ABRELBE, 2022

A quantidade coletada por habitante foi de cerca de 227 kg por ano, equivalente a resíduos de construção e demolição abandonados em vias e logradouros públicos (Figura 20). Pouco mais da metade dos RSCD coletados no Brasil vem da Região Sudeste (52%), com 279,3 kg por habitante/ano; no entanto, a região que se destaca em termos de coleta per capita é a Centro-Oeste, com quase 323,4 kg por habitante/ano (Figura 8) (ABRELBE, 2022).

FIGURA 6 - COLETA DE RSDC PELOS MUNICÍPIOS DO BRASIL/POR REGIÕES (2021)



Fonte: ABRELBE (2022).

7.5 METODOLOGIA

No que se refere à cidade de Betim-MG, segundo informações fornecidas pela prefeitura, são destinadas cerca de 33.600 toneladas/mês de resíduos para a usina de reciclagem de Resíduos de Construção e Demolição (RSCD), correspondendo a 11% da geração de RSCD do município. Dessa forma, em média, cada cidadão da cidade gera 18,91 kg/hab./mês de resíduo (ABRELPE, 2022).

O potencial teórico de resíduos recicláveis (Eq.:1), que é o ponto de partida para o planejamento da política municipal de reciclagem, torna-se o indicador do potencial de resíduos recicláveis gerados pela população no município e define metas operacionais da usina de reciclagem de RSCD.

$$PTGR = (PP) \times (GPC) \times (\%REC) \text{ Eq. (1)}$$

PTGR= Potencial Teórico de Geração de Recicláveis;

PP= população;

GPC = Geração per capita anual;

% REC = Porcentagem dos RSCD reciclados na usina de Betim-MG.

Segundo IBGE (2022), a população de Betim é composta por 411.846 habitantes. Assim, definem-se as metas operacionais do projeto e o monitoramento do índice de recuperação dos RSCD.

O cálculo terá a previsão de 10 anos, até 2033, com média inicial de 18,91 kg/hab./mês, com projeção de acréscimo da população de 0,2% a.a., segundo a média nacional do IBGE 2022.

Segundo a Prefeitura Municipal de Betim (PMB) e a Secretaria de Meio Ambiente (SMA), em 2022, a usina de reciclagem RSCD reciclou 33.600 kg, que correspondem a 11% de reciclagem dos RSCD totais produzidos na cidade de Betim – MG. No estudo realizado, o cálculo, a cada ano, terá um acréscimo de 0,2% (caso o projeto seja implementado seguindo o PDCA (*Plan, Do, Check, Action*)).

Inicialmente, serão realizados um estudo da atual situação e prognósticos da geração de resíduos no município de Betim-MG por meio de dados oficiais da PMB (2022).

O objetivo é conhecer a realidade local e, principalmente, as dificuldades enfrentadas. Após esta etapa, serão efetuadas análises quantitativa e qualitativa para refinamento dos dados.

Utilizando as informações descritas, será projetado um sistema de coleta RSCD levando em consideração as peculiaridades do município e abrangendo a população como um todo. Para isso, é necessário seguir diretrizes, pretendendo-se realizar:

- a) Conscientização da população: por meio de campanhas de conscientização utilizando recursos como panfletos e mídias sociais; informar detalhes aos moradores sobre o serviço a ser implantado; informar sobre a realização de pontos de coleta voluntária para deixarem os RSCD. É fundamental enfatizar a importância da colaboração de todos para a efetividade da ação;
- b) Criação de parcerias: estabelecer parcerias com empresas privadas de caçambas, associações comerciais e de moradores junto com a PMB. Essas parcerias ajudarão a fornecer recursos financeiros, infraestrutura e mão de obra;
- c) Infraestrutura e logística: determinar quais serão os pontos estratégicos da coleta voluntária para depositarem os RSCD, onde serão instalados os PEV (Pontos de Entrega Voluntária), que, atualmente, são pontos de “bota-fora”. Será necessário disponibilizar caçambas ao nível do chão para cada tipo de resíduo, de acordo com a modalidade de separação estabelecido (marrom e cinza);

- d) Treinamento e capacitação dos caçambeiros: realizar treinamentos da equipe responsável pelo serviço, compartilhando práticas adequadas de separação de resíduos, manuseio seguro e equipamentos utilizados;
- e) Divulgação e orientação: manter um cronograma de divulgação sobre detalhes da coleta, além dos resultados já alcançados. Essa ação é importante para manter a população engajada e ciente dos benefícios da coleta dos RSCD gerados. Pode ser realizada por meio de materiais informativos nas mídias sociais e distribuição de folhetos, cartazes e banners, em locais estratégicos da cidade e das empresas de caçambeiros;
- f) Implantação gradual: iniciar a coleta de RSCD em uma área-piloto ou bairro específico da cidade onde já existe um “bota-fora” tradicional e específico. Isso permitirá avaliar e ajustar o sistema antes de expandi-lo para outros bairros; e, por final, abranger toda a cidade de Betim-MG;
- g) Monitoramento e avaliação: estabelecer mecanismos de monitoramento PDCA (*Plan, Do, Check, Action*) para acompanhar a eficiência e o progresso da coleta RSCD. Realizar análises e coletas periódicas para identificar possíveis pontos de melhoria e fazer ajustes necessários;
- h) Reciclagem e destinação adequada na usina: garantir que os resíduos RSCD coletados sejam enviados para a usina e que a reciclagem seja garantida no processamento correto desses materiais;
- i) Finalmente, potencial teórico de resíduos recicláveis (PTGR), que é o ponto de partida para o planejamento da política municipal da reciclagem dos RSCD. Indica que são gerados pela população dentro do município e define as metas operacionais do projeto e o monitoramento do índice de recuperação (MINAS GERAIS, 2021).

7.6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O potencial teórico de resíduos recicláveis (PTGR), de acordo com a Eq. (1), é o ponto inicial para o planejamento da política municipal de reciclagem dos RSCD, indicando que são gerados pela população dentro do município, que, segundo o IBGE (2022), conta com 411.846 habitantes.

Assim, definem-se as metas operacionais do projeto e o monitoramento do índice de recuperação dos RSCD. O cálculo será efetuado com previsão de 10 anos, até 2033, com média permanente de 18,91 kg/hab./mês, com acréscimo da população de 0,2% a.a., segundo a média nacional do IBGE (2022). O início será em 2022, com 11% de reciclagem dos RSCD da

usina em operação; atualmente, em 2023, a PMB (2022) tem acréscimo proposto de 5% a.a. para reciclagem de RSCD, chegando, em 2033, a 60% dos RSCD reciclados (caso o projeto seja implementado seguindo o PDCA) (Tabela 1 e Gráfico 1).

O cálculo inicial: 411.846 hab. X 18.91 kg/hab.mês X 11% (reciclagem dos RSCD atual em 2022) com uma População: 411.846 hab. (IBGE, 2022) e Produção 18.91 kg/hab.mês (PMP, 2022), com acréscimo da população 0,2% ao ano (média segundo a estatística do IBGE, 2022).

TABELA 2 - O POTENCIAL TEÓRICO DE RESÍDUOS RECICLÁVEIS (PTGR) 2022 E 2023

Ano	População (hab.)	Acréscimo da população Betim-MG (0.2% a.a)	Geração per capita		GPC Geração per capita anual total (toneladas)	Acréscimo proposto 5% a.a. para reciclagem RSCD (%)	PTGR - Potencial Teórico de Recicláveis anual (toneladas)	GPU ₂ Geração Produzida na Usina 5% ao ano (toneladas)	DG - Déficit da geração de resíduos anual com a reciclagem (toneladas)
			kg/hab./mês (0.2 % a.a)	Geração RS hab./mês total (toneladas)					
2022	411.846		18.91	7.788,01	93.456	11	10.280	33.600	59.856
2023	411.846	412.670	18.95	7.803,58	93.643	15	14.046	35.280	58.363
2024	412.670	413.495	18.99	7.834,83	94.018	20	18.804	37.044	56.974
2025	413.495	414.322	19.02	7.866,20	94.394	25	23.599	38.896	55.498
2026	414.322	415.151	19.06	7.897,70	94.772	30	28.432	40.841	53.931
2027	415.151	415.981	19.10	7.929,32	95.152	35	33.303	42.883	52.269
2028	415.981	416.813	19.14	7.961,07	95.533	40	38.213	45.027	50.506
2029	416.813	417.647	19.18	7.992,94	95.915	45	43.162	47.279	48.636
2030	417.647	418.482	19.21	8.024,95	96.299	50	48.150	49.643	46.656
2031	418.482	419.319	19.25	8.057,08	96.685	55	53.177	52.125	44.560
2033	419.319	420.157	19.29	8.089,34	97.072	60	58.243	54.731	42.341

Fonte: Elaborado por Diniz R.G.N. (2023).

Dos resultados projetados do PTGR, verificou-se que a geração inicial per capita total foi de 93.456 t. em 2022, finalizando em 2033 com 97.072 t.

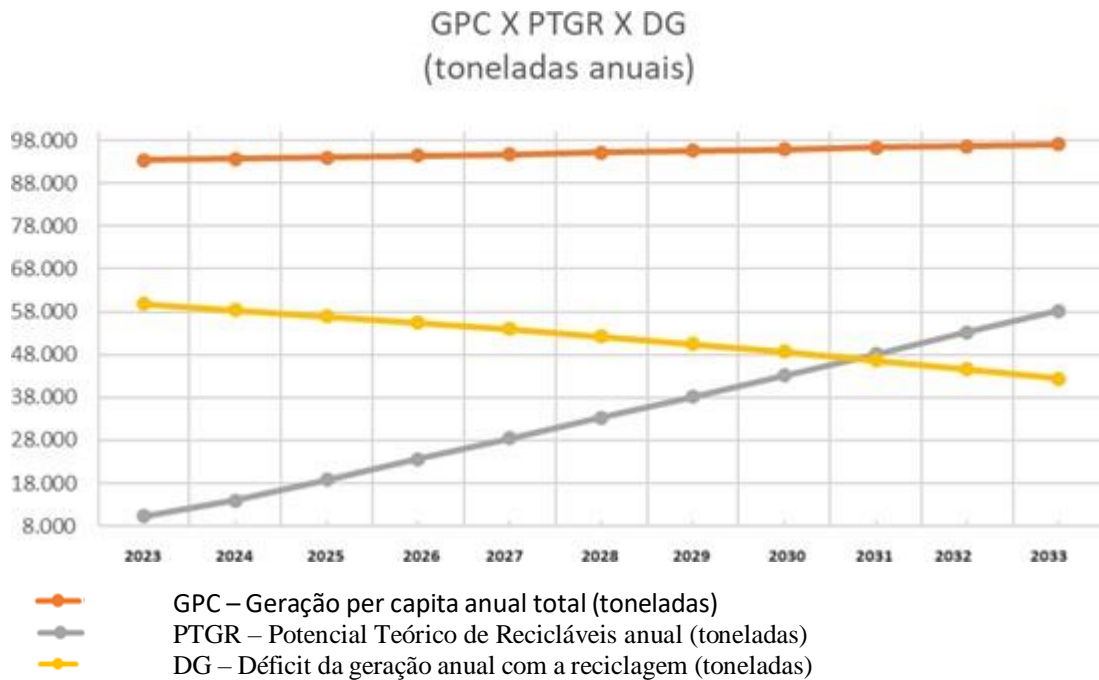
O potencial teórico de recicláveis anual (PTGR) iniciou com 10.240 t em 2023, finalizando no ano de 2023 com 58.243 t.

Em relação à geração produzida na usina (GPU), no ano de 2022, foram 33.600 t., com um acréscimo de 5 % de projeção, finalizando o ano de 2033 com 54.731 t.

No que diz respeito ao déficit de geração de resíduos (DGR) em relação à reciclagem da usina em 2022, o total foi de 59.856 t., sendo que, no ano de 2033, estará com 42.341 t. de déficit. Verificou-se no gráfico que, no ano de 2033, haverá uma inversão do potencial teórico reciclável em relação ao déficit de geração (Figura 1).

Conclui-se então que, fazendo uma projeção para reciclar 60% dos resíduos de construção e demolição do município de Betim-MG, em 2033, a geração produzida na usina será de 54.731 t., e o potencial teórico reciclável anual, 58.254 t.

FIGURA 7 - GPC (GERAÇÃO PER CAPITA ANUAL TOTAL) X PTGR (POTENCIAL TEÓRICO DE RECICLÁVEIS ANUAL) X DG (DÉFICIT DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS EM TONELADAS ANUAIS)



Fonte: Elaborado por Diniz R.G.N. (2023).

Ao final do estudo proposto, espera-se obter um compilado referente ao gerenciamento e à reciclagem de resíduos sólidos da cidade de Betim/MG pelo cálculo do potencial teórico de resíduos recicláveis (PTGR), segundo a implantação da coleta seletiva, nos municípios de Minas Gerais, da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. O objetivo poderá ser alcançado em 60% em 10 anos, com 0,5% de aumento da reciclagem a cada ano. Com este resultado, pretende-se projetar e implantar um serviço de coleta seletiva eficiente que possa servir de exemplo para aplicação em outros municípios com características semelhantes.

Dos dados analisados, conclui-se que, realizando-se uma projeção para reciclar 60% dos RSCD do município de Betim-MG com uma projeção, para o ano de 2033, com 60% de aproveitamento da geração produzida no município, a usina reciclaria 54.731 t., com potencial teórico reciclável anual de 58.254 t.

7.7 CONCLUSÕES

Há necessidade de se implantar o PTGR paralelamente ao PDCA. Assim, teremos ações e projetos conjuntos para melhorar o gerenciamento de resíduos da cidade de Betim-MG. Ressalta-se que os déficits de ações atuais do município precisam ser alterados e implantados.

Os benefícios da implantação de coleta de RSCD são inúmeros e, quando bem instaurada e coordenada, pode apresentar resultados positivos (Gráfico 1).

Dessa forma, é importante que os municípios busquem soluções para o desenvolvimento sustentável para garantir a coleta, manejo, reuso e descarte correto dos RSCD.

7.8 REFERÊNCIAS

ABRELPE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2022**. São Paulo: ABRELPE. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.004: Resíduos sólidos – Classificação**. Rio de Janeiro. 2004.

BRASIL. **Lei nº 12.305 de 2 de agosto 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. 02 ago. 2010.

CEMPRE - COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM. **Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado**. 4. ed. São Paulo. SP. 316 p. CEMPRE. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Betim**. IBGE. 2023. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/betim/panorama>>. Acesso em: 18 nov 2023.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável **Manual de orientações: implantação da coleta seletiva nos municípios de Minas Gerais**. Belo Horizonte. 2021.

MIRANDA. Nathalia Mercedes.; MATTOS. Ubirajara. Aluizio de Oliveira. Review of Models and Selective Collection Methodologies in Brazil. **Sociedade&Natureza**. [S. l.]. v. 30. n. 2. p. 1–22. 2018. DOI: 10.14393/SN-v30n2-2018-1.

PGRS/PTI – **Programa Gestão de Resíduos Sólidos 2019-2022**. Juliana Elisabete Correia. et al0. coordenação Leilane Soares Pereira de Sousa. Sergio Angheben. 1.ed. Foz do Iguaçu.PR: FundaçãoPTI.2023.

SINIS - Sistema Nacional de Informações Sobre o Saneamento. **Diagnóstico Temático Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos 2021**. Brasília. 2022 Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/snis/produtos-do-snis/diagnosticos/diagnosticos_snis> . Acesso em: 15 nov 2023


8 CAPÍTULO V

PRODUTO TÉCNICO: MANUAL TÉCNICO DE GERENCIAMENTO DE USINAS PÚBLICAS DE RECICLAGEM DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO



MANUAL TÉCNICO

**Usina
de Reciclagem
Betim MG**



**Gerenciamento da Usina
Pública de Reciclagem de Resíduos
da Construção e Demolição na
Cidade de Betim - MG**

**Ravena Gliceria Noll Diniz
Carlos Fernando Lemos**

Catálogo na Fonte Biblioteca IFMG - Campus Bambuí

D585g Diniz, Ravena Glicéria Noll.
Gerenciamento usina pública de reciclagem de resíduos da construção e demolição na cidade de Betim - MG. / Ravena Glicéria Noll Diniz, Carlos Fernando Lemos. – Bambuí, [2024].

23 p. : il. ; color.

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus Bambuí, MG, Curso Mestrado Profissional em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental, 2024.

1. Produto técnico. 2. Manual técnico. 2. Reciclagem de resíduos. I. Lemos, Carlos Fernando. II. Título.

CDD 628.44

Elaborada por Douglas Bernardes de Castro- CRB-6/2802

Sumário

1. INTRODUÇÃO	14
1.1 ESTRATÉGIAS DE APRESENTAÇÃO DO TRABALHO DE DISSERTAÇÃO	15
2 JUSTIFICATIVA	17
3 OBJETIVOS	18
3.1 Objetivo geral	18
Analisar a gestão dos resíduos sólidos da construção civil e da demolição em Betim-MG destinados à usina de reciclagem.....	18
3.2 Objetivo específicos	18
4 CAPÍTULO I	19
ALTERNATIVAS PARA REDUZIR OS IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELOS RESÍDUOS SÓLIDOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO - UMA REVISÃO SISTEMÁTICA. 19	
4.1 RESUMO	19
4.2 ABSTRACT	20
4.3 INTRODUÇÃO	21
4.4 METODOLOGIA	22
4.5 ESTRATÉGIA DE BUSCA	23
4.5.1 Perguntas de pesquisa.....	23
4.5.2 Bases de dados e métodos de pesquisa	24
4.5.3 Critérios de inclusão	25
4.5.4 Critérios de exclusão	26
4.5.5 Critérios de Qualidade	26
4.5.6 Campos do formulário de qualidade	26
4.5.7 Extração de informações.....	27
4.6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
4.6.1 Processo de Seleção das Publicações.....	27
4.7 CONCLUSÃO	32
4.8 REFERÊNCIAS	33
5 CAPÍTULO II	35
ESTUDO DE CASO: ANÁLISE DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO (RSCD) NO MUNICÍPIO DE BETIM - MG	
5.1 RESUMO	35
5.2 ABSTRACT	36
5.3 INTRODUÇÃO	37
5.4 METODOLOGIA	38
5.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	39

5.6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	42
5.7	REFERÊNCIAS.....	43
6	CAPÍTULO III.....	46
	ESTUDO DE CASO: ESTUDO DO CENÁRIO ATUAL DA USINA DE RECICLAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO NO MUNICÍPIO DE BETIM/MG.....	46
6.1	RESUMO	46
6.2	ABSTRACT	47
6.3	INTRODUÇÃO	48
6.4	METODOLOGIA.....	49
6.5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	51
6.6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	55
6.7	APÊNDICE.....	56
6.8	REFERÊNCIAS.....	57
7	CAPÍTULO IV.....	59
	RELATÓRIO TÉCNICO-CIENTÍFICO DO POTENCIAL TEÓRICO DE GERAÇÃO DE RECICLÁVEIS NA COLETA SELETIVA DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO NO MUNICÍPIO DE BETIM/MG.....	59
7.1	RESUMO	59
7.2	ABSTRACT	60
7.3	INTRODUÇÃO	61
7.4	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	62
7.5	METODOLOGIA.....	63
7.6	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	65
7.7	CONCLUSÕES.....	68
7.8	REFERÊNCIAS.....	69
8	CAPÍTULO V.....	70
	PRODUTO TÉCNICO: MANUAL TÉCNICO DE GERENCIAMENTO DE USINAS PÚBLICAS DE RECICLAGEM DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO.....	70
8.1	APRESENTAÇÃO	78
8.1.1	Manual Técnico	78
8.1.2	Usina de Reciclagem em Betim-MG.....	78
8.1.3	Objetivo.....	79
8.1.4	Instrumentos Normativos.....	80
8.1.5	Plano Municipal de Resíduo Sólido.....	80
8.1.6	Classificação dos Resíduos	81
8.2	PLANEJAMENTO DO PROJETO DA USINA.....	81

8.2.1	Termo de Abertura da Usina	81
8.3	PLANO DE GERENCIAMENTO DO PROJETO DA USINA	83
8.4	ESCOPO.....	85
8.5	ATIVIDADES.....	86
8.6	GERENCIAMENTO DE CUSTOS.....	89
8.7	GERENCIAMENTO DOS RECURSOS	91
8.8	COMUNICAÇÃO	93
8.9	AQUISIÇÕES.....	95
8.10	REFERÊNCIAS.....	97
9	CONCLUSÃO	98
10	REFERÊNCIAS.....	99
11	ANEXOS	102

LISTA DE SIGLAS

PTT - Produto Técnico-Tecnológico

MPSTA - Mestrado Profissional em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental

IFMG - Instituto Federal de Minas Gerais

PMI - *Project Management Institute*

PMBOK - *Project Management Body of Knowledge*

ECOS - Empresa de Construções, Obras, Serviços, Projetos, Transporte e Trânsito

AM- ante meridiem, antes do meio-dia

PM - post meridiem, depois do meio-dia

MTR – Manifesto de Transporte de Resíduos

Feam - Fundação Estadual do Meio Ambiente

PMB – Prefeitura Municipal de Betim

RCD - Resíduos de Construção e Demolição

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

VSM - (*Value Stream Mapping*)

LISTA DE QUADROS E FIGURAS

Quadro 1: Legislações e normativas referentes à gestão dos RSCD

Quadro 2: Classificação dos RSCDD de acordo com CONAMA 307/2002

Quadro 3: Etapas do Plano de Gerenciamento do Projeto da Usina Simplificado

Figura 4: Modelo de Fluxo de Operação da Usina

Figura 5: Ciclo do Gerenciamento de Custos

Figura 6: Sinônimo de feedback segundo dicionário Oxford

8.1 APRESENTAÇÃO

8.1.1 Manual Técnico

O presente Manual Técnico contém diretrizes para o gerenciamento da Usina de Reciclagem da cidade de Betim-MG, bem como normas e informações sobre os resíduos da construção e demolição.

Este PTT - Produto Técnico-Tecnológico - é fruto da pesquisa do MPSTA - Mestrado Profissional em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental, do IFMG - *Campus Bambuí*, baseado na ferramenta de gestão de projetos elaborada pelo PMI - *Project Management Institute*, o PMBOK - *Project Management Body of Knowledge*.

A gestão de projetos é a empregabilidade de conhecimentos, capacidade, ferramentas e técnicas às atividades do projeto, a fim de cumprir seus requisitos. As ferramentas de gerenciamento de projetos são aplicadas globalmente e nos mais variados setores, garantindo, assim, as chances de sucesso do projeto (PMI, 2008). Segundo Slack, Jones e Johnst (2018), devem-se analisar todos os detalhes do projeto a fim de garantir que seus objetivos sejam atendidos com eficácia.

O PMBOK é um guia de boas práticas em gerenciamento de projetos desenvolvido pelo PMI. Ele fornece um conjunto de processos, técnicas e áreas de conhecimento que são amplamente reconhecidos e utilizados por profissionais de gerenciamento de projetos em todo o mundo.



8.1.2 Usina de Reciclagem em Betim-MG

A usina de reciclagem em Betim - município da região metropolitana de Minas Gerais - é gerida pela ECOS - Empresa de Construções, Obras, Serviços, Projetos, Transporte e Trânsito, autarquia da cidade desde 2018, quando passou a gerir as políticas públicas municipais que, antes, eram realizadas por secretarias e empresas municipais.

Segundo a ECOS, a usina foi adquirida através de uma parceria com o Banco do Brasil. Está localizada no bairro Citrolândia, em Betim-MG, e realiza mensalmente a britagem de 3.000 t. de entulho/mês. Possui contrato licitatório com a empresa Via Solo, que faz a gestão da usina, a qual possui área construída de 18000 m² e 20000 m² de área total. Seu funcionamento é das 8h às 17h, de segunda a sexta-feira, incluindo dias chuvosos. A vigilância é realizada 24

horas, a estrutura de operação possui guarita e iluminação noturna e de emergência, sendo que, para instalação da usina, foram consideradas as condições de vias de acesso, vegetação local e ruído.

Os resíduos recebidos na usina, ainda segundo os gestores, são do tipo Classe A. Durante o recebimento dos resíduos, é realizado o controle de transportes, e a matéria-prima tem sua origem identificada. Ao receber os entulhos, exige-se o MTR - Manifesto de Transporte de Resíduos, documento emitido para transporte de resíduos sólidos pela Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM), sendo submetido, também, à identificação do volume de resíduos dispostos na usina. Ainda no recebimento, é analisada a presença de contaminantes ou resíduos não britáveis, como terra, vegetação etc., pois, quando há quantidade excessiva de contaminantes ou em desconformidade com o resíduo classe A, a usina não aceita a disposição deste.

No pré-beneficiamento, são realizadas as triagens visual, manual e magnética e, durante o processo de beneficiamento, é feito o controle de granulometria. O acondicionamento do material reciclado é efetuado ao ar livre e se divide por tipo de granulado - brita 0 ou brita 1.

O granulado é retirado periodicamente, de acordo com a necessidade da Prefeitura Municipal de Betim (PMB). A área da usina possui isolamento e sinalização feitos por fechamento completo da área por cercamento e portão de acesso. O controle de acesso se dá por portão e guarita, possui sinalização de segurança através de placas de trânsito e informativas. Além disso, um cinturão verde e afastamento de áreas habitadas fazem o controle de ruídos, enquanto o controle de emissão e poluentes se dá por meio de dispersão de água contra poeira.

8.1.3 Objetivo

A cultura do consumismo, diante da geração desenfreada de resíduos, faz necessária a ampliação dos estudos e ações a respeito da problemática. Dessa forma, este manual tem caráter experimental, não tendo intenção de ser solução definitiva para a gestão do objeto da pesquisa.

O objetivo deste manual é estimular a adoção de técnicas de gerenciamento, fornecendo diretrizes práticas para conduzir o projeto de forma a atender às legislações e garantir a eficácia de gestão prevista no CONAMA 307/2002 e no Plano Municipal de Gerenciamento de Resíduos do Município de Betim. Incentivando, assim, a adesão de técnica

de reciclagem de RCD - Resíduos de Construção e Demolição no município, contribuindo para o cumprimento da Agenda 21 e cooperando com a preservação do meio ambiente, garantindo uma vida melhor para as futuras gerações.

8.1.4 Instrumentos Normativos

A Figura 1, abaixo, relaciona as principais leis e normativas federais, estaduais e municipais referentes aos RSCD - Resíduos Sólidos da Construção.

Figura 1 – Legislações e normativas referentes à gestão dos RSCD



Fonte: Elaborado por Diniz R. G. N., 2024.

8.1.5 Plano Municipal de Resíduo Sólido

Em 2015, a Secretaria do Meio Ambiente do município elaborou o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Betim (PMGIRSB), obedecendo às diretrizes da Resolução CONAMA 307, de 05 de julho e de 2002. A partir desse marco, Betim começou a elaborar ações para minimizar os impactos causados pelos resíduos sólidos.

Segundo o PMGIRSB (2015) e de acordo com dados coletados em 2009, o manejo de resíduos sólidos de construção e demolição (RSCDD) no município, assim como na maioria

das cidades brasileiras, não vinha propiciando um manejo adequado aos Resíduos de Construção e Demolição/Resíduo de Construção Civil (RSCDD/RCC), assim como não vinha seguindo a resolução do CONAMA n.º 307 e as normas da ABNT.

Dessa forma, o PMGIRSB estabeleceu metas de reutilização e reciclagem dos RCD em 2015, para serem alcançadas em 2020; além disso, uma das metas do plano do município era criar legislações municipais para uma melhor gestão.

8.1.6 Classificação dos Resíduos

Os resíduos se classificam, segundo o Conama 307/2002, em A, B, C e D, conforme Figura 2, abaixo.

Figura 2 – Classificação dos RSCD de acordo com a CONAMA 307/2002

Quadro 2: Classificação dos RSCDD de acordo com a CONAMA 307/2002

CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL			
Classe A	Classe B	Classe C	Classe D
Resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem; b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas,), argamassa e concreto; c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.)	São os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras e gesso; (redação dada pela Resolução n° 431/11);	são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem, tais como: produtos oriundos do gesso (redação dada pela Resolução n° 431/11)	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. (Redação dada pela Resolução n° 348/04).

Fonte: Elaborado por Diniz R. G. N., baseado em: BRASIL, 2002.

8.2 PLANEJAMENTO DO PROJETO DA USINA

8.2.1 Termo de Abertura da Usina

Um termo de abertura de projeto é um documento formal que marca o início de um projeto desenvolvido pelo gestor do projeto ou pela equipe responsável e aprovado pelas partes interessadas, como o prefeito ou legisladores do município. O termo de abertura do projeto define o contexto, os objetivos, as partes interessadas, os principais produtos e as restrições do projeto.

Como Fazer

O gerente do projeto, juntamente com a equipe responsável, elabora um documento contendo as informações descritas abaixo. Após, solicita aprovação das partes interessadas, podendo ser o prefeito, Secretário de Meio Ambiente ou legisladores do município.

Título: Termo de Abertura do Projeto da Usina de Reciclagem de RSCD da cidade de Betim

Nome do Projeto: Usina de Reciclagem dos RSCD.

Data de Início: data em que a usina começou seu funcionamento.

Patrocinador: Prefeitura Municipal de Betim/Empresas parceiras (citar).

Gerente de Projeto: gerente da Usina (nome).

Equipe: descrever a equipe que irá trabalhar na Usina.

Objetivo do Projeto: descrever qual o objetivo da usina de reciclagem dos RSCD.

Justificativa do Projeto: explicar por que o projeto é necessário, incluindo benefícios esperados e problemas a serem resolvidos.

Produto do Projeto: quais tipos de britagem serão realizados na usina.

Restrições do Projeto: listar os possíveis problemas que podem acontecer durante a gestão, como falta de recursos etc.

Partes Interessadas Principais: descrever todos os envolvidos no projeto, ou seja, todos que serão de alguma forma “afetados” com o funcionamento da usina.

[Prefeito] [Empresa ECOS] [Secretária Municipal de Meio Ambiente] ...

Cronograma Preliminar: descrever todas as tarefas que devem ser realizadas na usina, incluindo datas importantes, marcos etc.

Orçamento Preliminar: descrever o valor estimado para o funcionamento da usina.

Riscos Iniciais: listar os possíveis riscos que podem ocorrer durante a gestão do processo da usina, assim como as estratégias preliminares para mitigação.

Aprovações: este Termo de Abertura do Projeto é aprovado por: (nome(s))

Assinatura do Patrocinador: data

Assinatura do Gerente de Projeto: data

FIGURA 3—ESTEIRA DA USINA



Fonte: Elaborado por Diniz R. G. N, 2023

8.3 PLANO DE GERENCIAMENTO DO PROJETO DA USINA

Um plano de gerenciamento de projeto é um documento fundamental que descreve como o projeto será executado, monitorado, controlado e encerrado. Ele fornece uma estrutura para orientar todas as atividades do projeto e é desenvolvido pelo gerente de projeto em conjunto com a equipe do projeto e as partes interessadas relevantes. Aqui, está um exemplo simplificado de como um plano de gerenciamento de projeto pode ser estruturado.

Como Fazer

A equipe do projeto, liderada pelo gerente, elabora um documento, com o passo a passo do processo conforme descrito abaixo:

Introdução: elaborar a introdução contendo objetivo do plano, escopo do projeto e referências);

Processos de Gerenciamento de Projetos: descrever os processos abaixo com o máximo de detalhes possível;

Integração do Projeto: descrever como os processos de gerenciamento da usina serão coordenados e integrados;

Escopo do Projeto: descrever como o escopo será definido, validado e controlado;

Cronograma do Projeto: definir como as atividades serão sequenciadas, estimadas e controladas;

Custo do Projeto: descrever como os recursos financeiros serão estimados, orçados e controlados;

Qualidade do Projeto: descrever os requisitos de qualidade do processo de britagem da usina;

Recursos Humanos do Projeto: descrever como a equipe da usina será adquirida, desenvolvida, gerenciada e liberada;

Comunicações do Projeto: detalhar como as informações do processo na usina serão coletadas, distribuídas, armazenadas e gerenciadas;

Gerenciamento de Riscos do Projeto: identificar e analisar os riscos do funcionamento da usina e descrever as estratégias de resposta;

Aquisições do Projeto: descrever como as aquisições serão planejadas, executadas e administradas;

Partes Interessadas do Projeto: descrever como as partes interessadas serão identificadas, envolvidas e gerenciadas ao longo do funcionamento da usina;

Estrutura Organizacional: descrever a estrutura de governança da usina, incluindo papéis e responsabilidades;

Cronograma do Projeto: descrever o cronograma de atividades da usina;

Orçamento do Projeto: descrever o orçamento da usina, incluindo estimativas de custo e alocação de recursos financeiros;

Plano de Comunicação: descrever os métodos de comunicação entre a equipe da usina e as partes interessadas;

Plano de Gerenciamento de Riscos: descrever os principais riscos do projeto e as estratégias de mitigação associadas;

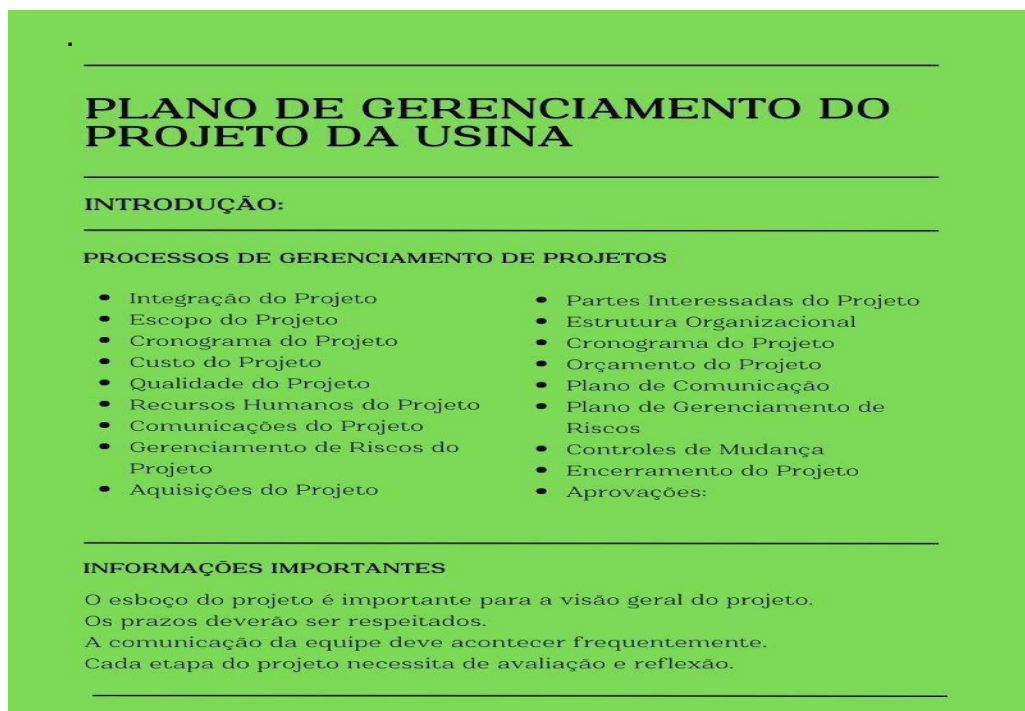
Controles de Mudança: descrever os procedimentos para solicitações, avaliação e implementação de mudanças no processo da usina;

Encerramento do Projeto: descrever os critérios de aceitação da usina e os procedimentos para encerrar formalmente seu funcionamento;

Aprovações: descrever, ao final, “este plano é aprovado por” e colher assinatura do gerente da usina e data.

Abaixo, na Figura 4, estão elencadas as etapas do gerenciamento do projeto da usina.

Figura 4 - Etapas do Plano de Gerenciamento do Projeto da Usina Simplificado



Fonte: Elaborado por Diniz R. G. N., baseado em BRASIL, 2002.

8.4 ESCOPO

O escopo do projeto se refere à definição clara e detalhada do tipo de produto que será beneficiado na usina. Ele estabelece os objetivos, entregas, atividades, recursos necessários, limites e critérios de aceitação. O escopo é essencial para garantir que todas as partes envolvidas compreendam o que está e o que não está incluído no projeto, ajudando a evitar desvios, conflitos e problemas de comunicação.

Como Fazer

Gerente e equipe elaboram um documento com o título “Declaração de Escopo do Projeto (DEP)” ou “Plano de Projeto”, contendo as seguintes informações:

Objetivos: declaração dos resultados que a usina pretende alcançar;

Entregas: especificar qual tipo de britagem a usina irá entregar (brita 0,1..);

Requisitos: especificar detalhadamente as características e critérios de desempenho da usina;

Cronograma: descrever a sequência de atividades que serão praticadas na usina;

Orçamento: descrever todos os recursos financeiros necessários para o funcionamento da usina;

Riscos: identificar e analisar os potenciais eventos que podem afetar o funcionamento da usina (ex.: chuva, manifestação popular...);

Restrições: descrever todos as limitações que podem impactar no funcionamento da usina, como prazos apertados, recursos limitados, restrições legais etc.;

Critérios de aceitação: critérios claros que definem quando uma entrega é considerada concluída e satisfatória (pode ser um formulário entregue ao setor de obras da PMB).

É importante que o escopo do projeto seja documentado de forma clara e concisa, esse documento serve como referência durante toda a execução do projeto, ajudando a manter o foco nas metas estabelecidas e facilitando o gerenciamento das expectativas das partes interessadas.



As atividades do projeto determinam as tarefas específicas que precisam ser executadas para se alcançar os objetivos e entregar os entregáveis de acordo com o escopo do projeto, considerando os prazos e orçamentos definidos. Elas são essenciais para transformar o planejamento do projeto em ação e são organizadas em uma sequência lógica, para garantir a conclusão bem-sucedida deste.

Como Fazer

Tarefa atribuída ao gerente da usina, que irá descrever as sequências das atividades conforme a realidade da usina, porém com os requisitos mínimos listados abaixo:

Planejamento Inicial: realizar reuniões junto à equipe de gestão da usina, estabelecer equipes e atribuir responsabilidades;

Levantamento de Requisitos: realizar reuniões junto aos envolvidos na usina, prefeito, legisladores e secretarias, documentando as características do reciclado agregado;

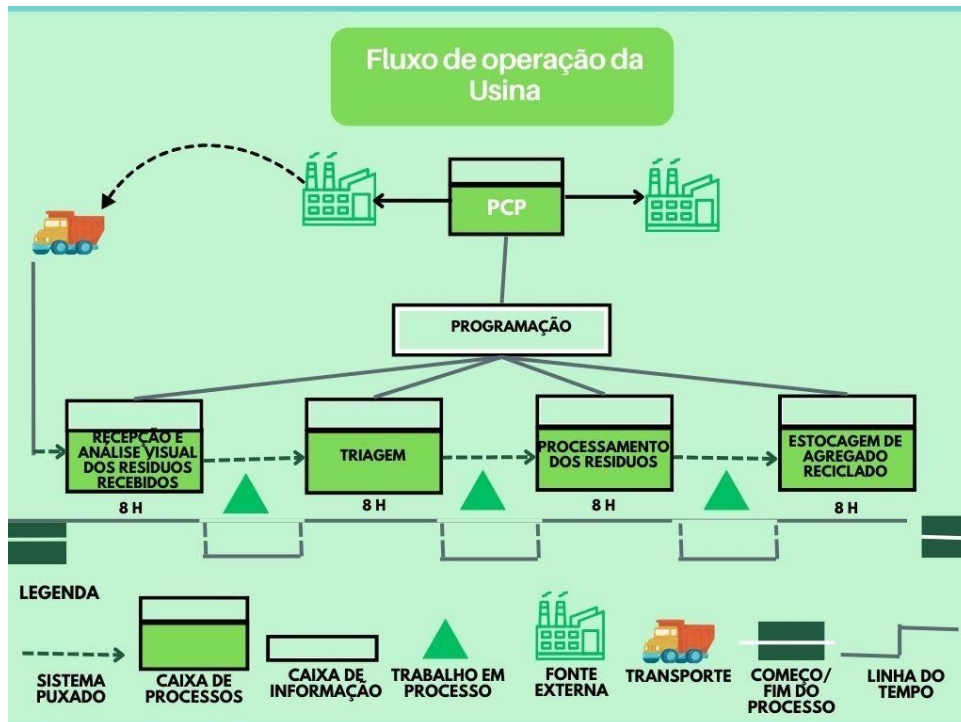
Análise: realizar análise de viabilidade do agregado reciclado;

Descrever as atividades e cronogramas: descrever as atividades da usina, desde o recebimento do entulho até a entrega do agregado reciclado; estabelecer quantidades de produção diária; descrever tempo de parada dos equipamentos para manutenção preventiva ou corretiva; descrever tempo ocioso das máquinas e equipamentos (considerar hora/homem/máquina); elaborar uma tabela de cronograma de atividades da usina e compartilhar com todos os envolvidos.

Monitoramento e Controle: acompanhar o progresso do projeto em relação à tabela de cronograma; gerenciar riscos e problemas; garantir a conformidade com os requisitos elaborados no plano de gerenciamento do projeto.

Encerramento: (considerar - nesse caso - o encerramento o fim do contrato licitatório) documentar lições aprendidas, realizar reuniões de revisão da experiência na condução da usina e arquivar documentação da usina. A Figura 5 traz um modelo de fluxo de operação da usina, inspirado no VSM.

Figura 05 – Modelo de fluxo de operação da usina



Fonte: Elaborado por Diniz R. G. N., 2024, baseado em Mapa de fluxo de Valor *Lean Manufacture*, 2024

Estas atividades genéricas podem ser adaptadas de acordo com a necessidade da Usina. É importante que as atividades sejam claramente definidas, atribuídas a membros da equipe responsáveis e acompanhadas de perto pela gerência para garantir um gerenciamento eficaz.



Figura 06 – Demonstração de granulometria da usina – Brita 2



Fonte: Diniz R. G. N, 2023.

8.6 GERENCIAMENTO DE CUSTOS

O gerenciamento de custos é uma parte essencial do gerenciamento de projetos que envolve planejamento, estimativa, controle e monitoramento dos recursos financeiros necessários para executar um projeto dentro do orçamento estabelecido. Aqui, estão algumas etapas-chave no processo de gerenciamento de custos:

Como Fazer

O gerente do projeto, juntamente com a equipe de planejamento, elabora o plano de gerenciamento de custos, conforme descrito abaixo.

Planejamento de Custos: estabelecer o orçamento com base nos requisitos, escopo e recursos necessários para elaborar o ato licitatório; identificar e estimar os custos de todas as atividades da usina, incluindo mão de obra, materiais, equipamentos, serviços contratados e quaisquer outros custos não mencionados neste manual; desenvolver uma Estrutura Analítica de Custos (EAC), que divide os custos do projeto em categorias específicas para uma melhor compreensão e controle.

Estimativa de Custos: elaborar estimativas precisas dos custos associados a cada atividade da usina, utilizando ferramentas técnicas como estimativa análoga; considerar os riscos e incertezas envolvidos nas estimativas de custos e adicionar uma reserva para lidar com imprevistos.

Orçamentação: alocar os custos estimados para cada atividade da usina ao longo do tempo, criando um orçamento detalhado que mostra como os recursos financeiros serão utilizados ao longo do período do contrato licitatório; garantir que o orçamento seja coerente com os processos praticados na usina para não onerar orçamento público; desenvolver uma linha de base de custos que serve como referência para acompanhar e controlar o desempenho real em relação ao planejado.

Controle de Custos: criar relatórios para monitorar regularmente os custos, comparando os valores reais com o orçamento planejado; identificar e analisar variações de custos, investigando as causas subjacentes e implementando medidas corretivas, quando necessário; realizar reuniões mensais para análise dos relatórios de custos e tomadas de decisões, quando necessário.

Relatórios de Desempenho: preparar relatórios de desempenho financeiro que comuniquem claramente o *status* atual dos custos da usina, destacando variações significativas, tendências e previsões para o futuro. Abaixo, a Figura 7 elenca o ciclo do gerenciamento de custos.

Gerenciamento de custos



Fonte: Elaborado por Diniz R.G.N

DICA:

Uma dica importante para o gerenciamento de custos é adotar uma abordagem proativa e sistemática para identificar, monitorar e controlar os custos ao longo do tempo.



8.7 GERENCIAMENTO DOS RECURSOS

O gerenciamento de recursos envolve a identificação, distribuição, planejamento, controle e otimização dos recursos necessários para realizar as atividades do projeto de forma eficaz. Esses recursos podem incluir pessoas, equipamentos, materiais e financeiros.

Como Fazer

O gerente da usina, junto com equipe de planejamento, identifica todos os recursos necessários para o bom desempenho do processo na usina, considerando pessoas, equipamentos, materiais e financeiros, conforme especificado abaixo.

Identificação de Recursos: identificar todos os recursos necessários para melhorar os processos da usina levando em consideração o escopo, os requisitos e os objetivos do projeto realizado anteriormente. Para isso, devem-se considerar recursos humanos, equipamentos, ferramentas e recursos financeiros.

Alocação de Recursos: destinar os recursos elencados de forma eficiente, atribuindo as pessoas certas para as tarefas certas e garantindo que os recursos materiais e financeiros estejam disponíveis quando necessário. Levar em consideração as habilidades, disponibilidade e carga de trabalho dos membros da equipe ao atribuir tarefas.

Planejamento de Recursos: desenvolver um plano que detalhe como os recursos serão utilizados no processo da usina, o que pode incluir um cronograma de atividades que mostra quando os recursos serão necessários.

Controle de Recursos: monitorar o uso de recursos no processo da usina para garantir que eles estejam sendo utilizados de forma eficiente e eficaz. Isso pode envolver o acompanhamento do tempo gasto pelos membros da equipe em cada atividade, monitoramento do uso de equipamentos e materiais e controle do orçamento da usina.

Otimização de Recursos: analisar e identificar oportunidades para otimizar o uso de recursos, como realocar membros da equipe para áreas onde são mais necessários; utilizar equipamentos de forma mais eficiente ou encontrar maneiras de reduzir custos sem comprometer a qualidade do processo na usina; reavaliar periodicamente os planos de recursos.

Gerenciamento de Conflitos de Recursos: resolver conflitos que possam surgir em relação à disponibilidade ou uso de recursos, como sobreposição de horários para membros da equipe ou disputas sobre prioridades de uso de equipamentos. Comunicar-se de forma eficaz com todas as partes envolvidas para encontrar soluções que atendam às necessidades do projeto.

DICA:

Pode ser usado o modelo VSM para controle e proposta de melhorias.



FIGURA 8 - USINA DE RECICLAGEM EM BETIM



Fonte: Diniz R. G. N, 2023.

8.8 COMUNICAÇÃO

A comunicação de projetos, conforme definido pelo PMBOK, segue um padrão estruturado para garantir que todas as partes interessadas recebam informações relevantes de forma oportuna e precisa para o bom desempenho dos processos do projeto.

Como Fazer

Equipe de planejamento e gerente estruturam relatório, efetuam a comunicação interna, ofícios e documentos, conforme exemplo abaixo, e realizam reuniões com todos os envolvidos na gestão da usina para tomadas de decisões periodicamente.

Modelo de documento de comunicação para as partes interessadas:

Assunto: Atualização do Projeto da Usina de Reciclagem em Betim-MG

Prezados membros da equipe e demais envolvidos,

Esta é uma atualização sobre a Usina de Reciclagem em Betim.

Introdução: Breve contexto sobre a usina e sua importância para a sociedade.

Objetivos do Projeto: recapitulação dos objetivos principais do projeto conforme definido no plano deste.

Status do Projeto: situação atual da usina.

Escopo: descrição do escopo atual e qualquer mudança significativa que tenha ocorrido.

Custos: estado atual do orçamento da usina, incluindo gastos até o momento e previsões de custos futuros.

Qualidade: discussão sobre a qualidade do trabalho realizado até agora e quaisquer problemas de qualidade identificados.

Riscos: atualização sobre os principais riscos identificados e quaisquer medidas de mitigação implementadas para manter o funcionamento da usina.

Decisões e Ações Tomadas: resumo das principais decisões tomadas durante o funcionamento da usina.

Próximos Passos: descrição dos próximos passos de gestão da usina, incluindo atividades planejadas, responsabilidades atribuídas e resultados esperados.

Próxima Reunião: detalhes da próxima reunião, incluindo data, horário e agenda preliminar.

Feedback: solicitação para *feedback* sobre a comunicação do projeto e qualquer sugestão para melhorias.

Agradeço a atenção de todos e estou disponível para responder quaisquer perguntas ou preocupações que possam surgir.

Atenciosamente, [Seu Nome] [Seu Cargo/Posição] [Data]

FIGURA 9 - ÁREA DE RECEBIMENTO DE ENTULHO DA USINA



Fonte: Diniz R. G. N, 2023.

8.9 AQUISIÇÕES

No contexto de gerenciamento de projetos, aquisições referem-se à aquisição de produtos, serviços ou recursos externos que são necessários para garantir o sucesso do projeto. Gerenciar aquisições efetivamente é essencial para garantir que o projeto tenha acesso aos recursos necessários.

Como Fazer

Gerente da usina, juntamente com equipe de planejamento, realiza as definições das aquisições, descreve e controla todos os recursos necessários ao processo, conforme descrito abaixo:

Planejamento de Aquisições: identificar quais produtos, serviços ou recursos serão adquiridos externamente. Desenvolver um plano de aquisições que detalhe as necessidades de

aquisição, os critérios de seleção de fornecedores, os métodos de aquisição apropriados e os prazos de entrega esperados. Determinar os requisitos legais, regulatórios e organizacionais que devem ser seguidos durante o processo de aquisição.

Seleção de Fornecedores: avaliar potenciais fornecedores com base em critérios como experiência, reputação, capacidade técnica, capacidade financeira e histórico de desempenho. Realizar licitações com os fornecedores selecionados para obter propostas competitivas e garantir o melhor valor.

Contratação e Administração de Contratos: desenvolver contratos claros e abrangentes que estabeleçam os termos e condições da aquisição, incluindo escopo, custos, prazos, responsabilidades e garantias. Gerenciar o desempenho dos fornecedores ao longo do ciclo de vida do contrato, monitorando a qualidade, o cumprimento dos prazos e o orçamento.

Encerramento de Contratos: avaliar o desempenho dos fornecedores ao final do contrato. Formalizar o encerramento deste, incluindo a liberação de quaisquer pagamentos finais devidos e a resolução de quaisquer questões pendentes.

8.10 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10.004 - **Resíduos sólidos** - Classificação. 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15112– **Resíduos da construção civil e resíduos volumosos** – Área de transbordo e triagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação. 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15113– **Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes** – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação. 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15114 – **Resíduos sólidos da construção civil** – Áreas de reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação. 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15115 – **Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil** – Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos. 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15116 – **Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil** – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos. 2004

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 348 de 16 de agosto de 2004**. Altera a Resolução CONAMA 307, de 5 de julho de 2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos. Brasília, 2004.

Casa Civil. 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. Brasília: DOU, 2010.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 313 de 29 de outubro de 2002**. Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais. Diário da União: seção 1, Brasília, DF, 2002, 29 out. 2022.

JONES, A.; JOHNST, Robert. **Administração da produção**. 8.ed. . v. 1. São Paulo, SP: Atlas, 2018

PMI-PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, INC (Estados Unidos da América). **Um Guia do conhecimento em Gerenciamento de Projetos: Guia PMBOK**. 4. ed. rev. Estados Unidos da América: PMI book Service Center, 2008. ISBN 978-1-933890-70-8SLACK, N.;

SEMMAD -**Secretaria municipal de meio ambiente e desenvolvimento sustentável**. PMB - Prefeitura Municipal de Betim (Minas Gerais). 2015. Betim –MG, p. 1-128, 2015.

SHOU, W.; WANG, J.; WU, P.; WANG, X.; CHONG, H-Y. **A cross-sector review on the use of Value Stream Mapping**. *International Journal of Production Research*, v. 55, n. 13, p. 3906-3928, 2017.

9 CONCLUSÃO

Diante da necessidade de reduzir os impactos ambientais da construção civil, é fundamental explorar e implementar opções que promovam a gestão eficiente dos resíduos gerados, os quais possuem um potencial teórico significativo, oferecendo oportunidades para reciclagem e reutilização.

O cenário atual das usinas de reciclagem de resíduos da construção civil apresenta variações em diferentes aspectos. Embora enfrentem desafios financeiros, como os custos operacionais elevados, existem oportunidades de investimento sustentável, especialmente com políticas de incentivo e crescente conscientização sobre a importância da reciclagem. Ambientalmente, essas usinas têm potencial para reduzir substancialmente a quantidade de resíduos enviados para aterros sanitários, contribuindo para a conservação de recursos naturais e a diminuição da poluição. Socialmente, sua operação pode gerar empregos locais e promover o desenvolvimento sustentável das comunidades.

Apesar do potencial existente, é fundamental melhorar a gestão das usinas, investindo em tecnologias mais eficientes e práticas de gestão sustentável. Além disso, é necessário promover políticas públicas que incentivem a reciclagem e o uso de materiais reciclados na construção civil, além de conscientizar os diversos agentes envolvidos sobre a importância da redução, reutilização e reciclagem de resíduos. Com abordagens integradas e colaborativas, é possível transformar desafios em oportunidades e avançar em direção a um futuro mais sustentável e resiliente para o setor da construção civil.

10 REFERÊNCIAS

AUTODESK (EUA). Revit: **software BIM para projetistas, construtores e desenvolvedores**. In: **Revit: software BIM para projetistas, construtores e desenvolvedores**. 1.0-RC2. [S. l.], 2022. Disponível em: <https://www.autodesk.com.br/products/revit/overview?term=3-YEAR&tab=subscription>. Acesso em: 25 jul. 2022.

BRASIL - CÂMARA DOS DEPUTADOS. Ministério das relações exteriores, divisão do meio Ambiente, com a colaboração do Programa das Nações Unidas para o meio ambiente, PNUMA. **Ação Parlamentar, 56, 1995. 56. Conferência das nações unidas sobre o meio ambiente e desenvolvimento**, Brasília-DF: Centro de Documentação e Informação Coordenação de Publicações, v. 1, p. 472, 1995.

BRASIL - Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Rede de capacitação e extensão tecnológica em saneamento ambiental. ReCesa, 2007. **Resíduos sólidos: PGRSU -Plano de gestão de resíduos Sólidos urbanos**: : guia do profissional em treinamento, Belo Horizonte-MG: Artes Gráficas Formato LTDA, v. 1, p. 100, 2007.

BRITO, D. M. de; FERREIRA, E. de A. M. **Avaliação de estratégias para representação e análise do planejamento e controle de obras utilizando modelos BIM 4D**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 15, n. 4, p. 203-223, out./dez. 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212015000400047>.

CÂMARA MUNICIPAL DE BETIM. Lei Ordinária nº 6381, de 29 de junho de 2018. **Dispõe sobre a transformação da empresa de construções, obras, serviços, projetos, transportes e trânsito de Betim - ECOS EM AUTARQUIA PÚBLICA MUNICIPAL, E DÁ OUTRAS PROVIDÊNCIAS**. Lei Ordinária Nº 6.381/2018, Betim, 2018

Cardoso, A. da C. F., Galatto, S. L., & Guadagnin, M. R. (2014). **Estimativa de Geração de Resíduos da Construção Civil e Estudo de Viabilidade de Usina de Triagem e Reciclagem**. Brazilian Journal of Environmental Sciences (RBCIAMB), (31), 1–10. Disponível em: https://www.rbciamb.com.br/Publicacoes_RBCIAMB/article/view/254/209 Último acesso em: 5 dez. 2023

CATELANI, Wilt Silva (Brasil). Cbic - Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Coletânea Implementação do BIM Para Construtoras e Incorporadoras: Fundamentos BIM** - Acesso em: 12 abr. 2017.

CAVALCANTI, Francisco, P.; SILVEIRA, Jarbas, N. **Fundamentos de Gestão de Projetos**. São Paulo: Atlas, 2016. Disponível em: <https://doity.com.br/media/doity/submissoes/artigo-809f7a66f61a623503d615654422c5e23f884d52-arquivo.docx> Último acesso em: 5 dez. 23

CONAMA RESOLUÇÃO Nº 307, DE 5 DE JULHO DE 2002. **Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil**. Disponível em: https://cetesb.sp.gov.br/licenciamento/documentos/2002_Res_CONAMA_307.pdf Último acesso em: 5 dez. 2023

Contemporânea – Revista de Ética e Filosofia Política, v. 3, n. 3, 2023. ISSN 2447-0961 **Empresa de Construções, Obras, Serviços, Projetos, Transporte e Trânsito Informativo**

anual, 2020. Prefeitura Municipal de Betim (Minas Gerais). Betim -MG, 2020 - Empresa de Construções, Obras, Serviços, Projetos, Transporte e Trânsito Informativo anual, 2022. Prefeitura Municipal de Betim (Minas Gerais). Betim -MG, 2022.

CRUZ, N. F.; MARQUES, R. C. **Revisiting the determinants of local government performance**. Omega, v. 44, p. 91-103, abr. 2014. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0305048313000923?via%3Dihub> Último acesso em: 5 dez. 23

ECOS - Empresa de Construções, Obras, Serviços, Projetos, Transporte e Trânsito **Informativo anual, 2019**. Prefeitura Municipal de Betim (Minas Gerais). Betim -MG, 2019.

FRASSON, S.. **Usinas de reciclagem de entulho como agentes na valoração dos resíduos gerados pela construção civil**, [s. L.], 12017.

GNECCO, verônica. **Bim para gestão de resíduos na construção civil: estudo de casona obra do Cras do município de Biguaçu/sc**. 2019. 150 f. TCC (Bacharelado) - Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2018.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades e Estados – **Betim**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/betim.html> Último acesso em: 5 dez. 2023

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **População 1980**. In: Governo Federal. IBGE. População. [S. l.], 2021. População total - 1980 - 2010. Disponível em:

LARUCCIA, Mauro. **Sustentabilidade e Impactos Ambientais da Construção Civil**. Artigo, [s. l.], 2014.

MARCONI, Marina d; LAKATOS, Eva. **Fundamentos de metodologia científica**. 8. ed. atual. São Paulo: Atlas, 2017. ISBN 978-85-970-1076-3.

MEU Município. In: **Dados de Betim**. 1.0-RC2. [S. l.], 2015. Disponível em: <https://meumunicipio.org.br/perfil-municipio/3106705-BetimMG?exercicio=2015>. Acesso em: 14 jun. 2022.

NUNES, Jéssica Martins; LONGO, Orlando Celso; ALCOFORADO, Luciane Ferreira; PINTO, Gustavo Oliveira. **O setor da Construção Civil no Brasil e a atual crise econômica**. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/7274/6553> Último acesso em: 5 dez. 2023

PMGIRSB - **Plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos de Betim**. PMB - Prefeitura Municipal de Betim (Minas Gerais). 2015., Betim -MG, p. 1-128, 2015.

PMI. **Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK®)**—Quarta Edição. Disponível em: <https://www.cin.ufpe.br/~if717/slides/PMBOK.pdf> Último acesso em: 5 dez. 23

PREFEITURA MUNICIPAL DE BETIM. Lei nº 6412, de 12 de setembro de 2018. **Dispõe sobre a política municipal de saneamento básico e dá outras providências**. Betim Minas Gerais, 12 set. 2018.


Presidência da República Secretaria – Geral. **LEI Nº 12.965, DE 23 DE ABRIL DE 2014**. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2014/lei/112965.htm Último acesso em: 5 dez. 2023

Ribas JR, Vicente TV dos S, Altaf JG, Troccoli IR. **Integração de ações na gestão sustentável**. REAd Rev eletrôn adm (Porto Alegre) [Internet]. 2017May;23(2):31–57. Available from: <https://doi.org/10.1590/1413.2311.112.58086>. Último acesso em: 5 dez. 23

SEMMAD - **Secretária municipal de meio ambiente e desenvolvimento sustentável**. PMB - Prefeitura Municipal de Betim (Minas Gerais). 2015., Betim – MG, p. 1-128, 2015.

ZANETTI1, Gabriela Candeo; MARTINES, Karen Staquecini; TOSELLO, Maria Eunice Carvalho Tosello; SIMÕES, Rebeca Delatore. **Resíduos sólidos da construção civil**. Encontro Nacional de Ensino, Pesquisa e Extensão, Presidente Prudente, ano 2015, v. 12, ed. especial, p. 350-358, 22 out. 2015.

11 ANEXOS



Empresa de Construções, Obras, Serviços, Projetos, Transportes e Trânsito de Betim
Rua Pará de Minas, 640, Brasileira | Betim | MG - CEP.: 32600-412

TERMO DE COOPERAÇÃO QUE ENTRE SI CELEBRAM A EMPRESA DE CONSTRUÇÕES, OBRAS, SERVIÇOS, PROJETOS, TRANSPORTES E TRÂNSITO DE BETIM – ECOS E A SRA. RAVENA GLICERIA NOLL DINIZ, NA FORMA ABAIXO.

PARTÍCIPES:

EMPRESA DE CONSTRUÇÕES, OBRAS, SERVIÇOS, PROJETOS, TRANSPORTES E TRÂNSITO DE BETIM – ECOS, pessoa jurídica de direito público interno, autarquia integrante da Administração Pública Indireta do Município de Betim, constituída nos termos da Lei Municipal nº 6.381, de 29 de junho de 2018, inscrita no CNPJ sob o nº 74.077.025/0001-20, com sede no Centro Administrativo Papa João Paulo II, localizado na Rua Pará de Minas, nº 640, Bairro Brasileira, Betim/MG, CEP nº 32.600-412, neste ato representada por sua Presidente, Sr.ª Marinesia Dias da Costa Makatsuru, inscrita no RG sob o nº MG-3.900.672 e no CPF sob o nº 696.291.456-34, daqui por diante designado **1º PROPONENTE**.

RAVENA GLICERIA NOLL DINIZ, pessoa física, inscrita no RG sob o nº MG-12.698.238 e no CPF sob o nº 014.367.016-60, residente e domiciliada na Rua Clotilde Borges, nº 105, Bairro Jardim da Cidade, Betim/MG, CEP nº 32.604-288, daqui por diante designada **2º PROPONENTE**.

As partes acima identificadas ajustaram e, por este instrumento, celebram um Termo de Cooperação, em conformidade com as normas legais vigentes, mediante as seguintes cláusulas e condições:

CLÁUSULA PRIMEIRA – DO OBJETO

O presente Termo de Cooperação tem por objeto estabelecer uma parceria entre as partes para que a **2º PROPONENTE** possa analisar a Gestão de Resíduos Sólidos da Construção Civil e avaliar a viabilidade econômica e socioambiental da usina de reciclagem de material de construção na Cidade de Betim/MG, através da coleta de dados junto à **1º PROPONENTE**.

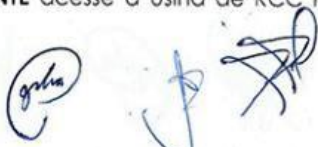
CLÁUSULA SEGUNDA – DO VALOR DO CONVÊNIO



Não haverá nenhum desembolso financeiro entre os partícipes, devendo cada um arcar somente com as despesas e custos internos que se fizerem necessários às participações e ao fiel cumprimento do Termo de Cooperação.

CLÁUSULA TERCEIRA – DAS OBRIGAÇÕES DOS PARTÍCIPES

3.1 – Competirá à 1º PROPONENTE:

3.1.1 – permitir que a **2º PROPONENTE** acesse a Usina de RCC localizada na região de Citrolândia;



PREFEITURA DE BETIM WWW.BETIM.MG.GOV.BR



Empresa de Construções, Obras, Serviços, Projetos, Transportes e Trânsito de Betim
Rua Pará de Minas, 640, Brasília | Betim | MG - CEP: 32600-412

3.1.2 – fornecer as informações e os dados necessários para instruir adequadamente a pesquisa, desde que não sejam de cunho pessoal e/ou sigiloso;

3.1.3 – permitir que a 1ª PROPONENTE acompanhe as atividades realizadas na Usina de RCC.

3.2 – Competirá à 2ª PROPONENTE:

3.2.1 – realizar a pesquisa, através das visitas técnicas e das coletas de dados, respeitando estritamente as orientações da 1ª PROPONENTE;

3.2.2 – entregar à 1ª PROPONENTE, ao final do prazo de vigência do Termo de Cooperação, o manual elaborado durante a pesquisa, a dissertação aprovada com os resultados da pesquisa e a cópia da aprovação da discente no mestrado;

3.2.3 – apresentar à 1ª PROPONENTE, ao final do prazo de vigência do Termo de Cooperação, os resultados finais da pesquisa.

CLÁUSULA QUARTA – DOS GESTORES DO TERMO DE COOPERAÇÃO

A gestão do Termo de Cooperação caberá ao Diretor da Diretoria de Serviços Ambientais e ao Chefe do Setor de Resíduos, ambos os órgãos integrantes da estrutura orgânica da 1ª PROPONENTE.

CLÁUSULA QUINTA – DO PRAZO DE VIGÊNCIA E DAS ALTERAÇÕES

5.1 – O presente Termo de Cooperação terá início com a assinatura deste instrumento e vigorará até o dia 31 de dezembro de 2023, podendo ser prorrogado, mediante acordo entre as partes, através de termo aditivo.

5.2 – As modificações do texto original poderão ser operadas por termos aditivos, com validade imediata após a assinatura do termo apêndice.

CLÁUSULA SEXTA – DA DENÚNCIA E DA RESCISÃO

6.1 – A denúncia ou a rescisão deste Termo poderá ocorrer a qualquer tempo, por iniciativa de qualquer um dos partícipes, mediante notificação com antecedência mínima de 30 (trinta) dias.

CLÁUSULA SÉTIMA – DA PUBLICAÇÃO

7.1 – O extrato do presente Termo de Cooperação será encaminhado para publicação no Órgão Oficial do Município de Betim até o 5º (quinto) dia útil do mês subsequente ao de sua assinatura, devendo ocorrer no prazo de até 20





Empresa de Construções, Obras, Serviços, Projetos, Transportes e Trânsito de Betim
Rua Pará de Minas, 640, Brasília | Betim | MG - CEP.: 32600-412


(vinte) dias daquela data, em conformidade com o que estabelece o parágrafo único, do art. 61, da Lei Federal nº 8.666/1993.

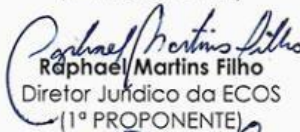
CLÁUSULA OITAVA – DO FORO

8.1 – Fica eleito o foro da Comarca de Betim para dirimir qualquer dúvida ou litígio que porventura possa surgir da execução deste Termo de Cooperação, com expressa renúncia de qualquer outro, por mais privilegiado que seja.

E, por estarem justos e acordados, firmam este Termo em 02 (duas) vias de igual teor e forma, comprometendo-se a cumprir e a fazer cumprir, por si e por seus sucessores, em juízo ou fora dele, tão fielmente como nele se contém na presença das testemunhas abaixo, para que produza os devidos e legais efeitos.

Betim/MG, 11 de fevereiro de 2022.


Marinésia Dias da Costa Makatsuru
Presidente da ECOS
(1º PROPONENTE)

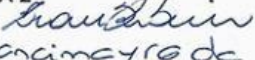

Raphael Martins Filho
Diretor Jurídico da ECOS
(1º PROPONENTE)


Raveng Glicerja Noll Diniz
(2º PROPONENTE)

TESTEMUNHA 1

Assinatura: 
Nome: Cláudio Antonio R. Paes
CPF: 953.358.430-53

TESTEMUNHA 2

Assinatura: 
Nome: Francinayro de Silva Ribeiro
CPF: 95339957691

CONTEMPORÂNEA

Revista de Ética e Filosofia Política

Contemporânea Revista de Ética e Filosofia Política

DECLARAÇÃO

A Contemporânea Revista de Ética e Filosofia Política, ISSN 2447-0961, declara para os devidos fins, que o artigo intitulado **"ANÁLISE DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO (RSCD), NO MUNICÍPIO DE BETIM - MG"** de autoria de **Ravena Glicéria Noll Diniz, Carlos Fernando Lemos, Fernanda Carla Wasner Vasconcelos, Ariane Flávia do Nascimento**, foi publicado no v. 3, n. 3, p. 2428-2441.

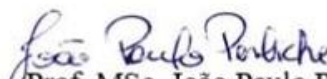
A revista é on-line, e os artigos podem ser encontrados ao acessar o link:

<https://revistacontemporanea.com/ojs/index.php/home/issue/view/13>

DOI: <https://doi.org/10.56083/RCV3N3-067>

Por ser a expressão da verdade, firmamos a presente declaração.

São José dos Pinhais, 21 de Março de 2023.


Prof. MSc. João Paulo Perbiche
Editor-chefe



QR de validade da publicação



19º Congresso Nacional de
MEIO AMBIENTE
Poços de Caldas
20, 21 e 22 de Setembro de 2022

CERTIFICADO

TEMÁTICA 2022
PLANETA TERRA,
ÁGUA E AR
consciência,
conservação
e educação

Certificamos que

o trabalho intitulado “ANÁLISE DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO (RSCD), NO MUNICÍPIO DE BETIM - MG” de autoria Ravena Glicéria Noll Diniz, Ariane Flávia do Nascimento, Fernanda Carla Wasner Vasconcelos, Amanda Ferreira França Ribeiro, Carlos Fernando Lemos, foi eleito um dos melhores trabalhos do XIX Congresso Nacional de Meio Ambiente de Poços de Caldas, realizado no período de 21 a 23 de setembro de 2022 em Poços de Caldas, Minas Gerais, Brasil.

Prof. Dr. Claudiomir Silva Santos
Presidente da Comissão
Técnica Científica

Prof. Dr. Fabrício dos Santos Rittá
Membro da Comissão
Técnica Científica

Prof. Msc. Roneli A. Barbosa
Membro da Comissão
Técnica Científica

Gisele Correa Ferreira
Diretora da GSC
Eventos Especiais



Realização



Patrocínio





Contemporânea
Contemporary Journal
 3(3): 2428-2441, 2023
 ISSN: 2447-0961

Artigo

ANÁLISE DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO (RSCD), NO MUNICÍPIO DE BETIM - MG

ANALYSIS OF THE MANAGEMENT OF SOLID CONSTRUCTION AND DEMOLITION WASTES (HSW) IN THE CITY OF BETIM – MG

DOI: 10.56083/RCV3N3-067
 Recebimento do original: 24/02/2023
 Aceitação para publicação: 22/03/2023

Ravena Glicéria Noll Diniz

Mestranda Profissional em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental
 Instituição: Instituto Federal de Ciência e Tecnologia Minas Gerais (IFMG) - Campus Bambuí, Pontifícia Universidade Católica (PUC-MG)
 Endereço: Rodovia Bambuí, Medeiros, Km 05, Bambuí – MG, CEP: 38900-000
 E-mail: ravena.diniz@ufv.br

Carlos Fernando Lemos

Doutor em Geoquímica Ambiental
 Instituição: Universidade Federal de Viçosa (UFV) - Florestal
 Endereço: Rodovia LMG 818, Km 6, CEP: 35690-000, Florestal - MG
 E-mail: fernando.lemos@ufv.br

Fernanda Carla Wasner Vasconcelos

Doutora em Ciências
 Instituição: Instituto Federal de Ciência e Tecnologia Minas Gerais (IFMG) - Campus Bambuí, Pontifícia Universidade Católica (PUC-MG)
 Endereço: Rodovia Bambuí, Medeiros, Km 05, Bambuí – MG, CEP: 38900-000
 E-mail: ravena.diniz@ufv.br

Ariane Flávia do Nascimento

Doutora em Ciência Animal
 Instituição: Instituto Federal de Ciência e Tecnologia Minas Gerais (IFMG) - Campus Bambuí, Pontifícia Universidade Católica (PUC-MG)
 Endereço: Rodovia Bambuí, Medeiros, Km 05, Bambuí – MG, CEP: 38900-000
 E-mail: ariane.nascimento@ifmg.edu.br

2428



RESUMO: A Eco-92 estabeleceu políticas de responsabilidade ambiental, em uma agenda que pouco se avançou nos últimos trinta anos. Portanto, é necessário intensificar os nossos esforços para coletar, analisar e discutir informações sobre a gestão dos resíduos sólidos de construção civil e de demolição (RSCD). Este artigo teve por objetivo diagnosticar a gestão dos RSCD, em Betim. A Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais destaca a região Sudeste como maior geradora de resíduos sólidos da Construção e demolição do Brasil, representando aproximadamente 50 por cento do total gerado no país. Este trabalho, utilizou o método de pesquisa aplicada, de natureza descritiva, a partir de uma abordagem qualitativa, por meio de um estudo de caso. Os dados foram obtidos através de documentos internos de controle de produção da Empresa ECOS e do Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos do Município de Betim (MG), no período de 2015 à 2022. Foram analisados os dados da geração de resíduos em 2015 e posterior a geração e reciclagem desde o funcionamento da Usina de Reciclagem de Betim em 2018 a 2022. Constataram como resultados desta pesquisa que o município propôs o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Municipal, em 2015, conforme a legislação vigente, com metas que estão sendo cumpridas, desde 2018. Assim, nos últimos 5 anos, reciclou aproximadamente 150 000 toneladas, transformando o agregado reciclado em cobertura de estradas rurais, fazendo valer o cumprimento da agenda 2030, preservando o ecossistema e tornando-se cidade modelo para outros municípios.

PALAVRAS-CHAVE: Sustentabilidade, Agenda 2030, Responsabilidade Ambiental, Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos.

ABSTRACT: Eco-92 established policies for environmental responsibility, in an agenda that has advanced little in the last thirty years. Therefore, it is necessary to intensify our efforts to collect, analyze and discuss information about the management of solid construction and demolition waste (CSWR). This article aimed to diagnose the management of CSWR, in Betim. The Brazilian Association of Companies for Public Cleaning and Special Waste highlights the Southeast region as the largest generator of solid waste from construction and demolition in Brazil, representing approximately 50 percent of the total generated in the country. This work used the method of applied research, of a descriptive nature, from a qualitative approach, through a case study. The data were obtained through internal production control documents of the ECOS Company and the Integrated Solid Waste Management Plan of the Municipality of Betim (MG), for the period 2015 to 2022. The data of waste generation in 2015 and subsequent generation and recycling since the operation of the Betim Recycling Plant in 2018 to 2022 were analyzed. They found as results of this research that the municipality



proposed the Municipal Plan of Integrated Management of Municipal Solid Waste, in 2015, according to current legislation, with goals that are being met, since 2018. Thus, in the last 5 years, it has recycled approximately 150,000 tons, transforming the recycled aggregate into rural road coverage, enforcing compliance with agenda 2030, preserving the ecosystem, and becoming a model city for other municipalities.

KEYWORDS: Sustainability, Agenda 2030, Environmental Responsibility, Municipal Plan for Integrated Solid Waste Management.



Artigo está licenciado sob forma de uma licença
Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

1. Introdução

Devido ao crescimento urbanístico, a indústria da Construção Civil tornou-se uma das mais importantes atividades socioeconômicas do país e uma das principais geradoras de resíduos sólidos nos municípios do Brasil, sendo um dos ramos de atividades que mais degrada o ambiente.

Em 2010 o Brasil gerava em torno de 33 000 000 toneladas de RSCD ao ano, ABRELPE, (2020) em 2021 passou a gerar cerca de 46 000 000, ABRELPE (2021). O aumento progressivo da geração de resíduos sólidos de construção e demolição (RSCD) produzidos no país motiva uma série de ações por parte do governo federal, dentre elas, podemos citar o desenvolvimento da Resolução Conama 307 de 05 de julho e de 2002, que estabeleceu diretrizes, normas e procedimentos para a gestão de resíduos da construção civil nos municípios, BRASIL (2002).

O presente estudo foi realizado no município de Betim (MG), pertencente à Região Metropolitana de Belo Horizonte Minas Gerais, possui uma área de 345,99 Km² e população de aproximadamente 450 000 pessoas, IBGE (2021).

Em 2015, a Secretaria do Meio Ambiente do município, elaborou o

2430



Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Betim (PMGIRSB), obedecendo às diretrizes da Resolução Conama 307 de 05 de julho e de 2002, e a partir do PMGIRS, começou a ser implementada ações para reduzir os impactos causados ao meio ambiente derivados dos resíduos gerados pelo setor da construção e demolição, PMGIRSB (2015).

Segundo o PMGIRSB (2015) e, de acordo com dados coletados em 2009, o manejo de resíduos sólidos de construção e demolição (RSCD) no município, assim como a maioria das cidades brasileiras, não vinha propiciando um manejo adequado aos Resíduos de Construção e Demolição/Resíduo de Construção Civil (RSCD/RCC), assim como não vinha seguindo a resolução do CONAMA n.º 307 e das normas da ABNT.

Em 2015 o município, através da secretária de Meio Ambiente, implantou 14 Unidades de Recolhimento de Pequeno Volumes (URPV), sendo que cada URPV possui em médias três caçambas com capacidade volumétrica de 8m³, estima-se que cada URPV gere cerca de 3.000 toneladas de entulho/mês. Os resíduos eram recolhidos e enviados a Área de Triagem e Transbordo – ATT da Usina de Reciclagem de Resíduos de Construção e Demolição/Resíduo de Construção Civil, PMGIRSB (2015).

O PMGIRSB estabeleceu metas de reutilização e reciclagem dos RCD em 2015, para serem alcançadas em 2020, além disso, uma das metas do plano do município era de criar legislações municipais para melhor gestão e, em 2018 foi criada a LEI N.º 6412, DE 12 DE SETEMBRO DE 2018 que dispõe sobre a Política Municipal de Saneamento Básico, Prefeitura Municipal de Betim (2018)

A gestão das políticas públicas do município é realizada pela ECOS – Empresa de Construção, Obras, Serviços, Projetos, Transporte e Trânsito de Betim, a empresa foi transformada em autarquia municipal em 2018 através da lei 6381/2018, Câmara Municipal De Betim (2018).

O presente estudo visa contribuir com discussões teóricas e práticas



sobre o tema Resíduos de Construção e Demolição/Resíduo de Construção Civil no meio científico além de estimular os gestores municipais a praticar a gestão dos RCD conforme resolução do CONAMA 307, ABNT entre outras normativas para preservar o meio ambiente, avaliando a gestão dos RCD da cidade de Betim nos períodos de 2015 a 2022.

Em consideração a isso, este artigo teve por objetivo diagnosticar a gestão dos RSCD, em Betim.

2. Metodologia

Este trabalho, utilizou o método de pesquisa aplicada, de natureza descritiva, a partir de uma abordagem qualitativa, por meio de um estudo de caso.

O cenário de estudo foi o município de Betim - MG, localizado a 30 km de Belo Horizonte, região metropolitana de Minas Gerais – um dos municípios da região sudeste com maior crescimento urbanístico conforme o IBGE, (2020).

Realizou-se uma leitura do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Betim para entendimento da situação da gestão e das propostas elencadas, após a leitura realizada, foi efetuada a coleta dos dados da geração de resíduos do ano de 2015 do PMGIRSB e das metas descritas no documento para o trato dos RSDC.

Conforme Marconi e Lakatos (2017), o método quantitativo-descritivos tem como finalidade o delineamento ou a análise das características de fatos ou fenômenos, a avaliação de programas ou o isolamento de variáveis principais ou chave.

Neste contexto, foi realizada a coleta dos RSCD gerados, no período de 2018 a 2022 – anual, mensal e diário- com gestores da empresa ECOs – Empresa de Construções, Obras, Serviços, Projetos, Transporte e Trânsito



de Betim.

Foi realizado um estudo de amostragem da quantidade de Resíduos da Construção Civil geradas no município de Betim compreendidos entre os anos 2015 e 2022 e da geração de RSCD e reciclagem desses resíduos entre 2018 e 2022, após esse levantamento, foram elaborados os gráficos para melhor compreensão dos dados.

Os dados foram tratados utilizando recursos da estatística descritiva, a saber, média e porcentagem, para posterior comparação entre os resíduos gerados, no período de 2015 e 2022.

3. Resultados e Discussão

De acordo com o Panorama da Abrelpe (2021), em 2021 houve um aumento dos Resíduos Sólidos de Construção e Demolição (RSCD) gerados no Brasil de 5,5% em relação ao ano anterior. Em todo o país, foram recolhidos cerca de 47 milhões de toneladas por ano, sendo que o Sudeste tem percentual de 34 por cento desse total, gerando cerca de 24 milhões de resíduos por ano.

O município de Betim possui uma das maiores taxas de crescimento do Estado de Minas Gerais, e apresenta números expressivos de resíduos sólidos sendo que, de acordo com o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Betim - PMGIRSB, em 2014 foram gerados um total de 82.152.120 kg/ano enquanto que Resíduos Sólidos da Construção, demolição e reforma representam aproximadamente 45% desse total dos resíduos gerados no município (PMGIRSB, 2015).

A Prefeitura Municipal de Betim, para colocar a usina em funcionamento, precisou adquirir novos equipamentos, a troca do maquinário foi necessária, já que, apesar de ter sido montada em 2011, a usina nunca havia funcionado até 2018. Ainda segundo a prefeitura, ela

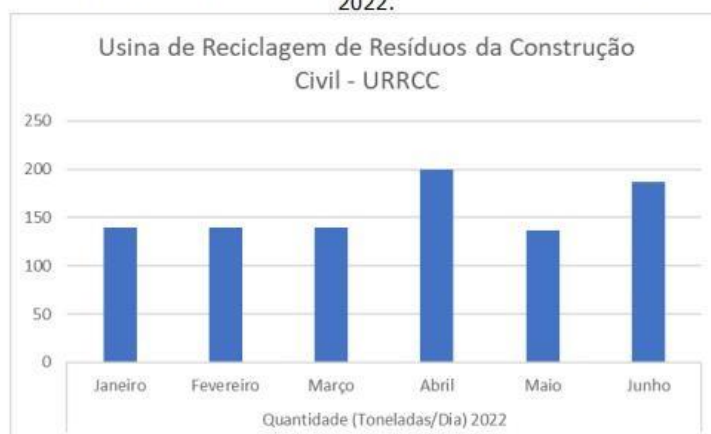
2433



possuía problemas, como subdimensionamento dos equipamentos e erros em sua montagem, ECOs (2018).

Segundo o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Betim (PMGIRSB), em 2015, período em que ainda não havia prática de reciclagem no município, foram geradas cerca de 103 toneladas por dia de RSCD, sendo que em 2022, a usina passou a receber uma média de 150 toneladas por dia para serem reciclados.

Figura 1: Controle de produção diária da usina referente aos meses de janeiro a junho de 2022.



O cálculo da média, considerou 20 dias de produção mensal devido às paradas por ocasião de manutenções preventivas e corretivas, assim como eventos sazonais.

No levantamento de janeiro a julho de 2022, a média de demanda foi de 150 toneladas/dia considerando 20 dias/mês de trabalhos na usina, totalizando aproximadamente 3000 toneladas/ mês. Com esta média mensal em 12 meses teremos 36 000 toneladas geradas na cidade de Betim - MG.



Figura 2: Controle de produção mensal da usina referente aos meses de janeiro a junho de 2022.



A prefeitura de Betim, através da Empresa ECOs, desde 2018 realiza a britagem dos RSCD gerados no município e começou com capacidade de reciclar 2.500 toneladas e em 2021, estava realizando a britagem média de 2800 toneladas/mês.

A usina possui capacidade máxima de britagem com potencial de aumento da produção, assim como do recolhimento dos RSCDs.

Figura 3: Controle de produção anual da usina desde a sua inauguração em 2018 até 2022



2435



Segundo o DSA/ECOs Usina de Reciclagem de Resíduos da Construção Civil -URRCC da cidade de Betim - MG em 2018, reciclou 30.000 toneladas por ano na sua capacidade máxima e em 2022 atingiu 33.000 toneladas por ano, com previsão de aumento de acordo com a demanda aplicada.

Os RCD diários gerados entre 2015 e 2022 representam um percentual de aumento de 45,63 por cento num intervalo de apenas 7 anos, com uma média de 6,5 por cento de aumento anual como vemos na figura 4.



Se prevermos uma média percentual de 2022 a 2030, com o ramo da construção mantendo a escala de produção dos últimos 7 anos, teremos um aumento de 52% de RSDC na cidade de Betim, o que indica uma necessidade de manter a usina em funcionamento para evitar que esses resíduos sejam destinados de forma incorreta, causando danos ao meio ambiente.

A cidade de Betim se destaca na gestão dos resíduos sólidos fazendo cumprir as metas do PGRS, desde 2015 a prefeitura já retirou de possíveis aterros clandestinos e "botaforas", em média 250.000 toneladas de resíduos sólidos no período de 7 anos. Até 2030, podemos estimar o dobro desse valor, ou seja, serão no mínimo 520.000 toneladas dispostos de forma



correta sem degradar o meio ambiente, ECOs (2018).

Enfatiza-se que a construção civil é um dos setores que mais degrada o meio ambiente, impactando a biodiversidade, poluindo a atmosfera, reduzindo as reservas hídricas, e principalmente gerando resíduos, especialmente quando a obra não é feita com planejamento adequado (LARUCCIA, 2014).

Para evitar a degradação do meio ambiente frente ao descarte incorreto dos RSCD, geração destes resíduos, atendendo às necessidades de consumo, sem comprometer o meio ambiente e as futuras gerações, obedecendo as legislações e cumprir as propostas da agenda 2030 do Brasil.

Conforme Gnecco (2018), novas tecnologias vêm avançando para minimizar tais impactos ambientais como a tecnologia BIM em inglês *Building Information Modeling*, porém, a ferramenta ainda se posiciona como uma tecnologia com um preço alto, o software BIM custa em média R\$1400,00/Mês (Hum mil e quatrocentos reais) cada licença, além da necessidade de contratar uma consultoria para implantação e utilização, logo, as pequenas empresas e proprietários de imóveis – que vão demolir, construir ou reformar – ainda não tem acesso a tecnologias como o BIM e esse público representa uma grande parcela de geradores de resíduos, Autodesk (2022).

A ferramenta é uma plataforma tecnológica aplicada a construção civil que possibilita modelar os projetos e detalhes das especificações das instalações ou da edificação evitando desperdícios e custos na construção. (CATELANI, 2016).

Marinho (2017) propõe que: o BIM é capaz de gerenciar e armazenar informações e dados, durante todo o ciclo de vida da obra, desde a concepção e a conceituação da ideia, desenvolvimento do projeto, a construção, e também após a obra pronta, na sua fase de utilização

Brito e Ferreira (2015) define BIM como uma metodologia de projeto

2437



que subsidia a integração da informação ao longo das etapas de processo de projeto, gestão de projetos e obras.

Portanto, mais do que a prática de reciclagem, é necessário estimular a redução de geração dos RSCD.

Dito isso, a proposta desse estudo, é demonstrar que o cumprimento da agenda 2030 Brasil é possível através do cumprimento das legislações, além de incentivar outros municípios a realizar a gestão correta dos resíduos sólidos da construção, efetuando o reaproveitamento do mesmo após reciclado, já que os materiais resultantes do processo de reciclagem podem ser usados na fabricação de tijolos, blocos, meio fios e outros, evitando assim a degradação do meio ambiente, deixando para as futuras gerações um ecossistema preservado garantindo-lhes uma qualidade de vida, além de propor a redução do RSCD através de pesquisas de novas tecnologias.

4. Considerações Finais

A pesquisa realizou o diagnóstico da gestão dos RSCD da cidade de Betim com dados anuais, mensais e diários desde a elaboração do PMGIRSB que ocorreu em 2015, trouxe ainda conceitos sobre Resíduos de Construção e Demolição/Resíduo de Construção Civil em conformidade com a resolução do Conama 307 de 05 de julho de 2002 no meio científico além de estimular os gestores municipais a praticar a gestão dos RCD conforme resolução do CONAMA 307, ABNT entre outras normativas para preservar o meio ambiente, avaliando a gestão dos RCD da cidade de Betim nos períodos de 2015 a 2022.

O município de Betim segue as normas para cumprir as suas metas de reciclagem dos resíduos sólidos da construção demolição, a cidade trabalhou para reduzir os impactos ambientais.

Com o objetivo ambiental, a quantidade de RSCD que teriam um



destino de “bota foras” ou aterros clandestinos, foram consideráveis com a criação da usina.

Para evitar esses “Bota foras”, descartes clandestinos que degrada o meio ambiente, faz-se necessário estudos especiais de gerenciamento de RSCD assim como o fomento da reciclagem, atendendo as necessidades de consumo sem prejudicar o meio ambiente, cumprindo as legislações e fazendo cumprir a agenda 2030 Brasil.

A Reciclagem dos RSCD é um passo importante para a conquista de um ecossistema sustentável, e em parceria dos poderes públicos e privados, o trato dos resíduos se torna mais acessível, no caso apresentado, foi de extrema importância a criação de uma autarquia no município para desburocratizar a gestão pública.

Atender ao CONAMA/307 realizando o Plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos é o primeiro passo para a eficácia da gestão dos RSCD e o caminho para garantir o cumprimento da agenda 2030, conforme demonstrado na pesquisa a iniciativa de realizar o PMGIRSB foi o que levou o município concretizar as metas estabelecidas.

Faz-se necessário pesquisa de novas tecnologias para evitar a geração dos resíduos sólidos da construção e demolição.

Incentivar outros municípios reciclar através de exemplos como a cidade de Betim -MG, é importante para desburocratizar a ação e demonstrar que é possível o Brasil chegar em 2030 como o país que conseguiu cumprir a sua agenda.

Por fim, estimular a adoção de técnicas de reciclagem e a boa prática de gestão dos RSCD para a preservação do meio ambiente, é garantir uma vida melhor a geração atual e as futuras gerações.



Referências

ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais In: **Panorama 2021**. [S. l.], 2021. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama/>. Acesso em: 8 jan. 2022.

AUTODESK (EUA). Revit: software BIM para projetistas, construtores e desenvolvedores. In: **Revit: software BIM para projetistas, construtores e desenvolvedores**. 1.0-RC2. [S. l.], 2022. Disponível em: <https://www.autodesk.com.br/products/revit/overview?term=3-YEAR&tab=subscription>. Acesso em: 25 jul. 2022.

BRASIL - CÂMARA DOS DEPUTADOS. Ministério das relações exteriores, divisão do meio Ambiente, com a colaboração do Programa das Nações Unidas para o meio ambiente, PNUMA. Ação Parlamentar, 56, 1995. 56. **Conferência das nações unidas sobre o meio ambiente e desenvolvimento**, Brasília-DF: Centro de Documentação e Informação Coordenação de Publicações, v. 1, p. 472, 1995.

BRASIL - Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Rede de capacitação e extensão tecnológica em saneamento ambiental. ReCesa, 2007. **Resíduos sólidos: PGRSU -Plano de gestão de resíduos Sólidos urbanos**: : guia do profissional em treinamento, Belo Horizonte- MG: Artes Gráficas Formato LTDA, v. 1, p. 100, 2007.

BRITO, D. M. de; FERREIRA, E. de A. M. Avaliação de estratégias para representação e análise do planejamento e controle de obras utilizando modelos BIM 4D. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 15, n. 4, p. 203-223, out./dez. 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212015000400047>.

CÂMARA MUNICIPAL DE BETIM. Lei Ordinária nº 6381, de 29 de junho de 2018. DISPÕE SOBRE A TRANSFORMAÇÃO DA EMPRESA DE CONSTRUÇÕES, OBRAS, SERVIÇOS, PROJETOS, TRANSPORTES E TRÂNSITO DE BETIM - ECOS EM AUTARQUIA PÚBLICA MUNICIPAL, E DÁ OUTRAS PROVIDÊNCIAS. **Lei Ordinária Nº 6.381/2018**, Betim, 2018

CATELANI, Wilton Silva (Brasil). Cbic - Câmara Brasileira da Indústria da Construção.

Coletânea Implementação do BIM Para Construtoras e Incorporadoras: Fundamentos BIM - Acesso em: 12 abr. 2017.

ECOs - **Empresa de Construções, Obras, Serviços, Projetos, Transporte e Trânsito Informativo anual, 2019**. Prefeitura Municipal de Betim (Minas Gerais). Betim -MG, 2019.



- **Empresa de Construções, Obras, Serviços, Projetos, Transporte e Trânsito Informativo anual, 2020.** Prefeitura Municipal de Betim (Minas Gerais). Betim -MG, 2020.

- **Empresa de Construções, Obras, Serviços, Projetos, Transporte e Trânsito Informativo anual, 2022.** Prefeitura Municipal de Betim (Minas Gerais). Betim -MG, 2022.

FRASSON, S.. **Usinas de reciclagem de entulho como agentes na valoração dos resíduos gerados pela construção civil**, [s. L.], 12017.

GNECCO, verônica. **Bim para gestão de resíduos na construção civil: estudo de casona obra do cras do município de biguaçu/sc.** 2019. 150 f. TCC (Bacharelado) - Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2018.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. População 1980. In: Governo Federal. IBGE. População. [S. l.], 2021. **População total - 1980 - 2010.** Disponível em: <https://brasilemsintese.ibge.gov.br/populacao/populacao-total-1980-2010.html>. Acesso em: 1 Maio. 2022.

LARUCCIA, Mauro. Sustentabilidade e Impactos Ambientais da Construção Civil. **Artigo**, [s. l.], 2014.

MARCONI, Marina d; LAKATOS, Eva. **Fundamentos de metodologia científica.** 8. ed. atual. São Paulo: Atlas, 2017. ISBN 978-85-970-1076-3.

MEU Município. In: **Dados de Betim.** 1.0-RC2. [S. l.], 2015. Disponível em: <https://meumunicipio.org.br/perfil-municipio/3106705-Betim-MG?exercicio=2015>. Acesso em: 14 jun. 2022.

PMGIRSB - **Plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos de Betim.** PMB - Prefeitura Municipal de Betim (Minas Gerais). 2015., Betim -MG, p. 1-128, 2015.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BETIM. **Lei nº 6412, de 12 de setembro de 2018.** DISPÕE SOBRE A POLÍTICA MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO E DÁ OUTRAS

PROVIDÊNCIAS. Betim Minas Gerais, 12 set. 2018.

SEMMAD - **Secretária municipal de meio ambiente e desenvolvimento sustentável.** PMB - Prefeitura Municipal de Betim (Minas Gerais). 2015., Betim -MG, p. 1-128, 2015.