



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
ESCOLA DE MINAS
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL**



THAÍS COUTINHO TEIXEIRA

**CARACTERIZAÇÃO DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS
DO MUNICÍPIO DE BAMBUÍ - MG**

TRABALHO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL

Ouro Preto, 2019

THAÍS COUTINHO TEIXEIRA

**CARACTERIZAÇÃO DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS
DO MUNICÍPIO DE BAMBUÍ - MG**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Ouro Preto como parte dos requisitos para a obtenção do Grau de Engenheiro Ambiental.

Orientador: Aníbal da Fonseca Santiago

Ouro Preto, dez/2019

SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

T266c Teixeira, Thais Coutinho .
Caracterização do gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos do município de Bambuí-MG. [manuscrito] / Thais Coutinho Teixeira. - 2019.
110 f.: il.: color., gráf., tab., mapa.

Orientador: Prof. Dr. Anibal da Fonseca Santiago.
Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas.

1. Resíduos Sólidos Urbanos- Gerenciamento. 3. Bambuí (MG). 4. Resíduos Sólidos Urbanos - Caracterização física. I. Santiago, Anibal da Fonseca. II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU 502/504

Bibliotecário(a) Responsável: Maristela Sanches Lima Mesquita - CRB:1716

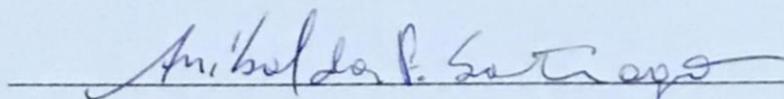
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO
Universidade Federal de Ouro Preto – Escola de Minas
Colegiado do Curso de Engenharia Ambiental - CEAMB
Campus Universitário Morro do Cruzeiro-S/N - CEP:35400-000 Ouro Preto – MG
Brasil - Tel.: (31) 3559.1542 – e-mail: ceamb@em.ufop.br

Folha de Aprovação

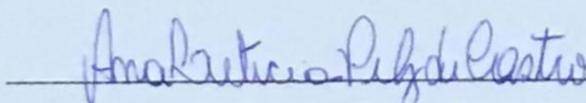
Thaís Coutinho Teixeira

**CARACTERIZAÇÃO DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS
DO MUNICÍPIO DE BAMBUÍ - MG**

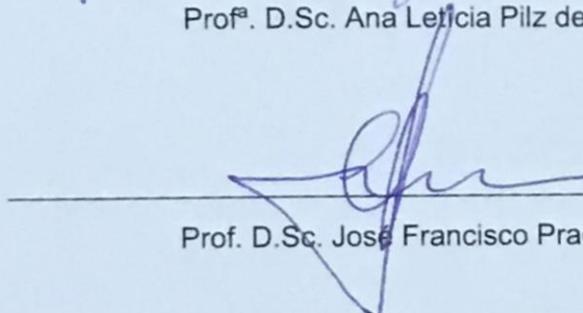
Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em 04/12/2019 pela
comissão avaliadora constituída pelos professores:



Prof. D.Sc. Anibal da Fonseca Santiago (Orientador) – EM/UFOP



Profª. D.Sc. Ana Letícia Pilz de Castro – EM/UFOP



Prof. D.Sc. José Francisco Prado Filho – EM/UFOP

Campus Universitário Morro do Cruzeiro-S/N - CEP:35400-000 Ouro Preto – MG
Brasil - Tel.: (31) 3559.1542 – e-mail: ceamb@em.ufop.br

DEDICATÓRIA

“Aos meus pais, maiores e melhores orientadores na vida”.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por iluminar meu caminho e me conduzir rumo as melhores escolhas para minha vida.

Aos meus pais, pelo apoio e confiança, pelo amor incondicional e por dedicarem tanto a mim, permitindo a concretização desse meu sonho.

À minha irmã, por ser meu porto seguro.

Ao Guilherme, meu ponto de equilíbrio, por toda paciência nestes momentos tão conturbados da vida.

Ao meu orientador, Aníbal Santiago, que não poupou esforços para me aconselhar e me guiar na realização deste trabalho.

Aos funcionários da prefeitura de Bambuí e da CONSERBRAS pela atenção, respeito e disponibilidade de informações.

Aos membros da Banca e queridos professores Ana Letícia Pilz e José Francisco Prado Filho, por dispenderem seu tempo e atenção para contribuir com este trabalho de conclusão de curso.

Às amigas Marcella, Júlia e Francielli e Karinna, que estiveram sempre dispostas a ouvir meus lamentos, preocupações e estresses, e me ajudar no que fosse preciso durante a concepção da Monografia, na graduação e no dia-a-dia.

À UFOP e Escola de Minas, em especial ao DEAMB e todos os professores que fizeram parte desta batalha, por tantos ensinamentos.

A todos que se envolveram, meu muito obrigada!

“A maior ameaça ao nosso planeta é acreditar que outra pessoa vai salvá-lo”.

(Robert Swan)

RESUMO

A caracterização do Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) de um município facilita a compreensão de onde deve-se aplicar recursos e onde não é necessário gastar-se tanto, objetivando uma administração responsável, uma cidade mais limpa e uma melhoria na saúde e no bem-estar da população. O município de Bambuí-MG, alvo do presente trabalho, apresenta algumas dificuldades em relação aos resíduos sólidos: os resíduos são dispostos de forma ambientalmente inadequada, existe uma dificuldade para a captação de recursos para a melhoria dos serviços de limpeza urbana e município não possui um plano de gerenciamento de resíduos sólidos, requisito obrigatório para que a cidade tenha acesso à recursos da União, destinados aos serviços de limpeza urbana, segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Este estudo buscou gerar subsídios para a elaboração do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) e auxiliar o município na gestão e no gerenciamento dos RSU, caracterizando os serviços prestados desde a coleta até a disposição final. O trabalho, também, determinou a geração per capita de resíduos no município, obtendo um valor de 0,59 kg de resíduos gerados, por habitante, por dia.

Palavras chave: Resíduos Sólidos Urbanos, Gerenciamento de RSU, Bambuí-MG, Caracterização física de resíduos.

ABSTRACT

The characterisation of the Solid Urban Waste Management in a municipality facilitates the understanding of where resources should be invested and where not to spend so much, aiming for responsible management, a cleaner city and improvement in people's health and well being. The municipality of Bambuí-MG, the target of the present study, presents some problems regarding the solid waste: the waste is disposed in an environmentally inadequate manner and it is difficult to raise resources for the improvement of urban cleaning services. Besides, the municipality does not have a solid waste management plan, which is a mandatory requirement for the city to have access to the Union resources for urban cleaning services under the National Solid Waste Policy (PNRS). This study sought to generate subsidies for the elaboration of the Municipal Plan for Integrated Solid Waste Management (PMGIRS) and to assist the city in the administration and management of MSW, distinguishing the services provided from collection to final disposal. This project has also determined the per capita generation of waste in the municipality, obtaining a value of 0.59 kg of waste generated per person per day.

Keywords: Urban solid waste, USW management, Bambuí-MG, Waste characterization, Physical characterization of waste.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 4.1 - Disposição final de RSU no Brasil.....	17
FIGURA 4.2 - Destinação dos RSU em MG- Municípios por tipologia de destinação final ..	18
FIGURA 5.1 - Fluxograma das etapas do projeto	27
FIGURA 5.2 - Localização de Bambuí no Estado de Minas Gerais	28
FIGURA 5.3 - Localização do aterro controlado de Bambuí.....	31
FIGURA 5.4 - Distância do aterro controlado ao local de pesagem	37
FIGURA 6.1 – Agrupador de resíduos	44
FIGURA 6.2 - Tambores para acondicionamento de RSU	46
FIGURA 6.3 - Contêineres instalados na sede urbana de Bambuí.....	47
FIGURA 6.4 - Rota 1	53
FIGURA 6.5 - Rota 2	54
FIGURA 6.6 - Rota 3	55
FIGURA 6.7 - Rota 4	56
FIGURA 6.8 - Itinerário de Coleta de Resíduos Sólidos em Bambuí-MG	57
FIGURA 6.9 - Caminhão compactador utilizado na coleta de RSU em Bambuí	58
FIGURA 6.10 - Armazenamento temporário de RSS	61
FIGURA 6.11 - RSS encontrados dispostos juntamente com o “lixo comum”	63
FIGURA 6.12 - Caixa separadora de água-óleo.....	65
FIGURA 6.13 - Ferramentas e utensílios usados na varrição	67
FIGURA 6.14 - Resíduo jogado em um vaso da cidade, com dois contêineres de resíduos próximos	68
FIGURA 6.15 - Disposição de RSU no Aterro Controlado em agosto de 2019	71
FIGURA 6.16 - Aterramento de RSU em outubro de 2019	71

LISTA DE QUADROS

QUADRO 4.1 - Classificação dos resíduos pela Política Nacional de Resíduos Sólidos.....	6
QUADRO 5.1 - Características de um adequado serviço de limpeza pública	33
QUADRO 6.1 - Operacional de coleta de RSU	40
QUADRO 6.2 - Caçambas lixeiras disponibilizadas pela prefeitura	64

LISTA DE TABELAS

TABELA 4.1 - Composição gravimétrica média dos resíduos brasileiros.....	15
TABELA 5.1 - Caracterização gravimétrica dos RSU de Bambuí-MG.....	31
TABELA 6.1 - Itinerários das 4 rotas de coleta de RSU de Bambuí	48
TABELA 6.2 - Frota ótima.....	60
TABELA 6.3 - Custos com a destinação de RSS em Bambuí no ano de 2019.....	63
TABELA 6.4 - Custo mensal da limpeza urbana de Bambuí.....	74
TABELA 6.5 - Estimativa de gastos após a implementação da coleta seletiva e da disposição final ambientalmente adequada de rejeitos.....	76
TABELA 6.6 - Custo mensal do gerenciamento de RSU realizado pela CONSERBRAS.....	77
TABELA 6.7 - Massa de resíduos coletados em Bambuí	78
TABELA 6.8 - Geração de RSU em Bambuí.....	78

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 4.1 - Geração de resíduos sólidos no Brasil em 2018	15
GRÁFICO 4.2 - Geração <i>per capita</i> de resíduos sólidos no Brasil em 2018.....	15
GRÁFICO 4.3 - Porcentagem de resíduos coletados no Brasil.....	16
GRÁFICO 6.1 - Comparação da porcentagem do orçamento gasta com limpeza urbana em Bambuí e uma média das cidades brasileiras	74
GRÁFICO 6.2 - Gasto médio com manejo de RSU anualmente, por população.....	75
GRÁFICO 6.3 - Geração <i>per capita</i> média nacional, estadual e de municípios de mesmo porte que Bambuí.....	79
GRÁFICO 6.4 - Geração per capita de municípios próximos à Bambuí que fazem parte do CIAS-Centro	80

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AAF	Autorização Ambiental de Funcionamento
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRECON	Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição
ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
ANA	Agência Nacional de Águas
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
APAMA	Associação dos Papeleiros e Amigos do Meio Ambiente
ARSAE	Agencia Reguladora de Serviços de Abastecimento de Agua e de Esgotamento Sanitário
AS	Aterros Sanitários
CEMPRE	Compromisso Empresarial para Reciclagem
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CIAS	Consórcio Intermunicipal de Aterros Sanitários
CNM	Confederação Nacional de Municípios
CODEVASF	Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba
COPAM	Conselho Estadual de Política Ambiental
COPASA	Companhia de Saneamento de Minas Gerais
DAM	Documento de Arrecadação Municipal
DN	Deliberação Normativa
EPI	Equipamento de Proteção Individual
ETA	Estação de Tratamento de Água
ETE	Estação de Tratamento de Esgoto
FEAM	Fundação Estadual do Meio Ambiente
FHEMIG	Fundação Hospitalar de Minas Gerais
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
IBAM	Instituto Brasileiro de Administração Municipal
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IFMG	Instituto Federal de Minas Gerais
LO	Licença de operação
MMA	Ministério do Meio Ambiente

NBR	Norma Brasileira
PERS	Política Estadual de Resíduos Sólidos
PEV	Postos de Entrega Voluntária
PIB	Produto Interno Bruto
PMGIRS	Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PNSB	Pesquisa Nacional de Saneamento Básico
PROSAB	Programa de Pesquisas em Saneamento Básico
RSS	Resíduos de Serviço de Saúde
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SINIR	Sistema Nacional de Informação sobre a gestão de Resíduos Sólidos
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento Básico
SUS	Sistema Único de Saúde
UTC	Unidade de Triagem e Compostagem

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	OBJETIVOS	3
2.1	Objetivos Gerais	3
2.2	Objetivos Específicos	3
3	JUSTIFICATIVA	4
4	REFERENCIAL TEÓRICO	5
4.1	Resíduos sólidos urbanos: definições e classificações	5
4.2	Políticas ambientais relacionadas aos resíduos sólidos	8
4.2.1	Política Estadual de Resíduos Sólidos	8
4.2.2	Política Nacional de Resíduos Sólidos	12
4.3	Panorama dos resíduos sólidos urbanos no Brasil e em Minas Gerais	14
4.4	Dificuldades dos pequenos municípios para se adequarem à PNRS	18
4.5	Gestão e Gerenciamento de RSU.....	21
4.5.1	Coleta e transporte	22
4.5.2	Varrição, poda e capina	24
4.5.3	Destinação e Disposição final.....	24
4.6	Características físicas dos RSU	25
5	METODOLOGIA.....	27
5.1	Caracterização da área de estudo	28
5.2	Dados de saneamento.....	29
5.3	Caracterização dos serviços de limpeza urbana de Bambuí-MG.....	32
5.3.1	Serviços de limpeza urbana	33
5.4	Caracterização dos RSU	36
5.4.1	Geração <i>per capita</i>	37
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
6.1	Gestão de resíduos sólidos em Bambuí	39
6.2	Gerenciamento de resíduos sólidos em Bambuí.....	40
6.2.1	Coleta e transporte	40

6.2.2	Coleta especial.....	60
6.2.3	Varrição	66
6.2.4	Capina e roçagem	69
6.2.5	Desobstrução de bocas de lobo.....	70
6.2.6	Disposição final	70
6.2.7	Custos	73
6.3	Caracterização dos RSU: geração <i>per capita</i>	77
7	PROPOSIÇÕES A PREFEITURA MUNICIPAL DE BAMBUÍ.....	81
8	CONCLUSÃO.....	83
	REFERÊNCIAS	85

1 INTRODUÇÃO

A geração de resíduos sólidos está intimamente relacionada à urbanização e ao progresso industrial e tecnológico, que acompanham as necessidades do mundo atual e também participam da adequação à vida, aos tempos modernos. O crescimento populacional, principalmente nos centros urbanos e a cultura do desperdício, que leva ao consumo constante e crescente, mesmo que este, não seja essencial para a qualidade de vida das pessoas, também se apresenta como um fator de relevância para a produção de resíduos.

O gerenciamento de resíduos sólidos urbanos tem se transformado numa fonte de considerável despesa para os cofres públicos municipais e num delicado assunto de gestão. Um gerenciamento municipal ineficaz, pode acarretar sérios problemas ambientais, que tem como consequência a geração de danos à saúde e ao bem-estar da população. Aliado a este problema de ineficiência do gerenciamento dos resíduos, o surgimento de críticas severas à administração pública, ainda podem levar o município a enfrentar problemas de ordem política, econômica e judicial.

Para minimizar os problemas gerados pela questão do “lixo”, o congresso federal criou a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que foi instaurada em 2010. Esta Lei previa que em quatro anos todos os municípios brasileiros deveriam estar adequados, principalmente no que se diz respeito à extinção dos lixões e à elaboração de Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS), este segundo, em um prazo menor, de dois anos.

Entretanto, muitos municípios brasileiros ainda não conseguiram se adequar à PNRS, gerando notificações, multas e punições às administrações públicas. Entre as punições que o município recebe pelo não enquadramento à PNRS, se destaca o não recebimento de recursos da União para a melhoria dos serviços de limpeza urbana.

No município de Bambuí, localizado no centro-oeste de Minas Gerais, o cenário não é diferente. A cidade apresenta menos de 50 mil habitantes, possui uma disposição final inadequada de resíduos, não possui um sistema de coleta seletiva e enfrenta dificuldades técnicas e financeiras para se adequar às legislações vigentes e conferir maior qualidade de vida para a sua população.

Neste trabalho, foi realizado um estudo em Bambuí, para caracterizar o que acontece atualmente no gerenciamento dos RSU do município e também para identificar acertos e erros, visando subsidiar o planejamento e contribuir com melhorias para a sistemática da limpeza urbana da cidade (até que seja possível desenvolver um PMGIRS, e adquirir recursos para esta

finalidade). Estes são os primeiros passos para que uma administração consiga alcançar seus objetivos em relação aos resíduos sólidos.

Portanto este trabalho visa analisar documentos, observar comportamentos e coletar dados, referentes ao gerenciamento de RSU, que poderão ser utilizados para a elaboração de um PMGIRS em Bambuí. Este trabalho também tem o propósito de verificar se o serviço de limpeza urbana atende toda a população, se este é de qualidade e se os serviços prestados estão sendo eficientes.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivos Gerais

Avaliar o gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) na sede urbana de Bambuí-MG, desde a coleta até a disposição final visando subsidiar o poder público municipal em ações de melhoria desses serviços.

2.2 Objetivos Específicos

- a) realizar levantamentos e analisar o gerenciamento atual de resíduos sólidos no município de Bambuí-MG e verificar sua adequação à PNRS;
- b) gerar informações preliminares que servirão para a formulação do Plano Municipal de Resíduos Sólidos do município, como por exemplo, as características do funcionamento atual dos serviços de limpeza urbana e a geração *per capita* dos RSU recolhidos no município;
- c) diagnosticar formas de manejo e tratamento dos RSU, bem como gerar informações sobre as rotas de coleta, quilometragem percorrida durante a coleta, transporte de resíduos e custos dos serviços;
- d) propor medidas à administração municipal visando a melhoria dos serviços de limpeza urbana e o cumprimento da PNRS no município.

3 JUSTIFICATIVA

A determinação de parâmetros das condições de operação dos serviços municipais de limpeza urbana e a avaliação dos valores gastos são essenciais para se planejar e executar um serviço de limpeza urbana de qualidade. Para isto, os municípios devem elaborar seus Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS), como exigido pela Política Nacional de Resíduos Sólidos.

O município de Bambuí – MG, alvo deste estudo, não possui o PMGIRS. Segundo a administração municipal, a falta de recursos é o principal motivo para que este ainda não tenha sido elaborado. No entanto, a elaboração deste tipo de plano pode fortalecer a economia do município, criando novas fontes de negócios, gerando emprego e renda para o município. Em contrapartida, a inexistência do PMGIRS causa o não recebimento de recursos da União para assuntos relacionados às áreas de resíduos sólidos, gerando problemas para a administração municipal e também para a organização e qualidade ambiental da cidade e saúde da população. Portanto, é de extrema necessidade que a elaboração do PMGIRS seja realizada.

O presente estudo poderá subsidiar o município na realização deste plano determinando parâmetros de operação e apontando pontos em que o município deverá fiscalizar com maior rigor e cobrar dos prestadores de serviço, da população e do setor empresarial para se obter um serviço de limpeza urbano adequado, envolvendo todos os setores da sociedade na responsabilidade pelos resíduos gerados no município e, assim, conferir a todos os habitantes, uma maior qualidade de vida. Além disso, o estudo será uma referência bibliográfica para comparação de dados quando for necessário medir-se a eficiência do serviço prestado, para que possa haver uma melhoria contínua do manejo municipal de resíduos, visando sempre a qualidade, produtividade e um custo mínimo.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção, apresentam-se os fundamentos teóricos relacionados aos seguintes temas: definições de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) e suas classificações, as legislações que regem a problemática dos RSU no Brasil e em Minas Gerais, bem como o panorama atual dos RSU nos cenários nacional e estadual, buscando melhorar o entendimento das implicações das regras. Fundamenta-se também sobre as dificuldades dos pequenos municípios para se adequarem às legislações e as consequências legais, para o meio ambiente e para a população, da não adequação dos municípios às leis referentes aos resíduos sólidos, e, por fim, fundamenta-se sobre a importância de caracterizar fisicamente os RSU.

4.1 Resíduos sólidos urbanos: definições e classificações

Os resíduos sólidos são gerados desde as mais simples até as mais complexas atividades humanas. A definição de resíduos sólidos sofreu mudanças ao longo do tempo a partir do desenvolvimento da consciência ambiental, de avanços tecnológicos, e da percepção de que o reaproveitamento de resíduos pode gerar renda (SANTAELLA *et al.*, 2014).

A palavra lixo apresenta-se como um significado negativo, como por exemplo, mostra a definição do Dicionário Michaelis (2019): “resíduos provenientes de atividades domésticas, industriais, comerciais, etc., que não prestam e são jogados fora; bagaço”.

Segundo Barros (2012), o termo lixo costuma ser usado para denominar materiais ou produtos que foram eliminados porque já não interessavam mais aos seus proprietários ou porque já não os era útil, ou seja, o termo lixo é usado quando se refere aqueles que costumam ser considerados como destinados à disposição final, que não possuem tecnologias para o seu aproveitamento integral de maneira economicamente viável.

O lixo, portanto, é o que a Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010) descreve como rejeitos: “resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada”.

Por outro lado, o termo resíduo sólido é utilizado para definir aqueles resíduos que podem ser reutilizados como matéria prima, ou seja, denota a possibilidade de valorização (BARROS, 2012).

Segundo Silva e Almeida (2010), citados por Andreoli *et al.* (2014), quando se mistura todo o material descartado, tem-se o lixo. Quando é feita a separação do lixo e são encontrados

materiais que podem ser reutilizados, tem-se o resíduo sólido.

A partir dessa diferenciação, é possível concluir que os resíduos possuem valor, sendo possível sua reciclagem e que voltem à cadeia produtiva, enquanto não há forma de reaproveitamento para o rejeito, o que demanda a construção de mais aterros sanitários para que haja uma destinação adequada (REVEILLEAU, 2011).

A NBR 10004 (ABNT, 2004) define resíduo sólido como qualquer resíduo no estado sólido e semissólido resultante de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição.

Estes receberam classificações que foram importantes para subsidiarem planos de gerenciamento de resíduos. Por exemplo, a Lei 12.305 (BRASIL, 2010) classifica os resíduos sólidos quanto à sua origem e à sua periculosidade, conforme apresentado no QUADRO 4.1QUADRO 4.1:

QUADRO 4.1 - Classificação dos resíduos pela Política Nacional de Resíduos Sólidos

Classificação		Descrição
Quanto a origem	Resíduos domiciliares	Originários de atividades domésticas em residências urbanas
	Resíduos de limpeza urbana	Originários de varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana
	Resíduos sólidos urbanos	Resíduos domiciliares e de limpeza urbana
	Resíduos de estabelecimentos comerciais	Gerados em estabelecimentos comerciais e prestadores de serviço, exceto serviços de limpeza, de saneamento básico, serviços de saúde, de construção civil e de atividades agrossilvopastoris
	Resíduos de serviços públicos de saneamento	Gerados nos serviços de saneamento básico, exceto os resíduos sólidos urbanos
	Resíduos industriais	Gerados nos processos produtivos e instalações industriais
	Resíduos de serviços de saúde	Gerados nos serviços de saúde, de acordo com as normas estabelecidas pelo

Classificação		Descrição
		Sisnama, SNVS ou em algum regulamento
	Resíduos da construção civil	Gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação de terrenos para obras civis
	Resíduos agrossilvopastoris	Gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais incluindo insumos agrícolas
	Resíduos de serviços de transportes	Originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários, ferroviários e de passagens de fronteira
	Resíduos de mineração	Gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios
Quanto à periculosidade	Resíduos perigosos	Aqueles que, em razão de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental
	Resíduos não perigosos	Aqueles que não se enquadram nos resíduos perigosos

Fonte: Brasil, 2010

Já a NBR 10004 (ABNT, 2014) classifica os resíduos sólidos de acordo com o seu risco associado à saúde pública e ao meio ambiente. Para isso, eles foram divididos em dois grupos: os perigosos e os não perigosos.

Os resíduos perigosos, classificados como Classe I, são aqueles que podem apresentar risco a saúde pública ou ao meio ambiente devido as suas propriedades físicas, químicas ou infectocontagiosas. Eles podem, portanto, apresentar inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e/ou patogenicidade.

Os resíduos não perigosos, chamados de Classe II, são subdivididos em não inertes ou inertes. Quando os resíduos apresentarem um potencial de interação com o ambiente, eles são chamados de não inertes, ou resíduos Classe II-A. Estes podem, por exemplo, apresentar

propriedades como: solubilidade em água, biodegradabilidade ou combustibilidade.

Os resíduos inertes, classificados como Classe II-B, são aqueles que não apresentam interação com o meio ambiente. Mais especificamente, são aqueles que, quando submetidos ao um contato com água destilada ou deionizada, segundo as especificações da ABNT NBR 10007 e da ABNT NBR 10006, não apresentarem nenhum componente solubilizado a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água.

Os resíduos sólidos urbanos (RSU) se apresentam como um grande problema ambiental em qualquer sociedade que não esteja adequadamente atenta para as consequências de sua acumulação e que não adote medidas corretas de coleta, de transporte, de reciclagem e de destinação final adequada (SANTAELLA *et al.*, 2014).

Eles são definidos, segundo a Lei nº 12.305 (BRASIL, 2010), como os resíduos provenientes de atividades domésticas em residências urbanas e serviços de limpeza urbana, como por exemplo os resíduos originários de varrição pública e limpeza de logradouros e vias públicas.

Analogamente, o Sistema Nacional de Informação sobre a gestão de Resíduos Sólidos (SINIR, 2018) classifica os RSU como os resíduos recolhidos e tratados por ou para os centros urbanos e completa que estes abrangem resíduos domésticos, de comércios e negócios, de escritórios, instituições e empresas de pequeno porte, lixo das ruas, de pequenos contêineres e resíduos de limpeza de mercado, se manejado como resíduo urbano.

Para Pereira e Curi (2013), é importante que a população e as autoridades competentes compreendam tanto as características dos resíduos sólidos quanto as suas origens para que possam lidar com eles de forma mais efetiva. Pereira e Curi (2013) ainda afirmam que a correta identificação dos resíduos pela população é de extrema importância para melhor administração dos resíduos que possam ou não ser reutilizados ou reciclados e, também, para dar a população uma melhor conscientização na hora da aquisição de produtos.

4.2 Políticas ambientais relacionadas aos resíduos sólidos

4.2.1 Política Estadual de Resíduos Sólidos

Gestão ambiental pública é o Poder Público agindo de acordo com uma política pública ambiental. As políticas públicas ambientais são o conjunto de objetivos, diretrizes e instrumentos de ação que o poder público dispõe para produzir efeitos desejáveis no meio

ambiente (BARBIERI, 2016).

Segundo Trindade (2011), o estabelecimento de políticas ambientais sólidas deve passar por um sistema contínuo de tentativa e erro, exigindo que o sistema consiga detectar os erros cometidos e corrigí-los.

Em Minas Gerais, a gestão de resíduos sólidos, especificamente, começou a ser promovida em 1997, com o Programa “Minas Joga Limpo” (SILVEIRA, 2018). Segundo Neto e Lelis (1999), este programa pretendia sanear com sistemas de tratamento de lixo e esgoto todos os municípios com população inferior a 20 mil habitantes, o que representava 81,3% dos municípios mineiros.

Faria e Barros (2016) completam afirmando que o programa tinha como objetivo solucionar problemas de saneamento ambiental e possibilitar a sua implantação. Segundo eles, uma das alternativas propostas era a criação de Unidades de Triagem e Compostagem (UTCs) em 300 municípios, porém a maioria dos municípios que receberam o incentivo para a criação das UTCs não iniciou ou concluiu a obra devido à falta de recursos, de terreno adequado ou de assessoria técnica. Depois de dois anos de sua criação, o programa Minas Joga Limpo foi extinto, devido às suas dificuldades de implantação.

Em dezembro de 2000, o Governo de Minas Gerais publicou a Lei 13.766, que dispõe sobre a Política Estadual de apoio e incentivo à coleta seletiva de lixo. Segundo essa lei, o Estado apoiaria e incentivaria, por meio de assistências técnicas, operacionais e financeiras, o município que quisesse implantar em seu território a coleta seletiva de lixo, com o objetivo de proteger e preservar o meio ambiente (MINAS GERAIS, 2000).

Em seguida, foi criado em maio de 2001, o Fórum Estadual do Lixo e Cidadania, que tem o objetivo de eliminar os lixões, recuperar as áreas degradadas por este tipo de disposição de resíduos, estimular a coleta seletiva e promover a reinserção social dos catadores e a eliminação do trabalho infante-juvenil nos lixões (BRUSCHI, 2011). Segundo Abreu *et al.* (2001), o que se pretende com o Fórum é concentrar esforços para a elaboração e implementação de ações integradas para apoio técnico, capacitação e financiamento para a gestão participativa do lixo nos municípios.

Bruschi (2011) afirma que o Fórum Estadual do Lixo e Cidadania foi o plano de fundo para o COPAM deliberar à criação da Deliberação Normativa (DN) COPAM nº 52/2001 que convocava os municípios com mais de 50 mil habitantes para regularizarem o licenciamento ambiental de sistemas adequados de disposição final de lixo, com o objetivo de minimizar os impactos ambientais nas áreas de disposição final de lixo. A DN deu prazos para a regularização

do licenciamento ambiental e impôs aos municípios a implantação de um sistema de disposição final de RSU em local que contenham alguns requisitos, como por exemplo, solo e/ou rocha de baixa permeabilidade e declividade, boas condições de acesso, distância mínima de 300m de cursos d'água e 500m de núcleos populacionais (COPAM, 2001). Segundo Silveira (2018), esta deliberação sofreu sucessivas prorrogações de prazos, porem Lopes e Barros (2011) explicam, conforme citado por Silveira (2018), que a COPAM nº 52 ainda se demonstrou eficiente, pois 96,5% dos municípios dispunham seus resíduos em lixões em 2001, fazendo esse número cair para 66% em 2005.

Ainda em 2001, o Governo do Estado de Minas Gerais sancionou a Política Estadual de Reciclagem de Materiais, por meio da Lei nº 14.128, que tinha como objetivo incentivar o uso, a comercialização e a industrialização de materiais recicláveis. Para isso, o executivo apoiaria a criação de centros de prestação de serviços e comercialização de materiais recicláveis, incentivaria a criação de distritos industriais voltados para a indústria de materiais recicláveis, incentivaria o desenvolvimento de projetos de utilização de materiais recicláveis e promoveria, com o auxílio dos municípios, campanhas de incentivo à realização de coleta seletiva (MINAS GERAIS, 2001).

Em 2003, um novo programa de apoio aos municípios no atendimento à gestão adequada de resíduos sólidos urbanos foi criado pela Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM). Bruschi (2011) diz que:

O programa deu dinamismo e efetividade às determinações do COPAM, por meio do desenvolvimento de uma série de ações e a viabilização de apoio dos poderes públicos federal, estadual, locais e regionais e ainda, de entidades de fomento à pesquisa, ao financiamento de obras e à mobilização social, entre outras (BRUSCHI, 2011, p. 114).

Como resultado, Lopes (2016), citado por Silveira (2018), comenta que mais de 5,5 milhões de pessoas tiveram acesso a sistemas regularizados de disposição de RSU junto ao COPAM até o final de 2011, e acrescenta que os maiores avanços do programa ocorreram até 2009.

Magalhaes e Ribeiro (2017) acrescentam que, com base em dados da FEAM (2013), em 2005, Minas Gerais tinha 564 municípios dispondo seus resíduos em lixões. Em 2011, esse número caiu para 278, chegando a 267 em 2017, registrando uma redução de 68% entre 2001 e 2012.

De 2004 a 2008, o COPAM estabeleceu mais três importantes Deliberações Normativas:

- DN nº 75 de 2004, que determinava que municípios com população entre 30 e 50

mil habitantes deveriam licenciar sistemas adequados de destinação final de RSU, alterando prazos da DN nº 52/2001 (COPAM, 2004);

- COPAM nº 118 de 2008, que estabelece novas diretrizes para adequação da disposição final de RSU no estado (COPAM, 2008a). Esta foi revisada em novembro de 2011 e adotou novas definições, como por exemplo: a) Aterro Sanitário como técnica adequada para disposição de RSU; b) Aterro controlado como método paliativo de disposição de RSU e c) Lixão como forma inadequada de disposição final de RSU (COPAM, 2011). Além disso determinou que os municípios com população urbana menor que 20 mil habitantes deveriam iniciar até julho de 2014, a disposição de seus resíduos sólidos urbanos de forma adequada e com devida regularização ambiental (COPAM, 2011);
- COPAM nº 119 de 2008: esta deliberação normativa ocorreu concomitantemente com a COPAM nº 118/08, reiterando a convocação aos municípios com população acima de 30 mil habitantes a formalizarem processos de licenciamento ambiental para sistema de tratamento e/ou disposição de RSU (COPAM, 2008b).

Por fim, em 2009, o Governo de Minas Gerais sancionou a Lei nº 18.031, que estabelece a Política Estadual de Resíduos Sólidos (PERS). Esta Lei utiliza como orientação os princípios de não geração, prevenção de geração, redução da geração, reutilização, reaproveitamento, reciclagem, tratamento, destinação final ambientalmente adequada e a valorização dos resíduos sólidos.

Como diretrizes, a PERS utiliza os princípios da universalidade, regularidade, continuidade e a funcionalidade dos serviços públicos de manejo integrado de resíduos sólidos, compartilha a responsabilidade socioambiental entre poder público, geradores, empresariado e consumidores no fluxo de resíduos sólidos e incentiva o uso de matérias-primas e insumos de materiais recicláveis e reciclados.

Entre os objetivos da PERS estão o estímulo a gestão de RS no território de modo a incentivar e valorizar a não-geração, a redução, a reutilização, o reaproveitamento, a reciclagem, a geração de energia, o tratamento e a disposição final adequada de RS, a proteção e a melhora da qualidade do meio ambiente, a geração de benefícios sociais, econômicos e ambientais, o estímulo a pesquisa e desenvolvimento de tecnologias, e processos ambientalmente adequados para a gestão dos resíduos sólidos.

Entre os principais pontos desta Lei, o site LeiA.org (2019) destaca que a existência de uma política de resíduos sólidos facilita municípios se beneficiarem com incentivos fiscais

estabelecidos pelo Estado para aquisição de equipamentos para o setor de limpeza urbana, além de também ser uma condição para a concessão de financiamentos pelo Estado e para a transferência de recursos aos municípios para a implantação de projetos de disposição final ambientalmente adequada de RSU.

O Site acrescenta que a PERS estabelece, ainda, para os entes públicos, a obrigação de editar normas com o objetivo de dar incentivo fiscal para programas de gestão integrada de resíduos, em parceria com organizações de catadores de material reciclável, além de dar incentivos para pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias ligadas a gestão de resíduos sólidos, à comercialização e ao consumo de materiais recicláveis ou reciclados (voltados para os mercados locais).

4.2.2 Política Nacional de Resíduos Sólidos

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) foi sancionada no dia 2 de agosto de 2010, com a finalidade de proteger a saúde pública e a qualidade ambiental, estimulando a sustentabilidade nas atividades humanas relacionadas a produção e consumo de bens e serviços, como por exemplo, a não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como uma disposição ambientalmente adequada dos de rejeitos (BRASIL, 2010).

Para isso, a Lei dispõe sobre princípios, objetivos, instrumentos e diretrizes importantes para avançar na prevenção e redução dos problemas recorrentes da gestão e do gerenciamento ineficientes dos resíduos sólidos e propõe o desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias limpas, reduzir o volume e a periculosidade dos resíduos perigosos, incentivar a reciclagem de resíduos, incentivar o desenvolvimento de gestão ambiental empresarial e a rotulagem ambiental visando um consumo sustentável (BRASIL, 2010).

A Lei determina que sejam consideradas as variáveis ambiental, social, cultural, econômica, tecnológica e de saúde pública, através de uma visão sistêmica e reconhece o resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania (BEZERRA; BEZERRA, 2015).

A PNRS também destaca as diretrizes relacionadas com a gestão integrada e quanto ao gerenciamento dos resíduos sólidos, como por exemplo, a destinação ambientalmente adequada dos resíduos, que inclui a reutilização, a reciclagem, a recuperação e o aproveitamento energético dos mesmos, e a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos em aterros sanitários, observando normas operacionais específicas (THODE FILHO *et al.*, 2015), e traz

inovações importantes como, por exemplo, responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto.

A responsabilidade compartilhada impõe que fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, dos consumidores e dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, sejam responsáveis pelos resíduos sólidos e visa minimizar o volume de resíduos e rejeitos gerados, bem como reduzir os impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental decorrentes do ciclo de vida do produto (BRASIL, 2010).

Silveira (2018) explica que, a partir da responsabilidade compartilhada, os consumidores são obrigados a acondicionar e disponibilizar de forma adequada os resíduos, sempre que estabelecido um sistema de coleta seletiva pelo município, e o titular dos serviços deve adotar procedimentos para reaproveitar os resíduos sólidos, estabelecer coleta seletiva, realizar atividades definidas por acordos setoriais, implantar sistema de compostagem para resíduos orgânicos e dar disposição final ambientalmente adequada para os rejeitos.

Como exemplo de responsabilidade compartilhada, o incentivo à reciclagem proporciona a responsabilidade socioambiental, pois é uma atividade de compartilhamento que se pode agregar valores sociais, ambientais e econômicos, além de diminuir a quantidade de lixo a necessitar de uma disposição em aterro, preservar recursos naturais, reduzir impactos ambientais e gerar empregos (REVEILLEAU, 2011).

A lei também prevê que o se poder público pode desonerar o empresariado de obrigações que lhe competem em matéria de gerenciamento de resíduos sólidos, desde que o empresariado pague por estes serviços, pois ele não deve deixar de arcar com sua responsabilidade, violando ao princípio do poluidor-pagador e do usuário-pagador, transferindo um ônus aos contribuintes (RAUBER, 2011).

Outro mecanismo para se compartilhar a responsabilidade pelo resíduo gerado é a logística reversa. Esta foi definida como:

Instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada (BRASIL, 2010).

Cury e Tomiello (2009) explicam que um Sistema de Logística Reversa se preocupa com o fluxo que parte do ponto de consumo em direção ao ponto de origem do produto ou dos materiais utilizados nos sistemas de serviço.

Sendo assim, a logística reversa responsabiliza as empresas pelo correto destino dos

resíduos comercializados, porém para que este processo seja eficiente, cabe aos consumidores devolver os produtos que não são mais usados em postos específicos, estabelecidos pelos comerciantes. Às indústrias, cabe a retirada destes produtos, através de um sistema de logística, seja para reciclá-los ou reutilizá-los. Ao poder público incumbe criar campanhas de educação e conscientização para os consumidores, além de fiscalizar a execução das etapas da logística reversa (O ECO, 2014).

Desta forma, a PNRS é considerada um marco histórico na gestão ambiental brasileira, pois apresenta uma visão moderna no combate ao lixo urbano, tendo a responsabilidade compartilhada entre governo, empresas e população um como um impulso no retorno de materiais às indústrias após o consumo, por meio da logística reversa, além de obrigar o poder público municipal a elaborar, implementar e executar planos para o gerenciamento desses resíduos (GOMES *et al.*, 2014).

4.3 Panorama dos resíduos sólidos urbanos no Brasil e em Minas Gerais

Os resíduos sólidos podem ser considerados como indicadores socioeconômicos, tanto por sua quantidade, quanto pela sua caracterização (CAMPOS, 2011).

A geração per capita, segundo Barros (2012), é importante para o dimensionamento dos serviços de limpeza urbana, como o transporte, o tratamento e a disposição final.

Bidone (1999), citado por Campos (2011), completa afirmando que a geração per capita de RSU se altera em função de fatores culturais, hábito de consumo, padrão de vida e renda familiar que define o padrão de compra.

Segundo dados da ABRELPE (2019), a geração per capita de resíduos sólidos urbanos apresentou um aumento de 0,39% entre 2017 e 2018, enquanto a geração total de resíduos aumentou 1% no mesmo período. Isto quer dizer que a geração total de resíduos no país é de 216.629 toneladas por dia (GRÁFICO 4.1) e que cada pessoa, no Brasil, gera em torno de 1,039 kg por dia de resíduos (GRÁFICO 4.2).

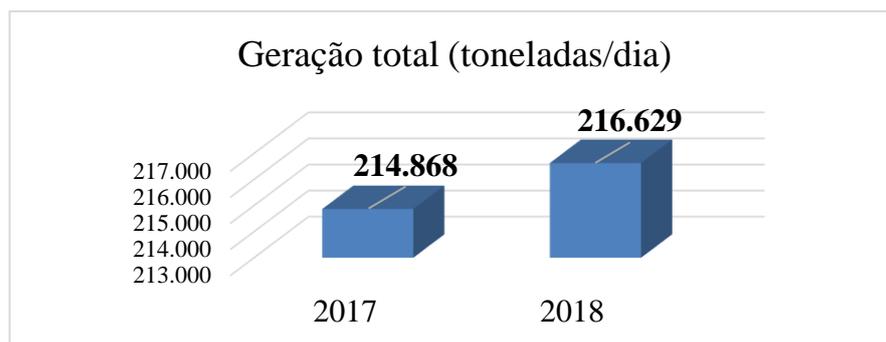


GRÁFICO 4.1 - Geração de resíduos sólidos no Brasil em 2018
Fonte: ABRELPE, 2019

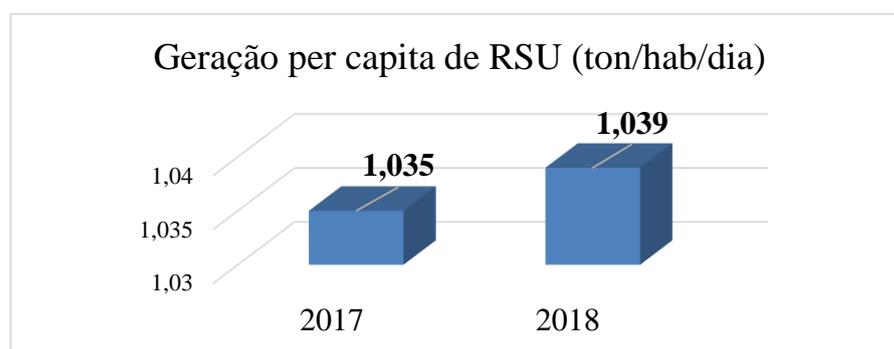


GRÁFICO 4.2 - Geração *per capita* de resíduos sólidos no Brasil em 2018
Fonte: ABRELPE, 2019

Para estimar a quantidade dos diferentes tipos de resíduos produzidos no Brasil, o Ministério do Meio Ambiente, ao elaborar o Plano Nacional de Resíduos Sólidos, utilizou dados da composição média do Brasil a partir de estudos realizados entre 1995 e 2008, gerando uma estimativa do comportamento real da situação (TABELA 4.1).

TABELA 4.1 - Composição gravimétrica média dos resíduos brasileiros

Resíduos	Participação (%)	Quantidade (t/dia)
Materiais Recicláveis	31,9	58.527,40
Metals	2,9	5.293,50
Aço	2,3	4.213,70
Alumínio	0,6	1.079,90
Papel, papelão, Tetra Pak	13,1	23.997,40
Plástico total	13,5	24.847,90
Plástico Filme	8,9	16.399,60
Plástico Rígido	4,6	8.448,60
Vidro	2,4	4.388,60
Matéria Orgânica	51,4	94.335,10

Resíduos	Participação (%)	Quantidade (t/dia)
Outros	16,7	30.618,90
Total	100	183.481,50

Fonte: Brasil, 2012

A coleta regular de RSU, segundo a ABRELPE (2019), vem crescendo em todas as regiões do Brasil. A região sudeste apresenta o maior percentual de cobertura dos serviços de coleta do país. Ainda segundo a associação, o montante coletado em 2018 foi de 72,7 milhões de toneladas, registrando uma cobertura de coleta de 92%. Isto significa que cerca de 6,3 milhões de toneladas de resíduos não foram coletadas e, portanto, tiveram uma disposição inadequada. No GRÁFICO 4.3, são apresentados os percentuais de cada região.

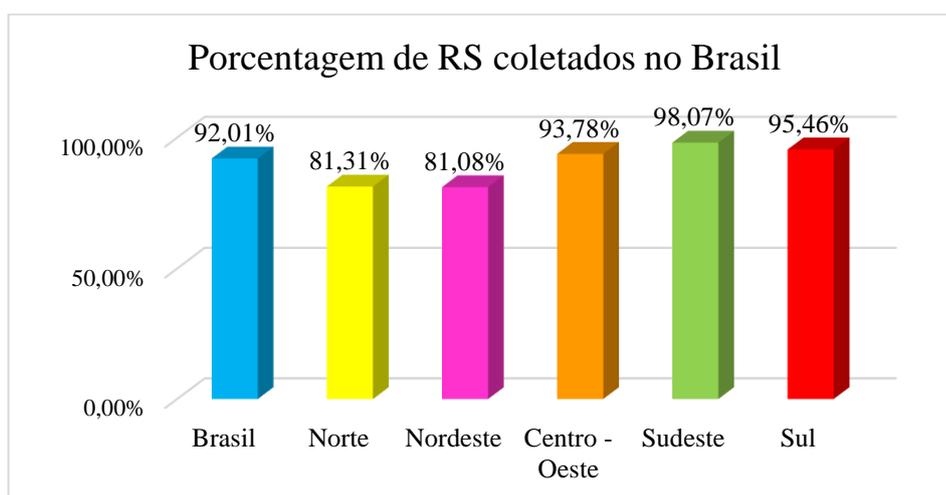


GRÁFICO 4.3 - Porcentagem de resíduos coletados no Brasil
Fonte: ABRELPE, 2019

Quanto à coleta seletiva, constatou-se que esta ainda não é uma realidade em grande parte dos municípios brasileiros. Segundo o diagnóstico do SNIS (2019), de uma amostragem de 3556 municípios, apenas 22,5% dispõe de alguma forma de coleta seletiva, com 41,1% de municípios que declararam que não dispõe deste serviço e 36,3% de municípios que não dispuseram de tal informação.

O diagnóstico ainda constatou uma aparente estagnação do índice de municípios brasileiros que apresentam o serviço de coleta seletiva de 2014 a 2017 e que a carência deste serviço ocorre mais sensivelmente em municípios de pequeno porte.

Por outro lado, a ABRELPE (2019) projetou, para o ano de 2018, que cerca de 73,1% dos municípios brasileiros apresentam alguma iniciativa de coleta seletiva. Porém, em muitos

destes municípios a coleta seletiva não abrange a totalidade da sua área urbana, o que pode explicar tal diferença em relação aos dados do SNIS.

Sobre a disposição adequada de RSU, mais de 40% dos resíduos ainda são encaminhados para locais inadequados. Isto corresponde a cerca de 80 mil toneladas de resíduos por dia com alto potencial de poluição e impactos negativos à saúde que são destinados para lixões e aterros controlados. Ainda foi possível observar que houve um pequeno aumento do número de RSU enviados para aterros sanitários de 2017 para 2018, e uma diminuição de resíduos enviados para lixões e de aterros controlados (FIGURA 4.1).

GRÁFICO 05 • **DISPOSIÇÃO FINAL DE RSU, POR TIPO DE DESTINAÇÃO** (toneladas/dia)

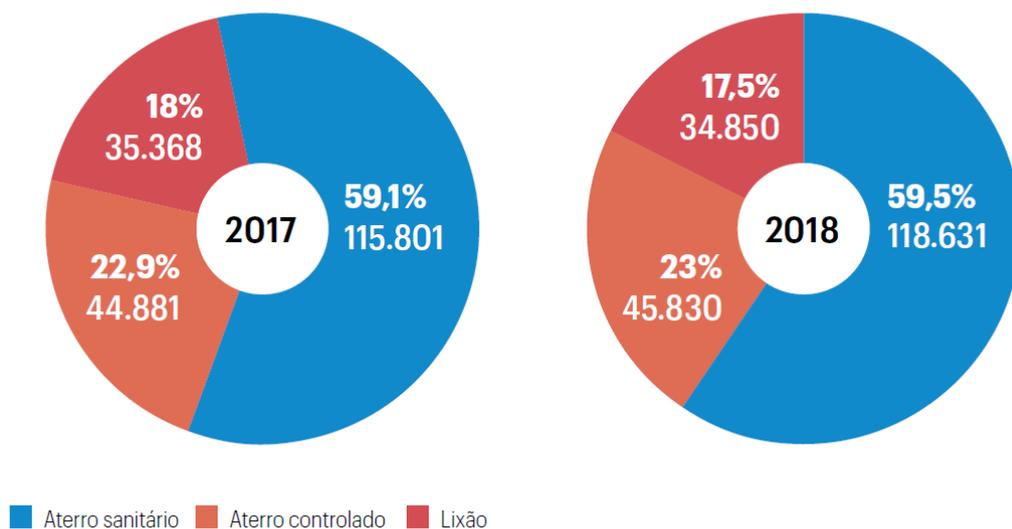
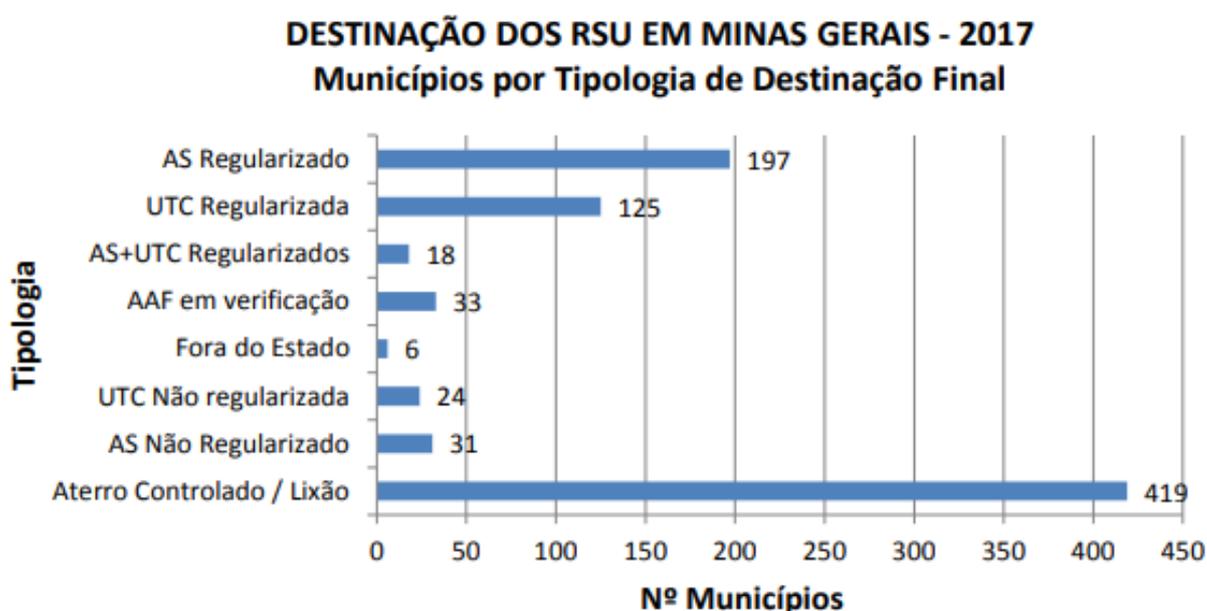


FIGURA 4.1 - Disposição final de RSU no Brasil
Fonte: ABRELPE, 2019

Em Minas Gerais, estado onde se localiza o município de Bambuí, tema deste estudo, a Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM), apresentou em 2017 um panorama da destinação de resíduos sólidos urbanos. Neste panorama classificou-se a destinação final de RSU, realizada pelos 853 municípios do estado, quanto à sua regularização ambiental: os municípios que destinam seus resíduos para Aterros Sanitários (AS) e/ou Usinas de Triagem e Compostagem (UTC) e que possuem regularização ambiental vigente (Licença de operação – LO ou autorização ambiental de funcionamento - AAF) são considerados regularizados. Os que destinam para AS e/ou para UTC e não possuem regularização ambiental, são chamados de não regularizados. Enquanto os municípios que destinam seus RSU para aterros controlados ou lixões são classificados como irregulares. Estes não são passíveis de regularização ambiental.

O panorama desenvolvido pela FEAM (2017) verificou que, no ano da publicação do

estudo, 228 municípios dispunham, seus RSU em aterros sanitários e 149 destinavam seus resíduos para unidades de triagem e compostagem (UTC), totalizando 49,8% dos municípios mineiros com destinação ambientalmente adequada de RSU (entre destinações regularizadas e não regularizadas). No entanto, 419 municípios (49,2%) ainda possuíam destinações irregulares, como mostra a FIGURA 4.2, onde 196 utilizavam aterros controlados e 223 utilizavam lixões:



AS=Aterro Sanitário; UTC=Usina de Triagem e Compostagem; AAF=Autorização Ambiental de Funcionamento

FIGURA 4.2 - Destinação dos RSU em MG- Municípios por tipologia de destinação final

Fonte: FEAM, 2017

4.4 Dificuldades dos pequenos municípios para se adequarem à PNRS

A Política Nacional de Resíduos Sólidos, sancionada em 2010, confirmou a importância da autonomia municipal estabelecida em legislações mais antigas. A Constituição de 1988, por exemplo, segundo Carvalho (2007), revelou-se na capacidade política (compreendida na capacidade de se auto organizar e autogovernar), na capacidade normativa (desenvolver os padrões legais no que diz respeito às suas responsabilidades), na capacidade administrativa e na capacidade financeira.

Como outro exemplo, a Política Nacional do Meio Ambiente, promulgada em 1981, também menciona a autonomia municipal em seu artigo 6º quando determina, como cita Matos e Dias (2011), que os órgãos administrativos locais ou entidades municipais são responsáveis

pelo controle e fiscalização da proteção, e melhorias da qualidade ambiental em suas jurisdições. A PNRS, seguindo esta mesma linha, por sua vez, estabelece alguns objetivos e metas para os municípios, destes, destacam-se dois.

Primeiramente, a elaboração do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) como condição para que os municípios tenham acesso a recursos advindos da União, como apresentado em seu Art. 18º:

A elaboração de plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos, nos termos previstos por esta Lei, é condição para o Distrito Federal e os Municípios terem acesso a recursos da União, ou por ela controlados, destinados a empreendimentos e serviços relacionados à limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos, ou para serem beneficiados por incentivos ou financiamentos de entidades federais de crédito ou fomento para tal finalidade (BRASIL, 2010).

O PMGIRS, segundo Gomes *et al.* (2013), deve ser compatível com a realidade local, contendo um diagnóstico acerca da situação dos resíduos, as metas para redução e para reciclagem e o estabelecimento do fim dos lixões a céu aberto, bem como a busca de soluções consorciadas com outros municípios.

O prazo para que esses planos fossem apresentados pelos municípios evitando que ficassem impedidos de receberem recursos do Governo Federal, destinados a investimentos nas áreas de resíduos sólidos, era até o dia 2 de agosto de 2012 (BRASIL, 2012).

Segundo dados do SINIR (2018), apenas 54,8% dos municípios brasileiros possuem o Plano Integrado de Resíduos Sólidos. Este número apresenta um crescimento de acordo com o aumento do porte do município.

Acrescenta-se que alguns estados de peso, em termos de população, como o Rio de Janeiro e Minas Gerais, apresentam-se abaixo da média nacional de municípios que possuem o plano, com 43,5% dos municípios no RJ e 43,7% dos municípios de MG (SINIR, 2017).

Posteriormente, a disposição final dos rejeitos de forma ambientalmente adequada deveria ser implantada em até quatro anos depois da publicação da Lei (BRASIL, 2010). Ou seja, a Lei estabelecia que até 2014 fossem extinguidos todos os lixões e aterros controlados existentes nos municípios.

De acordo com uma pesquisa da ABRELPE, em 2014, ano do final do prazo para adequação dos municípios à extinção de lixões e aterros controlados, 41,6% dos RSU coletados ainda eram dispostos em locais incorretos.

A Confederação Nacional de Municípios (CNM, 2019) entende que os objetivos da PNRS não estão sendo atingidos devido à quantidade insuficiente de recursos disponibilizados

pelo Governo Federal para apoiar integralmente os municípios e por negligência das responsabilidades de cada setor da sociedade (municípios, União, estados, setor empresarial e cidadãos) que, por lei, também têm obrigações para com o tema.

Como alternativa para a adequação dos municípios à PNRS, surgem os Consórcios Intermunicipais. A PNRS cita os consórcios públicos como um de seus instrumentos econômicos e determina que estes têm prioridade na obtenção de incentivos do Governo Federal, visando a viabilização da descentralização e da prestação de serviços públicos que envolvam resíduos sólidos (BRASIL, 2010).

Em Minas Gerais, a DN COPAM nº 52/2001 priorizou a adoção de soluções consorciadas para a otimização do uso de áreas e na redução dos custos de implantação e operação dos sistemas de destinação de RSU.

A PERS, por sua vez, afirma que o Estado adotará instrumentos econômicos visando incentivar municípios que se dispuserem a receber resíduos sólidos provenientes de soluções consorciadas (MINAS GERAIS, 2009). A política ainda determina que os consórcios intermunicipais têm prioridade na obtenção de incentivos financeiros e também são diferenciados na realização dos cálculos para distribuição da cota parte do ICMS-RSU (FEAM, 2016).

A FEAM (2016) acrescenta que a criação de consórcios intermunicipais é uma alternativa para a otimização da gestão de RSU, tendo em vista o potencial para viabilizar a sustentabilidade técnica e financeira dessas soluções, principalmente quando envolve municípios de menor capacidade econômica e população reduzida.

Além dos objetivos e metas designados pela PNRS aos municípios, os gestores públicos encontram, ainda, dificuldades na sustentabilidade econômica dos serviços de limpeza.

Segundo o Instituto Brasileiro de Administração Municipal (IBAM, 2001), o sistema de limpeza urbana consome entre 7 a 15% do orçamento do Município.

O diagnóstico do manejo de RSU produzido pelo Ministério das Cidades (2015) mostra que a despesa dos municípios com o manejo de RSU na despesa corrente total da prefeitura varia entre 0,5 e 13,5%, apresentando uma média de 3,9%. Há ainda uma tendência de aumento deste indicador com o aumento do tamanho do município (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2006). Segundo o mesmo diagnóstico, em relação a população do município, a despesa com o manejo de RSU resulta em um valor médio de R\$ 117,17 reais por habitante, por ano. Sendo que há uma variação de 12,00 a 288,51 reais per capita, por ano, em cidades com até 30 mil habitantes, apresentando um indicador médio de R\$ 85,54.

Por outro lado, a cobrança pela prestação de serviços de limpeza urbana não é uma prática adotada de forma extensiva no Brasil. Cerca de 57% dos municípios não fazem esse tipo de cobrança, sendo que, em municípios de pequeno porte (com até 30 mil habitantes) este número sobe para 58,7%. Dos municípios que cobram por este serviço, 80% utilizam uma taxa inserida no IPTU como forma de cobrança (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2015).

Estas arrecadações, no entanto, se mostram insuficientes para manter as atividades de manejo de resíduos sólidos. Além disso, segundo o IBAM (2001) a cobrança por este serviço na mesma guia do IPTU, e tendo a mesma base de cálculo deste imposto já foi considerada inconstitucional pelo Supremo Tribunal Federal, pois não pode haver mais de um tributo com a mesma base de cálculo. Sendo assim, a cobrança feita desta forma vem sendo contestada em muitos municípios que passam a não ter como arrecadar recursos para cobertura dos gastos dos serviços (IBAM, 2001).

4.5 Gestão e Gerenciamento de RSU

As diretrizes das estratégias de gestão e gerenciamento de resíduos sólidos urbanos buscam atender aos objetivos do conceito de prevenção da poluição, evitando-se ou reduzindo a geração de resíduos e poluentes prejudiciais ao meio ambiente e à saúde pública (ZANTA e FERREIRA, 2003).

O termo Gestão de Resíduos Sólidos compreende as atividades referentes à tomada de decisões estratégicas à organização do setor para esse fim, envolvendo instituições, políticas, instrumentos e meios, enquanto gerenciamento é compreendido como os aspectos tecnológicos e operacionais da questão, envolvendo fatores administrativos, gerenciais, econômicos, ambientais e de desempenho (SCHALCH *et al.*, 2002).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos define gestão e gerenciamento como:

- Gerenciamento de resíduos sólidos: conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com plano de gerenciamento de resíduos sólidos, exigidos na forma desta Lei;
- Gestão integrada de resíduos sólidos: conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do

desenvolvimento sustentável.

Para Barros (2012), gestão e gerenciamento são, em geral, usados de forma análoga, embora se referindo a conotações diferentes: a gestão diz respeito a estratégia, política; enquanto gerenciamento é questão operacional, executiva.

No Brasil, cabe à administração pública local gerir os resíduos sólidos urbanos produzidos em suas cidades. A partir dos anos 90 iniciou-se uma tendência à terceirização dos serviços referentes ao manejo dos Resíduos Sólidos (Barros, 2012). Segundo a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB) (IBGE, 2010), 61,2% das prestadoras dos serviços de manejo dos resíduos sólidos eram entidades vinculadas à administração direta do poder público; 34,5%, empresas privadas sob o regime de concessão pública ou terceirização; e 4,3%, entidades organizadas sob a forma de autarquias, empresas públicas, sociedades de economia mista e consórcios.

Barros (2012) afirma que a iniciativa privada conta com maior agilidade, flexibilidade e recursos financeiros para solucionar problemas técnicos e operacionais.

Ainda segundo Barros (2012), nos casos de terceirizações fica a cargo do município manter funções de coordenação, fiscalização, monitoramento e controle dos serviços, para que tudo seja realizado de acordo com as especificações dos termos de referência acordados.

Quanto ao gerenciamento de RS municipais, segundo o Banco Mundial, este serviço envolve capacidades organizacional, técnica, gerencial e cooperação apropriada entre numerosos agentes em ambos os setores privado e público e engloba a coleta e armazenagem de resíduos, limpeza de ruas e de drenos, transferência, transporte e disposição dos RS e recuperação de recursos (BANCO MUNDIAL, s.d. *apud* BARROS, 2012).

A Lei Federal nº 11.445 de 2007 considera limpeza urbana e gerenciamento de resíduos sólidos como: conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destino final do lixo doméstico e do lixo originário da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas (BRASIL, 2007).

4.5.1 Coleta e transporte

A coleta é a operação de recolhimento dos resíduos onde eles são gerados (PROTEGEER, 2017). Segundo Andreoli *et al.* (2014), esta etapa deve ser realizada com frequência a fim de evitar uma longa exposição dos resíduos, levando a uma emissão de odores

e atração de vetores. Barros (2012) completa que o planejamento do sistema de coleta de RS domiciliares e comerciais deve levar em conta as características topográficas, de tráfego, de moradia da cidade, além do local de destino final e as quantidades e características físicas do resíduo.

Para se obter um serviço de coleta de RSU eficiente é preciso se atentar para alguns aspectos:

- **Sistemas de coleta:** as cidades apresentam, frequentemente, dois ou mais tipos de coleta ao mesmo tempo escolhidas, por exemplo, conforme as áreas onde os resíduos se encontram, topografia, ou algum fator econômico. Existem quatro sistemas diferenciados: sistema convencional (realizados de porta a porta ou de ponto a ponto, em espaços de tempo determinados), sistema especial (realizada em sistema de escala ou a partir de pedidos de interessados), coleta realizada pelo próprio produtor e sistema de coleta seletiva (recolhimento de materiais previamente segregados) (BARROS, 2012);
- **Acondicionamento:** É a forma como os resíduos devem ser organizados para aguardar a coleta. O acondicionamento deve ser compatível com as características quali-quantitativas dos resíduos, facilitando a identificação e possibilitando o manuseio seguro dos resíduos, durante as etapas de coleta, transporte (ZANTA e FERREIRA, 2003);
- **Transporte:** O transporte é uma etapa complementar à de coleta. É a condução dos resíduos do ponto final de coleta até o local de disposição final;
- **Frequência e horário:** a frequência da coleta de resíduos domiciliares indica o tempo entre uma coleta e outra no mesmo local (FUNASA, 2007). Segundo o IBAM (2001), a frequência de coleta deve ser definida levando em consideração a capacidade de armazenamento dos resíduos nos domicílios, razões climáticas para evitar a proliferação de vetores e odores e o acúmulo de resíduos que interfere na estética e nas atividades normais da população;
- **Itinerário:** é o trajeto que o veículo coletor deve percorrer dentro de um mesmo setor, num mesmo período, transportando o máximo de lixo num mínimo de percurso improdutivo, com o menor desgaste possível para a guarnição e o veículo (CEMPRE, 2018).
- **Frota:** Segundo a FUNASA (2007), o dimensionamento dos serviços de coleta domiciliar visa a determinação da quantidade de veículos coletores necessários aos

serviços de coleta e dos elementos que compõem o itinerário;

- Guarnição: refere-se ao conjunto de indivíduos que recolhem e armazenam os resíduos no caminhão de coleta (BARROS, 2012).

4.5.2 Varrição, poda e capina

Segundo Garbossa *et al.* (2009), a gestão e o gerenciamento de resíduos sólidos de varrição, poda e capina dependem principalmente de fatores climáticos e sazonais, além de aspectos econômicos, culturais e sociais da população ali existente. Garbossa *et al.* (2009) completam que a destinação adequada destes resíduos é de grande importância principalmente quanto à estética, higiene e saúde, além da prevenção de enchentes devido aos entupimentos de vias de escoamento de águas.

4.5.3 Destinação e Disposição final

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (2010) define destinação e disposição final ambientalmente adequadas da seguinte forma:

Destinação final ambientalmente adequada:

Destinação de resíduos que inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes do Sisnama, do SNVS e do Suasa, entre elas a disposição final, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos (BRASIL, 2010).

Segundo Zanta e Ferreira (2003), destinar os resíduos para o reaproveitamento e o tratamento apresenta-se como ações corretivas que visam a valorização de resíduos, ganhos ambientais com a redução do uso de recursos naturais e da poluição, geração de emprego e renda e aumento da vida útil dos sistemas de disposição final.

As formas mais conhecidas de destinação final ambientalmente adequadas são a reciclagem- transformação de resíduos com a finalidade de inseri-los novamente como matéria prima-, a reutilização – reuso direto do resíduo como produto-, a recuperação- extração de substâncias do resíduo- e o tratamento da fração orgânica a partir de processos biológicos- compostagem (ZANTA e FERREIRA, 2003).

Disposição final ambientalmente adequada: distribuição ordenada de rejeitos de RSU

em aterros, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos;

Observa-se que a lei cita o termo “rejeitos” para se referir ao que deve ser disposto em aterros. Isto quer dizer que destina-se para a disposição final apenas aqueles resíduos sólidos que já tiveram todas as possibilidades de tratamento e recuperação esgotadas e não apresentam outra possibilidade que não a disposição final (BRASIL, 2010).

O aterro sanitário é a forma de disposição final ambientalmente adequada utilizada no Brasil.

Segundo a NBR nº 8.419/1996, o aterro sanitário é:

uma técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, sem causar danos à saúde pública e à sua segurança, minimizando os impactos ambientais, método este que utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos à menor área possível e reduzi-los ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho, ou a intervalos menores, se necessário (ABNT, 1996).

Entretanto, Barros (2012) analisa que um aterro sanitário é apenas um elemento do bom equacionamento do processo de geração de resíduos, mas as etapas de não geração, minimização, reciclagem (com coleta seletiva), compostagem e tratamento são de suma importância para que o conjunto seja sempre melhorado.

Contudo, no Brasil, cerca de 41% dos resíduos ainda são dispostos em locais inadequados como lixões e aterros controlados (ABRELPE, 2017).

O Lixão é uma forma de deposição desordenada sem compactação ou cobertura dos resíduos, o que propicia a poluição do solo, ar e água, bem como a proliferação de vetores de doenças (ZANTA e FERREIRA, 2003). Além disso, os lixões são fontes de sobrevivência para muitos, tornando-se um problema social e alvo de discussões éticas, já que o que é sobra para alguns é fundamental para sobrevivência de outros (ANDREOLI *et al.*, 2014).

Por sua vez, o aterro controlado tem como único cuidado a cobertura dos resíduos com uma camada de solo ao final da jornada diária de trabalho com o objetivo de reduzir a proliferação de vetores de doenças (ZANTA e FERREIRA, 2003).

4.6 Características físicas dos RSU

As características dos resíduos sólidos urbanos variam em relação ao porte da cidade, as atividades econômicas, os hábitos da população, o clima e o nível educacional (SOARES,

2011). Ainda segundo Soares (2011), das características biológicas, químicas e físicas dos RSU, as características físicas são as que mais interferem no dimensionamento do sistema de coleta e disposição, pois influencia em vários aspectos do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos.

Segundo Barros (2012), a geração *per capita* e a composição gravimétrica dos RSU são análises indispensáveis para qualquer gerenciamento:

Geração *per capita*: relaciona a quantidade de resíduos gerada diariamente ou anualmente ao número de habitantes de uma determinada região.

Para Cabral (s.d.), de acordo com dados da CETESB (2005), a *geração per capita* de RSU podem ser influenciadas de acordo com as atividades produtivas realizadas no município, a sazonalidade dessas atividades, o nível de interesse e a participação dos moradores em programas de coleta seletiva e em ações de conscientização da população quanto à redução da geração de resíduos e, principalmente, com o nível socioeconômico da população.

Composição gravimétrica: segundo a NBR 10.007 (ABNT, 2004), a caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos é a determinação dos constituintes e de suas respectivas percentagens em peso e volume, em uma amostra de resíduos sólidos, podendo ser físico, químico e biológico.

Para Soares (2011), o conhecimento da composição gravimétrica permite uma avaliação preliminar da degradabilidade, do poder de contaminação ambiental, das possibilidades de reutilização, reciclagem, valorização energética e orgânica dos resíduos sólidos urbanos.

Estudos de caracterização gravimétrica de resíduos também são fundamentais para dimensionamento de frota de coleta seletiva, de pátio de compostagem, assim como de centrais de recebimento de matérias recicláveis (PROSAB, 2006).

5 METODOLOGIA

O presente estudo pretendeu proporcionar uma maior familiaridade com a problemática dos resíduos sólidos em Bambuí e obter informações sobre o gerenciamento de resíduos sólidos do município, visando subsidiar o poder público municipal na melhoria desses serviços, através da identificação dos serviços que necessitam ser aprimorados pela administração municipal.

Nesta pesquisa, foram utilizados dados primários e secundários. A análise de serviços prestados e o panorama atual, referentes ao gerenciamento de resíduos, foram adquiridos por pesquisas em bancos de dados (Instituto Brasileiro de Geografia e estatística (IBGE), Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento (SNIS), Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABELPRE)) e por meio de análise de documentos fornecidos, principalmente, pela Prefeitura Municipal.

Os dados primários referem-se à caracterização do gerenciamento de RSU no município, a partir de entrevistas com os responsáveis pela gestão dos resíduos, por meio de integrantes da Prefeitura Municipal e da empresa prestadora de serviços de limpeza urbana e de associações relacionadas ao tema. Além disso, foram coletados dados referentes a coleta de resíduos sólidos urbanos, tais como: a velocidade média desenvolvida e a distância percorrida pelos caminhões de coleta, a distância percorrida, o tempo total de jornada de trabalho e o tempo em que o caminhão está em movimento durante esta jornada. Os RSU também foram caracterizados em razão da geração *per capita*. Estes elementos são essenciais para um gerenciamento conciso e também para futuras elaborações de projetos municipais, como o plano de resíduos sólidos urbanos.

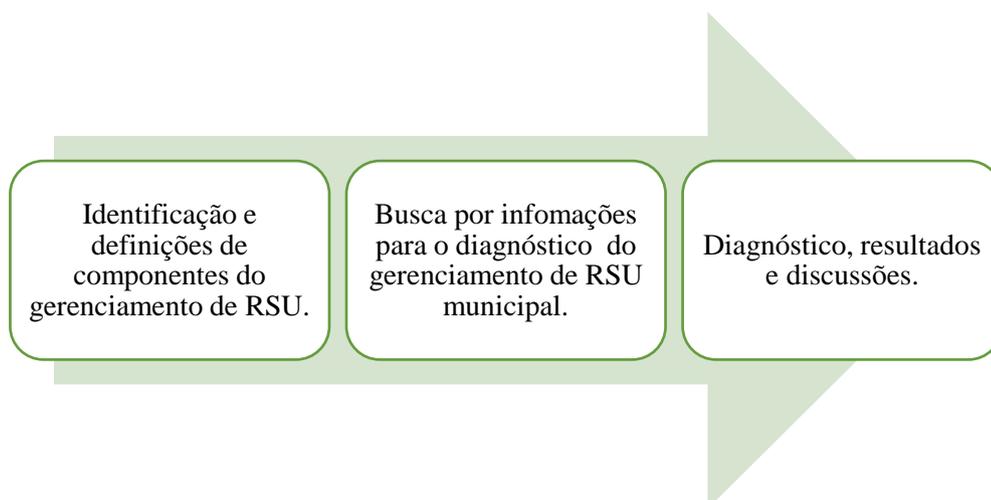


FIGURA 5.1 - Fluxograma das etapas do projeto
Fonte: Própria autora, 2019

5.1 Caracterização da área de estudo

O Município de Bambuí localiza-se na região Centro Oeste de Minas Gerais (FIGURA 5.2), e tem população, segundo o Censo de 2010, de 22.734 habitantes, sendo a população urbana 19.325 habitantes (IBGE,2010a). Situa-se a cerca de 270km da capital estadual, Belo Horizonte, e contém unidade territorial de 1.455,819 km² de área. Possui renda média mensal de dois salários mínimos com apenas 17,8% da sua população ocupada, e tem Produto Interno Bruto (PIB) per capita de R\$ 10,745 (IBGE, 2010). Apresenta uma taxa de crescimento populacional de 0,86%, sendo que a população urbana corresponde a 85% dos habitantes e apenas 11,5 % dos domicílios urbanos estão situados em vias públicas com urbanização adequada (IBGE, 2010).

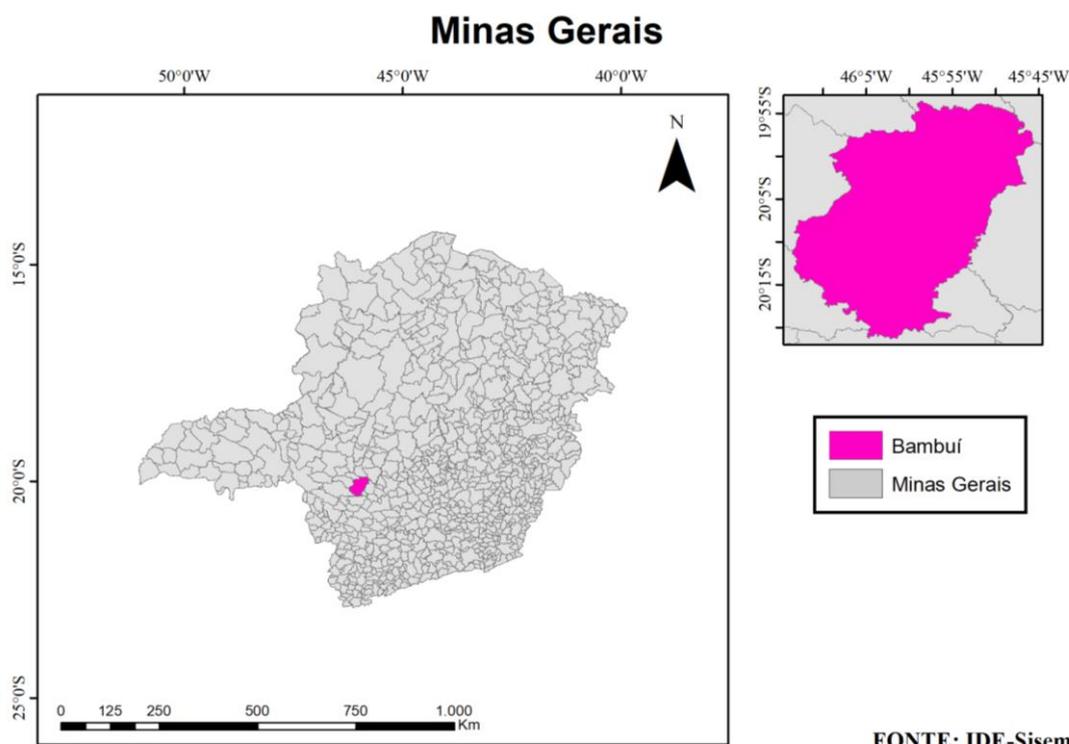


FIGURA 5.2 - Localização de Bambuí no Estado de Minas Gerais
Fonte: Adaptado de IDE-Sisema, 2019

Segundo o IBGE (2010b), o município de Bambuí é dividido em 54 setores censitários, 36 destes, correspondendo à zona urbana e 18 à zona rural.

Dentre as comunidades e localidades da zona rural, destacam-se: a Comunidade São Francisco de Assis, o Campus do Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG) e a Comunidade de Abacaxis, onde a coleta de lixo é realizada com regularidade.

A Comunidade São Francisco de Assis situa-se muito próxima à zona urbana e possui um hospital pertencente à Fundação Hospitalar de Minas Gerais (FHEMIG). De acordo com a FHEMIG (2018), este hospital foi fundado com o objetivo de atender e isolar pacientes hansenianos, mas atualmente, trata e abriga 404 pessoas (IBGE, 2010b). Essas pessoas são ex-pacientes com hanseníase e suas famílias, além de proporcionar atendimentos do Sistema Único de Saúde (SUS) à sociedade (FHEMIG, 2018). Este serviço, prestado pelo Hospital São Francisco de Assis aos pacientes da comunidade e à população de Bambuí e de outras cidades, gera quantidade significativa de resíduo hospitalar.

Apesar de ser uma área de responsabilidade do Estado de Minas Gerais, onde a administração municipal não tem poder de ingerência e de estar localizada a cerca de 6 km da sede urbana do município, a Comunidade São Francisco de Assis representa um setor de coleta regular de resíduos, cujo serviço é prestado pela Prefeitura Municipal (TEIXEIRA, O. 2019).

A Comunidade rural de Abacaxis era um antigo distrito de Bambuí, e se localiza a aproximadamente 10 km da cidade. Atualmente, é um vilarejo onde está localizada uma casa de acolhimento de dependentes químicos (TEIXEIRA, O. 2019). A comunidade possui uma população de 283 habitantes (IBGE, 2010b).

O município ainda conta com um Campus do IFMG, também em zona rural, que abrange uma área total de 328,76 hectares e oferece cursos técnicos, tecnológicos, bacharelados, licenciaturas e pós-graduação. O IFMG possui atualmente 143 professores e mais de 2 mil alunos e cerca de 165 residentes na região da fazenda em que é situada, segundo o IBGE (2010), sendo uma entidade muito importante para Bambuí, tanto no setor da educação quanto para a economia da cidade (IFMG, 2017).

5.2 Dados de saneamento

O abastecimento de água de Bambuí é realizado pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA), uma sociedade mista por ações, sob controle acionário do Estado. A companhia capta água do Rio Bambuí a uma vazão de 50 l/s e de sete poços subterrâneos que, juntos, apresentam uma vazão captada de 53,5 l/s. O tratamento da água superficial é feito em apenas uma Estação de Tratamento de Água (ETA), que tem uma capacidade nominal de tratamento de 54,0 l/s com vazão de operação de 50 l/s, e funciona com tratamento convencional (ciclo completo), o qual é composto por mistura rápida, floculadores, tanque de decantação e filtros de fluxo descendente. A água subterrânea captada é depositada no tanque de contato

para, junto com a água superficial que passou por algumas etapas do tratamento, receber desinfecção e fluoretação. Posteriormente, a água já tratada é distribuída em 10 reservatórios, cuja capacidade de armazenamento total é de 2.195m³, e abastece toda a sede urbana (ARSAE-MG, 2014).

O abastecimento de água na área rural, segundo Teixeira (2019), é realizado pelo próprio proprietário, da forma que ele julgar melhor, podendo ser feita por meio de cisternas, poços artesianos e semi-artesianos ou captação de águas superficiais, não havendo, portanto, abastecimento público de água.

Quanto ao tratamento de esgoto, segundo o IBGE (2010a), 88% dos domicílios bambuienses possui esgotamento sanitário adequado. O Instituto adota como esgotamento sanitário adequado, aqueles domicílios que possuem rede geral de esgoto ou fossa séptica. Em contrapartida, Agência Nacional de Águas (ANA, 2017) diz, que 1,8% do esgoto gerado na sede urbana do município não apresenta nem coleta nem tratamento e outros 1,8% apresenta soluções individuais, como por exemplo, tanques sépticos. O restante do esgoto gerado (96,4%) é coletado, mas não é tratado.

A cidade, de fato, não apresenta uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) sendo, portanto, o esgoto coletado despejado diretamente no Córrego das Almas, que desagua no Rio Bambuí. Segundo Teixeira (2019), um projeto para a construção da ETE encontra-se em fase licitatória, necessitando de aprovação para a destinação do lodo do reator e de autorizações de supressão de vegetação. A obra será realizada pela Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (CODEVASF).

No que se refere à limpeza urbana, Bambuí coleta os resíduos sólidos urbanos de 100% da sua sede urbana e de mais 3 comunidades rurais, atendendo uma população de cerca de 20.177 habitantes (19.325 da área urbana da cidade, 404 da comunidade São Francisco de Assis, 283 da comunidade de Abacaxis e 165 da região da fazenda onde fica localizado o IFMG). O município dispõe seus resíduos sólidos urbanos em um aterro controlado, localizado a 7,5 km do centro da cidade (FIGURA 5.3). Nesse aterro, há o recobrimento diário dos resíduos, como único cuidado realizado. Este método de disposição de resíduos produz poluição, pois não dispõe de impermeabilização do solo, nem de sistema de tratamento do chorume ou do biogás (FUNASA, 2014). Aterros controlados, podem, portanto, colocar em risco a saúde e a integridade física dos seres humanos, devido à contaminação do solo e de águas subterrâneas pelo acúmulo de metais pesados, chorume e outras substâncias perigosas. Além disso, a proliferação de insetos, animais peçonhentos e ratos, colocam em risco a saúde de pessoas que

vivem próximas ao aterro.

Ressalta-se, que a disposição de resíduos em aterros controlados é considerada inadequada pela PNRS. Assim sendo, a Prefeitura Municipal, em 2018, com a finalidade de se adequar à legislação vigente, firmou convênio junto ao Consórcio Intermunicipal de Aterros Sanitários (CIAS) Centro Oeste. Tal convênio, no entanto, ainda não se encontra em operação.

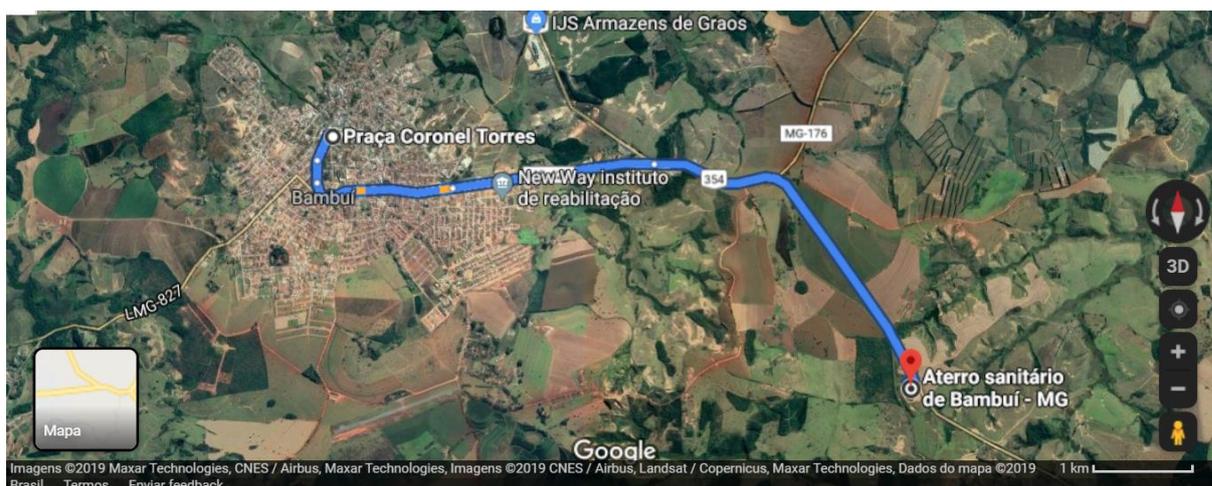


FIGURA 5.3 - Localização do aterro controlado de Bambuí

Localização do ponto central: Latitude 20°00'59"S, Longitude 45°57'21"O

Fonte: Google Maps, 2019

De acordo com Teixeira (2018), uma parte do serviço de limpeza urbana foi terceirizada em 2017. Ficou estabelecido que a empresa contratada, seria responsável por coletar e transportar, ao aterro controlado, os resíduos sólidos urbanos. Os resíduos de construção civil e de poda e capina seriam coletados e destinados ao mesmo local, pela Prefeitura e os resíduos de saúde, por sua vez, seriam recolhidos por uma empresa especializada.

Um estudo gravimétrico foi realizado na sede urbana do município em 2017 e, segundo Silva *et al.* (2017), a porcentagem de matéria orgânica gerada no município é de 54,2%. Este dado é compatível com os dados brasileiros que, segundo o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2012) a média nacional de matéria orgânica gerada é de 51%. Todavia a quantidade de materiais com potencialidade para serem reciclados é bem menor que a média brasileira de 31,9%, de acordo com a PNRS. Em Bambuí, apenas 17% do material recolhido é considerado como reciclável, como mostra a TABELA 5.1.

TABELA 5.1 - Caracterização gravimétrica dos RSU de Bambuí-MG

Material/ Amostra	Massa (kg)	%
Matéria Orgânica	404,381	54,2

Material/ Amostra	Massa (kg)	%
Papelão	50,865	6,8
Papel	2,655	0,4
Plástico rígido	11,665	1,6
Plástico maleável	34,446	4,6
Metais ferrosos	12,305	1,6
Vidro	17,750	2,4
Outros	212,313	28,4
Total	746,380	100

Fonte: Silva *et al.* (2017)

Os números mostrados por Silva *et al.* (2017) podem ter ficado longe dos valores de referência estabelecidos pelo Plano Nacional de Resíduos Sólidos, devido à baixa amostragem de resíduos analisados pelo estudo, que corresponde a cerca de 0,78% da massa de resíduos coletados no município em uma semana.

Entretanto, os 17% de materiais com potencialidade para reciclagem encontrados por Silva *et al.* (2017) representam ainda uma enorme quantidade de materiais e, portanto, é imprescindível que o município realize uma coleta seletiva e destine corretamente este tipo de material. Além disso, a grande quantidade de matéria orgânica é um indicativo de que o município poderia, também, investir em unidades de compostagem.

5.3 Caracterização dos serviços de limpeza urbana de Bambuí-MG

A limpeza urbana por vezes é vista, predominantemente, como fator de embelezamento das vias públicas. Entretanto, o tratamento de resíduos e dejetos, bem como sua destinação final apropriada, são também essenciais para a eliminação de focos transmissores de doenças e para a preservação do meio ambiente (MANSUR e MONTEIRO, 1991).

Segundo a Política Estadual de Resíduos Sólidos de Minas Gerais (2009), a limpeza pública é o conjunto de ações, de responsabilidade dos municípios, relativas aos serviços públicos de coleta e remoção de resíduos sólidos de geração difusa e de seu transporte de tratamento e destinação final, e aos serviços públicos de limpeza em logradouros públicos e corpos d'água e varrição de ruas.

Um adequado serviço de limpeza pública leva em conta aspectos, que vão além das operações técnicas de limpeza, propriamente ditas. O meio ambiente, a saúde da população e a

economia são de suma importância para se obter um serviço de qualidade.

A presente pesquisa buscou determinar, se os serviços prestados no município de Bambuí são adequados e se vão ao encontro com as realidades econômicas, sociais e ambientais do município, analisando aspectos como os definidos no QUADRO 5.1.

QUADRO 5.1 - Características de um adequado serviço de limpeza pública

Aspecto	Descrição
Técnico	Fácil implementação; operação e manutenção simplificadas; uso de recursos humanos e materiais da região; compreende desde a produção até a disposição final dos RS.
Social	Fomenta hábitos positivos da população e desestimula os negativos; é participativo e promove a organização da comunidade.
Econômico	Custos de implementação, operação, manutenção e administração ao alcance da população que será usuária do serviço
Organizativo	Administração e gestão do serviço simples e dinâmica
Saúde	Inscrive-se num programa maior de prevenção de doenças infecciosas
Ambiental	Evita impactos ambientais negativos ao ar, à água e ao solo

Fonte: OPS OMS, 1997 *apud* Barros, 2012

5.3.1 Serviços de limpeza urbana

Coleta e transporte: Para caracterizar o sistema de coleta e transporte de RSU do município, foram realizadas reuniões, no período entre 5 de agosto a 20 de setembro de 2019, nas dependências da Prefeitura Municipal de Bambuí, com a diretora de meio ambiente (da Secretaria de Agricultura, Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente) e com a engenheira ambiental da CONSERBRAS (empresa contratada para realizar serviços de limpeza urbana).

Nestas reuniões adquiriram-se dados referentes aos sistemas de coleta realizados no município e as rotas utilizadas para a realização deste. Foram, também, esclarecidas as formas corretas de acondicionamento dos resíduos, formas estas, que deveriam ser solicitadas à população, pela empresa prestadora de serviços. Estas reuniões permitiram informações, acerca da frequência e horários de coleta, itinerário dos caminhões coletores e relacionadas à frota e à guarnição utilizadas para prestação deste serviço.

Para a realização da coleta de RSU, a cidade foi dividida em 4 grupos (rotas) e são realizadas coletas em duas rotas por dia, de segunda a sábado. Outros dados, como a delimitação da rota de coleta e dados primários relacionadas às rotas de RSU, foram extraídos por meio do acompanhamento das mesmas, com o aplicativo Wikiloc. Este aplicativo foi produzido para gravar e compartilhar trilhas de vários esportes, e foi utilizado no presente trabalho por apresentar-se como um aplicativo gratuito, capaz de gravar as rotas e fornecê-las em vários formatos, como o KML, utilizado pelo Google Earth. O aplicativo foi escolhido, também, por fornecer parâmetros importantes para as finalidades desta pesquisa, como a velocidade média, a extensão do percurso, o tempo decorrido e o tempo de gravação da atividade.

Buscou-se informações individualmente de cada rota, onde a autora acompanhou o itinerário, procurando, além de adquirir os dados a partir do aplicativo citado, conhecer o dia-a-dia dos funcionários e fazer observações acerca do serviço prestado e das atitudes da população quanto ao acondicionamento de resíduos sólidos e a limpeza da cidade.

A coleta de dados por meio do acompanhamento das rotas ocorreu em duas etapas: a) serviu para delimitar as rotas, iniciando o aplicativo no ponto de encontro da guarnição e finalizando na chegada do aterro controlado; b) coletou-se informações sobre os parâmetros de coleta de RSU (extensão, velocidade média, tempo) separadamente de cada setor (setor de posicionamento, setor de transferência e setor de coleta). A primeira etapa ocorreu nos dias do dia 4 a 6 de setembro (de quarta a sexta-feira) e, posteriormente, no dia 19 de setembro (quinta-feira). Estes dias foram estabelecidos devido os grandes volumes de resíduos existentes nas segundas e terças feiras, ou seja, nas segundas e terças feiras o volume de resíduos é muito maior que nos demais dias, pois o município fica sem coleta por dois dias consecutivos. Exemplificando: não há coleta das rotas 1 e 3, sábados e domingos, e as rotas 2 e 4, não apresentam o serviço em domingos e segundas. Conseqüentemente os caminhões ficam cheios em determinado trecho e precisam descarregar os resíduos no aterro, antes de finalizar a coleta, voltando a descarregar no final da rota, o que prejudicaria a demarcação dos parâmetros pelo aplicativo. Desta forma, a rota 1 foi acompanhada no dia 4 de setembro, a rota 2 no dia 5 de setembro, a rota 3 no dia 6 de setembro e a rota 4 no dia 19 de setembro.

A segunda etapa ocorreu nos dias 18 (rota 1), 20 (rota 2), 21 (rota 3) e 26 (rota 4) de setembro. As rotas foram gravadas iniciando e finalizando o aplicativo em cada trecho de interesse. Desta forma, os dados de extensão, velocidade e tempo foram adquiridos de forma separada e, posteriormente, somados de forma simples (a extensão e o tempo) ou por meio de médias ponderadas (velocidades médias).

O trabalho buscou também dimensionar uma “frota ótima”, para averiguar se a frota utilizada é condizente com os parâmetros do município. A Equação 01 para dimensionar a frota foi estabelecida pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) (2000) e apresentada por Barros (2012):

$$N_s = \left(\frac{1}{J}\right) \times \left\{ \left(\frac{L}{V_c}\right) + 2 \times \left(\frac{D_g}{V_t}\right) + 2 \times \left[\left(\frac{D_d}{V_t}\right) \times \left(\frac{Q}{C}\right) \right] \right\} \quad (1)$$

Onde:

N_s = Número de veículos necessários para cada setor de coleta;

J = Duração útil da jornada de trabalho da guarnição (em h), desde a saída da garagem até seu retorno, excluindo o intervalo para refeições e outros tempos improdutivos;

L = Extensão total das vias do setor de coleta (km);

V_c = Velocidade média de coleta (km/h);

D_g = Distância entre a garagem e o setor de coleta (km);

D_d = Distância entre o setor de coleta até o ponto de descarga (km);

V_t = Velocidade média do veículo nos percursos de posicionamento e de transferência (km/h);

Q = Quantidade total de resíduos a ser coletada no setor (t ou volume a ser coletada no setor (t ou m³));

C = Capacidade dos veículos de coleta (t ou m³), adotam-se 70% da capacidade nominal considerando-se a variabilidade da quantidade de RS coletada a cada dia.

A equação permite do dimensionamento da frota em cada setor em que a cidade foi dividida. Barros ainda sugere acrescentar 10% ao valor como reserva para reparos e manutenção dos veículos e emergência.

A capacidade do caminhão de coleta é dada em metros cúbicos, e a quantidade total de resíduos coletados, em toneladas. Para contornar este problema, utilizou-se a massa específica dos Resíduos Sólidos Urbanos que, segundo o Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE, 2018), é de 250 kg/m³.

Logo, a capacidade dos veículos de coleta foi calculada da seguinte forma:

$$C_t = C_v \times \gamma \times \text{fator de compressão} \quad (2)$$

Onde:

C_t = Capacidade dos veículos de coleta (peso);

C_v = Capacidade dos veículos de coleta (volume);

γ = Massa específica dos RSU (kg/m³);

Varrição, capina e roçagem: por meio de reuniões realizadas entre 16 a 20 de setembro com um funcionário da Secretaria de Obras, Urbanismo e Serviços Públicos (setor responsável por estes serviços na administração municipal), buscou-se informações sobre o funcionamento da prestação dos serviços citado, sobre a quantidade de funcionários envolvidos, os equipamentos utilizados, a frequência do serviço, e as áreas da cidade contempladas.

Coletas especiais: Como forma de complementar o trabalho, buscou-se informações sobre alguns tipos de resíduos gerados pelos serviços públicos que, apesar de não serem considerados resíduos sólidos urbanos, necessitam de uma destinação final adequada por parte da administração pública. Estes resíduos foram: Resíduos de Serviço de Saúde (RSS), pneus inservíveis, resíduos perigosos e resíduos de construção civil.

Para isto, foram necessárias reuniões com diversos funcionários e diversos setores da PMB, tais como, Secretaria de Saúde, Gabinete do Prefeito, Secretaria de Agricultura e Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente. Foram realizadas reuniões, entrevistas e análises de documentos entre os dias 16 a 20 de setembro.

Neste período de reuniões, à medida que foram surgindo necessidades, solicitou-se ao setor de contratos e licitações da PMB, documentos que explicitassem exigências e custos dos serviços relacionados ao gerenciamento de RSU. Estas solicitações foram prontamente atendidas.

Disposição final de rejeitos: A Prefeitura Municipal disponibilizou documentos referentes ao Consórcio de Aterro Sanitário, do qual a cidade faz parte, e outras informações foram adquiridas através de publicações da própria PMB em redes sociais ou notícias de outras prefeituras que fazem parte do mesmo consórcio, em suas páginas na internet.

Custos: finalizando a caracterização dos serviços de limpeza urbana de Bambuí, os custos dos serviços de limpeza de Bambuí foram verificados de acordo com os documentos fornecidos pela Prefeitura Municipal de Bambuí e pela engenheira ambiental da CONSERBRAS. Além disso, comparou-se, por meio de gráficos, os custos médios de cidades de mesmo porte e do Brasil.

5.4 Caracterização dos RSU

Existem inúmeras metodologias para se caracterizar os resíduos sólidos. Esta deve ser representativa e conferir precisão às análises para que possa oferecer dados que visem uma melhora na gestão e operação dos serviços.

As características quali-quantitativas dos resíduos sólidos urbanos podem variar em função de aspectos sociais, econômicos, culturais, geográficos e climáticos.

A análise dos RSU tem o objetivo de entender como as características, as quantidades e o modo de produção interferem no gerenciamento dos resíduos e na qualidade dos serviços oferecidos. Os resultados das análises podem oferecer, por exemplo, a escolha de alternativas

técnicas estratégicas e operacionais para as atividades relacionadas a coleta, transporte, tratamento e disposição dos resíduos sólidos (BARROS, 2012). Para este trabalho, caracterizou-se os resíduos sólidos segundo a geração de resíduos gerados por habitante.

5.4.1 Geração *per capita*

A geração *per capita* está intimamente relacionada ao dimensionamento de serviços de limpeza urbana desde o transporte (com a escolha dos veículos apropriados que serão utilizados) ao tratamento e à disposição final dos resíduos, por exemplo, dimensionamento de aterros ou de pátios de compostagem.

A produção de resíduos por habitante foi medida pesando-se o caminhão de coleta vazio e posteriormente cheio, após coletar os resíduos sólidos em toda a cidade durante uma semana, entre os dias 9 a 14 de setembro. As pesagens foram feitas em uma balança específica para pesagem de caminhões de cargas que foram emprestadas e operadas em um Silo localizado a cerca de 5,6 km do aterro controlado (FIGURA 5.4).



FIGURA 5.4 - Distância do aterro controlado ao local de pesagem
Localização do ponto central: Latitude 20°00'59"S, Longitude 45°57'21"O
Fonte: Google Maps, 2019

No dia 9 de setembro (segunda-feira), o caminhão que recolhe resíduos na rota 1 precisou fazer 2 viagens. Ou seja, foram coletados resíduos de um trecho da rota e o caminhão obteve seu volume máximo de resíduos coletados. Por isto foi necessário o descarregamento do caminhão, para que fosse concluída a coleta nesta rota. Esta particularidade também ocorreu no dia 10 de setembro (terça-feira), nas rotas 3 e 4.

Com as pesagens realizadas, foi possível identificar a geração de RSU durante a semana, uma média de RSU coletados por dia e por ano e, também, a geração per capita de RSU considerando a população atendida de 20.177 habitantes.

Entretanto, considerou-se que essa semana foi composta por 8 dias, pois não houve realização de coleta de resíduos no sábado anterior (7 de setembro) ocasionando um maior volume de resíduos coletados na terça-feira (10 de setembro).

Por isso, para realizar o cálculo da média de geração de resíduos coletados por dia, somou-se a massa de resíduos coletadas durante toda a semana e dividiu-se o número encontrado por 8 dias.

A partir dos resultados obtidos e de dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento Básico (SNIS), da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), do Ministério das Cidades e de outros bancos de dados, comparou-se a geração per capita por dia e de produção de resíduos sólidos por ano, de Bambuí com a de municípios de porte parecido, localizados na mesma região, inclusive aqueles que participavam do mesmo consórcio de resíduos sólidos que o município de Bambuí.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A maioria das informações solicitadas para a realização deste trabalho, principalmente pela Prefeitura Municipal de Bambuí e pela CONSERBRAS, foi prontamente atendida pelos funcionários que se mostraram bastante prestativos e organizados. Cada setor apresentava-se entendido de todas as questões que lhes diziam respeito e caso necessitavam de informações complementares de outros setores, sabiam exatamente com quem busca-las. Todos entendiam que o presente trabalho poderia tornar ainda mais eficiente o gerenciamento de resíduos sólidos do município, apoiando tal projeto.

6.1 Gestão de resíduos sólidos em Bambuí

A gestão dos resíduos sólidos de Bambuí funciona da seguinte maneira: a Secretaria Municipal de Agricultura, Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente é responsável por definir termos de referência para a contratação de serviços, foi responsável pela contratação da empresa terceirizada que realiza os serviços de coleta de RSU (CONSERBRAS), e é ela quem recebe pedidos, reclamações, sugestões sobre o assunto.

O município não possui um Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos e, por isto, está sujeito a não receber recursos da união e não poder participar de programas referentes aos resíduos sólidos realizados pelo governo federal.

O gerenciamento de RSU é de responsabilidade, também, da Secretaria de meio ambiente, que divide os serviços com a Secretaria de Obras, Urbanismo e Serviços Públicos e com a CONSERBRAS

A CONSERBRAS foi contratada via licitação pública e é responsável por recolher o resíduo residencial, comercial, de pequenas indústrias e resultante de varrição de ruas da zona urbana ou de expansão urbana da sede. Segundo a licitação, coleta deve ser realizada em todas as ruas de todos os bairros da área urbana do município, em horários definidos pela secretaria de Obras, Urbanismo e Serviços Públicos.

Posteriormente à licitação, o aterro controlado o município passou a ser de responsabilidade da empresa, portanto, além de recolher os resíduos e dispô-los no aterro, a CONSERBRAS deverá também aterrar os resíduos não perigosos de acordo com a NBR 8849 (1985):

O aterro controlado é uma técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, sem causar danos ou riscos à saúde pública e à segurança, minimizando impactos ambientais. Esse método utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos, cobrindo-os com uma camada de material inerte na conclusão de cada jornada de trabalho (ABNT, 1985).

A empresa também tem a responsabilidade de tomar todas as precauções para evitar o transbordamento de carga do veículo para a via pública durante o transporte dos resíduos. Devendo varrer e recolher imediatamente, caso isto ocorra.

As Secretarias de Agricultura, Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente e de Obras, Urbanismo e Serviços Públicos ficam responsáveis pela varrição, poda e capina e destinação dos resíduos destes serviços que, também, são encaminhados para um lote ao lado do aterro controlado.

6.2 Gerenciamento de resíduos sólidos em Bambuí

6.2.1 Coleta e transporte

A coleta pública municipal ocorre em todos os bairros urbanos da cidade e em 3 áreas rurais importantes: Comunidade São Francisco de Assis, Comunidade Abacaxis e IFMG (QUADRO 6.1).

QUADRO 6.1 - Operacional de coleta de RSU

Rota	Bairros	Caminhão Designado	Dias da Semana
1	Nações	Caminhão 74	Segunda/Quarta/Sexta
	Gabiroba		
	Sion		
	Centro		
	Candola		
	Açudes		
	Vista Alegre		
2	Lavapés	Caminhão 70	Segunda/Quarta/Sexta
	Nossa Senhora das Graças		
	Bela Vista		

Rota	Bairros	Caminhão Designado	Dias da Semana
	Vila Lucchesi		
	Senhora Santana		
	IFMG		
3	Comunidade São Francisco de Assis (FHEMIG)	Caminhão 74	Terça/Quinta/Sábado
	Campos		
	Centro		
	São Conrado		
	Cruzeiro		
	Cerrado		
4	Rola Moça	Caminhão 70	Terça/Quinta/Sábado
	Nossa Senhora de Fátima		
	Condomínio Lagoa dos Monjolos (Aeroporto)		
	Industrial/Jardim América		
	Sagrado Coração de Jesus		
	Centenário		
	Posto Girassol		

Fonte: CONSERBRAS, 2018

O bairro Centro, que abriga a maioria dos comércios e empresas da cidade, recebe coleta diariamente. Esta coleta é realizada pelo caminhão de número 74.

O recolhimento de resíduos no Centro ocorre de duas formas: primeiramente o caminhão passa pelas principais ruas do bairro, assim que começa a jornada de trabalho, para recolher o resíduo produzido no dia anterior, com a finalidade de não atrapalhar o trânsito no local no horário de pico. Mais tarde, o caminhão recolhe os resíduos novamente nas ruas principais, mas também no restante das ruas do bairro, de acordo com a rota percorrida, para recolher os resíduos que foram dispostos após a abertura dos comércios.

A comunidade São Francisco de Assis é atendida apenas na terça e na quinta e a comunidade Abacaxis apenas no sábado.

Segundo o IBAM (2001), é ideal que a coleta de resíduos seja feita de forma regular,

estabelecendo dias e horários determinados. É importante, também, que a população esteja plenamente ciente dos dias e horários determinados, para que a população adquira confiança de que a coleta não vai falhar e, conseqüentemente, faça sua parte, acondicionando e posicionando os resíduos nos dias e horários marcados, trazendo bons aspectos ao logradouro público (IBAM, 2001).

A coleta de resíduos em Bambuí sofreu modificações a partir de 2017, quando a prefeitura resolveu terceirizar o serviço.

Em entrevista realizada, o motorista de um dos caminhões de coleta, chamado Ademir da Silva, “líder” dos funcionários da coleta, afirmou que a partir de janeiro de 2018, quando a CONSERBRAS começou seus serviços no município, aconteceram modificações nos horários e trajetos da coleta de resíduos, com a finalidade de diminuir a distância percorrida pelos caminhões e, conseqüentemente, reduzir a jornada de trabalho. Até setembro de 2019, o conseguiu-se excluir cerca de 15 km de percurso morto (DA SILVA, 2019).

Identificou-se, também, vários “maus” hábitos durante a coleta como por exemplo, não seguir fielmente uma rota, passando várias vezes pelos mesmos trechos, confundindo a população quanto aos dias e horários de coleta. Os funcionários também tinham costume de demorar muitos minutos em suas paradas para lanches. Com as mudanças realizadas (redução do tempo de paradas para lanche e não repetir trechos das rotas), conseguiu-se reduzir cerca de 4 horas da jornada de trabalho. Com esta organização, segundo o motorista, a população adquiriu o hábito de colocar os resíduos para fora de casa em dias e horários corretos.

A coleta de resíduos sólidos urbanos de Bambuí é, portanto, realizada por meio de um Sistema Regular, com rotas e frequências definidas.

Sistemas de coleta: O sistema convencional de coleta de RSU, em Bambuí, é realizado de porta a porta. Ou seja, a população deve posicionar seus resíduos na porta de suas casas. Entretanto há uma peculiaridade. Quanto à coleta seletiva, o município ainda não possui um sistema consolidado. Mas há movimentos para que este sistema seja implantado.

A prefeitura municipal cedeu um galpão para uma associação chamada Associação dos Papeleiros e Amigos do Meio Ambiente (APAMA) que demonstrou interesse em fazer a separação e venda de resíduos secos. O galpão, localizado na Avenida Santos Dummont, 1300, no bairro Nossa Senhora de Fátima, apresenta 340,44 m². Este foi reformado e, posteriormente, inaugurado no dia 3 de agosto de 2019. Segundo a presidente da Associação, Ieda Teixeira, o trabalho está iniciando e ainda não possuem como estipular o peso de resíduos que recebem por dia, pois ainda não possuem balanças (TEIXEIRA, I. 2019).

Não há ainda uma ampla divulgação sobre o local e nem uma conscientização da população sobre a importância de se separar os resíduos. Entretanto, cerca de 50 famílias levam os seus resíduos rigorosamente toda semana para a associação (TEIXEIRA, I. 2019).

A Prefeitura também pretende implantar uma coleta seletiva mais ampla e para isto usou um bairro da cidade como plano piloto. O projeto teve início em novembro de 2019 com uma confraternização que juntou a prefeitura municipal, a APAMA, a associação de bairro e moradores do bairro que foi escolhido para ser o plano piloto de coleta seletiva de Bambuí. Nesta confraternização, foi explicado à população o funcionamento da coleta seletiva, como será feita a separação e limpeza dos resíduos e contou com palestras para os adultos e teatro e brincadeiras lúdicas sobre o tema, para as crianças.

A coleta seletiva é realizada de ponto a ponto. Foram dispostos três contêineres, em lugares estratégicos, para que as pessoas separem o resíduo seco em suas casas e o encaminhe até o contêiner mais próximo. A prefeitura é a responsável por fazer a coleta desse resíduo uma vez por semana, em horário diferente da coleta convencional e encaminhar o resíduo para a APAMA. A APAMA ficou responsável por separar os resíduos nas suas diversas classificações econômicas e destina-los corretamente cada um por meio da venda deste material.

O contrato da prefeitura com a CONSERBRAS já prevê uma coleta seletiva para a cidade inteira a partir de um aditivo financeiro, portanto, não é necessário realizar uma nova licitação para que este serviço seja prestado pela CONSERBRAS, quando houver a expansão do serviço.

Segundo a PNRS (2010), a implantação da coleta seletiva é obrigação dos municípios e coletas seletivas realizadas com a participação de cooperativas ou outras formas de associações de catadores de materiais reutilizáveis formadas por pessoas físicas de baixa renda terão prioridades no acesso aos recursos da União.

Guarnição: Cada caminhão coletor conta com um motorista e três coletores. Há também um tratorista que é responsável por compactar e aterrar o resíduo.

Segundo o CEMPRE (2018), não há um número ideal para a guarnição, mas, em geral, para caminhões compactadores, utiliza-se três coletores por veículo, podendo aumentar para quatro em áreas de maior concentração de resíduo, de forma a agilizar a colocação dos resíduos no caminhão e, conseqüentemente, aumentar a velocidade média de coleta.

O IBAM (2001) diz que há uma tendência de que as cidades adotem guarnições de três a quatro trabalhadores, sendo que as empresas prestadoras de serviços empregam, em geral, três trabalhadores por veículo.

A guarnição utilizada em Bambuí para o serviço de coleta de RSU está dentro da média sugerida pela literatura. Difere, portanto, quanto à quantidade de guarnição utilizada por empresas que prestam este tipo de serviço. A CONSERBRAS emprega quatro funcionários por veículo, enquanto o IBAM (2001) afirma que, em geral, as empresas empregam menos (3 funcionários). As empresas têm um poder maior sobre os funcionários, podendo cobrar maior eficiência que a administração pública.

A administração pública, por sua vez, possui menos funcionários para fiscalizar o serviço prestado, menor poder aquisitivo para arcar com questões trabalhistas e ainda enfrenta questões políticas que interferem neste tipo de cobrança. Mas mesmo com estas particularidades, a empresa contratada pela administração pública utiliza a mesma quantidade de guarnição que a administração pública costuma contratar.

Dos três coletores, um deles é responsável por passar nos bairros, antes do caminhão, agrupando os resíduos em locais específicos e recolhendo os resíduos dispostos em ruas sem saída ou estreitas e leva-los para ruas de melhor acesso. A ausência dessa função acarretaria em manobras e percurso em “trechos mortos”, que são percursos improdutivos onde ocorrem repetição de ruas, sem que haja coleta de resíduos pelo caminhão.

Esta função é chamada de pelos funcionários locais de “agrupador” (FIGURA 6.1) e exige do coletor um esforço maior, pois necessita caminhar e correr, sem o auxílio do caminhão, por um trajeto grande (praticamente todas as regiões em que a rota é realizada) e carregar os resíduos por alguns metros, podendo causar danos ergonômicos ao funcionário.



FIGURA 6.1 – Agrupador de resíduos
Fonte: Própria autora, 2019

Está em consulta pública no Senado Federal uma Norma Regulamentadora das atividades de Limpeza Urbana e, portanto, ainda está em não vigência tal regulamentação.

Contudo, a Norma Regulamentadora nº 17 – NR 17 é responsável por estabelecer parâmetros que permitam a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, a fim de proporcionar conforto, segurança e desempenho eficiente (MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO, 1978). Esta define que:

- 7.2.2. Não deverá ser exigido nem admitido o transporte manual de cargas, por um trabalhador cujo peso seja suscetível de comprometer sua saúde ou sua segurança.
- 17.2.3. Todo trabalhador designado para o transporte manual regular de cargas, que não as leves, deve receber treinamento ou instruções satisfatórias quanto aos métodos de trabalho que deverá utilizar, com vistas a salvaguardar sua saúde e prevenir acidentes.
- 17.6.3. Nas atividades que exijam sobrecarga muscular estática ou dinâmica do pescoço, ombros, dorso e membros superiores e inferiores, e a partir da análise ergonômica do trabalho, deve ser observado o seguinte: a) para efeito de remuneração e vantagens de qualquer espécie deve levar em consideração as repercussões sobre a saúde dos trabalhadores. b) devem ser incluídas pausas para descanso;

Apesar de uma atividade cansativa que sobrecarrega a ergonomia do coletor, os pesos dos resíduos sólidos não são elevados a ponto de comprometer a saúde ou segurança do trabalhador. Portanto, a atividade relatada não está contra as normas brasileiras.

Entretanto, para que a atividade não sobrecarregue os coletores, há um revezamento entre a realização desta função (agrupador) e ficar junto ao caminhão recolhendo, normalmente, os resíduos dispostos nos logradouros públicos (coletor), e cada funcionário desempenha esta função mais difícil apenas duas vezes por semana.

A guarnição é contratada pela empresa responsável pelo serviço e são, em sua maioria, moradores do município que já trabalhavam na coleta de resíduos quando este serviço era realizado pela prefeitura municipal, exceto por um motorista.

Acondicionamento: Não foi exigida, por parte da administração pública nem da empresa de coleta de RSU, uma forma correta de acondicionamento de resíduos.

O acondicionamento mais comum é em sacos plásticos que são colocados nas portas das casas em cestas, pendurados em árvores ou em grades, ou mesmo no chão, antes do

recolhimento, esta forma de acondicionamento é a preferida pelos funcionários do serviço de limpeza urbana.

Porém, algumas pessoas acondicionam seus resíduos em tambores (FIGURA 6.2), sem sacolas plásticas. Esta atitude atrapalha a eficiência da coleta, já que os coletores precisam pegar o tambor, virá-los no caminhão e voltar os tambores para os locais onde estavam.

A CONSERBRAS pediu para que a população não colocasse seus resíduos desta forma e passassem a acondicioná-los em sacos plásticos, porém a empresa foi pouco atendida nesta orientação.



FIGURA 6.2 - Tambores para acondicionamento de RSU
Fonte: Própria autora, 2019

A CONSERBRAS, por exigência do contrato firmado com a Prefeitura, instalou em locais determinados pela Secretaria de Obras, Urbanismo e Serviços Públicos, trinta contêineres, sendo 24 na sede urbana, três no IFMG, dois na Comunidade Abacaxis e um na entrada do Aterro controlado. Os contêineres estão localizados principalmente na região central do município e em alguns pontos estratégicos da cidade, por exemplo, próximos às áreas comerciais, bancos, e locais de maiores movimentos (FIGURA 6.3).

Estes contêineres tinham a finalidade de funcionar como postos de entrega voluntária (PEV) de resíduos, ou seja, os resíduos ali depositados deveriam ser separados pela população, de acordo com a classificação: secos e úmidos.

O objetivo da colocação de contêineres na cidade era que, primeiramente, os antigos catadores de lixo, que foram impedidos, por lei, de trabalhar no lixão, pudessem coletar os resíduos secos e vendê-los, sem que precisassem conviver com o ambiente insalubre do antigo lixão da cidade. E, posteriormente, que fossem um impulso para que desenvolvesse uma consciência de coleta seletiva na população.

Estes objetivos, todavia, não foram atingidos, pois não houve uma campanha de conscientização, como por exemplo, palestras e panfletagens informativas, que deveriam ter sido realizados pela Prefeitura em conjunto com a CONSERBRAS. A população, portanto, não separa o seu resíduo nas categorias seco e úmido.

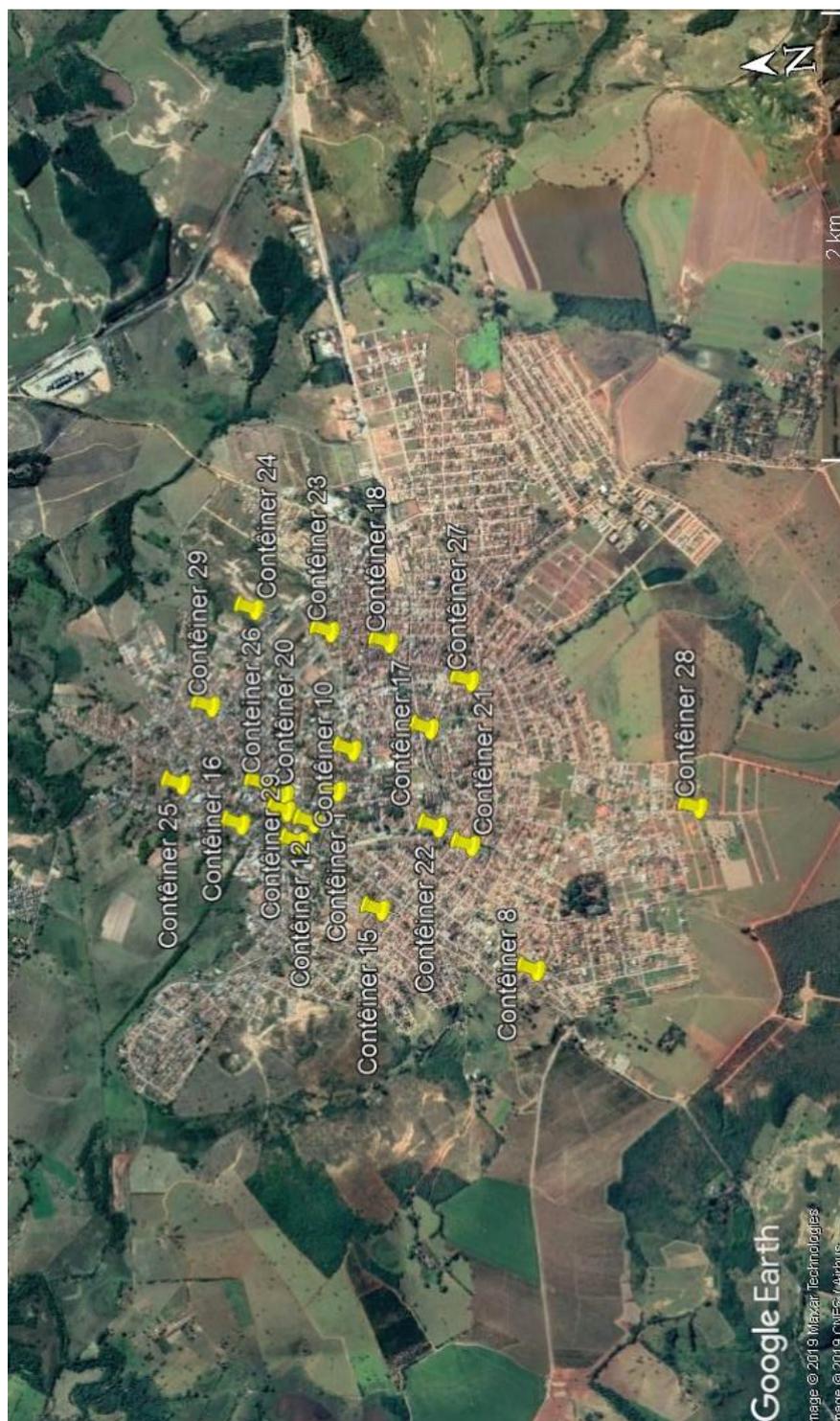


FIGURA 6.3 - Contêineres instalados na sede urbana de Bambuí
Localização do ponto central: Latitude 20°00'41"S, Longitude 45°58'41"O
Fonte: Google Earth, 2019.

Os PEVs passaram, então, a funcionar como pontos acondicionadores de resíduos sólidos urbanos que são coletados pelo serviço de coleta de RSU e encaminhados para o aterro controlado.

Frequência e horário: A coleta de RSU é realizada de segunda a sábado (exceto feriados oficiais), com frequência alternada. Nas segundas, quartas e sextas há a coleta de resíduos nas rotas 1 e 2 e terças, quintas e sextas ocorre a coleta nas rotas 3 e 4. No centro da cidade, a coleta é realizada diariamente.

A coleta ocorre no período diurno, com início às 7 horas da manhã perdurando até por volta de 13 horas. Segundo CEMPRE (2018), os fatores que interferem na frequência da coleta é a restrição econômica (quanto maior a frequência, maior o custo total do serviço) e a preocupação com o não acúmulo de resíduos. Segundo Barros (2012), a frequência ideal de coleta, em relação ao custo x benefício é aquela realizada três vezes por semana, assim como é realizada a coleta de RSU de Bambuí. O CEMPRE (2018) completa que, em áreas geradoras de muito resíduo, como regiões comerciais, a frequência de coleta deve ser, no mínimo diária.

A frequência de coleta de resíduos, no município, apresenta-se de acordo com o aconselhado pela literatura. A população acumula os resíduos em suas casas não mais que o período de um dia. E a coleta evita proliferação de odores e vetores tanto nas residências, quanto nas ruas das cidades.

Itinerário: o itinerário da cidade de Bambuí foi definido pela CONSERBRAS. Diferentemente do usual, as guarnições se encontram em uma padaria, que é o ponto de saída para a coleta de resíduos. A partir dali a rota 2 se inicia imediatamente, a rota 1 se inicia 850m, a rota 3 a 1,4 km, enquanto a rota 4 se inicia a 1,5 km de distância.

Com o auxílio do aplicativo Wikiloc, extraiu-se as seguintes informações dos itinerários, apresentadas na TABELA 6.1:

TABELA 6.1 - Itinerários das 4 rotas de coleta de RSU de Bambuí

Dados	Rota 1	Rota 2	Rota 3	Rota 4
Extensão do ponto de encontro ao ponto de coleta (km)	0,85	0,00	1,40	1,56
Extensão de transferência (km)	0,00	2,30	10,80	0,00
Extensão de coleta (km)	34,96	32,26	37,87	32,90

Dados	Rota 1	Rota 2	Rota 3	Rota 4
Extensão do ponto final de coleta ao aterro (km)	6,20	10,64	6,30	5,49
Extensão total (km)	41,74	45,20	56,37	39,95
Tempo total	04:30	05:11	05:07	05:19
Tempo decorrido	03:30	03:46	04:15	04:23
Tempo parado	01:00	01:25	00:52	00:56
Velocidade do ponto de encontro ao ponto de coleta (km/h)	19,10	0,00	16,30	18,60
Velocidade nos pontos de transferência (km/h)	0,00	39,10	29,98	0,00
Velocidade média no setor de coleta (km/h)	9,30	8,93	9,62	8,10
Velocidade média do ponto final de coleta ao aterro (km/h)	50,90	30,28	43,50	59,90
Velocidade média total (km/h)	11,34	12,93	14,91	10,01
Velocidade média nos percursos de posicionamento e transferência (km/h)	42,39	31,54	31,31	40,17

Fonte: Própria autora, 2019

Os dados “extensão de transferência” que aparecem no quadro, significa a extensão dos percursos improdutivos necessários para se chegar às comunidades rurais, enquanto o dado “velocidade média de transferência” indica a velocidade média nestes percursos.

O dado “velocidade média nos percursos de posicionamento e transferência” engloba tanto os percursos até as comunidades rurais, quanto os percursos do ponto de encontro ao

começo do ponto de coleta e o ponto final de coleta até o aterro controlado.

O tempo decorrido indica o tempo que o caminhão permaneceu parado durante a jornada de trabalho e o tempo parado é a diferença entre o tempo total e o tempo decorrido.

Com base na TABELA 5.1, observou-se que a velocidade média total das rotas 2 e 3 são maiores. Estas rotas percorrem maiores distâncias com velocidades maiores, pois necessitam passar por vias rápidas e sem coleta para chegar a comunidades rurais (IFMG e FHEMIG).

Esta característica tem influência direta na velocidade média total das rotas, pois quanto maior a distância que o caminhão percorre em maior velocidade, maior é a velocidade média dele. Por isto, as rotas 2 e 3 apresentam velocidades médias totais superiores às demais.

Em relação às velocidades médias nos setores de coleta, as rotas 1 e 3 apresentam-se maiores. Estas mesmas rotas apresentam extensões de coleta maiores que as demais e são realizadas em menor tempo.

Isto pode ter ocorrido devido à experiência dos motoristas do caminhão de coleta. O motorista que conduz as rotas 1 e 3 possui cerca de 20 anos de experiência neste serviço, enquanto o motorista que conduz as rotas 2 e 4 possui menos de um ano nesta função. A experiência pode levar os motoristas a, mesmo andando com uma velocidade média parecida, saber qual é a melhor velocidade do percurso, onde pode aliar a esperteza dos coletores com o fluxo do trânsito. Além de perceber melhor onde é necessário fazer manobras e retornos.

Na literatura há divergências sobre as velocidades médias comuns nos setores de coleta. Segundo o CEMPRE (2018), estas velocidades variam entre 4 e 6,5 km/h. Lopes e Ferro (2016) afirmam que esta velocidade varia entre 7 a 12 km/h. Para este estudo, a velocidade média encontrada se encontra dentro dos limites indicados por Lopes e Ferro (2016). Este trabalho apontou que as velocidades médias nos setores de coleta, em Bambuí, encontram-se entre 8 e 10 km/h, apresentando-se convergente ao que diz Lopes e Ferro (2016).

Um dos motivos dessa elevada velocidade média de coleta, em relação aos valores apontados pelo CEMPRE (2018), pode dever-se à função do agrupador. A aglomeração de resíduos de um lado só da rua, evitando que o caminhão necessite passar por ruas estreitas, sem saída, ou até mesmo por ruas transversais, agiliza o processo, pois reduz o chamado “percurso morto” e o número de manobras e conseqüentemente, aumenta a velocidade média que o motorista pode manter durante a coleta.

Em relação velocidade média nos percursos de posicionamento e transporte, a literatura indica que esta pode variar entre 15 e 30 km/h, dependendo, por exemplo, das condições locais de trânsito (CEMPRE, 2018). As velocidades médias encontradas nestes locais, em Bambuí, se

mostraram superiores. Estes números coletados têm relação com a localização do aterro controlado. Os caminhões de coleta enfrentam a BR 354 para chegar ao aterro, e por isto utilizam de velocidades superiores, em relação à municípios onde o local de disposição final de resíduos se encontra em locais mais próximos aos centros urbanos, que dispõem trânsitos intensos, ou que utilizem de vias com velocidade média permitida menores que em rodovias federais, como é caso do aterro controlado de Bambuí.

Quanto ao tempo parado, não é possível retirar informações relevantes sobre ele, visto que o caminhão precisa, necessariamente, parar quando o compartimento de carga, chamado de vestíbulo, está cheio, para que este seja compactado e transportado para o fundo da carroceria.

A partir do quadro pode-se verificar que a rota 2 apresenta uma distância grande do ponto final de coleta ao aterro. Na verdade, a rota 2 finaliza no ponto de maior distância entre o setor de coleta ao aterro, gerando um grande percurso improdutivo e contrariando o que diz a literatura.

Segundo o IBAM (2001), os roteiros de coleta devem ser planejados para que o serviço tenha início no ponto mais distante do local de destino dos resíduos e que se movam em direção àquele local, com a finalidade de reduzir as distâncias e o tempo de percurso.

Para o CEMPRE (2018), os itinerários devem ser definidos de maneira que o início da coleta seja próximo à garagem e o término seja próximo à área de descarga.

Entretanto, a escolha do IFMG como último ponto de coleta desta rota se justifica, pois, o resíduo recolhido no local apresenta uma grande quantidade de carcaças e restos de animais provenientes de “fábricas de carnes” existentes no instituto.

O resíduo do IFMG, portanto, gera um desconforto muito grande para os coletores devido principalmente ao grande mau cheiro. Por este motivo, optou-se por deixar os coletores em contato com tal resíduo o menor tempo possível.

Além do desconforto gerado à guarnição, as carcaças e restos de animais produzem outro efeito negativo à limpeza urbana de Bambuí: eles atraem uma grande quantidade urubus e cachorros para o aterro, gerando um aspecto visual e sanitário bastante negativo para o local. Todavia, não existe uma legislação específica que estabeleça as diretrizes a serem cumpridas por estabelecimentos que gerem resíduos de animais mortos, visando a destinação correta desse tipo de resíduos. Por outro lado, existem técnicas de reciclagem que transformam as sobras de animais mortos em, por exemplo, óleos, rações e gelatinas, melhorando a qualidade ambiental e gerando renda. Para isto, existe a Instrução Normativa nº 81, de 19 de dezembro de 2018 que estabelecem regras para sobre o recolhimento, transporte processamento e para a destinação do

produto reciclado. O IFMG, como instituição de ensino e pesquisa, poderia, portanto, elaborar um plano de gestão de resíduos animais visando a solução deste problema e a não disposição deste tipo de resíduo no aterro controlado do município.

Como a coleta de dados foram feitas sempre em quartas, quintas ou sextas, não foi possível analisar os dados que incluem a comunidade de Abacaxis.

O aplicativo Wikloc demarcou as rotas e as forneceu em formato kml. Após baixadas, as imagens foram geradas a partir da plataforma Google Earth, para que fossem analisadas.

Segundo o IBAM (2001), os roteiros de coleta devem ser equilibrados. Cada grupo de guarnição deve receber uma mesma quantidade de trabalho que resulte em um esforço físico equivalente.

As rotas de coleta, no município, são equilibradas, pois possuem extensões parecidas e a cidade é homogênea. Também, cada grupo recebe uma comunidade rural para realizar a coleta. Por exemplo, a coleta no IFMG é feita três vezes por semana pela rota 2, por outro lado, a coleta na FHEMIG é realizada duas vezes por semana pela rota 3, exceto nos sábados, que este mesmo roteiro inclui a coleta na comunidade de Abacaxis.

A partir do acompanhamento das rotas e da análise das FIGURAS 6.4, 6.5, 6.6, 6.7 e 6.8 foi possível perceber que a coleta de resíduos sólidos urbanos do município atende 100% da sede urbana.

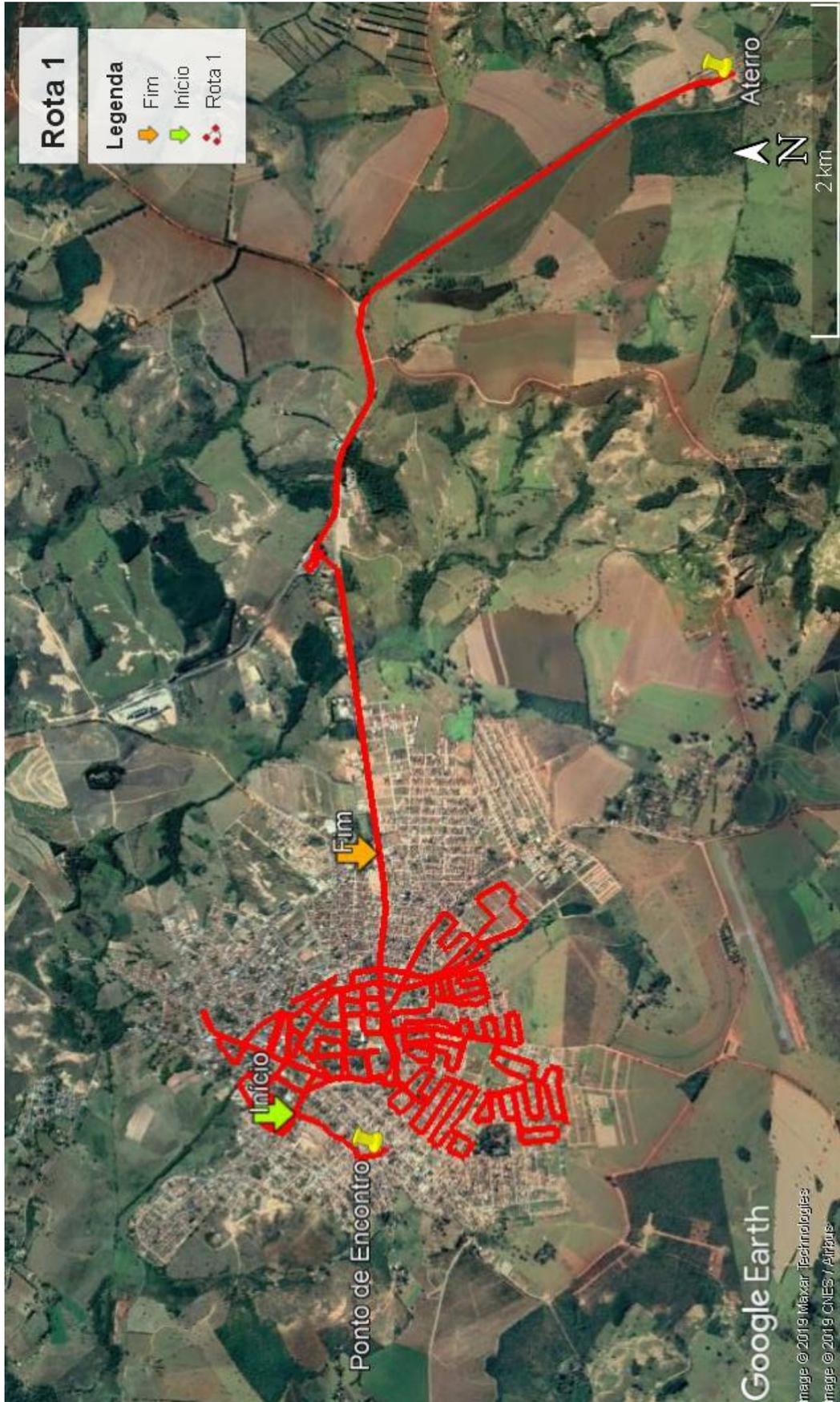


FIGURA 6.4 - Rota 1

Localização do ponto central: Latitude 20°00'41"S, Longitude 45°58'41"O

Fonte: Adaptado a partir de Google Earth, 2019

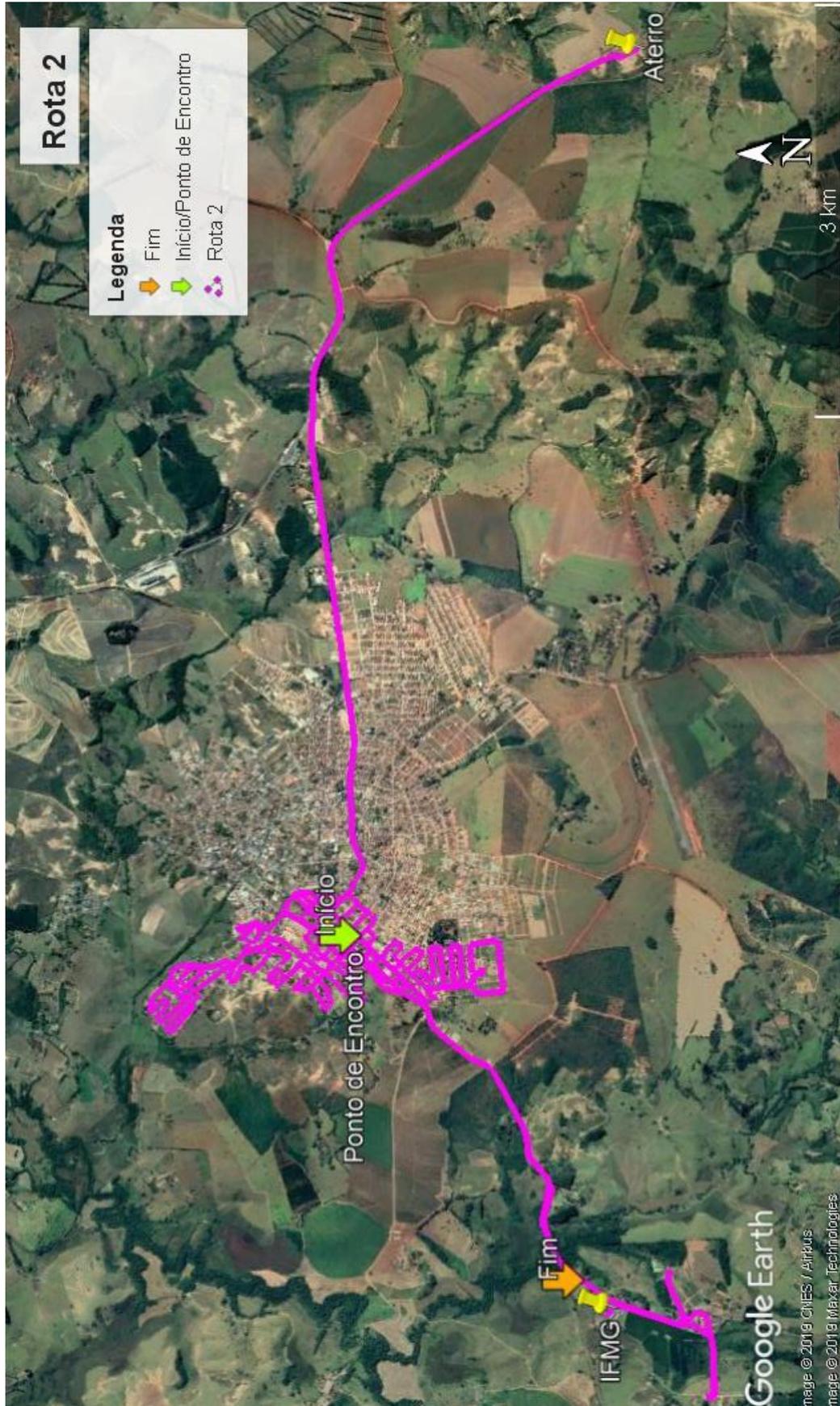


FIGURA 6.5 - Rota 2

Localização do ponto central: Latitude 20°00'41"S, Longitude 45°58'41"O

Fonte: Adaptado a partir de Google Earth, 2019

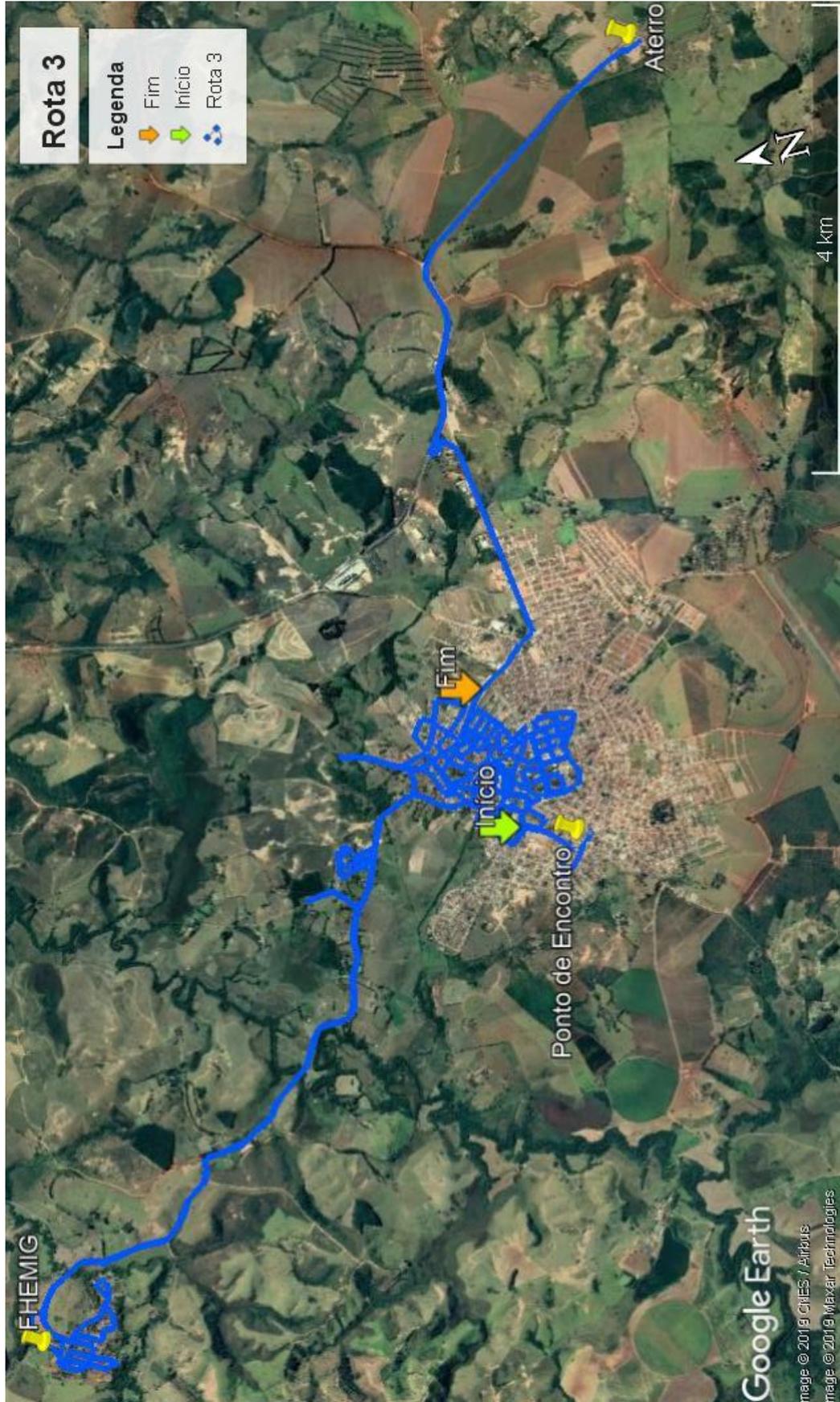


FIGURA 6.6 - Rota 3

Localização do ponto central: Latitude 20°00'41"S, Longitude 45°58'41"O

Fonte: Adaptado a partir de Google Earth, 2019

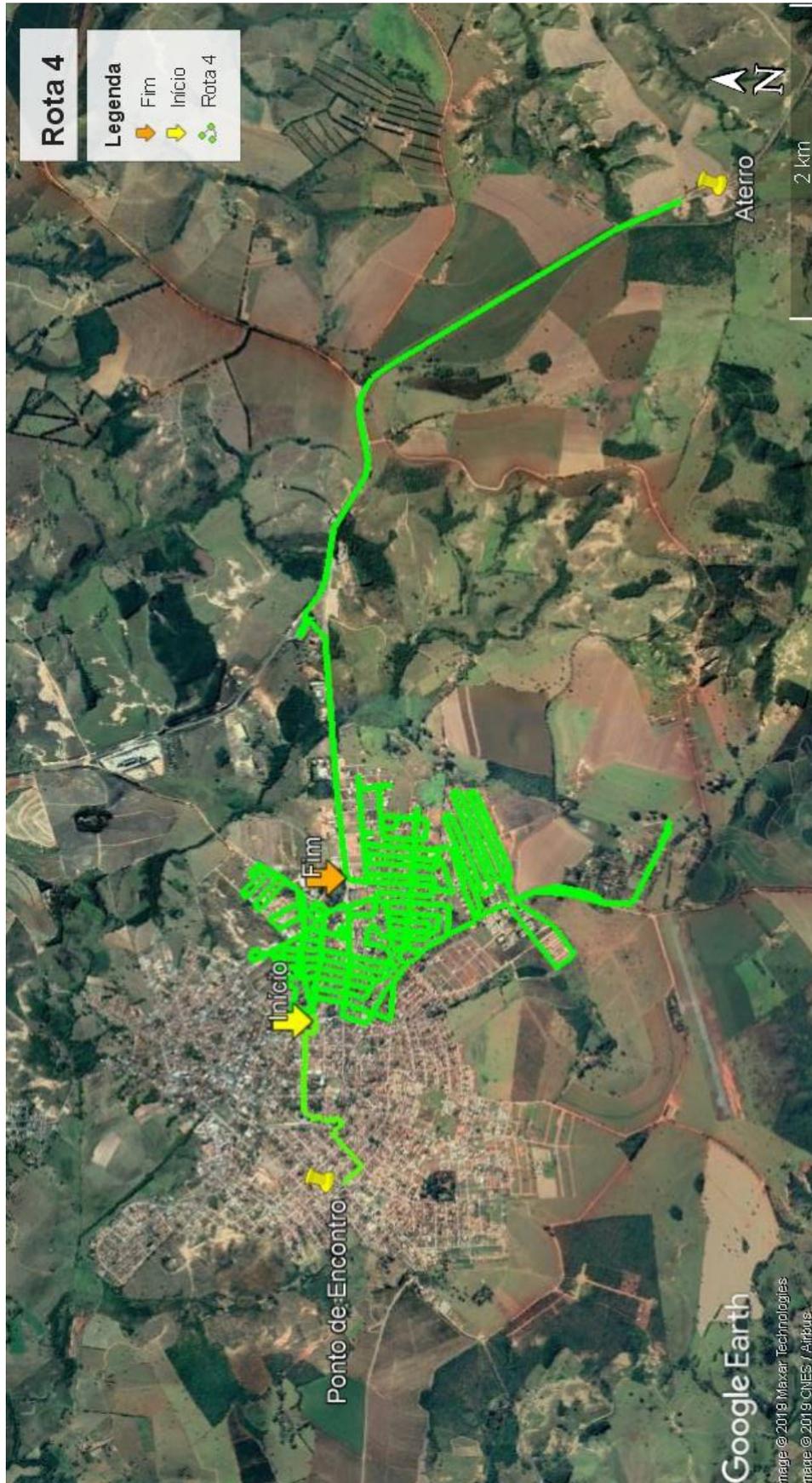


FIGURA 6.7 - Rota 4

Localização do ponto central: Latitude 20°00'41"S, Longitude 45°58'41"O

Fonte: Adaptado a partir de Google Earth, 2019

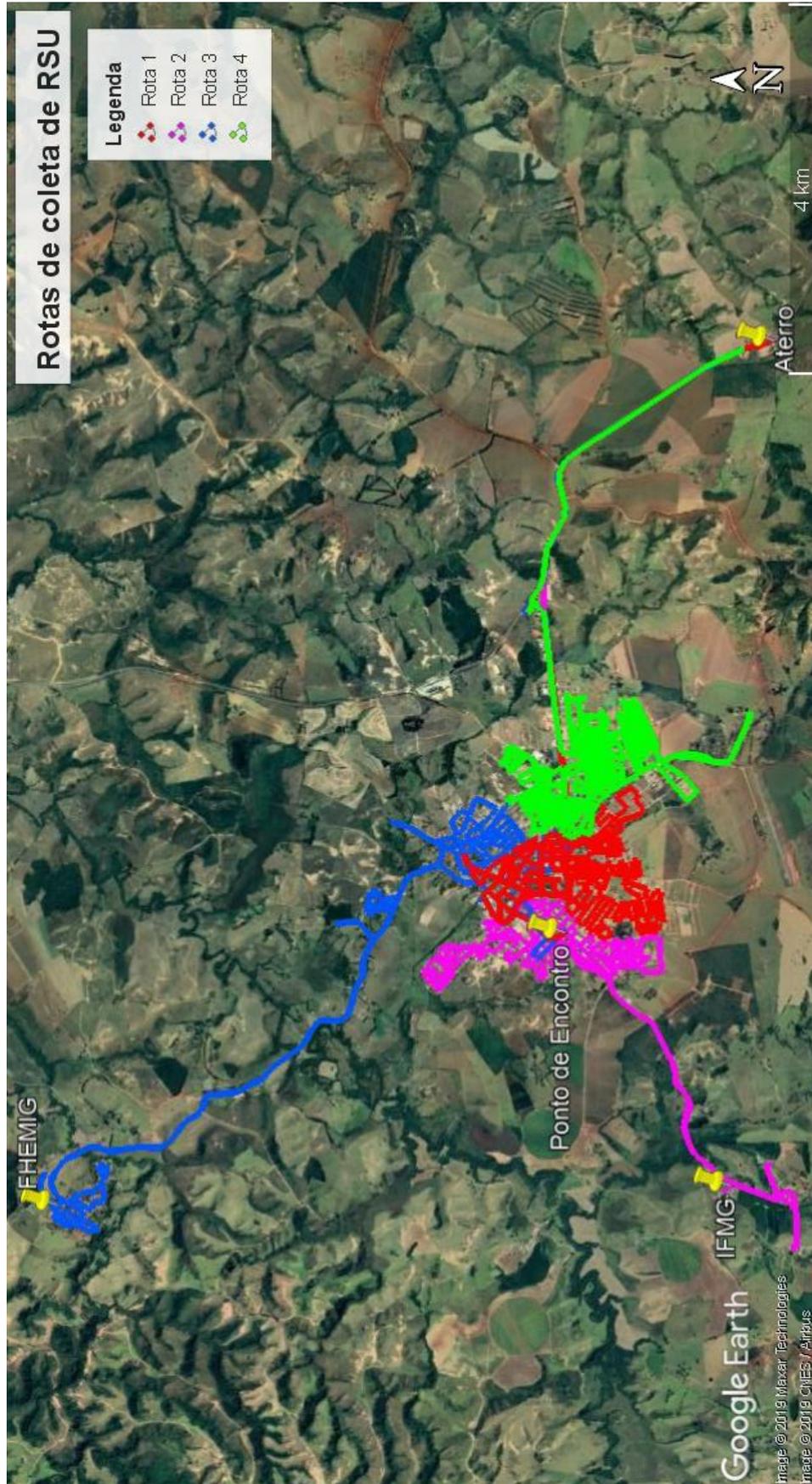


FIGURA 6.8 - Itinerário de Coleta de Resíduos Sólidos em Bambuí-MG
Localização do ponto central: Latitude 20°00'41"S, Longitude 45°58'41"O
Fonte: Adaptado a partir de Google Earth, 2019

Frota: A frota que, na prática, atua no município é composta por dois caminhões compactadores do modelo Volkswagen Constallation 24.280 (FIGURA 6.9), cuja caçamba apresenta capacidade de 15m³ e capacidade de carga de 10,5 toneladas cada e um trator esteira que fica no aterro controlado, com a finalidade de compactar e recobrir os resíduos coletados diariamente.

É exigência da Prefeitura municipal que todos os veículos utilizados na prestação dos serviços devem possuir seguro contra terceiros, com cobertura para danos morais, pessoais e materiais. Isto se deve porque todo serviço público está sujeito a depredação por parte de opositores e pessoas que tem algum tipo de desavença pessoal com a administração pública, devendo, a administração, tomar as devidas precauções para que não haja nenhum tipo de prejuízo.



FIGURA 6.9 - Caminhão compactador utilizado na coleta de RSU em Bambuí
Fonte: Própria autora (2019)

Os veículos devem, também, apresentar tanques para armazenamento de chorume com capacidade suficiente para uma viagem, evitando assim o derramamento desse resíduo líquido nas vias públicas, o que ocasionaria mal cheiro e possíveis contaminações à população, além de atender as exigências regulamentares da Confederação Nacional de Transportes (CNT) que diz sobre sistemas de sinalização (possuir alerta de marcha ré, sinalizador sonoro, sinaleiras originais embutidas). Os caminhões também devem estar de acordo com algumas normas ambientais, como por exemplo: níveis de ruído global inferior a 78 decibéis, como determina a

CONAMA nº 272 de 2000 baixa emissão de gases, em atendimento as prescrições do PROCONVE.

Para a segurança dos funcionários, os caminhões deverão ser dotados de sistema de descarga automática, para que não haja necessidade de mão de obra para o seu esvaziamento. Em um espalhamento de resíduos decorrente da ruptura de sacos de lixo, os coletores deverão recolher este resíduo, portanto, a frota deverá conter vassouras, rastelo e pás.

Se, eventualmente, houver a necessidade de manutenção de algum veículo, a empresa contratada deverá substituir imediatamente o veículo e arcar com os custos da manutenção. Deve arcar também com custos de lavagem, desinfecção, pintura, iluminação, pneus, etc.

Para o IBAM (2001) um bom veículo de coleta de RSU deve possuir as seguintes características:

- Não permitir derramamento de resíduo ou chorume em vias públicas;
- Apresentar taxa de compactação de pelo menos 3:1;
- Apresentar altura de carregamento de no máximo 1,20m em relação ao solo;
- Possibilitar esvaziamento simultâneo de pelo menos dois recipientes por vez;
- Possuir carregamento traseiro;
- Apresentar descarga rápida de resíduo no destino;
- Possuir vestíbulo com pelo menos 1,5m³;
- Possibilitar basculamento de contêineres;
- Possuir capacidade adequada de manobras e de vencer aclives.

Além de satisfazer as características exigidas pela licitação do município, a frota utilizada no município ainda satisfaz as características definidas pelo IBAM (2001) para um bom veículo de coleta.

Os caminhões são dotados de coletores de chorume, apresentam taxa de compactação de 4:1, os coletores são transportados nas traseiras dos caminhões (evitando atropelamentos), os resíduos são descarregados rapidamente e são capazes de bascular contêineres (inclusive, os fazem nos contêineres dispostos na cidade).

Segundo o próprio IBAM (2001), os caminhões compactadores são capazes de transitar por áreas urbanas, suburbanas e rurais e rodam por vias e terrenos de piso irregular, acidentado e não pavimentado, como geralmente ocorre em aterros.

Com o objetivo de verificar a necessidade de uma frota maior ou menor, dimensionou-se um “número ótimo” de veículos necessários para cada setor de coleta a partir da equação estabelecida pelo IPT (2000) e citada por Barros (2012), esta gerou o seguinte resultado

apresentado na TABELA 6.2:

TABELA 6.2 - Frota ótima

Dados	Rota 1	Rota 2	Rota 3	Rota 4
J (h)	4,88	5,18	4,83	5,35
L (km)	34,69	30,57	33,75	32,49
Vc	9,30	7,78	9,6	8,1
Dg (Km)	0,85	0	1,4	1,56
Dd (Km)	6,2	10,6	6,3	5,9
Vt	50,90	30,28	43,5	59,9
Q (T)	12,12	15,1	11,28	8,32
C (T)	10,5	10,5	10,5	10,5
Ns	0,828833521	0,952927134	0,80562427	0,788652897
Ns + 10%	0,911716873	1,048219847	0,8861867	0,867518187

Fonte: Própria autora, 2019

Este quadro explicita que não é necessário mais de um caminhão por rota, o que já ocorre no município.

6.2.2 Coleta especial

Segundo Barros (2012):

Faz-se necessária uma programação, em separado e independente da coleta convencional, para a execução das atividades integrantes dos serviços de coletas especiais, de modo a otimizar sua prestação, que costumam ser cobrados à parte. A ausência destas coletas pode causar incômodos e trazer riscos à população, além de comprometer aspectos estéticos da cidade e da qualidade dos demais serviços prestados pela limpeza pública (BARROS, 2012, p. 125).

Em Bambuí observou-se coletas especiais referentes aos Resíduos de Serviço de Saúde, coleta de entulhos, coletas de resíduos perigosos e de pneus inservíveis e elas serão descritas:

Resíduos de Serviços de Saúde (RSS): A coleta de Resíduos de Serviços de Saúde municipal é realizada por uma empresa especializada. O município recolhe todas as quartas-feiras os resíduos de sete Unidades Básicas de Saúde, uma policlínica e uma farmácia de jurisdição do município e leva para o Hospital da cidade para que os resíduos sejam devidamente reservados temporariamente.

O Hospital é uma entidade filantrópica, com administração separada da administração pública e, portanto, a prefeitura não tem obrigações quanto ao resíduo gerado pelo Hospital. Contudo, o Hospital possui local apropriado para o acondicionamento temporário de RSS, que o município não possui. Por isso a prefeitura e o Hospital fazem uma troca: o hospital abriga os RSS do município e o município paga pela destinação correta dos RSS gerados pelo hospital.

De acordo com a ANVISA (2018), os locais destinados para armazenamento temporário de RSS devem:

- I. ser provido de pisos e paredes revestidos de material resistente, lavável e impermeável;
- II. possuir ponto de iluminação artificial e de água, tomada elétrica alta e ralo sifonado com tampa;
- III. quando provido de área de ventilação, esta deve estar dotada de tela de proteção contra roedores e vetores;
- IV. ter porta de largura compatível com as dimensões dos coletores;
- V. estar identificado como “abrigo temporário de resíduos”.

Para o armazenamento temporário de RSS localizado no Hospital Nossa Senhora do Brasil (FIGURA 6.10), observou-se que apenas a regra número I da ANVISA (2018) não foi atendida, pois a parede não é revestida de material de fácil limpeza.



FIGURA 6.10 - Armazenamento temporário de RSS
Fonte: Própria autora, 2019

A empresa especializada para a coleta de RSS foi contratada por meio de licitação pública e coleta quinzenalmente os resíduos no Hospital Nossa Senhora do Brasil em caminhão próprio, utilizando funcionários próprios e devidamente protegidos com EPIs. A empresa também é a responsável por encaminhar os resíduos para a disposição final ambientalmente adequada.

A prefeitura paga para a empresa R\$ 7,30 por quilo de resíduo coletado. Para este controle, um servidor municipal fica responsável por acompanhar a coleta e a pesagem dos RSS.

De janeiro a agosto de 2019 a prefeitura destinou cerca de 3210 kg de resíduos de serviços de saúde, isto significa que, em média, o município produz cerca de 4819 kg deste tipo de resíduo.

Considerando que toda a população bambuiense (urbana e rural) são atendidos por estes serviços, isto é, cerca de 23.829 pessoas, segundo o IBGE (2019), a geração de resíduos de serviço de saúde em relação a população atendida é de 0.2 kg/hab/ano.

Segundo a ABRELPE (2017), em 2017 4.518 municípios brasileiros prestaram os serviços de coleta, tratamento e disposição final de 256.941 toneladas de RSS. A geração *per capita* de serviço de saúde nos municípios é de cerca de 1,2 kg/hab/ano sendo que em Minas Gerais são coletadas 38.667 toneladas de resíduos de saúde, representando uma geração *per capita* de 1,83 kg/hab/ano (ABRELPE, 2017).

Percebe-se que a geração *per capita* de RSS em Bambuí é bastante baixa comparada com a geração nacional e estadual. Isto pode estar relacionado aos dados coletados, pois estes são referentes apenas aos RSS gerados em locais que estão sob jurisdição municipal, não levando em conta, portanto, os resíduos gerados em laboratórios, farmácias, clínicas de saúde, clínicas veterinárias, etc.

É importante ressaltar que o município não apresenta uma campanha de recolhimento de resíduos de serviços de saúde de uso pessoal, como por exemplo seringas utilizadas para aplicação de insulina, remédios vencidos, entre outros.

A TABELA 6.3 representa os dados de custos e pesos dos resíduos destinados para o tratamento e disposição final em 2019. Estes dados foram retirados de documentos disponibilizados pela Secretaria Municipal de Saúde e pelo Hospital Nossa Senhora do Brasil.

Os demais estabelecimentos de serviço de saúde, que não são de jurisdição da Prefeitura Municipal, devem destinar corretamente os seus próprios resíduos, de acordo com a CONAMA nº 358/2005.

No entanto, foi possível observar no aterro controlado uma grande quantidade de resíduos de serviços de saúde (seringas, agulhas, algodões sujos de sangue, recipientes de soros, medicamentos, etc) (FIGURA 6.11). Isto evidencia que existem estabelecimentos que não destinam corretamente os RSS.

TABELA 6.3 - Custos com a destinação de RSS em Bambuí no ano de 2019

Data	Peso (kg)	Custo (R\$)
03/01/2019	179,9	1.313,27
23/01/2019	187,0	1.365,10
05/02/2019	198,7	1.450,51
19/02/2019	207,5	1.514,75
08/03/2019	112,0	817,60
21/03/2019	148,5	1.084,05
01/04/2019	88,0	642,40
15/04/2019	180,0	1.314,00
09/05/2019	238,8	1.743,24
21/05/2019	286,0	2.087,80
04/06/2019	302,0	2.204,60
17/06/2019	98,0	715,40

Fonte: Própria autora, 2019



FIGURA 6.11 - RSS encontrados dispostos juntamente com o “lixo comum”

Fonte: Própria autora, 2019

Conjuntamente, as guarnições dos serviços de coletas de RSU relataram que que alguns

estabelecimentos que realizam serviços de saúde e algumas pessoas que utilizam diariamente seringas (usuários de insulina, por exemplo), além de destinar incorretamente seus RSS para a coleta convencional, não acondicionam perfurocortantes em recipientes apropriados, levando risco à saúde dos coletores;

Segundo a Resolução CONAMA nº 358/2005, os estabelecimentos de serviços de saúde são os responsáveis pelo correto gerenciamento de todos os RSS por eles gerados, cabendo aos órgãos públicos, a gestão, regulamentação e fiscalização.

Portanto, é necessário que a prefeitura fiscalize os estabelecimentos que gere este tipo de resíduos, identifique quais deles não estão de acordo com a legislação e notifique-os, para que estes busquem uma destinação correta para os RSS.

Coleta de Resíduos Volumosos e Entulhos: Segundo a Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição (ABRECON), entulho é o conjunto de fragmentos ou restos de tijolo, concreto, argamassa, aço, madeira, etc., provenientes do desperdício na construção, reforma e/ou demolição de estruturas, como prédios, residências e pontes.

Para a coleta deste tipo de resíduo, a prefeitura contratou, por meio de licitação pública, uma empresa que ficou responsável por distribuir nove caçambas lixeiras em locais de muito acúmulo de resíduos conforme o QUADRO 6.2:

QUADRO 6.2 - Caçambas lixeiras disponibilizadas pela prefeitura

Caçamba	Local
1	Morro do Gavião
2	Aeroporto
3	Bairro dos Quarteis
4	Trevo
5	Bairro Candolas
6	Comunidade São Francisco de Assis
7	Bairro Campos
8	Cemitério Municipal
9	Uso eventual da Secretaria de Obras

Fonte: Própria autora, 2019

Estas caçambas foram contratadas com a finalidade de armazenar resíduos os resíduos da construção civil proveniente de obras realizadas exclusivamente pela prefeitura, já que a destinação dos resíduos de construção civil gerados em obras privadas são de responsabilidade

do gerador, e também abrigar resíduos volumosos, das mais diversas composições, que não são removidos pela coleta regular, em locais de difícil acesso, a fim de evitar descartes clandestinos de resíduos em terrenos públicos, lotes vagos, passeios e ruas.

A empresa contratada é responsável por monitorar quando as caçambas necessitarem de manutenção e limpeza e também deverá transportar os resíduos para o aterro.

Coleta de resíduos perigosos: O local de domínio público que gera resíduos perigosos no município é a oficina da Prefeitura Municipal de Bambuí. Nela existe uma caixa separadora de água-óleo que funciona a partir dos princípios da decantação e filtração (caixa de areia) (FIGURA 6.12). Porém, o óleo separado é apenas armazenado em tambores e ficam guardadas na própria oficina.

A prefeitura utiliza, eventualmente, este óleo para tratar madeiras que são usadas em cercas ou em placas de sinalização pública e não há uma fiscalização rígida para o destino de parte do resíduo. Além disso, os resíduos sólidos (como os EPIs) são descartados juntamente com os resíduos comuns.



FIGURA 6.12 - Caixa separadora de água-óleo
Fonte: Própria autora, 2019

Segundo a Resolução CONAMA 362 de 23 de junho de 2005, em seu artigo 3º, todo

óleo lubrificante coletado deverá ser destinado à reciclagem por meio do processo de refino, de acordo com os critérios do órgão ambiental competente.

Entretanto, é admitido pelo órgão ambiental, o processamento do óleo para fabricação de produtos a serem consumidos exclusivamente pelos geradores. A resolução ainda determina que se comprove a inviabilidade de destinação correta.

A destinação inadequada destes resíduos pode gerar multas para a administração. A utilização do óleo para tratar madeiras, em serviços da própria prefeitura, é permitida. Porém, qualquer outra utilização do óleo lubrificante, que não seja a serviço da própria prefeitura, deverá passar por um processo de licenciamento ambiental.

Por outro lado, a construção recente de uma caixa separadora de água-óleo é de grande relevância, pois o resíduo era lançado no meio ambiente, indo, provavelmente, para os corpos d'água.

Coleta de pneus inservíveis: Os pneus utilizados nos serviços municipais que não apresentam mais utilidade e também os gerados pela população em geral, são dispostos na entrada da cidade, ao ar livre, não havendo um local coberto para armazenamento temporário, para que uma empresa especializada colete tal resíduo. Esta coleta não é instituída por contrato e, portanto, não há uma frequência definida para a coleta dos pneus e também não há nenhum tipo de controle quanto à quantidade de pneus recolhida.

Entretanto, esta medida não apresenta custos para o município, pois, a legislação determina que os fabricantes e os importadores de pneus ficam obrigados a coletar e destinar adequadamente os pneus inservíveis no território nacional, na seguinte proporção: para cada pneu novo comercializado, as empresas fabricantes ou importadoras deverão dar destinação adequada para um pneu inservível. Cabe aos distribuidores, revendedores, destinadores, consumidores e ao Poder Público implementar procedimentos para a coleta deste resíduo (BRASIL, 2009).

Outros resíduos componentes de logística reversa: O município não apresenta ações que regulamentem a logística reversa de pilhas, baterias, lâmpadas fluorescentes, eletrônicos e agrotóxicos. Entretanto, a APAMA tem recolhido pilhas, baterias, lâmpadas fluorescentes e eletrônicos e armazenando-os até que encontre uma solução viável economicamente para a destinação destes resíduos.

6.2.3 Varrição

O serviço de varrição é realizado pela Secretaria de Obras, Urbanismo e Serviços públicos. São destinados para este serviço 12 funcionários que trabalham todos os dias de 7 às 11h e de 12:30 às 16:30, coincidindo com o horário de coleta de RSU.

Os funcionários utilizam vassouras, pás e carrinhos de coleta e fazem a varrição de forma manual (FIGURA 6.13). O resíduo coletado é composto principalmente por folhas de árvores e papéis, plásticos, tocos de cigarro e embalagens que são jogados nas vias públicas pela população. Este é encaminhado para o aterro controlado pela prefeitura.

Segundo o IBAM (2001), os detritos que mais ferem o senso de higiene e limpeza para os cidadãos são os papéis, plásticos, embalagens e restos de comida atirados às ruas.

Juntamente com os resíduos provenientes de árvores, os papéis, plásticos e embalagens são os focos dos trabalhos de varrição do município, principalmente na área central, que existe comércio, bares, lanchonetes e bancos que geram muitos papéis, plásticos e restos de comida como resíduos.



FIGURA 6.13 - Ferramentas e utensílios usados na varrição
Fonte: Própria autora, 2019

A varrição ocorre todos os dias nas seguintes áreas da cidade: Centro, Lava-pés, Boca do Brejo e Cerrado, que são os bairros de maiores circulações e comércio da cidade. Os funcionários são divididos em 4 grupos de 3 pessoas para realizar tal serviço.

Para um serviço eficiente, o município deve ter um plano de varrição estruturado, que estabelece os setores da cidade e suas respectivas frequências que receberão o serviço, além de definir um roteiro, número necessários de servidores e a produtividade esperada (CEMPRE,

2018).

Apesar de não apresentar um plano de varrição, é possível perceber que o município possui uma estrutura de varrição, onde apresenta-se os locais, horários e quantidades de funcionários por frente de trabalho.

Segundo o CEMPRE (2018), é necessário que o município realize esse serviço de varrição, implante cestas, realize campanhas permanentes de educação e fiscalize rigorosamente o cumprimento das posturas ambientais.

É necessário que a prefeitura coloque um maior número de cestas de lixo pela cidade e que atualize o código de postura da cidade que é datado do ano de 1978 e possui pouca acessibilidade, sendo desconhecido pela população.

Porém, em várias tentativas de instalação de cestas de lixo, elas, em pouco tempo, apareciam vandalizadas e era necessária a retirada das mesmas. Além disso a população, por vezes, prefere jogar os seus resíduos na rua, ao em vez de procurar uma lixeira próxima, como mostra a FIGURA 6.14:



FIGURA 6.14 - Resíduo jogado em um vaso da cidade, com dois contêineres de resíduos próximos

Fonte: Própria autora, 2019

Para solucionar estes problemas, a prefeitura deve investir na promoção de campanhas de educação ambiental juntamente com a comunidade. Além disso, a implantação de câmeras pela cidade poderia inibir as pessoas que costumam jogar lixo nas ruas, porém esta depende de um maior gasto.

Quanto à qualidade do serviço prestado, o IBAM (2001) afirma que não existe um

processo para determinar o grau, qualidade ou padrão de limpeza. Os responsáveis pelo serviço determinarão a frequência de limpeza e julgarão a aprovação da população pelo número de reclamação e sugestões.

A prefeitura lançou, em setembro de 2019, um programa chamado “Fala Cidadão”, onde disponibiliza um número no aplicativo WhatsApp para que a população possa mandar sugestões, ideias, reclamações, informações e elogios. A partir desta plataforma, a administração pública buscará resolver os problemas solicitados.

Segundo o responsável por organizar as mensagens desta plataforma, a limpeza urbana não foi alvo de críticas neste curto período de tempo em que o Programa está em vigor.

6.2.4 Capina e roçagem

O planejamento para a realização da capina deve levar em conta a velocidade do crescimento do mato, que varia significativamente em relação a estação do ano e deve ser feita, em média, a cada três meses (CEMPRE, 2018).

A capina e roçagem, em Bambuí, é realizada pela secretaria de meio ambiente em conjunto com a secretaria de obras. Este serviço acontece de forma não periódica, entretanto, geralmente ocorre durante uma semana do mês. Cerca de 16 funcionários das secretarias de meio ambiente e de obras trabalham neste setor, porém eles não são contratados para realizar especificamente este serviço.

Ficam disponíveis para os funcionários, durante a jornada de trabalho, enxadas, rastelos, vassouras e 1 caminhão para o transporte dos resíduos até o aterro controlado.

A capina em lotes privados é de responsabilidade do proprietário, conforme as Leis Municipais nº 681 de 5 de junho de 1978, que institui o código de posturas do município; Lei nº 001 de 23 de fevereiro de 2016 e o Decreto nº 2118 de 22 de maio de 2019.

A Lei 001 de 2016 determina que:

os proprietários de imóveis situados na zona urbana de Bambuí são obrigados a conservar em perfeito estado de asseio seus quintais, pátios e terrenos, edificadas ou não, que não deverão estar cobertos de mato ou sendo subutilizados ou utilizados como depósitos de resíduos de qualquer natureza, como lixo doméstico, entulho ou qualquer material nocivo à vizinhança e à coletividade (BAMBUÍ, 2016).

O Decreto nº 2118 de 22 de maio de 2019 define as formas de notificação, aplicação de penalidades e lançamento das despesas efetuadas com a limpeza de lote e terreno edificado ou não no perímetro urbano no Município (BAMBUÍ, 2019).

Segundo o Decreto, após ser notificado sobre a limpeza de seu lote, o proprietário terá prazo de 5 dias úteis para providenciar a limpeza do terreno. Ao vencer o prazo, se a notificação não tiver sido atendida, o infrator receberá uma multa no valor de 8 UFPMB e 0,020 UFPMB de taxa de limpeza pela prefeitura. O UFPMB significa Unidade Fiscal da Prefeitura Municipal de Bambuí e equivale a 75 reais, em 2019.

Após concluído o processo regulamentar de interdição do imóvel, o município promoverá a limpeza dos lotes e emitirá para os proprietários um Documento de Arrecadação Municipal (DAM) com o valor das despesas efetuadas com a limpeza do terreno, para recolhimento em até 30 dias (BAMBUÍ, 2019).

6.2.5 Desobstrução de bocas de lobo

Segundo Barros (2012), a frequência de desobstrução de bocas de lobo deve ser definida em função da localização das bocas de lobo, das áreas baixas sujeitas a alagamentos e das vizinhanças de encostas e regiões de urbanização precária. Barros (2012) completa que é recomendado que pelo menos dois meses antes do período chuvoso seja executada esta operação, que é naturalmente mais concentrada nesta estação.

Em Bambuí o serviço de desobstrução de boca de lobo ocorre de forma preventiva: antes de chuvas e depois das chuvas, e de forma a mitigar alguma situação, quando há necessidade, mediante a solicitação da população.

6.2.6 Disposição final

Atualmente os RSU são dispostos em um aterro controlado localizado em um terreno municipal. A CONSERBRAS, segundo o contrato de licitação pública, é a responsável pelo gerenciamento do local e deverá, conforme citado pela NBR nº 8849 de 1985, cobrir os resíduos com uma camada de material inerte na conclusão de cada jornada de trabalho.

Observou-se, portanto, que este recobrimento não é feito diariamente e, por isto, há uma enorme quantidade de urubus e cachorros dentro do aterro (FIGURA 6.15). Contudo, de agosto de 2019 para outubro de 2019 observou-se uma maior atenção ao aterramento dos resíduos por parte da CONSERBRAS, diminuindo a quantidade de resíduos expostas e aumentando a frequência de aterramento (FIGURA 6.16). Ainda sim, apesar de constar em termos de referência, documentos municipais e bancos de dados nacionais que a disposição de resíduos em Bambuí

é realizada em um aterro controlado, não é possível definir o local como tal, sendo, portanto, caracterizado como lixão, pois não há recobrimento diário dos resíduos, o local é fechado com cercas, o que não impede a entrada clandestina de catadores no local (o presente estudo não identificou a presença de catadores no local), e há a presença de diversos animais, como por exemplo, urubus, insetos e cachorros.



FIGURA 6.15 - Disposição de RSU no Aterro Controlado em agosto de 2019
Fonte: Própria autora, 2019



FIGURA 6.16 - Aterramento de RSU em outubro de 2019
Fonte: Própria autora, 2019

Segundo estudos realizados pela empresa Novo Meio Engenharia e Consultoria, citados por Moura (2017), o aterro controlado de Bambuí está localizado em uma área que apresenta o subsolo com características de argilas pouco arenosas. Esta condição, segundo Moura (2017) dificulta a infiltração do chorume, bem como outros percolados para camadas mais internas do solo, devido à baixa permeabilidade do solo.

O estudo citado por Moura (2017) ainda constatou que não havia nascentes em um raio de 250 metros, nas proximidades do terreno que poderiam ser impactadas pela atividade. Porém, o estudo não levou em consideração o escoamento superficial do chorume e não faz referência as áreas afetadas por este efluente.

No entanto aterros controlados e lixões são considerados pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (2010) como disposições ambientalmente inadequadas de resíduos e deveriam ter sido extinguidos em 2014, sendo substituídos por Aterros Sanitários ou algum outro tipo de destinação final permitida pela PNRS.

Porém, a construção e a operação de um aterro sanitário são bastante onerosas para um município, principalmente para os de pequeno porte. Para solucionar o problema e se adequar à PNRS, em março de 2017 o município firmou convênio junto ao Consórcio Intermunicipal de Aterros Sanitários- CIAS Centro-Oeste.

O CIAS Centro-Oeste é constituído por 34 municípios da região Centro-Oeste de Minas Gerais e contará com dois Aterros Sanitários: um ficará localizado em Quartel Geral, que está localizado a cerca de 130 km de Bambuí e o outro em Nova Serrana que está a 140 km do município. Bambuí levará seus resíduos para o aterro de Quartel Geral.

O aterro encontra-se em fase de projeto. Os tramites legais, regularizações ambientais, trocas de governos e conflitos com sem terras são fatores que atrasam o andamento das obras, e se torna um projeto bastante moroso.

Segundo a Secretaria de Meio Ambiente, para adesão ao consorcio pagou, em 2018, mensalidades de R\$ 2.593,94 (de março a novembro) e em 2019 está pagando o valor de R\$ 0,06 por habitante, representando um valor anual de R\$ 17.292,00.

A secretaria apresentou também o impacto financeiro estimado para o deslocamento dos resíduos para a estação de transbordo e o ensaio dos custos de aterramento e transporte após a implantação do aterro.

A estação de transbordo será na cidade de Luz que fica a 66km de Bambuí. Levando em consideração a depreciação do veículo, o combustível necessário e uma geração estimada de 6.400kg/dia de resíduos (dado estimado a partir de estudos do IFMG campus Bambuí), a

prefeitura estima que gastará cerca de R\$ 10.164,00 por mês.

Entretanto, segundo o presente estudo, a geração estimada por dia em Bambuí, atualmente, é de 11.870 kg/dia (tais dados serão apresentados no item 6.3.1), este valor aumentaria o custo da operação de transbordo e a cidade necessitaria de uma coleta seletiva eficiente para reduzir a quantidade de resíduos que serão levados para o aterro sanitário.

A ideia é que, conforme a PNRS (2010), apenas os rejeitos devem ser levados para a disposição final ambientalmente adequada, enquanto os resíduos tenham uma destinação adequada, como por exemplo, a coleta seletiva, que ainda está em fase de implantação de um projeto piloto no município. Quanto mais eficiente a coleta seletiva for, menor será o custo para dispor os rejeitos no aterro sanitário.

Em relação aos gastos com transporte e aterramento o município utilizou dados retirados do Ensaio de Rateio, realizado pelo consórcio em 2017. Os cálculos levam em conta critérios como IDH, coleta seletiva, população, economia. Estes parâmetros (e mais alguns descritos no estudo de concepção) gerou um parâmetro de valor mensal igual a R\$ 1,37 por habitante, por mês. Gerando, portanto, um gasto mensal de R\$ 32904,66.

6.2.7 Custos

O CEMPRE (2018) classifica os custos como fixos e variáveis. Entre os custos fixos existem os custos relacionados com a frota que envolvem remuneração do capital empregado nos veículos, depreciação dos veículos, seguros, IPVA, licenciamentos, entre outros; custos de mão de obra que incluem salários, encargos adicionais e benefícios (alimentação, assistência médica) incluindo os funcionários diretos (coletores, motoristas) e os indiretos (mecânicos, fiscais, funcionários administrativos), além dos custos que compreendem os materiais de escritórios, serviços de terceiros, uniformes, água, energia elétrica, telefone, gás.

Os custos variáveis envolvem o custo por operação de dos veículos que abrangem o custo com combustíveis, óleos lubrificantes, graxas, filtros, conjunto de rodagem, peças de reposição dos caminhões.

Para a Prefeitura Municipal de Bambuí, vários desses gastos estão inclusos nos contratos, já que a prefeitura terceirizou vários de seus serviços de limpeza urbana. Portanto, os custos referentes à administração pública englobam o valor do contrato com as empresas, custos com mão de obra e alguns materiais utilizados.

A TABELA 6.4 representa uma estimativa de quanto a Prefeitura Municipal de Bambuí

gasta, atualmente, com a limpeza urbana da cidade.

TABELA 6.4 - Custo mensal da limpeza urbana de Bambuí

Serviço	Custo Mensal (R\$)
Coleta e Transporte	105.000,00
Varrição	11.976,00
Poda e Capina	0,00
Serviços de Saúde	2.929,95
Caçambas	9.300,00
Consórcio de Aterro Sanitário	1.441,00
Total	130.646,95

Fonte: Própria autora, 2019

O custo de varrição tem como base o salário dos funcionários diretamente ligados ao serviço e não leva em conta o custo com materiais (sacos plásticos, vassouras, pás). O valor do serviço de poda e capina está zerado pois a prefeitura não tem funcionários, maquinários e materiais específicos para este serviço. O valor mensal gasto com os serviços de saúde foi calculado a partir de uma média aritmética dos dados obtidos entre janeiro e agosto de 2019.

O orçamento anual de Bambuí para 2019 foi de cerca de 53,55 milhões de reais. Isto significa que o município gasta cerca de 2,9% do seu orçamento com a limpeza urbana, ou cerca de 1,57 milhões de reais.

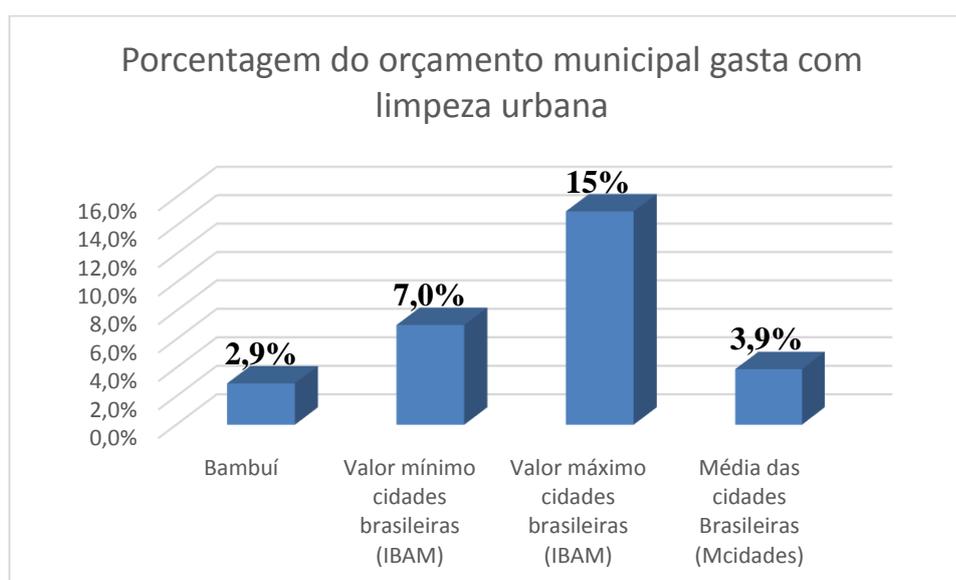


GRÁFICO 6.1 - Comparação da porcentagem do orçamento gasta com limpeza urbana em Bambuí e uma média das cidades brasileiras

Fonte: Própria autora, 2019

Comparando com dados do IBAM e do Ministério das Cidades, que representam o gasto médio com limpeza urbana pelas cidades brasileiras de acordo com seus orçamentos anuais, Bambuí ainda tem um gasto menor que a média (GRÁFICO 6.1).

Em relação à população atendida, que em Bambuí é de cerca de 20.177 pessoas, este número equivale a cerca de R\$ 77,70 por habitante, anualmente (GRÁFICO 6.2). Segundo o Ministério das Cidades (2017), o valor gasto em cidades com menos de 30 mil habitantes, anualmente, por habitante atendido, varia entre R\$12,00 a R\$ 288,51 e possui uma média de R\$ 85,55.

Como forma de cobrança pelos serviços prestados, a Prefeitura Municipal de Bambuí, utiliza uma taxa inserida no IPTU. A cobrança é feita de acordo com a metragem do imóvel, havendo diferença de preços para imóveis residenciais e comerciais. Os valores cobrados variam de R\$ 13,62 (para imóveis com até 50 metros) e R\$ 61,33 (para imóveis com mais de 500 metros) no caso de imóveis residenciais e de R\$ 27,87 e R\$ 120,42 para imóveis comerciais.

O Município espera arrecadar, anualmente, cerca de 373 mil reais com a cobrança da taxa de limpeza. Esta arrecadação, no entanto, conseguiria sustentar menos de três meses das despesas públicas com os serviços de limpeza, mostrando que não há uma sustentabilidade financeira.

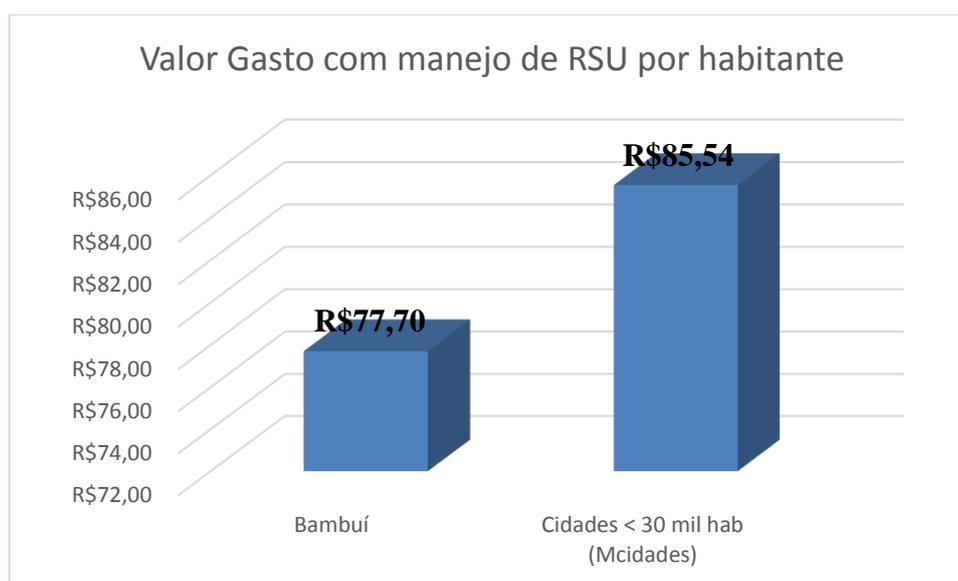


GRÁFICO 6.2 - Gasto médio com manejo de RSU anualmente, por população
Fonte: própria autora, 2019

O gasto em relação a população atendida, em Bambuí, é condizente com a variação obtida pelo Ministério das Cidades em 2017, porém ainda é um gasto abaixo da média obtida pelo Ministério.

Entretanto, ao comparar os custos com o manejo de RSU com outras cidades, deve-se levar em conta as particularidades de cada uma. Segundo o CEMPRE (2018), cidades de mesmo porte podem apresentar custos diferentes devido alguns parâmetros, como a densidade populacional, distancia da área de descarga, condições das vias.

Logo, este dado mostra apenas que o gasto que o município tem com a limpeza urbana é uma quantia dentro dos padrões, mas o mais importante é que esta quantia seja gasta de forma a trazer benefícios claros para a população, com um serviço eficiente e de qualidade.

Por outro lado, o município ainda não regularizou duas importantes partes da Política Nacional de Resíduos Sólidos: a disposição ambientalmente adequada de rejeitos e a coleta seletiva. Estes serviços são imprescindíveis para a melhoria da qualidade ambiental do município, e dependem de um gasto significativo de dinheiro. Buscou-se, portanto, estimar o gasto da administração pública após a regularização desses serviços (TABELA 6.5).

TABELA 6.5 - Estimativa de gastos após a implementação da coleta seletiva e da disposição final ambientalmente adequada de rejeitos

Serviço	Custo Mensal (R\$)
Coleta e Transporte	135.000,00
Varrição	11.976,00
Poda e Capina	0,00
Serviços de Saúde	2.929,95
Caçambas	9.300,00
Transbordo	10.164,00
Transporte e aterramento	32.904,66
Total	202.274,61

Fonte: Própria autora, 2019

O contrato com a empresa prestadora de serviços de limpeza urbana já prevê um aditivo de 35 mil reais por mês para a realização da coleta seletiva. A coleta seletiva será, provavelmente, feita por associações e, portanto, o município não terá nem gastos e lucros.

Em relação a disposição final, o contrato do consorcio de aterros sanitários apresenta uma clara estimativa de custos.

Observa-se que o gasto após a adequação do município à PNRS, no que diz respeito à

implantação da coleta seletiva e à disposição de rejeitos em local ambientalmente adequado, difere em R\$ 71.627,66. O gasto em relação ao orçamento anual do município será de 12,9%, enquanto o gasto por habitante aumentará para R\$ 120,30. O orçamento anual se apresentaria dentro da média anual mostrada pela literatura, entretanto o valor gasto com manejo de RSU por habitante, anualmente, ficaria bem acima da média. A adequação à PNRS é importante para que a administração municipal, além de melhorar a qualidade ambiental da cidade e o bem estar da população, possa pleitear e ter prioridade à recursos advindos do governo federal e evite problemas econômicos, políticos e judiciais.

Este trabalho também buscou os custos que a empresa prestadora do serviço de coleta, transporte e disposição final tem no município. Porém é difícil apresentar os gastos e os lucros reais de uma empresa privada. Nos dados coletados, os salários dos coletores e dos motoristas ainda apresentam benefícios adicionais que não foram divulgados (este valor já apresenta o adicional de 40% por insalubridade). Os gastos com manutenção apresentados pela CONSERBRAS envolvem gastos com borracharia, mecânica e componentes da prensa compactadora, porém são bastante superficiais. Não foram inclusos gastos com seguros, impostos e licenciamentos.

TABELA 6.6 - Custo mensal do gerenciamento de RSU realizado pela CONSERBRAS

Gasto	Custo Mensal (R\$)
Salários dos dois motoristas	4.320,40
Salários dos seis coletores	10.101,25
Combustível	7.600,00
Manutenção da frota	5.000,00
Total	27.021,65

Fonte: Própria autora, 2019

A empresa ainda aluga uma casa no município para organizar seus serviços e, portanto, não foram computados os valores de aluguel, água, telefone e energia elétrica, assim como não foram computados os valores gastos com a mão de obra indireta, que é composta por, pelo menos, uma engenheira ambiental responsável. Logo, a estimativa do gasto da empresa é bastante vaga e não representa a realidade.

6.3 Caracterização dos RSU: geração *per capita*

BambuÍ gera, por dia, cerca de 11,9 toneladas de resÍduos sÓlidos urbanos, este valor representa anualmente 4332,5 toneladas de RSU coletados e indica que a geraçÓo de resÍduos por pessoa, por dia, no municÍpio é de 0,59 kg/hab/dia (TABELAS 6.7 e 6.8).

TABELA 6.7 - Massa de resÍduos coletados em Bambuí

Rota	CaminhÓo	Data	Massa lÍquido (kg)
1	74	09/09/2019	7.820
1	74	09/09/2019	4.300
2	70	09/09/2019	8.320
3	74	10/09/2019	7.220
3	74	10/09/2019	4.060
4	70	10/09/2019	8.180
4	70	10/09/2019	6.920
1	74	11/09/2019	5.680
2	70	11/09/2019	5.540
3	74	12/09/2019	5.920
4	70	12/09/2019	5.660
1	74	13/09/2019	7.360
2	70	13/09/2019	6.320
3	74	14/09/2019	5.340
4	70	14/09/2019	6.320
Total			94.960

Fonte: PrÓpria autora, 2019

TABELA 6.8 - GeraçÓo de RSU em Bambuí

Dado	GeraçÓo
Por semana (kg/semana)	94.960
Por dia (kg/dia)	11.870
Por ano (kg/ano)	4.332.550
<i>Per Capita</i> (kg/hab/ano)	0.59

Fonte: PrÓpria autora, 2019

Em 2017 o Brasil gerou 78,4 milhÓes de toneladas de resÍduos sÓlidos urbanos. Isto representa 214.868 toneladas de resÍduos por dia. A geraçÓo *per capita* de RSU no Brasil é de cerca de 1,035 kg/hab/dia (ABRELPE, 2017).

Segundo o Ministério das Cidades (2017), a média da geração *per capita* de RSU para municípios de até 30 mil habitantes é de 0,90 kg/hab/dia. Em Minas Gerais, este indicador, por população atendida é, em média, de 0,83 kg/hab/dia/ (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2017).

Entretanto há discordâncias quanto estes dados. Segundo o SNIS (2017) a geração *per capita* em Minas Gerais é de 0,77 kg/hab/dia enquanto em municípios com até 30 mil habitantes este dado é de 0,89 kg/hab/dia.

A geração *per capita* de Bambuí apresenta-se bem menor que as médias nacional, estadual e de municípios de mesmo porte (GRÁFICO 5.3). Ao se comparar a geração *per capita* de Bambuí com municípios próximos e que também fazem parte do mesmo consórcio intermunicipal de aterros sanitários (CIAS- Centro Oeste), a geração *per capita* do município ainda apresenta-se como um dos mais baixos, mesmo comparados com populações menores (GRÁFICO 6.4). Os dados foram gerados a partir do SNIS (2017).

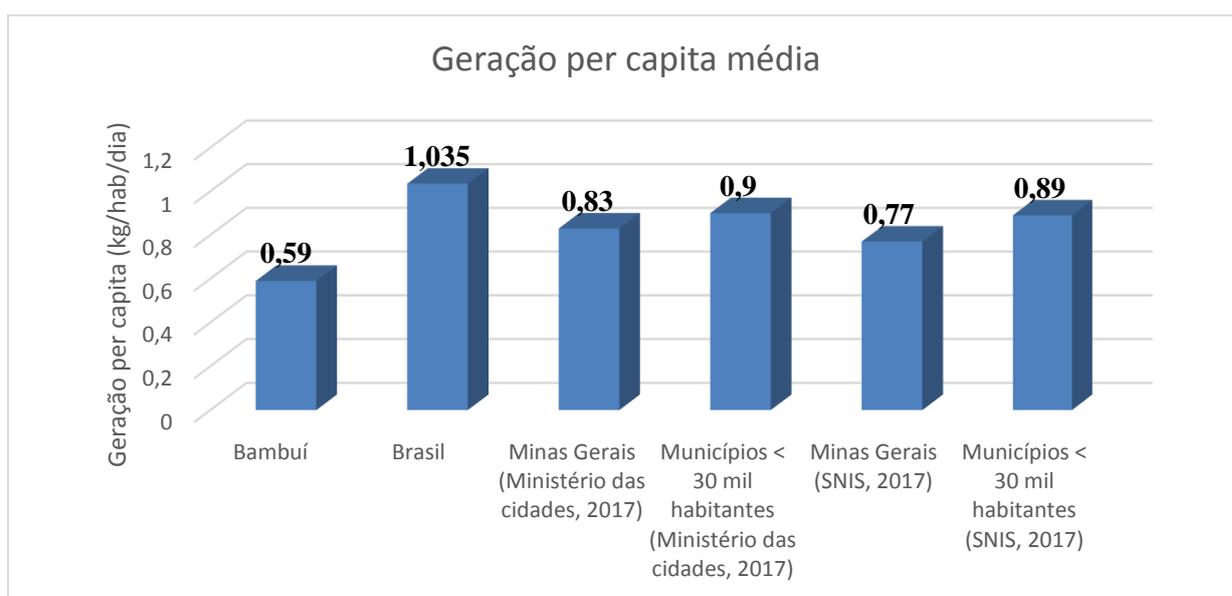


GRÁFICO 6.3 - Geração *per capita* média nacional, estadual e de municípios de mesmo porte que Bambuí
Fonte: Própria autora, 2019

A geração *per capita* está relacionada ao porte da cidade, à renda (quanto maior o poder aquisitivo, maior o consumo da população) e ao nível de instrução da população. As cidades envolvidas nesta comparação estão localizadas na mesma região que Bambuí, possuem PIB *per capita* entre 14 e 30 mil reais e IDH de níveis entre médio e alto (entre 0,669 e 0,741) (IBGE, 2019). Destas, o IDH de Bambuí é o maior.

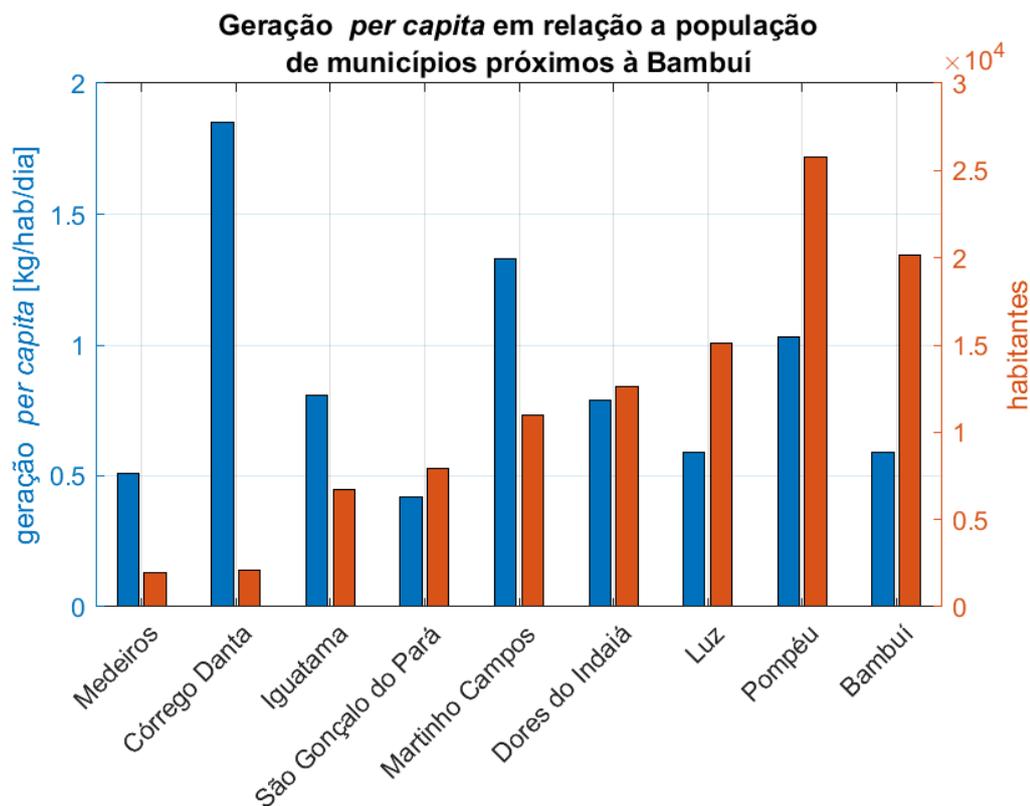


GRÁFICO 6.4 - Geração per capita de municípios próximos à Bambuí que fazem parte do CIAS- Centro-Oeste, em relação às suas populações
Fonte: Própria autora, 2019

Entretanto, não é possível encontrar ligações entre os dados encontrados. As diferenças das gerações *per capita* nestas cidades podem estar relacionadas com o tipo de metodologia usada para medir esta característica física dos RSU ou devido ao fato de que os dados do SNIS são autodeclarados pelos municípios, sem uma averiguação da veracidade dos dados.

Segundo o MMA (2013), as maiores limitações do indicador é a diversidade existente nos sistemas de classificação de resíduos e a fragilidade quanto a espacialidade dos dados, uma vez que estes são declaratórios e não possuem representatividade estatística.

Não foi possível comparar os dados coletados no presente trabalho com o banco de dados nacional, pois Bambuí não respondeu o questionário do SNIS.

Desde 2010, o Ministério das cidades estabeleceu critérios para priorizar o acesso aos recursos financeiros a municípios que respondem com regularidade ao questionário, porém a alocação destes recursos para municípios de menos de 50 mil habitantes é incomum, desestimulando a resposta de municípios deste porte aos questionários do SNIS (MMA, 2013).

7 PROPOSIÇÕES A PREFEITURA MUNICIPAL DE BAMBUÍ

No decorrer do estudo, observou-se alguns pontos importantes que devem ser considerados pela Prefeitura Municipal, no intuito de que os serviços de limpeza urbana do município sejam mais organizados, eficientes e consolide algumas exigências estabelecidas pela PNRS, como por exemplo, a responsabilidade compartilhada. O presente estudo, portanto, apresenta as seguintes proposições à administração pública de Bambuí:

- 1) A principal característica de um aterro controlado é o recobrimento diário de resíduos, o que faz com o que este local se diferencie de um lixão. O termo de referência utilizado para a contratação de uma empresa para prestar os serviços de coleta, transporte e disposição de resíduos, por meio de licitação pública, em Bambuí, explicitou que a empresa contratada, a CONSERBRAS, deveria recobrir os resíduos coletados ao final de cada jornada de trabalho. No entanto, a frequência de recobrimento não é compatível com o acordado. Portanto, cabe à prefeitura municipal fiscalizar e cobrar da CONSERBRAS, para que o serviço seja realizado de acordo com o contrato.
- 2) Foi observada uma grande quantidade de resíduos de serviços de saúde (RSS) em meio aos RSU coletados. Segundo a Resolução CONAMA nº 358 de 2005, a responsabilidade do gerenciamento de RSS desde a sua geração até a disposição final é do responsável legal e do gerador do resíduo. O município deve identificar o gerador destes resíduos e exigir que este cumpra com sua responsabilidade de destine corretamente os seus RSS.
- 3) O município recolhe os resíduos do IFMG e da FHEMIG, instituições que são de responsabilidade da união e do estado, respectivamente. Apesar da ingerência do município em relação a estas instituições, elas ficam localizadas em fazendas próximas à sede urbana de Bambuí e possuem população residente. O município deve, portanto, pedir que estes estabelecimentos elaborem planos de gerenciamento de seus resíduos, já que produzem resíduos de classificações diferentes às dos RSU, que são recolhidos pelo município, como de serviços de saúde (gerados pela FHEMIG) e resíduos de animais mortos (gerados pelo IFMG), para que o município colete apenas os resíduos domésticos gerados nessas localidades.
- 4) Os pneus inservíveis são colocados, para o recolhimento, ao ar livre. Não há um armazenamento temporário coberto para estes resíduos, podendo se tornar foco de

doenças, como a Dengue, a Zica a Febre Amarela, entre outras. É aconselhável que a administração municipal construa uma estrutura simples, mas coberta, para que os pneus não acumulem água, em épocas chuvosas.

- 5) Observou-se que há acúmulo de resíduos nas vias públicas em dias feriados, que não há coleta. Segundo o termo de referência do contrato com a CONSERBRAS, é de responsabilidade da empresa uma comunicação com a população para informar este tipo de evento. No entanto, a prefeitura deve cobrar a empresa para que faça essa divulgação, por meio de redes sociais, rádios locais, panfletagem, etc., para que a cidade se mantenha limpa e organizada.
- 6) É de extrema importância, e determinado pela PNRS, que a população cumpra com as suas responsabilidades sobre os resíduos gerados. Por exemplo, não depositando resíduos em locais incorretos, colocando seus resíduos para o recolhimento em dias e horários corretos, separando-os corretamente para a coleta seletiva. Para que isto aconteça é necessário que a Prefeitura invista em educação ambiental e faça leis que determine as responsabilidades e aplique multas quando estas forem descumpridas.
- 7) É necessário que o município refaça a caracterização física dos resíduos sólidos de forma regular. Principalmente após a divulgação do novo censo pelo IBGE, pois a variação da população poderá interferir nos resultados. Para este trabalho, utilizou-se sempre dados do Censo de 2010 e provavelmente houve grandes mudanças nas características da população, nestes nove anos. A geração *per capita* e a composição gravimétrica dos RSU servem como auxílio para a adoção de medidas mais eficientes para a melhora da saúde ambiental do município (como por exemplo o dimensionamento de serviços e tomadas de decisões em relação a destinação final de resíduos), são parâmetros importantes para a elaboração do PMGIRS e podem medir a eficiência de serviços como a coleta seletiva.
- 8) É importante que o município colabore com relatórios e bancos de dados relacionados ao saneamento básico, declarando suas situações reais para as entidades ambientais. O SNIS, o banco de dados mais importante sobre o setor de saneamento, no Brasil, não apresenta dados sobre o município. As informações obtidas nesse tipo de banco de dados visam melhorias no planejamento e na execução de políticas públicas de saneamento e avaliam o desempenho dos serviços prestados. No caso do SNIS, o banco de dados visa, também, a orientação da aplicação de recursos (da união, dos estados e/ou dos municípios).

8 CONCLUSÃO

No geral, o serviço de limpeza urbana do município apresenta aspectos positivos e negativos. O gerenciamento de RSU de Bambuí se mostrou eficiente e organizado. As rotas, frequência e horários são bem definidos, levando a população a estabelecer com uma rotina de retirada de resíduos de forma correta, evitando o acúmulo de resíduos pelas vias públicas e, conseqüentemente, proporcionando à cidade aspectos de limpeza e organização. A delimitação das rotas também demonstrou que o serviço de coleta abrange 100% das ruas e dos bairros da sede urbana, extrapolando, também para algumas comunidades rurais.

Os parâmetros encontrados servirão como base para estudos e para a construção do PMGIRS do município. Sobre estes parâmetros, devido à grandes divergências na literatura, não é possível afirmar com exatidão se as velocidades médias encontradas na coleta de RSU, em Bambuí, estão de acordo com outras localidades. No entanto, é possível perceber que este parâmetro segue algumas condições, como por exemplo, a organização do serviço de coleta (com a utilização da função do agrupador), a experiência do motorista e a eficiência dos serviços prestados.

Os valores gastos com limpeza urbana, em Bambuí, dispendem uma pequena parte do orçamento anual do município, em relação ao que é gasto em outras cidades. O custo de forma *per capita* também se encontra dentro da média nacional em relação a cidades do mesmo porte. Entretanto, os serviços prestados atualmente ainda não incluem uma disposição ambientalmente adequada de resíduos e coleta seletiva. Ao se incluir um valor estimado para estes custos, o gasto com limpeza, por habitante, ultrapassaria a média nacional para municípios com menos de 30 mil habitantes, porém não ultrapassaria a porcentagem do orçamento municipal anual que, em média, é gasta pelos municípios brasileiros.

A geração *per capita* de resíduos sólidos, no município, é menor, tanto quando comparada à média nacional, quanto com municípios de pequeno porte próximos à Bambuí. Entretanto, os valores de geração de resíduos encontrados no banco de dados do SNIS e no estudo realizado pelo Ministério das Cidades são recolhidos através de auto declaração por parte dos municípios e não apresentam uma metodologia a ser seguida.

Os parâmetros tempo, extensão, velocidade média, capacidade de carga e quantidade de resíduos coletados, extraídos de forma primária pelo presente trabalho, foram utilizados para caracterizar o gerenciamento dos RSU no município e para confirmar que a quantidade de veículos utilizada para o serviço de coleta de RSU era suficiente para imprimir qualidade a tal

serviço.

O acompanhamento das rotas permitiu que se fossem feitas observações importantes para que a prefeitura cobre a responsabilidade de estabelecimentos sobre os seus resíduos, por exemplo a constatação de que alguns estabelecimentos que trabalham com serviços de saúde não destinam corretamente seus resíduos, aumentando a quantidade de resíduos recolhidos pelo serviço público, o perigo de contaminação de solos e lençóis freáticos e o risco à saúde dos coletores de resíduos

No geral, observa-se uma movimentação da administração municipal para a adequação à Política Nacional de Resíduos Sólidos, principalmente no que diz respeito à disposição adequada de rejeitos e à coleta seletiva. Todavia, como pontos negativos, o município possui uma disposição inadequada de resíduos em aterro controlado e a não adesão da população em relação à separação correta de resíduos. Com a implantação da coleta seletiva e com a meta de expandi-la para toda a cidade é imprescindível que toda a população comece a separar, em casa, seus resíduos, conforme a prefeitura solicitar. Para que este projeto tenha a eficiência esperada e justifique seus custos, é necessário que a prefeitura invista em educação ambiental, promovendo campanhas regulares, para que a população tome ciência a importância do manejo correto de resíduos sólidos e a responsabilidade de cada um dentro desse contexto e possa além de fazer corretamente a parte que cabe a ela e cobrar dos outros setores da sociedade, para que eles também cumpram com suas responsabilidades.

REFERÊNCIAS

- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10004**: Resíduos Sólidos – Classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004. Disponível em: <<http://analiticaqmresiduos.paginas.ufsc.br/files/2014/07/Nbr-10004-2004-Classificacao-De-Residuos-Solidos.pdf>>. Acesso em: 4 jul. 2019.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10007**: Amostragem de Resíduos Sólidos. Rio de Janeiro: ABNT, 2004. Disponível em: <<https://wp.ufpel.edu.br/residuos/files/2014/04/nbr-10007-amostragem-de-resc3adduos-sc3b3lidos.pdf>><http://analiticaqmresiduos.paginas.ufsc.br/files/2014/07/Nbr-10004-2004-Classificacao-De-Residuos-Solidos.pdf>>. Acesso em: 4 jul. 2019.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 8419**: Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos. Rio de Janeiro, 1996. Disponível em: <<http://licenciadorambiental.com.br/wp-content/uploads/2015/01/NBR-8.419-NB-843-Apresentac%C3%A3o-de-Projetos-de-Aterros-Sanitarios-RSU.pdf>>. Acesso em: 8 out. 2019.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 8849**: Apresentação de projetos de aterros controlados de resíduos sólidos urbanos. Rio de Janeiro: ABNT, 1985. Disponível em: <<http://licenciadorambiental.com.br/wp-content/uploads/2015/01/Nbr-8.849-NB-844-Apresentac%C3%A3o-de-Projetos-de-Aterros-Controlados-RSU.pdf>>. Acesso em: 12 set. 2019.
- ABRECON. Associação brasileira para reciclagem de resíduos de construção civil e demolição. **O que é entulho?** Água Branca-SP, [entre 2011 e 2019]. Disponível em: <https://abrecon.org.br/entulho/o-que-e-entulho/>. Acesso em: 13 out. 2019.
- ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama de resíduos Sólidos no Brasil em 2017**. São Paulo, 2018. Disponível em: <http://abrelpe.org.br/pdfs/panorama/panorama_abrelpe_2017.pdf>. Acesso em: 23 set. 2019.
- ABREU, Maria de Fátima *et al.* **Processo de constituição do Fórum Estadual Lixo & Cidadania em Minas Gerais**. In: 21º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, João Pessoa-PB, 2001. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/resisoli/brasil/iii-081.pdf>>. Acesso em: 21 set. 2019.
- ANA. Agência Nacional de Águas. **Atlas esgotos**: Despoluição de bacias hidrográficas. Brasília: ANA, 2017. Disponível em: <http://portal1.snirh.gov.br/arquivos/Atlas_Esgoto/Minas_Gerais/Sistema_Atual/Bambu%C3%AD.pdf>. Acesso em: 4 jul. 2019.
- ANDREOLI, Cleverson V. *et al.* **Resíduos Sólidos**: Origem, classificação e soluções para destinação final adequada. [S. l.: s. n.], 2014. Disponível em: <https://www.agrinho.com.br/site/wp-content/uploads/2014/09/32_Residuos-solidos.pdf>. Acesso em: 7 out. 2019.
- ARSAE. Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e Esgoto do Estado de Minas Gerais. **Relatório de fiscalização**: Sistema de abastecimento de água da sede do município de Bambuí. Belo Horizonte: ARSAE, 2014. Disponível em:

<http://www.arsae.mg.gov.br/images/documentos/rf_tec_op_saa_bambui.pdf>. Acesso em: 7 mai. 2019.

BAMBUÍ. **Decreto nº 2118, de 22 de maio de 2019**. Regulamenta a Lei Complementar nº 001, de 23 de fevereiro de 2016 no que se refere aos procedimentos administrativos para notificação, aplicação de penalidades e lançamento das despesas efetuadas com a limpeza de lote de terreno edificado ou não no perímetro urbano no Município. Bambuí, 22 maio 2019.

BAMBUÍ. **Lei nº 001, de 23 de fevereiro de 2016**. Altera a redação do artigo 39 e acrescenta 1º, 2º, 3º, 4º e 5º da Lei nº 681, de 5 de junho de 1978, que institui o Código de Posturas do Município de Bambuí e dá outras providências. Bambuí, 23 fev. 2016.

BAMBUÍ. Secretaria Municipal de Agricultura e Meio Ambiente. **Entrevista concedida a Thaís Coutinho Teixeira**. Bambuí, MG, 2019.

BARBIERI, José Carlos. **Gestão Ambiental Empresarial: Conceitos, modelos e instrumentos**. 4º. ed. São Paulo: Saraiva, 2016. 312 p. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=GEJnDwAAQBAJ&pg=PT69&lpg=PT69&dq=#v=onepage&q&f=false>>. Acesso em: 3 set. 2019.

BARROS, Raphael Tobias de Vasconcelos. **Elementos de Gestão de Resíduos Sólidos**. 1. ed. Belo Horizonte: Tessitura, 2012.

BEZERRA, Francisco Carlos Barros; BEZERRA, Ana Keuly Luz. O pequeno município pós-Constituição de 1988 e as limitações de gestão impostas pelo controle externo: Dificuldades em implementar a Lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). **Jus.com.br**, [S. l.], 1 nov. 2015. Disponível em: <https://jus.com.br/artigos/43851/o-pequeno-municipio-pos-constituicao-de-1988-e-as-limitacoes-de-gestao-impostas-pelo-controle-externo>. Acesso em: 8 out. 2019.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso 3 set. 2019.

BRASIL. **Lei nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm>. Acesso em: 8 out. 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução n.362, de 23 de junho de 2005**. Dispõe sobre o recolhimento, coleta e destinação final de óleo lubrificante usado ou contaminado. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=466>>. Acessado em: 1 out. 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução n.416, de 30 de setembro de 2009**. Dispõe sobre a prevenção à degradação ambiental causada por pneus inservíveis e sua destinação ambientalmente adequada, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res09/res41609.pdf>>. Acessado em: 1 out. 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução n.358, de 29 de abril de 2005**. Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=462>>. Acessado em: 20 set. 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasília, 2012. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/processos/E99F974D/Doc_PNRS_consultaspublicas1.pdf>. Acesso em: 23 set. 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resíduos Sólidos: Prazo acaba dia 2**. [S. l.]: Rafaela Ribeiro, 24 jul. 2012. Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/informma/item/8531-res%C3%ADduos-s%C3%B3lidos-prazo-acaba-dia-2>>. Acesso em: 23 set. 2019.

BRASIL. Ministério do Trabalho. **Norma Reguladora nº 17 – Ergonomia**. Disponível em: http://www.trt02.gov.br/geral/tribunal2/LEGIS/CLT/NRs/NR_17.html. Acesso em: 8 out. 2019.

BRASILEIRO, Luzenira Alves. **Custo do transporte de resíduos sólidos urbanos em cidade de pequeno porte**. São Paulo: UNESP, 2015. Disponível em: <http://files-server.antp.org.br/_5dotSystem/download/dcmDocument/2015/06/15/D9090445-D319-475F-9B6B-6D9A679FDCCF.pdf>. Acesso em: 4 jul. 2019.

BRUSCHI, Denise Marília. **Análise do programa Minas Sem Lixões: Contribuição à gestão de Resíduos Sólidos Urbanos em Minas Gerais, 2003 - 2010**. Orientador: José Francisco do Prado Filho. 2011. Dissertação (Mestrado em Sustentabilidade Socioeconômica e Ambiental) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto-MG, 2011. Disponível em: <http://www.tede.ufop.br/tde_arquivos/10/TDE-2013-05_23T151900Z-1042/Publico/DEAMB%20-%20Diss%20-%20Denise%20Marilia%20Bruschi.pdf>. Acesso em: 21 set. 2019.

CABRAL, Eduardo. **Gestão de Resíduos Sólidos**. Ceará, sd. Disponível em: <http://www.deecc.ufc.br/Download/Gestao_de_Residuos_Solidos_PGTGA/CONSIDERAC_OES_SOBRE_RESIDUOS_SOLIDOS.pdf>. Acesso em: 8 out. 2019.

CAMPOS, Heliana Kátia Tavares. **Renda e evolução da geração per capita de resíduos sólidos no Brasil**. Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro, v. 17, n. 2, abr/jun, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522012000200006>. Acesso em: 23 set. 2019.

CARVALHO, Vinícius Carlos. **Consórcio intermunicipal e cooperação federativa: desafios para a gestão ambiental conjunta na bacia do Jiquiriçá (Bahia)**. 2007. 139 f., il. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável)-Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

CEMPRE. Compromisso empresarial para reciclagem. **Lixo municipal: Manual de gerenciamento integrado**. 4. ed. rev. e aum. São Paulo - SP: Coordenação geral André Vilhena, 2018. 316 p. ISBN 978-85-87345-02-8. Disponível em: http://cempre.org.br/upload/Lixo_Municipal_2018.pdf. Acesso em: 11 out. 2019.

CNM. Confederação Nacional de Municípios. **Política de Resíduos Sólidos completa nove anos e Municípios ainda têm dificuldades para executar lei**. [S. l.], 2 ago. 2019. Disponível em: <<https://www.cnm.org.br/comunicacao/noticias/politica-nacional-de-residuos-solidos->

completa-nove-anos-e-municipios-ainda-tem-dificuldades-para-implementar-lei>. Acesso em: 23 set. 2019.

COPAM. Conselho Estadual de Política Ambiental. **Deliberação Normativa nº 52, de 14 de dezembro de 2001**. Convoca municípios para o licenciamento ambiental de sistema adequado de disposição final de lixo e dá outras providências. Diário executivo de Minas Gerais, 15 dez. 2001. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=5479>>. Acesso em: 21 set. 2019.

COPAM. Conselho Estadual de Política Ambiental. **Deliberação Normativa nº 75, de 20 de outubro de 2004**. Convoca os municípios com população entre trinta e cinquenta mil habitantes ao licenciamento ambiental de sistema adequado de destinação final de resíduos sólidos urbanos e altera prazos estabelecidos pela Deliberação Normativa COPAM n.º 52, de 14 de dezembro de 2001. Diário executivo de Minas Gerais, 27 out. 2004. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=8839>>. Acesso em: 21 set. 2019.

COPAM. Conselho Estadual de Política Ambiental. **Deliberação Normativa nº 118, de 27 de junho de 2008**. Altera os artigos 2º, 3º e 4º da Deliberação Normativa 52/2001, estabelece novas diretrizes para adequação da disposição final de resíduos sólidos urbanos no Estado, e dá outras providências. Diário executivo de Minas Gerais, 01 jul. 2008. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=7976>>. Acesso em: 21 set. 2019.

COPAM. Conselho Estadual de Política Ambiental. **Deliberação Normativa nº 119, de 27 de outubro de 2008**. Reitera a convocação aos municípios com população urbana acima de 30.000 habitantes, que não cumpriram os prazos estabelecidos na DN 105/2006, a formalizarem processo de licenciamento ambiental para sistema de tratamento e/ou disposição final de resíduos sólidos urbanos e dá outras providências. Diário executivo de Minas Gerais, 01 jul. 2008. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=7977>>. Acesso em: 21 set. 2019.

COPAM. Conselho Estadual de Política Ambiental. **Versão revisada após CNR de 30 de novembro de 2011**. Estabelece novas definições técnicas relativas aos sistemas de tratamento e/ou disposição final de resíduos sólidos urbanos, altera dispositivos da Deliberação Normativa COPAM nº 118, de 27 de junho de 2008 e dá outras providências. Disponível em: <http://www.reunioes.semاد.mg.gov.br/down.asp?x_caminho=reunioes/sistema/arquivos/material/&x_nome=5.1_Revisao_da_DN_118-2008_apos_diligencia_CNR_30-11.pdf>. Acesso em: 21 set. 2019.

CURY, Ricardo Martins; TOMIELLO, Naira. Sistema de logística reversa e responsabilidade social universitária: um exercício interdisciplinar. **Revista Interdisciplinar Científica Aplicada**, Blumenau, v.3, n.1, p.91-104, Sem I. 2009. Disponível em: <<https://rica.unibes.com.br/rica/article/view/288/268>>. Acessado em: 20 set. 2019.

DA SILVA, Ademir. **Entrevista pelo motorista de um dos caminhões de coleta de RSU e líder da frente de trabalho**. Bambuí, MG, 2019.

FARIA, Sophia Pereira de; BARROS, Raphael Tobias de Vasconcelos. **O ICMS "Ecológico" de Minas Gerais como política de gestão ambiental atrativa para os municípios que possuam unidades de triagem e compostagem**. VII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, Campina Grande, 2016. Disponível em: <<https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2016/III-046.pdf>>. Acesso em: 21 set. 2019.

FEAM. Fundação Estadual de Meio Ambiente. **Geração *per capita*, peso específico e composição gravimétrica dos RSU nos municípios de Minas Gerais**. 2015. Disponível em: <<http://www.feam.br/component/content/article/13-19textoinformativo/1307-geracao-per-capita-e-composicao-gravimetrica-dos-rsu-nos-municipios-de-minas-gerais->>. Acesso em: 28 mai. 2019.

FEAM. Fundação Estadual de Meio Ambiente. **Panorama da destinação dos resíduos sólidos urbanos no estado de Minas Gerais em 2017**. 2017. Disponível em: <http://www.feam.br/images/stories/2018/RESIDUOS/MINAS_SEM_LIXOES/Relat%C3%B3rio_de_Progresso_2018_-_PANORAMA_RSU_Ano_base_2017_FINAL-_junho_2018.pdf>. Acesso em: 28 mai. 2019.

FHEMIG. Fundação Hospitalar do Estado de Minas Gerais. Casa de Saúde São Francisco de Assis. [S.l], 21 nov. 2018. Disponível em: <<http://www.fhemig.mg.gov.br/atendimento/complexo-de-reabilitacao-e-cuidado-ao-idoso/casa-de-saude-sao-francisco-de-assis>>. Acesso em 7 out. 2019.

FUNASA. Fundação Nacional da Saúde. Manual de saneamento: Orientações técnicas. 3. ed. **Rev. Brasília**, [s. n.], 2007. ISBN 85-7346-045-8. Disponível em: <<https://wp.ufpel.edu.br/ccz/files/2016/03/FUNASA-MANUAL-SANEAMENTO.pdf>>. Acesso em: 8 out. 2019.

GARBOSSA, Luis Hamilton Pospissil *et al.* **Gestão e gerenciamento de resíduos sólidos de varrição, poda e capina do Campus da Universidade de São Paulo, São Carlos (SP)**. São Carlos, 2009. Disponível em: http://intranetdoc.epagri.sc.gov.br/producao_tecnico_cientifica/DOC_3662.pdf. Acesso em: 8 out. 2019.

GOMES, Maria Helena Scalabrin Cardoso *et al.* Política Nacional de Resíduos Sólidos: Perspectivas de cumprimento da Lei 12.305/2010 nos municípios brasileiros, municípios paulistas e municípios da região do ABC. **Revista de Administração da UFSM**, Santa Maria, v.7, p.93-109, nov. 2014. DOI 10.5902/1983465913026. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/pdf/2734/273432632007.pdf>>. Acesso em: 23 set. 2019.

IBAM. Instituto Brasileiro de Administração Municipal. **Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos**. Rio de Janeiro, 2001. Disponível em: <<http://197.249.65.74:8080/biblioteca/bitstream/123456789/573/1/manual.pdf>>. Acesso em: 07 out. 2019.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGE Cidades: Bambuí-MG**. 2019. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/bambui/panorama>>. Acesso em: 7 mai. 2019.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sinopse do censo demográfico 2010: Minas Gerais**. Disponível em: <<https://censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?dados=29&uf=31>>. Acesso em: 7 mai. 2019.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sinopse por setores**. 2010. Disponível em: <<https://censo2010.ibge.gov.br/sinopseporsetores/?nivel=st>>. Acesso em: 7 mai. 2019.

IBGE. **Um em cada três brasileiros mora em 48 municípios com mais de 500 mil habitantes**. In: Agência IBGE notícias. [S. l.], 28 ago. 2019. Disponível em:

<<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/25280-um-em-cada-tres-brasileiros-mora-em-48-municipios-com-mais-de-500-mil-habitantes>>. Acesso em: 23 set. 2019.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico**. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv45351.pdf>>. Acesso em: 7 mai. 2019.

IFMG. Instituto Federal de Minas Gerais. **Histórico - Diretoria Geral**. Bambuí: IFMG Bambuí, 2017. Disponível em: <<http://www.bambui.ifmg.edu.br/portal/a-instituicao>>. Acesso em: 7 mai. 2019.

LEIA (Minas Gerais). **Resíduos Sólidos: Saiba mais, posicione-se, aja**. [S. l.], 2019. Disponível em: <<http://leia.org.br/tema/25/Residuos-solidos/>>. Acesso em: 21 set. 2019.

LOPES, Luiz Henrique Starling; FERRO, Valéria Conceição Chiaretti. Limpeza Urbana. **Revista do Tribunal de Contas do Estado de Minas Gerais**, Belo Horizonte, v. 34, n. 1, p. 133-144, jan./mar. 2016. Disponível em: <https://revista.tce.mg.gov.br/revista/index.php/TCEMG/article/view/182/149>. Acesso em: 15 out. 2019.

MAGALHÃES, Rodrigo Almeida; RIBEIRO, Karine Aline dos Santos. Política Estadual de Gestão de Resíduos: Uma análise do programa "Minas Sem Lixões". **Revista Direito Ambiental e Sociedade**, [s. l.], v.7, n.1, p.34-61, 2017. Disponível em: <<http://www.ucs.br/etc/revistas/index.php/direitoambiental/article/view/4032>>. Acesso em: 23 set. 2019.

MANSUR, Gilson Leite; MONTEIRO, José Henrique R. P. **Cartilha de limpeza urbana**. Rio de Janeiro: IBAM, 1991. Disponível em: <http://www.ibam.org.br/media/arquivos/estudos/cartilha_limpeza_urb.pdf>. Acesso em: 4 jul. 2019.

MATOS, Fernanda; DIAS, Reinaldo. A gestão de resíduos sólidos e a formação de consórcios intermunicipais. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente: RAMA**, Maringá - PR, v.43, n. 3, p. 501-519, set/dez. 2011. Disponível em: <<http://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/rama/article/view/1935>>. Acesso em: 23 set. 2019.

MINAS GERAIS. **Lei nº 13.766, de 1 de dezembro de 2000**. Dispõe sobre a política estadual de apoio e incentivo à coleta seletiva de lixo e altera dispositivo da Lei nº 12.040, de 28 de dezembro de 1995, que dispõe sobre a distribuição da parcela de receita do produto da arrecadação do ICMS pertencente aos municípios, de que trata o inciso II do parágrafo único do art. 158 da Constituição Federal. Diário executivo de Minas Gerais, 1 dez. 2000. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa.html?num=13766&ano=2000&tipo=LEI&aba=js_textoAtualizado>. Acesso em: 21 set. 2019.

MINAS GERAIS. **Lei nº 14.128, de 20 de dezembro de 2001**. Dispõe sobre a Política Estadual de Reciclagem de Materiais e sobre os instrumentos econômicos e financeiros aplicáveis à Gestão de Resíduos Sólidos. Diário executivo de Minas Gerais, 20 dez. 2001. Disponível em: <<https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa.html?num=14128&ano=2001>>

01&tipo=LEI&aba=js_textoAtualizado>. Acesso em: 21 set. 2019.

MINAS GERAIS. **Lei nº 18.031, de 12 de janeiro de 2009**. Dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos. Diário executivo de Minas Gerais, 13 jan. 2009. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=9272>>. Acesso em: 21 set. 2019.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos: 2015**. Brasília, 2017. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-residuos-solidos/diagnostico-rs-2015>>. Acesso em 07 out. 2019.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO (Brasil). **Norma Reguladora nº 17**. Diário oficial da União, 8 jun. 1978. Disponível em: https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_NR/NR-17.pdf. Acesso em: 13 set. 2019.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Painel nacional de indicadores ambientais**. Brasília, 2013. Disponível em: https://www.mma.gov.br/pnia/Arquivos/Temas/Qualidade_Ambiental_Urbana_QAU/3_Residuos_Solidos/QAU_3_1/Metadado_QAU_3_1.pdf. Acesso em: 20 out. 2019.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Compostagem doméstica, comunitária e institucional de resíduos orgânicos: Manual de orientação**. Brasília, 2017. 168 p. Disponível em: https://www.mma.gov.br/images/arquivo/80058/Compostagem-ManualOrientacao_MMA_2017-06-20.pdf. Acesso em: 21 out. 2019.

MOURA. Michelle Rodrigues Amaral. **Diagnóstico e propostas de ações mitigadoras para o Aterro Controlado de Bambuí-MG**. Bambuí, 6 de nov. 2018.

NETO, João Tinoco Pereira; LELIS, Marcelo de Paula Neves. **Variação da composição gravimétrica e potencial de reintegração ambiental dos resíduos sólidos urbanos por região fisiográfica do estado de Minas Gerais**. In: 20º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Rio de Janeiro, 1999. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/brasil20/iii-012.pdf>>. Acesso em: 21 set. 2019.

O ECO. **O que é Logística Reversa**. [S. l.], 18 fev. 2014. Disponível em: <<https://www.oeco.org.br/dicionario-ambiental/28020-o-que-e-logistica-reversa/>>. Acesso em: 20 set. 2019.

PEREIRA, S. S.; CURI, R. C. Modelos de gestão integrada dos resíduos sólidos urbanos: a importância dos catadores de materiais recicláveis no processo de gestão ambiental. In: LIRA, W. S.; CÂNDIDO, G. A. (Orgs). **Gestão sustentável dos recursos naturais: uma abordagem participativa** [online]. Campina Grande: EDUEPB, 2013, p. 149-172. ISBN 9788578792824. Disponível em: <<http://books.scielo.org>>. Acesso em: 13 set. 2019.

PROSAB- Programa de Pesquisa em Saneamento Básico. **Tratamento, recuperação e disposição integrados de resíduos urbanos, com ênfase na proteção dos corpos d'água**. 1. ed. Rio de Janeiro: ABES, 2006. 494 p. ISBN 85-7022-150-9 / 978-85-7022-150-6. Disponível em: <<http://www.finep.gov.br/apoio-e-financiamento-externa/historico-de-programa/prosab/produtos>>. Acesso em: 8 out. 2019>.

PROTEGEER. **Etapas do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos: Visão geral**. [S. l.],

16 nov. 2007. Disponível em: <<http://protegeer.gov.br/rsu/etapas-do-gerenciamento>>. Acesso em: 7 out. 2019.

RAUBER, Marcos Eduardo. Apontamentos sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos, instituída pela Lei Federal nº 12.305, de 02.08.2010. **Revista eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria-RS, v. 4, n. 4, p. 1-24, 2011. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/reget/article/view/3893/2266>. Acesso em: 8 out. 2019.

REVEILLEAU, Ana Célia Alvez de Azevedo. **Política Nacional de Resíduos Sólidos: aspectos da responsabilidade dos geradores na cadeia do ciclo de vida do produto**. Revista Internacional de Direito e Cidadania, n. 10, p. 163-174, 2011. Disponível em: <https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/39139969/0fcfd5016bdc8b8e1d000000.pdf20151012-16080-qyc6me.pdf?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DTrafico_Humano_como_Ameaca_na_Politica_I.pdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A%2F20191209%2Fus-east-1%2Fs3%2Faws4_request&X-Amz-Date=20191209T173912Z&X-Amz-Expires=3600&X-Amz-SignedHeaders=host&X-Amz-Signature=3aa87b43210f55afbd81c70131ce2f649886dee9c204effce9775d15e17695e2#page=163> Acesso em: 7 out. 2019.

SANTAELLA, Sandra Tédde et al. **Resíduos sólidos e a atual política ambiental brasileira**. Fortaleza: LABOMAR- Coleção 7, 2014. ISBN 978-85-420-0326-0. Disponível em: <http://www.repositoriobib.ufc.br/000011/00001121.pdf>. Acesso em: 3 set. 2019.

SHALCH, Valdir *et al.* **Gestão e gerenciamento de resíduos sólidos**. São Carlos-SP, 2002. Disponível em: <http://www.falcoit.com.br/blog/images/easyblog_images/500/GESTAO-DE-RESIDUOS-SOLIDOS-2002.pdf>. Acesso em: 7 out. 2019.

SILVA, Daiane Vitória da *et al.* **Estudo da viabilidade da coleta seletiva e da reciclagem de lixo no município de Bambuí-Minas Gerais**. Bambuí, 2017.

SILVEIRA, Sarah Fraga. **Avaliação da gestão de resíduos sólidos urbanos no município de ITABIRA (MG): Uma ênfase na coleta seletiva**. Orientador: 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2018.

SINIR. Sistema Nacional de Informação sobre a Gestão de Resíduos Sólidos. **Levantamento de informações das Unidades da Federação**. Brasília, 14 mar. 2018. Disponível em: <<https://sinir.gov.br/levantamento-de-informacoes-das-unidades-da-federacao/levantamentos-antiores>>. Acesso em: 23 set. 2019.

SINIR. Sistema Nacional de Informação sobre a Gestão de Resíduos Sólidos. Ministério do Meio Ambiente. **Resíduos Sólidos**. [S. l.], 23 mar. 2018. Disponível em: <<https://sinir.gov.br/index.php/component/content/article/2-uncategorised/140-oecd>>. Acesso em: 13 set. 2019.

SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos**. Brasília, 2019. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-residuos-solidos/diagnostico-rs-2017>>. Acesso em: 23 set. 2019.

SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Série histórica**. Brasília, 2017.

Disponível em: < <http://app4.cidades.gov.br/serieHistorica>>. Acesso em: 20 out. 2019.

SOARES, Erika Leite de Souza Ferreira. **Estudo da caracterização gravimétrica e do poder calorífico dos resíduos sólidos urbanos**. Orientador: Claudio Fernando Mahler. 2011. 150 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <http://www.getres.ufrj.br/pdf/SOARES_ELSF_EJP_11_T_M_.pdf>. Acesso em: 8 out. 2019.

TEIXEIRA, Olívio José. **Entrevista concedida pelo Prefeito Municipal de Bambuí-MG**. Bambuí, MG, 2019.

TEIXEIRA, Ieda Ester Mendonça. **Entrevista concedida pela presidente da APAMA**. Bambuí, MG, 2019.

THODE FILHO, Sergio *et al.* A Logística Reversa e a Política Nacional de Resíduos Sólidos: desafios para a realidade brasileira. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v. 19, n. 3, p. 529-538, set/dez, 2015. DOI 105902/2236117019322. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/reget/article/view/19322/pdf>>. Acesso em: 21 set. 2019.

TRINDADE, Aline Faria Souza. **A Política Estadual de Meio Ambiente e os Resíduos Sólidos Urbanos: Uma Abordagem Qualitativa em Seis Diferentes Experiências em Minas Gerais**. 186f. Universidade Federal de Minas Gerais, 2012. Disponível em: <<http://www.smarh.eng.ufmg.br/defesas/433M.PDF>>. Acesso em: 21 set. 2019.

ZANTA, Viviana Maria; FERREIRA, Cynthia Fantoni Alvez. **Gerenciamento integrado de resíduos sólidos urbanos**. In: PROSAB. Resíduos sólidos urbanos: Aterro sustentável para municípios de pequeno porte. 1. ed. Florianópolis- SC: RiMa artes e textos, 2003. cap. 1, p. 1-18. ISBN 85-86552-70-4. Disponível em: <<https://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/historico-de-programas/prosab/ProsabArmando.pdf>>. Acesso em: 8 out. 2019.