

Universidade Brasil  
Campus Fernandópolis

JOÃO DIVINO DOS SANTOS SILVA

**GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES NO  
MUNICÍPIO DE SÃO FRANCISCO DE SALES/MG - UM ESTUDO DE  
CASO**

**HOME SOLID WASTE MANAGEMENT IN SÃO FRANCISCO DE  
SALES / MG - A CASE STUDY**

Fernandópolis, SP  
2020

João Divino dos Santos Silva

**GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES NO MUNICÍPIO DE  
SÃO FRANCISCO DE SALES/MG - UM ESTUDO DE CASO**

Orientador: Prof. Dr. Evandro Roberto Tagliaferro

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em  
Ciências Ambientais da Universidade Brasil, como complementação dos  
créditos necessários para obtenção do título de Mestre em Ciências  
Ambientais.

Fernandópolis, SP  
2020

**FICHA CATALOGRÁFICA**

S578g Silva, João Divino dos Santos.  
Gerenciamento de Resíduos Sólidos Domiciliares no Município de São Francisco de Sales-MG: Um Estudo de Caso/ João Divino dos Santos Silva.  
São Paulo – SP: [s.n.], 2020.  
53 p.: il.; 29,5cm.

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Brasil, como complementação dos créditos necessários para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

Orientadora: Prof. Dr. Evandro Roberto Tagliaferro.

1.Sustentabilidade Ambiental. 2.Recursos Naturais.  
3.Ambiente Urbano. I. Título.

CDD 363.7285



### Termo de Autorização

#### **Para Publicação de Dissertações e Teses no Formato Eletrônico na Página WWW do Respectivo Programa da Universidade Brasil e no Banco de Teses da CAPES**

Na qualidade de titular(es) dos direitos de autor da publicação, e de acordo com a Portaria CAPES no. 13, de 15 de fevereiro de 2006, autorizo(amos) a Universidade Brasil a disponibilizar através do site <http://www.universidadebrasil.edu.br>, na página do respectivo Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu*, bem como no Banco de Dissertações e Teses da CAPES, através do site <http://bancodeteses.capes.gov.br>, a versão digital do texto integral da Dissertação/Tese abaixo citada, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira.

A utilização do conteúdo deste texto, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, fica condicionada à citação da fonte.

**Título do Trabalho: "GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES NO MUNICÍPIO DE SÃO FRANCISCO DE SALES/MG - UM ESTUDO DE CASO"**

Autor(es):

Discente: João Divino dos Santos Silva

Assinatura: \_\_\_\_\_

Orientador: Evandro Roberto Tagliaferro

Assinatura: \_\_\_\_\_

Data: 17/março/2020

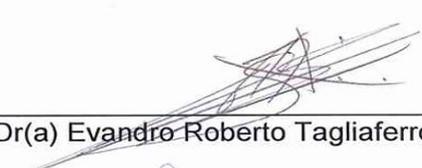


TERMO DE APROVAÇÃO

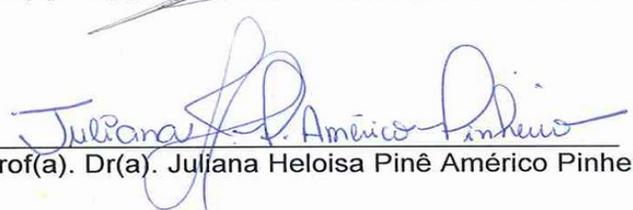
JOÃO DIVINO DOS SANTOS SILVA

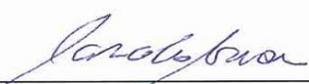
“GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES NO  
MUNICÍPIO DE SÃO FRANCISCO DE SALES/MG - UM ESTUDO DE CASO”

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Brasil, pela seguinte banca examinadora:

  
Prof(a). Dr(a) Evandro Roberto Tagliaferro (Presidente)

Brasil)

  
Prof(a). Dr(a). Juliana Heloisa Pinê Américo Pinheiro (Universidade

  
Prof(a). Dr(a). Marcelo Jacomini Moreira da Silva (FAMA)

Fernandópolis, 17 de março de 2020.

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho: Primeiramente a “Deus” que me deu a vida. À minha esposa Gislaine e meus filhos; Laila Cristina e Wedsley Cesar e minha neta Maria Laura.

## AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho só foi possível graças à colaboração direta ou indireta de muitas pessoas. Manifesto minha gratidão a todos e de forma especial:

A minha família, pelo total apoio prestado e pela paciência e compreensão devido à minha ausência nos momentos que precisei me dedicar a esse trabalho.

Ao meu orientador Prof. Dr. Evandro Roberto Tagliaferro, pelas orientações que sempre me forneceu quando precisei.

Ao coordenador do curso de pós-graduação o professor Dr. Vanzela, aos professores Dra. Juliana Heloisa Pinê Américo-Pinheiro e o Prof. Dr. João Alberto Campato Jr.

Agradeço também aos demais professores e colegas que tive a oportunidade de conhecer nesta empreitada.

À faculdade FAMA, nas pessoas da professora Eva, Randall, Grazielle e Caroline, pelo apoio financeiro, sem o qual não seria possível concluir esta importante etapa da minha vida profissional.

Ao eng<sup>o</sup> Teófanés Antonio S. Duarte, gerente da agência do IBGE em Iturama e professor na instituição FAMA, pelas contribuições e oportunidades de melhoria desse trabalho.

Aos meus colegas de serviço da prefeitura municipal de São Francisco de Sales, que participaram ativamente nos trabalhos de campo.

## EPÍGRAFE

“É muito melhor lançar-se em busca de conquistas grandiosas, mesmo expondo-se ao fracasso, do que alinhar-se com os pobres de espírito, que nem gozam muito nem sofrem muito, porque vivem numa penumbra cinzenta, onde não conhecem nem vitória, nem derrota”.

Theodore Roosevelt

# **GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES NO MUNICÍPIO DE SÃO FRANCISCO DE SALES/MG - UM ESTUDO DE CASO**

## **RESUMO**

As inovações tecnológicas e o desenvolvimento econômico têm influenciado o ciclo de vida dos produtos industrializados, fazendo-os obsoletos em espaços de tempo cada vez menores, aumentando a quantidade de resíduos lançados na natureza de forma inadequada. Isso tem provocado desequilíbrio nos eixos da sustentabilidade: econômico, social e ambiental. A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei Federal nº 12.305/2010, apresenta vários conceitos, princípios e diretrizes para a gestão e o gerenciamento dos resíduos, apresentando recursos aos pequenos municípios visando auxiliá-los na tomada de decisões em relação aos resíduos domiciliares. Assim, foi elaborado um trabalho de campo no município de São Francisco de Sales – MG. O objetivo desta pesquisa foi descrever e comparar as práticas adotadas pela municipalidade, em relação ao gerenciamento dos resíduos sólidos domiciliares do município de São Francisco de Sales-MG, com a legislação e normas técnicas vigentes. Utilizou-se o método dedutivo de abordagem qualitativa de natureza exploratória, combinando a pesquisa bibliográfica e o descritivo de caso. Foi realizado o acompanhamento da coleta dos resíduos sólidos domiciliares por um período de quatorze meses nos anos de 2018 e 2019, com gravimetria a partir do processo de quarteamento. Através de medições realizadas pelo autor, identificou-se a produção média de 3.696 kg/dia de resíduos no município. Constatou-se que esses resíduos têm descarte inadequado, ignorando a hierarquia apresentada pela PNRS, onde apenas rejeitos poderiam seguir para a disposição final em aterros sanitários. Comprovou-se que a gestão e o gerenciamento dos resíduos sólidos no município encontram-se em desconformidade com as normas técnicas e legislação vigente. A pesquisa sugere que o município elabore seu Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, adequação do atual local de disposição final dos resíduos e a implementação de usina de triagem e compostagem.

**Palavras-chave:** Sustentabilidade ambiental. Recursos naturais. Ambiente urbano.

## HOME SOLID WASTE MANAGEMENT IN SÃO FRANCISCO DE SALES / MG - A CASE STUDY

### ABSTRACT

Technological innovations and economic development have influenced the life cycle of industrialized products, making them obsolete in increasingly short periods of time, increasing the amount of waste discharged into nature inappropriately. This has caused an imbalance in the axes of sustainability: economic, social and environmental. The National Solid Waste Policy (PNRS), Federal Law No. 12,305 / 2010, presents several concepts, principles and guidelines for the management and management of waste, presenting resources to small municipalities in order to assist them in making decisions regarding waste household. Thus, fieldwork was carried out in the municipality of São Francisco de Sales - MG. The objective of this research was to describe and compare the practices adopted by the municipality, in relation to the management of household solid waste in the municipality of São Francisco de Sales-MG, with the legislation and technical standards in force. The deductive method of qualitative approach of exploratory nature was used, combining the bibliographic research and the case description. Household solid waste collection was monitored for a period of fourteen months in the years 2018 and 2019, with gravimetry from the quating process. Through measurements made by the author, the average production of 3,696 kg / day of waste in the municipality was identified. It was found that these wastes have inadequate disposal, ignoring the hierarchy presented by the PNRS, where only tailings could go to final disposal in landfills. It has been proven that the management and management of solid waste in the municipality are not in conformity with the technical standards and current legislation. The survey suggests that the municipality draws up its Integrated Solid Waste Management Plan, adapts the current final waste disposal site and implements a sorting and composting plant.

**Keywords:** Environmental Sustainability. Natural resources. Urban environment.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Hierarquia do gerenciamento de resíduos .....	20
Figura 2: Classificação dos Resíduos Sólidos quanto a origem.....	23
Figura 3: Disposição final de RSU no Brasil por tipo de destinação (t/dia).....	26
Figura 4: População urbana atendida por situação de regularização da destinação final.....	27
Figura 5: Destinação dos Resíduos Sólidos Urbanos em Minas Gerais em 2017 ....	28
Figura 6: Procedimentos para caracterização dos resíduos sólidos por meio de quarteamento .....	33
Figura 7: Homogeneização dos resíduos para quarteamento.....	34
Figura 8: Dispositivos utilizados no trabalho de gravimetria dos resíduos no lixão do município de São Francisco de Sales/MG.....	35
Figura 9: Gravimetria dos resíduos sólidos domiciliares .....	40
Figura 10: Vazadouro a céu aberto (Lixão) do Município de São Francisco de Sales – MG .....	44

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Conceitos apresentados na Lei nº 12.305/2010.....	19
Quadro 2: Quantidade de municípios por tipo de disposição final adotada.....	27
Quadro 3: Relatório de Resíduos Domiciliares.....	36
Quadro 4: Relatório de pesos do processo de quarteamento dos resíduos (03/07/2019).....	38
Quadro 5: Relatório de pesos de resíduos sólidos 2019.....	39
Quadro 6: Resumo das medições gravimétricas no Município de São Francisco de Sales/MG.....	40
Quadro 7: Variação parcial em relação à média nacional.....	41
Quadro 8: Planilha de Composição de Custos da Coleta e Transporte dos Resíduos Domiciliares no Município de São Francisco de Sales/MG.....	42
Quadro 9: Custo total anual para as operações de coleta e transporte, transbordo e disposição final dos Resíduos Sólidos Domiciliares do município de São Francisco de Sales/MG.....	46

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

AAF - Autorização Ambiental de Funcionamento.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

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

AS - Aterro Sanitário.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

EPI's - Equipamentos de Proteção Individual

FEAM - Fundação Estadual de Meio Ambiente

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

pH - Potencial hidrogeniônico

PNRS - Política Nacional de Resíduos Sólidos

RSD - Resíduos sólidos domiciliares

RSU - Resíduos Sólidos Urbanos

SETOP - Secretaria de Estado de Transportes e Obras Públicas

SISNAMA - Sistema Nacional do Meio Ambiente

SNVS - Sistema Nacional de Vigilância Sanitária

SUASA - Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária

UTC - Usina de Triagem e Compostagem

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	15
1.1. Relevância do tema e atual estado da arte .....	15
1.2. Objetivo geral e objetivos específicos .....	17
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	18
2.1. Resíduos sólidos frente à legislação ambiental nacional brasileira.....	18
2.2. Classificações dos Resíduos Sólidos .....	21
2.3. Impactos ambientais decorrente dos resíduos sólidos urbanos .....	24
2.3.1. Resíduos sólidos urbanos e seus impactos ambientais no território brasileiro	24
2.3.2. Resíduos sólidos urbanos e seus impactos ambientais no território de Minas Gerais.....	27
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	30
3.1. Breve Caracterização do Município.....	30
3.2. Materiais.....	30
3.3. Metodologia.....	30
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
4.1. Quantidade de resíduos sólidos domiciliares gerados no município .....	36
4.2. Coleta e transporte dos resíduos sólidos domiciliares no município .....	41
4.3. Custo do processo de coleta dos resíduos sólidos domiciliares.....	42
4.4. Destinação dos resíduos sólidos domiciliares no município.....	43
4.5. Apresentação de possíveis soluções para a adequação e melhoria do sistema	44
4.6. Analisar as soluções indicadas quanto às questões legais, econômicas e socioambientais envolvidas.....	45
5. CONCLUSÕES .....	48
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	51

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1. Relevância do tema e atual estado da arte

A gestão dos resíduos sólidos é complexa e encontra-se na pauta de discussões de toda a sociedade, tendo em vista seus impactos socioeconômicos e ambientais, principalmente em decorrência dos acordos assinados nas convenções internacionais sobre o meio ambiente.

O gerenciamento completo e adequado dos resíduos sólidos é essencial na busca pela melhoria da qualidade de vida da população, resultante da minimização, sobretudo, dos impactos negativos decorrentes da má administração desses resíduos.

Neste contexto, o atendimento das diretrizes impostas pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei Federal nº 12.305 de dois de agosto de 2010, mostra-se fundamental (BRASIL, 2010).

O gerenciamento dos resíduos sólidos exige equipe multiprofissional para planejar o arranjo legal-institucional adequado, com ativa participação da comunidade e uma permanente negociação política, com ajustes constantes (BARROS, Raphael, 2012).

Portanto, é fundamental definir um sistema de gestão sustentável de resíduos sólidos municipais, promover saúde e bem-estar à população e garantir a sustentabilidade do ambiente urbano.

Desta forma, como premissa inicial de uma abordagem adequada da gestão dos resíduos sólidos, se faz necessário diferenciar os conceitos de gerenciamento e gestão. Assim, de acordo com a PNRS, enquanto o primeiro conceito está relacionado ao desenvolvimento, implantação e operacionalização do sistema de manejo de resíduos sólidos, o segundo envolve as ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos (NASCIMENTO NETO, 2013).

A Lei Federal nº 12.305, de dois de agosto de 2010, em seus artigos 18 e 19, define a elaboração do plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos, e responsabiliza os municípios pelo diagnóstico da situação desses resíduos, como a sua origem, volume, característica, destinação e a disposição final adotada (BRASIL, 2010).

A maioria dos municípios brasileiros, principalmente de pequeno porte, não adequaram seus sistemas de gerenciamento de resíduos às determinações da

Política Nacional de Resíduos Sólidos (ABRELPE, 2017). São Francisco de Sales de Sales – MG é um deles.

Segundo o Panorama dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) no Estado de Minas Gerais (FEAM, 2018), ao abordar a evolução da destinação dos RSU no Estado, ocorrida no período de 2001 e 2017, houve uma melhoria nos indicadores. No final de 2001, dos 853 municípios mineiros, 823 destinavam os resíduos sólidos em lixões. Em 2003 eram 807 os municípios nessas condições. E em dezembro de 2017 eram 419 municípios em descumprimento à legislação (utilização tanto de lixões quanto de aterros controlados).

Paralelamente, há que se destacar o aumento dos resíduos sólidos decorrentes do crescimento das populações urbanas em função do êxodo rural em busca de melhoria de qualidade de vida. Esta, entre outras causas, tem provocando a insustentabilidade que se constata na atualidade. O desenvolvimento desenfreado de nossa sociedade, a ausência de uma gestão eficiente dos serviços públicos e a falta de consciência ambiental vem comprometendo os recursos naturais (BARBOSA, IBRAHIN, 2014).

Além disso, o crescimento da população nos centros urbanos e a competitividade do mercado têm levado, cada vez mais, a sociedade ao consumismo, o que contribui com o aumento dos resíduos sólidos descartados de forma inadequada no meio ambiente (BARBOSA, IBRAHIN, 2014).

A PNRS definiu que os lixões deveriam encerrar suas atividades até 02 de agosto de 2014, o que não aconteceu. Vários municípios ignoraram tal determinação e mantêm, ainda na atualidade, a destinação inadequada dos seus resíduos como se a responsabilidade por estes não fosse de todos os geradores: “governos, empresas e cidadãos” (BRASIL, 2010). A clara consciência do importante papel de cada um dos atores envolvidos mostra-se importantíssima, até para que a referida legislação possa ser cumprida.

Cabe aos gestores públicos a responsabilidade de elaborar o plano de gestão integrado dos resíduos sólidos de seus municípios e às empresas a elaboração e implementação do plano de gerenciamento dos seus resíduos, incluindo “política reversa” em suas operações (logística reversa). Aos cidadãos cabe a conscientização e a responsabilidade pelos resíduos que geram (GUARDABASSIO, 2018).

O planejamento da caracterização dos resíduos sólidos permite a identificação

do processo de tratamento e destinação, conhecendo em detalhes a sua composição e a quantidade gerada. A caracterização permite a elaboração do plano de gestão integrado dos resíduos sólidos, acompanhar os programas de coletas seletivas e o dimensionamento de aterros sanitários (VIANA, SILVEIRA, MARTINHO, 2015).

Face ao cenário dos problemas socioambientais expostos, surge a questão que norteia a pesquisa: Como os municípios realizam a gestão dos resíduos sólidos domésticos?

## **1.2. Objetivo geral e objetivos específicos**

Diante do problema, o objetivo geral do trabalho foi descrever e comparar as práticas adotadas pela municipalidade, em relação ao gerenciamento dos resíduos sólidos domiciliares do município de São Francisco de Sales-MG, com a legislação e normas técnicas vigentes.

Os objetivos específicos definidos foram: (a) Analisar o sistema de gerenciamento dos resíduos sólidos domiciliares de São Francisco de Sales – MG; (b) Confrontar as ações praticadas pelo sistema para com a legislação federal; (c) Indicar possíveis soluções para a adequação e melhoria do sistema; (d) Analisar as soluções indicadas quanto às questões legais, econômicas e socioambientais envolvidas.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Resíduos sólidos frente à legislação ambiental nacional brasileira

De acordo com a Constituição Federal:

Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e de preservá-lo para as presentes e futuras gerações. (BRASIL, 1988, art. 225)

A constituição Federal preocupou-se com a preservação do meio ambiente e abriu precedente para que a União definisse mecanismo que atendessem ao artigo supracitado, terminando na elaboração e promulgação da Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS).

A Lei Federal 12.305, de dois de agosto de 2010, instituiu a PNRS que deve ser compreendida como um conjunto de disposições, objetivos, diretrizes e metas sobre os resíduos sólidos e que passou a ser considerado um marco regulatório para o tema.

Conforme seu artigo 4º:

A Política Nacional de Resíduos Sólidos reúne o conjunto de princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes, metas e ações adotados pelo Governo Federal, isoladamente ou em regime de cooperação com Estados, Distrito Federal, Municípios ou particulares, com vistas à gestão integrada e ao gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos (BRASIL, 2010, p. 2).

Segundo o art. 5º, a PNRS é compartilhada com a Política Nacional de Educação Ambiental (Lei nº 9.795 de 27 de abril de 1999), e com a Política Federal de Saneamento Básico (Lei nº 11.445, de cinco de janeiro de 2007).

De acordo com o art. 1º, da Lei nº 9.795:

Entende-se por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade (BRASIL, 2007, p. 1).

A alínea c, do artigo 3º, da Lei nº 11.445 define saneamento básico como um conjunto de serviços como a “limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos: conjunto

de atividades, infraestruturas instalações operacionais de coleta, transporte, transbordo, tratamento, destino final do lixo doméstico e do lixo originário da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas” (BRASIL, 2007, p. 2).

De acordo com a PNRS, em seu art. 18, todos os municípios brasileiros devem providenciar “a elaboração de plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos”, fazendo um diagnóstico da situação dos resíduos gerados, como a sua origem, volume, caracterização e destinação final. Portanto, na concepção do plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos deverá ser classificada a origem e sua periculosidade (BRASIL, 2010).

O art. 3º da PNRS destaca alguns importantes conceitos (Quadro 1).

**Quadro 1:** Conceitos apresentados na Lei nº 12.305/2010

Acordo setorial	Ato de natureza contratual firmado entre o poder público e fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes, tendo em vista a implantação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto.
Ciclo de vida do produto	Série de etapas que envolvem o desenvolvimento do produto, a obtenção de matérias-primas e insumos, o processo produtivo, o consumo e a disposição final.
Coleta seletiva	Coleta de resíduos sólidos previamente segregados conforme sua constituição ou composição
Controle social	Conjunto de mecanismos e procedimentos que garantam à sociedade informações e participação nos processos de formulação, implementação e avaliação das políticas públicas relacionadas aos resíduos sólidos.
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.
Disposição final ambientalmente adequada	Distribuição ordenada de rejeitos 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.
Geradores de resíduos sólidos	Pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, que geram resíduos sólidos por meio de suas atividades, nelas incluído o consumo.
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.
Logística reversa	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.
Padrões sustentáveis de	Produção e consumo de bens e serviços de forma a atender as necessidades das atuais gerações e permitir melhores condições de vida, sem comprometer a qualidade ambiental e o atendimento das necessidades das gerações futuras.

produção e consumo	
Reciclagem	Processo de transformação dos resíduos sólidos que envolvem a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes do Sisnama e, se couber do SNVS e do Suasa.
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.
Responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos	Conjunto de atribuições individualizadas e encadeadas dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, dos consumidores e dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, para minimizar o volume de resíduos sólidos e rejeitos gerados, bem como para reduzir os impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental decorrentes do ciclo de vida dos produtos, nos termos desta Lei.
Reutilização	Processo de aproveitamento dos resíduos sólidos sem sua transformação biológica, física ou físico-química, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes do Sisnama e, se couber do SNVS e do Suasa.

**Fonte:** Elaborado a partir de BRASIL (2010).

Para Tagliaferro, Vanzela e Américo-Pinheiro (2019), alguns dos mais importantes conceitos apresentados pela PNRS integram a denominada “Hierarquia dos Resíduos” que é formada por ações de: não geração de resíduos, redução, reutilização, reciclagem, tratamento, destinação final e disposição final, conforme ilustrado na figura 1.



**Figura 1:** Hierarquia do gerenciamento de resíduos.

**Fonte:** ABRELPE (2012) apud Tagliaferro, Vanzela e Américo-Pinheiro (2019)

Segundo a Lei nº 12.305/2010, em seu artigo 3º, inciso XVI, resíduos sólidos são:

Material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (BRASIL, 2010, p. 2).

A Legislação Federal rege todo o Ordenamento Jurídico Nacional no que tange a questão ambiental. Entretanto, há também a Legislação dos Estados e Municípios, além das Normas Técnicas publicadas pelas diversas associações e conselhos profissionais com interesse no assunto.

## 2.2. Classificações dos resíduos sólidos

Afirma Barros, Regina (2012) que os resíduos sólidos são classificados segundo suas características físicas, químicas, biológicas, bem como quanto à natureza ou origem e periculosidade:

- **Físicas:** as características físicas têm a sua importância na gestão de resíduos nos municípios, levando as definições de geração per capita, teor de umidade, composição gravimétrica, peso aparente e compressibilidade.
- **Químicas:** estas características incluem as proporções carbono e nitrogênio, revelando o grau de decomposição da massa de resíduos. O poder calorífico inferior, que transforma a energia na forma de calor de uma dada massa de resíduos. E o pH (potencial hidrogeniônico) que define a massa de resíduo em ácido, neutro ou alcalino.
- **Biológicas:** é determinada pelas espécies microbianas e agentes patogênicos encontrados nos resíduos. É essencial o conhecimento sobre essas espécies, uma vez que elas auxiliam no processo de decomposição e compostagem.

Ainda segundo Barros, Regina (2012), a classificação quanto à natureza ou origem é determinada pela tipologia dos resíduos e sua origem:

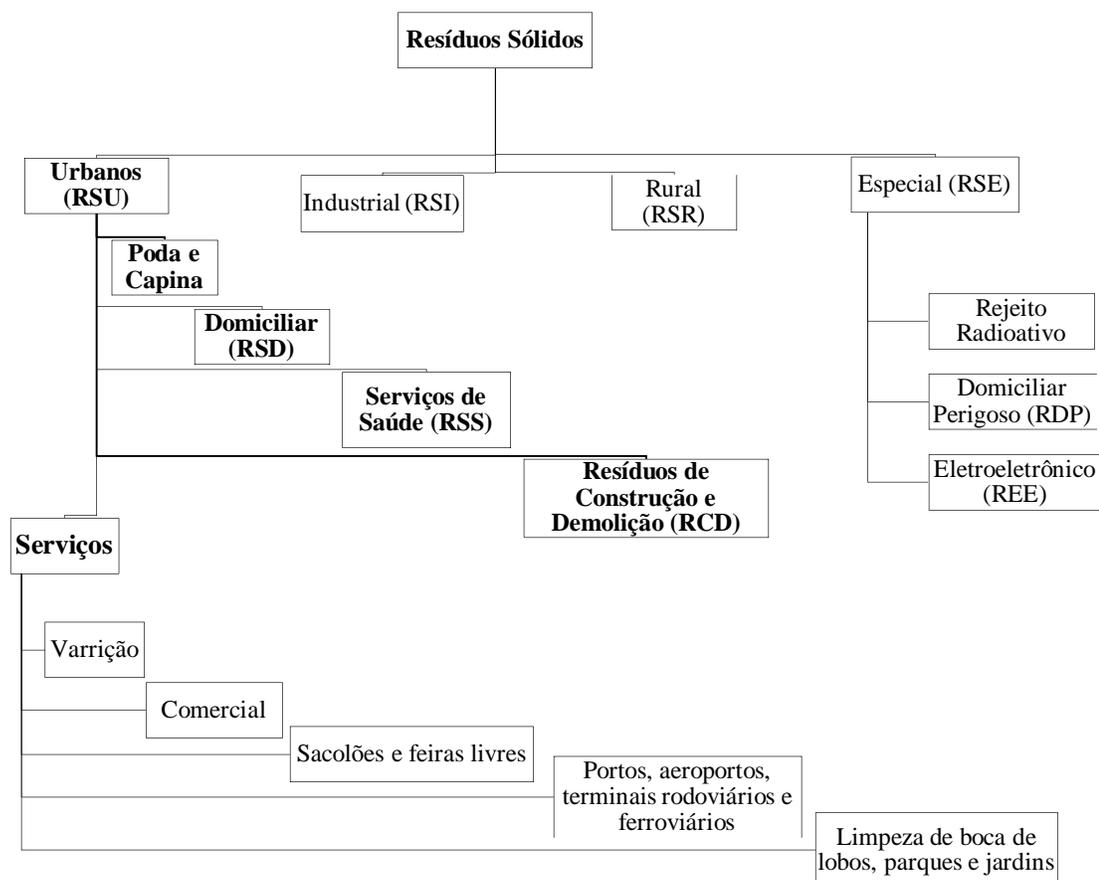
- **Resíduos domiciliares:** gerados nas atividades domésticas em residências urbanas.
- **Resíduos de limpezas urbanas:** gerados por atividade de limpezas de logradouros, praças, parques e demais área públicas.
- **Resíduos sólidos urbanos:** todos os resíduos (domiciliares + resíduos de limpezas urbanas).
- **Resíduos comerciais:** aqueles gerados nas atividades comerciais como: restos de alimentares de restaurantes, material de escritório, papelão, plástico, embalagens em geral e entre outros.
- **Resíduos dos serviços públicos de saneamento básico:** gerados pelas estações de esgoto sanitário e de água potável.
- **Resíduos industriais:** gerados nos processos industriais. Engloba uma diversidade de indústrias e processos produtivos.
- **Resíduos de serviços de saúde:** gerados nos procedimentos hospitalares e de atendimento à saúde humana e animal, definido e regulamentado em norma específica.
- **Resíduos da construção civil:** gerado pela indústria da construção civil, reforma, reparos, demolições, obras de construção civil etc.

Finalmente, a classificação utilizada por Barros, Regina (2012), aborda a periculosidade de um resíduo como as características decorrentes de suas propriedades físicas, químicas e infectocontagiosas. Basicamente são divididos em duas classes, os perigosos e os não perigosos:

- **Resíduos de classe I – perigosos:** apresentam em suas características inflamabilidade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, corrosividade, ou seja, com suas características químicas, físicas ou infectocontagiosas apresentam algum risco a saúde pública ou ao meio ambiente.
- **Resíduos de classe II A – não perigosos (não inertes):** possuem em suas características solubilidade em água, combustibilidade ou biodegradabilidade.

- **Resíduos de classe II B** – não perigosos (inertes): são os que em sua composição não oferecem risco a saúde ou ao meio ambiente.

Importante observar que as classificações apresentadas por Barros, Regina (2012) não exaurem o assunto, visto que outros enfoques podem ser dados à questão. Por exemplo, na classificação dos resíduos sólidos quanto à origem, GUARDABASSIO (2018), apresenta um quadro resumo destacando os setores urbano, industrial, rural e especial, como os geradores primários de resíduos sólidos, detalhando em seguida os subníveis (figura 2).



**Figura 2:** Classificação dos Resíduos Sólidos quanto a origem.  
**Fonte:** Adaptado de GUARDABASSIO (2018)

Portanto, ao se considerar a classificação proposta no organograma da figura 2, o delineamento da área de estudo passa a ser o caminho originado nos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), resíduos sólidos domiciliares, poda e capina, resíduos sólidos

dos serviços de saúde, resíduos sólidos de construção e demolição e serviços. O presente estudo trata apenas da questão dos Resíduos Sólidos Urbanos Domésticos.

## **2.3. Impactos ambientais decorrente dos resíduos sólidos urbanos**

### **2.3.1. Resíduos sólidos urbanos e seus impactos ambientais no território brasileiro**

Os impactos ambientais são gerados por diversos fatores, tornando-se alvo de debates entre especialistas e ativistas ambientais. Ambos buscam a melhor forma de incentivar e implementar programas, projetos de educação ambiental, a fim de resolver vários problemas presentes ou futuros. Um destes problemas é o acúmulo excessivo de resíduos sólidos urbanos, decorrente da grande quantidade de resíduos gerados pelos indivíduos e suas atividades.

Esses resíduos, na maioria das vezes, são depositados em locais impróprios ou tratados de forma incorreta, como, por exemplo, descartados em lixões (vazadouro a céu aberto), terrenos baldios, fundos de quintais, o que pode causar vários tipos de doenças transmitidas aos seres humanos por insetos ou animais. Até mesmo a contaminação do ar decorrente da incineração em locais próximos à população pode resultar em doenças respiratórias.

Segundo Albuquerque (2012, p. 229) “quando o homem explora os recursos da terra e não os reutiliza ou recicla, o meio ambiente se polui com o refugo desses produtos. A poluição impede que os ciclos naturais se realizem propriamente”.

Nesse contexto, o gerenciamento de resíduos é complexo e envolve a população e os órgãos do poder público, tornando-se primordiais ações integradas de planejamento, operacionais, financeiras e normativas.

O gerenciamento integrado tem por objetivo realizar todo o processo de coleta, transporte, tratamento e destinação final (incluindo a disposição final) dos resíduos, uma vez que cada tipo de resíduo tem sua classificação, diferenciando assim o seu tipo de tratamento e disposição. Essas etapas devem estar de acordo com o plano de gestão de resíduos sólidos municipal e, conseqüentemente em conformidade à legislação. Segundo Tagliaferro, Vanzela e Américo-Pinheiro (2019), “um sistema integrado de gerenciamento e tratamento dos resíduos resultaria em um fluxo ideal de materiais, bem como cumpriria as determinações da PNRS em sua plenitude”.

Entretanto, Tagliaferro (2018) destaca que apesar da grande maioria dos municípios brasileiros contarem com sistemas de coleta dos resíduos, sua destinação não é o tratamento prévio, como a triagem, reciclagem, compostagem, mas o envio direto para a disposição final em lixões e aterros controlados ou aterros sanitários, mostrando que os municípios, além de não tratarem adequadamente seus resíduos sólidos, intensificam suas ações somente parcialmente, isto é, na coleta e transporte, ignorando a necessidade de um correto tratamento e destinação final.

O processo de coleta de resíduos pode ser feito de diferentes formas, sendo coleta seletiva na fonte a mais adequada: os próprios geradores fazem a seleção dos seus resíduos e após datas definidas o caminhão apropriado a este transporte faz a coleta.

O tratamento dos resíduos sólidos deve ser realizado simultaneamente por métodos que possibilitam diminuir os impactos causados à população e ao meio ambiente. Para que isso aconteça, o tratamento do resíduo deve ter início a partir da sua produção até a sua destinação final.

Existem inúmeros meios de tratamento para os resíduos, como, por exemplo, a usina de triagem e reciclagem, onde acontece a separação dos materiais presentes nos resíduos de acordo com sua classificação e características. Outra forma de tratamento é a compostagem, que pode ser realizada de várias formas (tecnologias). Uma delas é por meio do biodigestor. Nele ocorre a decomposição da matéria orgânica na presença ou ausência de oxigênio (BARROS, Raphael, 2012).

De acordo com a PNRS, os resíduos podem receber a destinação final ou a disposição final ambientalmente adequada. Ambos buscam por um mesmo objetivo que é o destino correto, legal e adequado (seguro). Porém, há uma grande diferença entre destinação final e disposição final (BRASIL, 2010).

Segundo a PNRS, a destinação final ambientalmente adequada se baseia nos processos de reutilização, reciclagem e recuperação entre outras determinações atribuídas pelos órgãos autorizados. Já a disposição final ambientalmente adequada consiste em destinar todos os resíduos que não obtiverem resultados por meio de tratamento, recuperação ou outra alternativa para aterros sanitários, seguindo as normas operacionais específicas visando à saúde e segurança da população e meio ambiente (BRASIL, 2010).

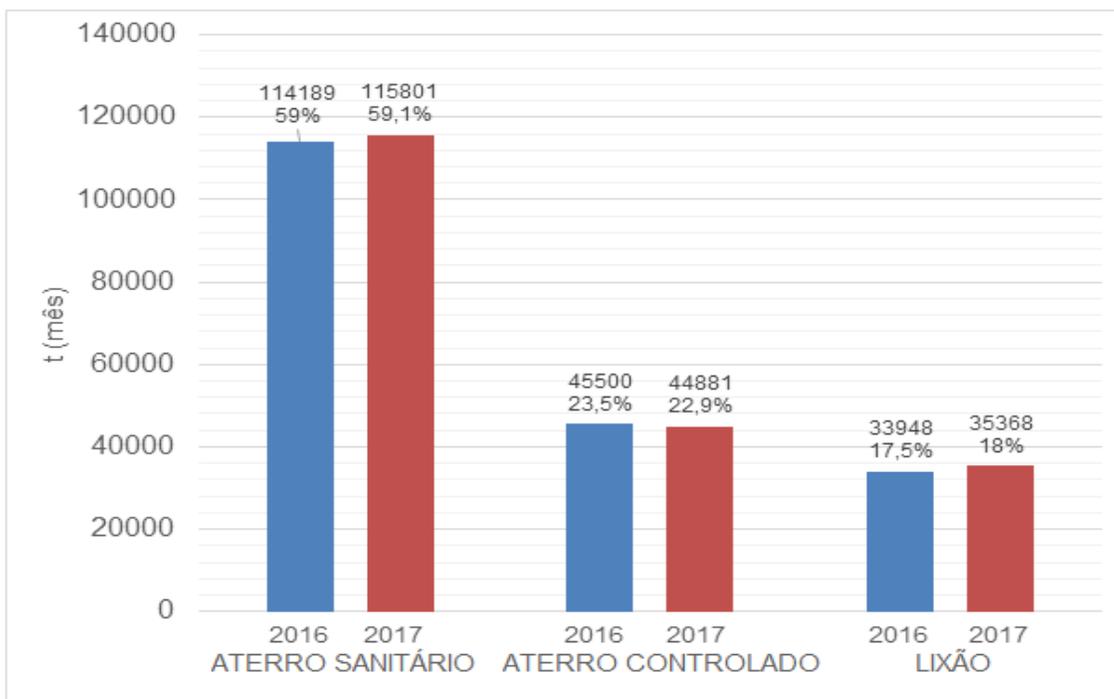
Segundo a ABRELPE (2017):

A disposição final adequada de RSU registrou um índice de 59,1% do montante anual encaminhado para aterros sanitários. As unidades inadequadas como lixões e aterros controlados, porém, ainda estão presentes em todas as regiões do país e receberam mais de 80 mil toneladas de resíduos por dia, com um índice superior a 40%, com elevado potencial de poluição ambiental e impactos negativos à saúde (ABRELPE, 2017, p.19).

Estudos realizados pela ABRELPE (2017) demonstram que 40,90% dos resíduos no Brasil têm disposição final inadequada, em lixões ou aterros controlados. Esse percentual tem aumentado nos últimos anos, constando-se um acréscimo de 0,10% no período 2016 / 2017.

A figura 3 apresenta a composição detalhada das disposições finais dos RSU nos anos de 2016 e 2017, por tipo de destinação (t/dia), enquanto o quadro 2 mostra as quantidades de municípios por tipo de disposição final adotada no mesmo período.

Na figura 3, pode-se observar que os anos de 2016 e 2017 têm valores muito próximos entre si, e mostram que nesse período, a destinação para aterros sanitários representava mais da metade do total das disposições finais de resíduos sólidos no Brasil, enquanto que mesmo já devendo estar extintos, os lixões ainda contribuíam com valores entre dezessete e meio e dezoito por cento.



**Figura 3:** Disposição final de RSU no Brasil por tipo de destinação (t/dia)

**Fonte:** Adaptado de ABRELPE (2017, p.19).

O quadro 2, mostra a quantidade de municípios por tipo de disposição final adotada. Neste quadro, chama a atenção o fato de que as regiões sudeste e sul têm a maioria dos municípios com aterros sanitários, enquanto no nordeste a maioria dos municípios ainda utilizam lixão.

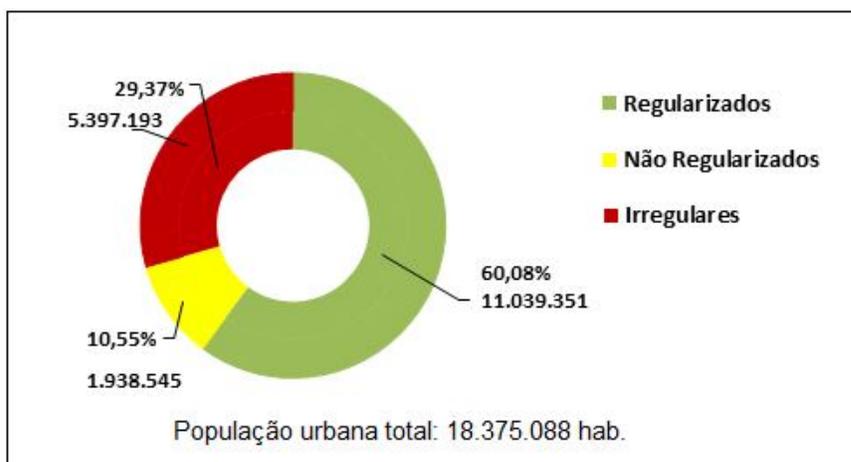
**Quadro 2:** Quantidade de municípios por tipo de disposição final adotada

DISPOSIÇÃO FINAL	BRASIL 2016	2017 - REGIÕES E BRASIL					
		NORTE	NORDESTE	CENTRO-OESTE	SUDESTE	SUL	BRASIL
Aterro Sanitário	2.239	90	449	159	817	703	2.218
Aterro Controlado	1.772	108	484	159	634	357	1.742
Lixão	1.559	252	861	149	217	131	1.610
<b>BRASIL</b>	<b>5.570</b>	<b>450</b>	<b>1.794</b>	<b>467</b>	<b>1.668</b>	<b>1.191</b>	<b>5.570</b>

Fonte: Adaptado de ABRELPE (2017, p.20).

### 2.3.2. Resíduos sólidos urbanos e seus impactos ambientais no território de Minas Gerais

Segundo o Panorama da Destinação dos Resíduos Sólidos Urbanos no Estado de Minas Gerais (2017), a porcentagem da população urbana agrupada pela situação da regularização ambiental dos empreendimentos utilizados pelos municípios para destinação dos RSU até dezembro de 2017, teve um acréscimo real de 2,3% da população urbana atendida por sistemas ambientalmente adequados e regularizados de destinação de RSU (Figura 4).



**Figura 4:** Porcentagem da população urbana por situação de regularização da destinação final dos RSU no estado de Minas Gerais em 2017.

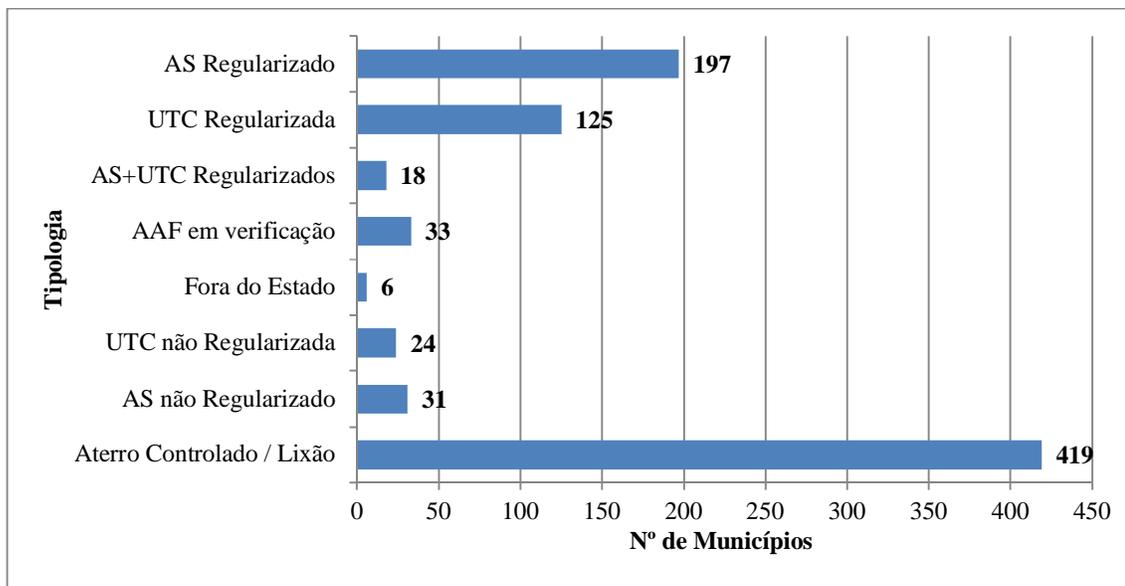
Fonte: Adaptado de FEAM (2017, p.28).

O relatório da FEAM - Fundação Estadual de Meio Ambiente (2018, p. 28) afirma que:

Além dos 60,08% da população urbana que se utilizava de destinação regularizada dos RSU, verificou-se que 10,55% também da população urbana destinam seus RSU a empreendimentos não regularizados, ou seja, que não possuem LO ou AAF, sendo 9,66% a aterros sanitários e 0,89% para UTCs. Além desses, 29,38% ainda dispõem seus RSU de forma irregular, sendo 11,57% a aterros controlados e 17,81% a lixões que, a partir deste documento passaram a ser contabilizados unicamente como 'Irregulares' FEAM (2017, p.28).

Neste panorama, São Francisco de Sales (MG), encontra-se na condição de não regularizado.

A figura 5, detalha a quantidade de municípios que se enquadra em cada uma dessas modalidades de tratamento ou disposição final adotada.



AS: Aterro Sanitário. UTC: Usina de Triagem e Compostagem. AAF: Autorização Ambiental de Funcionamento.

**Figura 5:** Destinação dos Resíduos Sólidos Urbanos em Minas Gerais em 2017

**Fonte:** Adaptado de FEAM (2017, p.29).

A despeito de sua importância, a implantação de uma usina de triagem e compostagem, embora urgente, mostra-se como uma ação a ser praticada posteriormente.

Segundo Barsano e Barbosa (2017):

A compostagem é um método do mecanismo de desenvolvimento limpo, que tem a finalidade de incorporar aos processos produtivos a reutilização de resíduos. A compostagem é a transformação de resíduos orgânicos encontrados principalmente no lixo doméstico, em compostos orgânicos para serem utilizados como adubo (BARSANO e BARBOSA, 2017, p. 97).

Os autores destacam outros benefícios adicionais:

Com uma coleta seletiva pública para a separação e o envio desses tipos de materiais para as usinas de compostagem, são reduzidos os impactos no meio ambiente em aterros ou lixões a céu aberto e, com isso, previne-se a proliferação de ratos, baratas, doenças patogênicas, contaminação etc. (BARSANO e BARBOSA, 2017, p. 97).

Desta forma, Barsano e Barbosa (2017) enfatizam o valor dessa ação destacando que além de benéfica ao meio ambiente, a instalação de uma usina de compostagem traz benefícios econômicos, pois possibilita a transformação de resíduos em adubo, produto com valor econômico.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1. Breve Caracterização do Município**

O município objeto de estudo localiza-se na região do Triângulo Mineiro, oeste do Estado de Minas Gerais, onde ocupa uma área de 1.128,864 km<sup>2</sup> e população total estimada de 6.238 habitantes (IBGE, 2019).

Com altitude média de 420 m, predominam as planícies, com o bioma Cerrado. O clima, de acordo com a classificação de Köppen se enquadra na categoria Aw que corresponde a clima tropical com estação seca, sendo que as chuvas predominam no verão e a seca no inverno.

A coleta de resíduos é efetuada em 100% dos domicílios da área urbana. Os resíduos são depositados em um lixão na periferia, recebendo em média 3,7 toneladas por dia de resíduos, totalizando uma média mensal de 111 toneladas, com uma média de geração per capita de 0,592 Kg/habitante dia.

#### **3.2. Materiais**

Para a execução do trabalho de campo foram utilizados os seguintes materiais: ferramentas (pás, enxadas e facas), instrumentos de mensuração (balanças), recipientes de coleta e armazenamento (tambores de 200 L) e equipamentos de proteção individual (luvas, botas).

#### **3.3. Metodologia**

Utilizou-se o Método Dedutivo de pesquisa, de abordagem Quali-Quantitativa, combinando o tipo Bibliográfico e Descritivo de Caso.

O estudo teve início no levantamento bibliográfico e de dados sobre o sistema de gerenciamento dos resíduos domiciliares no município de São Francisco de Sales, de natureza exploratória e, posteriormente, seletiva do material de pesquisa.

Foram traçados paralelos com a bibliografia técnica específica e outras relativas aos temas abordados. Publicações especializadas, livros, periódicos e artigos científicos fundamentaram a pesquisa.

Todos os dados e informações foram sistematicamente confrontados com o material bibliográfico selecionado possibilitando alcançar os objetivos propostos.

Para se cumprir com o objetivo proposto foi ainda necessário realizar a

caracterização dos resíduos sólidos gerados no município, isto é, levantar a quantidade de resíduos e suas características.

Segundo Viana, Silveira e Martinho (2015) existem duas opções para o cumprimento dessa fase: o censo ou a amostragem. O censo trabalha com todo o volume de resíduos a ser inspecionado, enquanto a amostragem, por limitações específicas, trabalha com parte da massa de resíduos a ser classificada.

As especificidades que levam a adoção do método de amostragem são relacionadas diretamente com a quantidade e variedade dos resíduos, impondo limites à execução do censo. Entretanto, para os autores supracitados, os primeiros limites a serem impostos são os recursos humanos e financeiros:

Primeiramente, este limite é desenhado pelo tamanho da equipe que realizará a caracterização e/ou pelo procedimento de amostragem escolhido. Em segundo lugar, o orçamento disponível para tal. Se a equipe for muito pequena, uma ou duas pessoas, por exemplo, uma tonelada de resíduos sólidos é uma quantidade muito grande e então deve-se buscar a amostragem, principalmente se a caracterização está programada para ser executada por vários dias consecutivos. A metodologia de caracterização US EPA indica que cada trabalhador é capaz de triar entre 29 a 136 kg de resíduos sólidos por dia. Estes dados podem dar uma noção do número necessário de trabalhadores para o processo de caracterização que se pretende realizar e se ela será conduzida por censo ou amostragem (VIANA, SILVEIRA e MARTINHO, 2015, p. 64).

Assim, considerando que os recursos humanos disponíveis para a coleta dos resíduos sólidos domiciliares no município de São Francisco de Sales serão os mesmos que trabalharão no processo de caracterização, teve-se a seguinte estrutura disponível para esse trabalho: um motorista de caminhão, um operador de retroescavadeira e cinco operários.

A coleta no município é diária, com o caminhão recolhendo entre 2.500 e 5.000 kg de resíduos por dia.

Partindo-se destes dados iniciais e considerando as recomendações de Viana, Silveira e Martinho (2015), optou-se pelo método de amostragem para o cálculo da média diária de resíduos e sua caracterização.

Em complementação à decisão de se trabalhar por amostragem ao invés de censo, adotou-se critério proposto por Tagliaferro e Viana (2019) com relação à amostragem: para que não haja distorções (nas amostras e nos resultados) as amostragens devem ser realizadas em dias da semana representativos, de áreas de coleta com diferentes perfis, distantes de feriados ou eventos intercorrentes.

A média quantitativa dos resíduos sólidos domiciliares gerados no município foi calculada a partir de um recorte temporal de quatorze meses, por meio de pesagens básicas realizadas nos meses de junho e julho de 2018, março, abril e julho de 2019, que serviram de parâmetro para o cálculo da média diária. Foram realizadas pesagens em vinte e quatro dias.

Assim, para o cálculo da média diária de resíduos sólidos domiciliares, foi utilizada a formulação sugerida por CRESPO (2002): “média aritmética é o quociente da divisão da soma dos valores da variável pelo número deles”, representada matematicamente pela equação 1, adaptada ao caso em estudo pela equação 2.

$$X = \frac{\sum xi}{n} \quad \text{[equação 1]},$$

Sendo:

X a média aritmética;

xi os valores da variável;

n o número de valores.

Equação 2 - média diária de resíduo sólidos domiciliados do município de São Francisco de Sales

$$R_{med} = \left[ \frac{\sum q \text{ (Kg)}}{d \text{ (dias)}} \right] \quad \text{[equação 2]}$$

Sendo:

$R_{med}$  = Produção média de resíduos sólidos domiciliares;

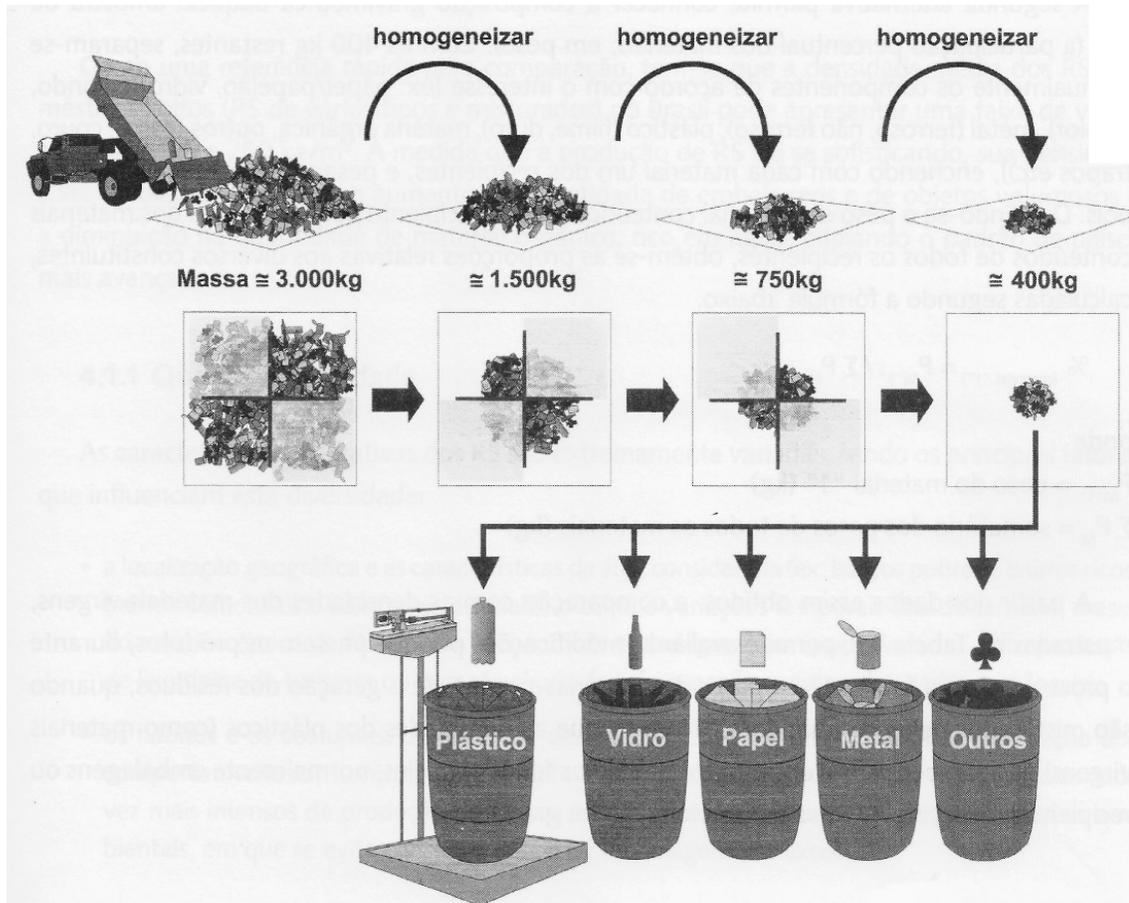
q = Produção diária de resíduos sólidos domiciliares;

d = quantidade de dias de coletas.

As ações em campo que originaram os dados coletados foram todas executadas e/ou supervisionadas pelo autor.

Dentre as ações de campo, o processo de quarteamento utilizado foi o proposto por Barros, Raphael (2012). A figura 6, “Procedimentos para caracterização dos resíduos sólidos por meio de quarteamento”, ilustra esse processo.

Após o processo de quarteamento foi realizado o estudo gravimétrico da amostra de resíduos sólidos, o que permitiu conhecer sua composição gravimétrica. A representação porcentual dos resultados é o resultado da comparação dos valores obtidos em massa dos diferentes componentes frente a massa total da amostra.



**Figura 6:** Procedimentos para caracterização dos resíduos sólidos por meio de quarteamento  
**Fonte:** Barros, Raphael (2012)

Adaptando essa técnica ao trabalho realizado, de acordo com o planejamento proposto por Barros, Raphael (2012), ilustrado na figura 6, foram executados os seguintes passos:

- Escolheu-se o dia 03/07/2019, uma quarta-feira, como sendo o mais representativo para o quarteamento, visto que o mês de julho, no município em análise, tradicionalmente tem menos ausências de moradores nos domicílios, e a quarta-feira, por estar no meio da semana, sofre menos influência dos finais de semana;
- Nessa data foi descarregado um caminhão com massa total de 2.720 kg de resíduos sólidos domésticos em uma área impermeabilizada no lixão do município, com acesso pela rodovia MG 255;
- Após o descarregamento dos resíduos na área de piso de concreto, foi feita a homogeneização, rasgando-se os sacos plásticos e de papel, caixas de

papelão e demais embalagens, e misturando os resíduos, conforme ilustrado na figura 7;



**Figura 7:** Homogeneização dos resíduos sólidos para quarteamento.  
**Fonte:** próprio autor (2019).

- d. Dividiu-se a pilha homogeneizada em quatro partes iguais, descartando-se duas diametralmente opostas. Pesou-se os resíduos restantes, obtendo-se uma massa de 1190 kg, que foi novamente homogeneizada;
- e. Repetiu-se o passo anterior, obtendo-se 690 kg de massa de resíduos após o descarte de mais dois quartis;

Repetiu-se o passo anterior, obtendo-se 390 kg de massa de resíduos após o descarte de mais dois quartis, o que gerou um volume aproximado de 1 m<sup>3</sup>.

O cálculo das proporções relativas aos diversos constituintes em relação à massa total da gravimetria é realizado dividindo-se o peso da soma de cada material componente pelo peso total dos produtos, com o resultado apresentado em porcentagem.

Para as pesagens foram utilizados tambores de 200 litros de volume e balança industrial, conforme ilustrado na figura 8. As quantidades de pesagens diferentes para

componentes distintos são justificadas pelo fato de haver volumes muito distintos entres os diversos itens.



**Figura 8:** Dispositivos utilizados no trabalho de gravimetria dos resíduos sólidos no lixão do município de São Francisco de Sales/MG  
**Fonte:** próprio autor (2019)

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Quantidade de resíduos sólidos domiciliares gerados no município

Com o trabalho de campo foi possível medir a quantidade de resíduo sólidos produzida no município de São Francisco de Sales/MG, no período compreendido entre os meses de junho de 2018 e julho de 2019.

Foram elaboradas medições sistemáticas, sempre acompanhadas pelo autor, em datas em que havia a coleta em toda a área urbana.

O quadro 3, “Relatório de Resíduos Domiciliares”, apresenta os resultados das pesagens obtidos nesse processo. Os resíduos gerados no município são apresentados por tipo e origem.

**Quadro 3:** Relatório de Resíduos Domiciliares no município de São Francisco de Sales (MG)

Ordem	Especificação	Data	Dia da semana	Massa Líquida (kg)
1	Resíduos sólidos domiciliares	06/06/2018	quarta-feira	2.500
2	Resíduos sólidos domiciliares	08/06/2018	sexta-feira	2.910
3	Resíduos sólidos domiciliares	11/06/2018	segunda-feira	4.340
4	Resíduos sólidos domiciliares	04/07/2018	quarta-feira	2.710
5	Resíduos sólidos domiciliares	06/07/2018	sexta-feira	2.920
6	Resíduos sólidos domiciliares	09/07/2018	segunda-feira	4.350
7	Resíduos sólidos domiciliares	18/03/2019	segunda-feira	5.440
8	Resíduos sólidos domiciliares	20/03/2019	quarta-feira	2.570
9	Resíduos sólidos domiciliares	29/03/2019	sexta-feira	3.000
10	Resíduos sólidos domiciliares	01/04/2019	segunda-feira	4.650
11	Resíduos sólidos domiciliares	03/04/2019	quarta-feira	2.560
12	Resíduos sólidos domiciliares	05/04/2019	sexta-feira	3.240
13	Resíduos sólidos domiciliares	08/04/2019	segunda-feira	5.310
14	Resíduos sólidos domiciliares	10/04/2019	quarta-feira	2.840
15	Resíduos sólidos domiciliares	12/04/2019	sexta-feira	3.320
16	Resíduos sólidos domiciliares	15/04/2019	segunda-feira	5.540
17	Resíduos sólidos domiciliares	17/04/2019	quarta-feira	2.950
18	Resíduos sólidos domiciliares	20/04/2019	sábado	4.590
19	Resíduos sólidos domiciliares	22/04/2019	segunda-feira	5.070
20	Resíduos sólidos domiciliares	24/04/2019	quarta-feira	2.480
21	Resíduos sólidos domiciliares	26/04/2019	sexta-feira	2.960
22	Resíduos sólidos domiciliares	29/04/2019	segunda-feira	5.020
23	Resíduos sólidos domiciliares	01/07/2019	segunda-feira	4.730
24	Resíduos sólidos domiciliares	03/07/2019	quarta-feira	2.720

**Fonte:** próprio autor (2019).

Considerando as etapas de sua gestão atual, o município de São Francisco de Sales – MG produz, em média, 3.696,67 kg de resíduos sólidos domiciliares (RSD) por dia.

Por si só, esse é um dado importante, pois é fruto de medição controlada, permitindo conhecer de forma empírica a quantidade de resíduos produzidos na zona urbana do município.

Mas o desdobramento desse trabalho, por meio da gravimetria, permitiu conhecer em detalhes a composição dos resíduos produzidos na localidade em estudo.

Tagliaferro e Viana (2019), destacam a importância de se utilizar esse método na obtenção da composição porcentual dos resíduos analisados:

Analisar a composição da massa de resíduos, identificando a quantidade dos materiais que a compõem, por meio da determinação de sua composição gravimétrica, permite inferir diferenças de resultado do sistema em função de variáveis econômicas, políticas, sazonais e climáticas, bem como questões de natureza cultural. E serve ainda como ferramenta para analisar a eficiência ou não dos sistemas, permitindo parâmetros para analisar o sistema de gerenciamento e subsidiar a formação de políticas mais efetivas de intervenção, educação e gestão (SCHENEIDER et al, 2003 *apud* TAGLIAFERRO e VIANA, 2019).

Para uma medição precisa dos componentes da massa de resíduos sólidos, lembrando as recomendações de Viana, Silveira e Martinho (2015) a respeito da utilização de amostras, combinada com as recomendações da norma ABNT NBR 10.004/04, conclui-se que a técnica de quarteamento é a mais adequada para essa situação. Segundo a norma,

O quarteamento é o processo de divisão em 4 partes iguais de uma amostra pré-homogeneizada, sendo tomadas duas partes opostas entre si para construir uma nova amostra e descartadas as partes restantes. As partes não descartadas são misturadas totalmente e o processo de quarteamento é repetido até que se obtenha o volume desejado (ABNT, NBR 10.004/04).

O quadro 4 detalha o registro das pesagens durante a execução dos trabalhos de quarteamento dos resíduos sólidos. Importante observar que a variação dos pesos brutos totais se deu pelo fato de que as pesagens foram feitas com utilização de diferentes veículos. A primeira utilizou o próprio caminhão coletor, enquanto as demais utilizaram o caminhão caçamba.

**Quadro 4:** Relatório de pesos do processo de quarteamento dos resíduos sólidos no município de São Francisco de Sales (MG) (03/07/2019)

Pesagem	Produtos	Data	Peso Bruto Total (PBT / kg)	Peso Líquido (PL / kg)
1	Resíduos sólidos Urbano	03/07/2019	12.980	2.720
2	1º PROCESSO	03/07/2019	6.630	1.190
3	2º PROCESSO	03/07/2019	6.110	670
4	3º PROCESSO	03/07/2019	5.830	390

**Fonte:** próprio autor (2019).

Tagliaferro e Viana (2019), em pesquisa semelhante realizada na região de Campinas/SP, trabalharam com os seguintes resíduos: papel e papelão, metal, vidros, plástico pet, plástico rígido, plástico mole, indiferenciados e orgânicos, classificando como “indiferenciados” todos os materiais que não se enquadraram na lista dos componentes, por possuírem características diferenciadas ou por não ser possível a identificação. Na elaboração desta dissertação, optou-se por utilizar o termo “outros” para essa situação.

O quadro 5 - Relatório de pesos de resíduos sólidos 2019 no município de São Francisco de Sales (MG) detalha as pesagens dos componentes do estudo gravimétrico.

Ao se comparar o peso líquido de 390 kg de resíduos da amostra após o processo de quarteamento apresentado no quadro 4 com o resultado final de 375 kg, resultante da soma de todos os itens da gravimetria apresentada no quadro 5, depara-se com uma diferença de 15 kg, que representa uma perda de 3,8% do peso inicial. Essa perda pode ser atribuída a diversos fatores, tais como o processo de quarteamento, que na movimentação dos insumos promove perdas, a classificação, que consiste em colocar os produtos nos tambores, permite perda de materiais finos, que acabam ficando no solo. Todavia, acredita-se que a principal fonte desse desvio foi o fato de se utilizar balanças diferentes para as pesagens, pois durante o processo de quarteamento foi utilizada balança do tipo rodoviária, pesando a carreta carregada e descontando-se sua tara e no processo de classificação foi utilizada balança mecânica de plataforma.

**Quadro 5:** Relatório de pesos de resíduos sólidos 2019 no município de São Francisco de Sales (MG)

Pesagens	Produtos	Data	Volume (LT)	Peso Bruto Total (PBT / kg)	Peso Líquido (PL / kg)
1	PLÁSTICO	03/07/2019	200	28	15
2	PLÁSTICO	03/07/2019	200	29	16
3	PLÁSTICO	03/07/2019	150	23	10
<b>TOTAL DE PLÁSTICO</b>			<b>550</b>	<b>80</b>	<b>41</b>
1	PAPEL	03/07/2019	200	21	11
2	PAPEL	03/07/2019	200	20	10
3	PAPEL	03/07/2019	50	13	3
<b>TOTAL DE PAPEL</b>			<b>450</b>	<b>54</b>	<b>24</b>
1	VIDRO	03/07/2019	10	13	4
<b>TOTAL DE VIDRO</b>			<b>10</b>	<b>13</b>	<b>4</b>
1	METAL	03/07/2019	10	14	1
<b>TOTAL DE METAL</b>			<b>10</b>	<b>14</b>	<b>1</b>
1	ORGÂNICO	03/07/2019	50	36	27
2	ORGÂNICO	03/07/2019	100	39	30
3	ORGÂNICO	03/07/2019	150	58	49
4	ORGÂNICO	03/07/2019	100	43	34
5	ORGÂNICO	03/07/2019	150	56	47
<b>TOTAL DE ORGÂNICO</b>			<b>550</b>	<b>232</b>	<b>187</b>
1	OUTROS	03/07/2019	150	37	29
2	OUTROS	03/07/2019	180	49	41
3	OUTROS	03/07/2019	70	16	8
4	OUTROS	03/07/2019	120	48	40
<b>TOTAL DE OUTROS</b>			<b>520</b>	<b>150</b>	<b>118</b>
<b>TOTAL GERAL DA GRAVIMETRIA</b>		<b>03/07/2029</b>	<b>2.090</b>	<b>543</b>	<b>375</b>

Fonte: próprio autor (2019).

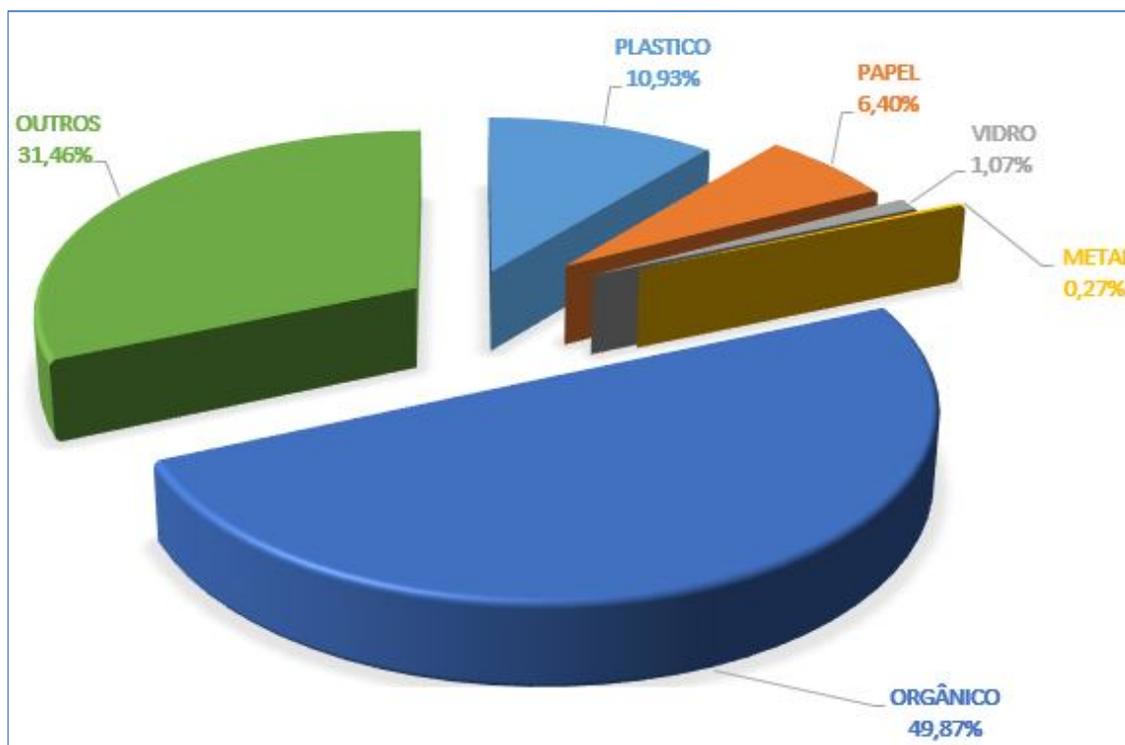
O quadro 6 e a figura 9 resumem a soma das massas por categoria e a ponderação porcentual sobre a amostra.

**Quadro 6:** Resumo das medições gravimétricas no município de São Francisco de Sales (MG)

GRAVIMETRIA 03/07/2019			
CIDADE: SÃO FRANCISCO DE SALES/MG			
Item	Produto	Massa (Kg)	Procentagem (%)
1	PLÁSTICO	41,00	10,93%
2	PAPEL	24,00	6,40%
3	VIDRO	4,00	1,07%
4	METAL	1,00	0,27%
5	ORGÂNICO	187,00	49,87%
6	OUTROS	118,00	31,46%
Peso Total		375,00	100,00%

Fonte: próprio autor (2019).

A figura 9 esboça graficamente a distribuição gravimétrica porcentual dos resíduos estudados.

**Figura 9:** Gravimetria dos resíduos sólidos domiciliares

Fonte: próprio autor (2019)

Assim, a composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos do município de São Francisco de Sales/MG pode ser agrupada em três grupos principais: Orgânico contribuindo com 49,87 %, Recicláveis com 18,67 % e “Outros” com 31,46%. Comparando esses resultados com a composição gravimétrica dos resíduos sólidos coletados no Brasil, a partir da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNS) do

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), observa-se que há bastante consistência nos resultados, como apresentado no quadro 7.

**Quadro 7:** Variação parcial em relação à média nacional

<b>Produto</b>	<b>Resultado do estudo (%)</b>	<b>Média Nacional (%)</b>
ORGÂNICO	49,87	51,40
OUTROS	31,46	16,70
RECICLÁVEIS	18,67	31,90

**Fonte:** próprio autor (2019) e IBGE (2010).

#### **4.2. Coleta e transporte dos resíduos sólidos domiciliares no município**

A coleta e o transporte dos resíduos são realizados por um único caminhão compactador e equipe composta por um motorista e três coletores. Não há veículo reserva. Assim, quando ocorre alguma falha ou problemas com o caminhão a coleta dos resíduos é paralisada por quantos dias forem necessários, até ser sanada a questão e o veículo coletor retomar suas atividades.

Se o problema for mais grave ou se tratar de manutenção periódica do veículo, levando-se maior tempo de paralisação, a municipalidade determina que a coleta e o transporte dos resíduos sejam realizados com caminhão caçamba utilizado em outras atividades.

Tal operação envolve maior número de funcionários, uma vez que se faz necessária a presença de dois coletores sobre a caçamba do caminhão e outros dois nas ruas coletando os resíduos.

A ausência de caminhão coletor compactador reserva é um grave problema, uma vez que nessas situações coloca em risco a população pela exposição excessiva dos resíduos nas ruas ou nas residências.

A coleta é executada seis dias na semana, entre as segundas-feiras e os sábados. O veículo coletor percorre 47 quilômetros por dia e os custos do processo ficam a cargo da municipalidade que não possui sistema de tributação específica dos municípios (arrecadação, receita).

Assim, observa-se que a coleta ocorre de maneira adequada, porém os resíduos sólidos recolhidos estão sendo destinados de forma inadequada.

### 4.3. Custo do processo de coleta dos resíduos sólidos domiciliares

O próprio município faz os serviços de coleta dos resíduos sólidos domiciliares, através de uma equipe formada por quatro funcionários, sendo um motorista e três coletores de resíduos sólidos. A coleta é executada seis dias na semana, de segunda-feira a sábado, com o veículo coletor percorrendo 47 quilômetros por dia, e os custos do processo a cargo da municipalidade, sem repasse aos municípios.

Os custos envolvidos chegam a R\$ 379.395,00 (trezentos e setenta e nove mil, trezentos e noventa e cinco reais) por ano. Esse custo anual representa uma despesa mensal média de R\$ 31.616,25 (trinta e um mil, seiscentos e dezesseis reais e vinte e cinco centavos), conforme detalhado no quadro 8.

Considerando a população do município estimada em 6.238 habitantes (IBGE, 2019), conclui-se que o custo diário médio da coleta e transporte dos resíduos sólidos é de R\$ 0,17 (dezessete centavos de real), perfazendo um custo médio mensal de R\$ 5,07 (cinco reais e sete centavos) e um custo anual de R\$ 60,82 (sessenta reais e oitenta e dois centavos) por habitante.

**Quadro 8:** Planilha de Composição de Custos da Coleta e Transporte dos resíduos sólidos domiciliares no Município de São Francisco de Sales/MG

Orçamento Sintético			
Item	Descrição do Item	Custo (R\$/mês)	%
1	Mão-de-obra		
1.1	Coletor	R\$ 3.069,63	9,71%
1.2	Motorista	R\$ 3.531,22	11,17%
2	Veículos e Equipamentos		
2.1	Veículo Coletor Compactador 6 m <sup>3</sup>	R\$ 12.530,00	39,63%
2.2	Óleo diesel	R\$ 11.769,40	37,23%
2.3	Pneu 9x20x14	R\$ 670,00	2,12%
2.4	Graxa	R\$ 46,00	0,15%
Preço total mensal com a coleta		R\$ 31.616,25	100%
Preço total anual com a coleta		R\$ 379.395,00	
Preço total diário com a coleta		R\$ 1.053,88	
Habitantes atendidos por dia com a coleta		6.238	
Preço por habitantes atendidos por dia com a coleta		R\$ 0,17	

Depto. R.H. Prefeitura Munc. São F. Sales (2020)

Contrato 02/2020 P.M.S.F.S. (2020)

Composição TCPO (Tabela de Composição de Preços para Orçamentos - PINI Sistemas), com valores de mercado local. TCPO (2020)

IBGE (2019)

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2020)

Entretanto, mesmo gastando os valores acima apresentados, o município de São Francisco de Sales/MG continua dando destinação incorreta aos resíduos sólidos domiciliares, trazendo grandes prejuízos ao meio ambiente e à saúde da população, além de não atender a legislação vigente.

#### **4.4. Destinação dos resíduos sólidos domiciliares no município**

A totalidade dos resíduos coletados tem seu descarte inadequado, ignorando a hierarquia dos resíduos estipulada pela PNRS que define que apenas “rejeitos” poderiam seguir para a disposição final adequada (aterros sanitários), desde que esgotadas todas as alternativas possíveis para seu tratamento.

A situação inadequada se constata ao observar o local de disposição final (descarte) dos resíduos. Eles são depositados em uma área do município, sem qualquer tratamento prévio, orientação técnica (engenharia, sanitária ou ambiental) ou preparo do local e está localizado próximo à Rodovia MG-255 e aeroporto da cidade.

A presença de animais e catadores de materiais reciclados na massa de resíduos é uma constante, bem como a ausência de operações básicas de segurança à saúde e bem-estar da população, como o aterramento dos resíduos, que permanecem expostos a céu aberto (Figura 10).

Observa-se que a população tem hábitos de descartar resíduos próximos à margem da rodovia e em áreas não habitadas, trazendo com isso um transtorno ao meio ambiente e também a saúde da população. Os resíduos descartados inadequadamente possibilitam um ambiente propício para a proliferação de vetores transmissores de doenças.

Competem ao município os serviços públicos, a gestão e o gerenciamento dos resíduos sólidos domiciliares, conforme o artigo 3º, alínea c, da Lei Federal 11.445: limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos são um “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”.

É explícito que a gestão dos resíduos sólidos do município de São Francisco de Sales não se enquadra à PNRS, às normas técnicas e demais legislações vigentes.

Apesar de serem coletados e transportados (retirados da presença da população geradora), os resíduos são encaminhados para destinação ambientalmente inadequada, irregular e ilegal, causando a poluição, contaminação do ar, solo e águas (superficiais e subterrâneas), além de possibilitar um ambiente propício para a proliferação de doenças, impactando, assim, seriamente a qualidade de vida da população.



**Figura 10:** Vazadouro a céu aberto (Lixão) do Município de São Francisco de Sales - MG  
**Fonte:** próprio autor (2019)

#### **4.5. Apresentação de possíveis soluções para a adequação e melhoria do sistema**

A adequação e melhoria de todo o sistema de gerenciamento dos resíduos, em especial dos resíduos domiciliares, objeto da presente pesquisa, mostra-se inquestionável. E cabe à administração pública municipal buscar tais soluções.

A adequação do local de disposição final dos resíduos (transformação em aterro sanitário com recuperação do local atualmente utilizado como “lixão”) ou o encaminhamento desses resíduos para local devidamente preparado (disposição adequada), licenciado pelos órgãos ambientais competentes, é uma obrigação imposta pela legislação e pelas normas técnicas vigentes ao governo municipal.

A implantação de uma usina de triagem e compostagem é outra solução a ser avaliada, uma vez que a diminuição da quantidade de resíduos sólidos destinados ao aterro sanitário, bem como o reaproveitamento dos materiais que seriam aterrados, recolocando-os (materiais e matéria orgânica) de volta ao mercado (reciclagem), possibilita o atendimento integral às normas técnicas e legislação vigente, ao mesmo tempo em que colabora para o incentivo às políticas de reciclagem, projetos de educação ambiental e até a implementação da logística reversa no município.

#### **4.6. Analisar as soluções indicadas quanto às questões legais, econômicas e socioambientais envolvidas**

Dentre as alternativas possíveis, a primeira seria a condução dos resíduos para um aterro sanitário modelo, licenciado pela CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, instalado e gerenciado por empresa especializada nesse tipo de prestação de serviço, localizado na região de São José do Rio Preto/SP, distante 160 km de São Francisco de Sales/MG.

O valor médio cobrado por estas empresas para a recepção e disposição final de resíduos sólidos urbanos domiciliares é de R\$ 145,00 por tonelada.

Considerando a produção média diária de 3.697 kg de resíduos sólidos domiciliares no município, o custo inicial anual estimado para essa operação seria de R\$ 195.664,00.

Tal valor seria ainda acrescido do gasto com o transporte (frete) rodoviário entre o município e o aterro sanitário. Um caminhão com capacidade de carga líquida de 14 toneladas, exclusivamente adaptado para esse transporte, tem um custo médio de R\$ 75,00 (setenta e cinco reais) por tonelada, segundo tabela da SETOP (referência 11/2019), para a região Triângulo e Alto Paranaíba sem desoneração. Assim, a despesa anual com esse transporte rodoviário seria de R\$ 101.205,00.

Portanto, para a destinação final dos resíduos em aterro sanitário que apresente condições técnicas, operacionais e legais adequadas (devidamente licenciado pelos órgãos competentes), localizado fora do município, seriam adicionados aos gastos de R\$ 195.664,00, referentes a disposição final em aterro sanitário, outros R\$ 101.205,00 de transporte rodoviário (frete entre a unidade de transbordo e o aterro), totalizando R\$ 296.869,00. A esses R\$ 296.869,00 ainda integrariam os custos de coleta e transporte interno no município, já computados em R\$ 379.395,00 (coleta e transporte até local de transbordo). O custo total anual para as operações adequadas de coleta e transporte, transbordo e disposição final totalizaram R\$ 676.264,00, conforme ilustrado no quadro 9, o que representa um custo diário de R\$ 0,30 por habitante.

Essa solução pode ser aplicada imediatamente, mas há a possibilidade de se evoluir para a situação de se enviar para o aterro apenas a fatia dos resíduos não orgânicos e não recicláveis, que foram classificados como outros. Esses resíduos representam 31,46% do peso a ser destinado inicialmente, o que representaria uma

economia de R\$ 203.474,00 do item processamento no aterro sanitário, diminuindo o custo total anual para as operações de coleta e transporte, transbordo e disposição final dos Resíduos Sólidos Domiciliares do município de São Francisco de Sales/MG de R\$ 676.264,00 para R\$ 472.790,00, o que representa um novo custo diário de menos de R\$ 0,21 por habitante.

**Quadro 9:** Custo total anual para as operações de coleta e transporte, transbordo e disposição final dos Resíduos Sólidos Domiciliares do município de São Francisco de Sales/MG

Coleta Domiciliar e Transporte ao Transbordo	R\$ 379.395,00
Transporte do Transbordo ao Aterro Sanitário	R\$ 101.205,00
Processamento no Aterro Sanitário de todo o volume de resíduos gerados no município	R\$ 195.664,00
TOTAL	R\$ 676.264,00

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2020)

A implantação de uma usina de triagem e compostagem é outra solução passível de análise.

Há, entretanto, uma sequência de atitudes e providências a serem tomadas no município antes da implantação de um projeto de usina de triagem e compostagem.

Inicialmente deve-se ter em mente a resolução do atual problema do descarte dos resíduos, contemplada com a solução imediata por meio da disposição final em aterro sanitário adequado, além de investimentos em educação ambiental dirigidos aos governantes e população.

Considerando-se que a gravimetria realizada no município identificou 49,9% dos resíduos sólidos como matéria orgânica e outros 18,7% elementos recicláveis, restam 31,4%, menos de um terço, a serem destinados ao aterro sanitário.

Outrossim, por representar a maior parte dos resíduos, aproximadamente a metade do que é coletado na cidade, os orgânicos ganham importância na sua destinação final por meio do processo de compostagem.

O fator social é outro importante benefício resultante da implantação da compostagem, tal como apregoa a legislação, por meio da Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010).

A Lei tem como um de seus princípios “o reconhecimento do resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania”, e, especificamente sobre os catadores, em seu art. 7, XII, exige a “integração dos catadores de matérias reutilizáveis e recicláveis nas

ações que envolvam a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos”.

Desta forma, traz ao município a responsabilidade de incentivar a criação de cooperativas de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis, inserindo-os no contexto socioeconômico, além do ambiental.

Uma sugestão para viabilizar a criação dessas cooperativas ou associações é o apoio público através de recursos financeiros, como subsídios, cessão de espaços, equipamentos e máquinas, consultoria e treinamento.

## 5. CONCLUSÕES

A gestão e o gerenciamento dos resíduos sólidos domiciliares do município de São Francisco de Sales - MG encontra-se em desconformidade com as normas técnicas e legislação vigente.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei Federal nº 12.305/2010, determina que o município elabore seu Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, o que até o momento não foi realizado. Esse plano deve atender aos requisitos técnicos e legais, bem como ser apresentado na forma de lei municipal para aprovação junto às esferas competentes (legislativo).

Dessa forma, há que se agir no sentido de adaptar-se às exigências legais com a velocidade que o momento exige.

A adequação do atual local de disposição final dos resíduos (transformação do “lixão” em aterro sanitário), com urgente paralisação do descarte no local, mostra-se urgente.

A avaliação quanto a eventual busca de receita por meio de tributação específica para o sistema de gestão e gerenciamento dos resíduos também é uma alternativa viável, além de necessária, pois, atualmente, apenas para a coleta e transporte há um custo diário de R\$ 0,17 por habitante, o que configura um gasto anual de R\$ 379.395,00 (trezentos e setenta e nove mil, trezentos e noventa e cinco reais).

A primeira proposta apresentada, com possibilidade de implantação imediata, é a adoção de projetos de educação ambiental junto à população para que a coleta seletiva seja implantada com sucesso e o reaproveitamento e a reciclagem possam fazer parte da cultura ambiental da sociedade local. Essa ação, por ser uma das principais soluções, deve ser iniciada imediatamente

Também importante, o envio desses resíduos para aterros sanitários licenciados é outro aspecto a ser considerado com urgência, configurando-se ação emergencial a ser realizada imediatamente, acrescentada ao processo de coleta e transporte ao transbordo já existentes no município.

O processo de coleta e transporte ao local de transbordo custa hoje R\$ 379.395,00 (trezentos e setenta e nove mil, trezentos e noventa e cinco reais) por ano. O acréscimo devido à disposição dos resíduos a aterro sanitário licenciado próximo ao município representa um custo anual adicional de R\$ 296.849,00 (duzentos e

noventa e seis mil, oitocentos e quarenta e nove reais), totalizando R\$ 676.244,00 (seiscentos e setenta e seis mil, duzentos e quarenta e quatro reais) por ano, R\$ 56.354,00 (cinquenta e seis mil, trezentos e cinquenta e quatro reais) por mês, gerando uma despesa de R\$ 0,30 por habitante por dia.

Com a evolução desse processo no sentido de se aproveitar integralmente os resíduos orgânicos e os recicláveis no município, o transporte para aterro sanitário seria apenas dos rejeitos inaproveitáveis, reduzindo o custo por habitante para menos de R\$ 0,21.

O estudo gravimétrico realizado no município identificou que a soma de plástico, papel, vidro e metal totaliza 18,67% dos resíduos, 49,87 % são materiais orgânicos e rejeitos contribuem com 31,46%.

Os números da gravimetria mostram que há um grande potencial de economia com o manejo dos resíduos, pois, em última instância, apenas os rejeitos classificados como “outros”, menos de um terço do total, serão destinados a aterro sanitário, seja exportando-os para outra localidade, seja processando no próprio município. O restante teria como destino as recicladoras (18,67% - plástico, papel, vidro e metal) e a maior parte, aproximadamente a metade dos resíduos coletados, compostos de materiais orgânicos destinados a compostagem.

Assim, a implementação de usina de triagem e compostagem para a seleção e envio dos materiais recicláveis (papéis, metais, plásticos e vidros) para as indústrias de reciclagem, e, a compostagem da matéria orgânica para utilização do composto orgânico nos jardins e canteiros do próprio município ou ainda para venda (reintrodução ao mercado produtivo) mostra-se como uma importante proposta, vindo a colaborar para sua adequação técnica e legal, além de eventual obtenção de receita com a venda dos materiais e matéria orgânica, receita essa que pode ser destinada a implantação de outras ações correlatas, como o desenvolvimento de programas de incentivo a coleta seletiva, educação ambiental, reciclagem, logística reversa, entre outras.

A reestruturação e adequação do sistema contribuirá para a melhoria da qualidade de vida da população, trazendo, ainda, inúmeros benefícios socioeconômicos e ambientais ao município de São Francisco de Sales - MG.

Assim, conclui-se que são muitas as possibilidades para resolução do problema do descarte dos resíduos sólidos no município, mas objetivamente, a proposta desse

trabalho é a implantação paulatina de soluções técnicas, indo ao encontro do atendimento à legislação e a inclusão em paralelo de um programa de educação ambiental junto à população, para que as soluções propostas sejam mais bem entendidas e aceitas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRELPE. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. 2017. Disponível em: [http://abrelpe.org.br/pdfs/panorama/panorama\\_abrelpe\\_2017.pdf](http://abrelpe.org.br/pdfs/panorama/panorama_abrelpe_2017.pdf) Acesso em: 30 dezembro 2019.

ALBUQUERQUE, J. B. T. **Resíduos Sólidos: Teoria – Jurisprudencia – Legislação – Pratica**, 1ª Ed., Leme: Editora Independente, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, **Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos – NBR 8419**. Rio de Janeiro, 1992.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, **Armazenamento de resíduos classe II – não inertes e III - inertes – NBR 11174**. Rio de Janeiro, 1990.

BARBOSA, R. P.; IBRAHIN, F. I. D. **Resíduos Sólidos, Impactos, Maneijos e Gestão Ambiental**, São Paulo: Editora Érica, 2014.

BARROS, Raphael Tobias de Vasconcelos. **Elementos de resíduos**, Belo Horizonte: Editora Tessitura, 2012.

BARROS, Regina Mambeli. **Tratado sobre resíduos: gestão, uso e sustentabilidade**. Rio de Janeiro: Editora Interciência Ltda, 2012.

BARSANO, Paulo Roberto. BARBOSA, Rildo Pereira. **Meio ambiente: guia prático e didático**. 2. ed. São Paulo: Erica, 2017.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, [2016]. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm) Acesso em: 11 julho 2018.

BRASIL. Lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm) Acesso em: 11 julho 2018.

BRASIL. Lei nº 9.795 de 27 de abril de 1999. **Institui a Política Nacional de Educação Ambiental**. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9795.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm) Acesso em: 15 dezembro 2019.

BRASIL. Lei nº 11.445 de 05 de janeiro de 2007. **Institui a Política Federal de Saneamento Básico**. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm) Acesso em: 21 novembro 2019.

CRESPO, Antonio Arnot. **Estatística fácil**. 17ed. São Paulo: Saraiva, 2002.

FEAM. **Panorama da destinação dos RSU no estado de Minas Gerais**, 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](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: 30 dezembro de 2019.

FILHO, Carlos Roberto Vieira da Silva; SOLER, Fabricio Dorado. **Gestão de resíduos sólidos: o que diz a lei**. 4. ed. São Paulo: Trevisan Editora, 2019.

GUARDABASSIO, Eliane Vileide. **Gestão pública de resíduos sólidos urbanos na Região do Grande ABC**, São Paulo: Editora Todas as Musas, 2018.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/sao-francisco-de-sales/panorama> Acesso em: 1 agosto 2019.

\_\_\_\_\_. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008**. 2010. Disponível em <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pnsb/pnsb-2008#Manejo%20de%20Res%C3%ADduos%20S%C3%B3lidos> Acesso em: 21 março 2020.

MACHADO, Gleysson Bezerra. **PRS Portal Resíduos Sólidos Disponível em:** <https://portalresiduossolidos.com/tratamento-de-residuos-solidos/> Acesso em: 12 junho 2018.

NASCIMENTO NETO, Paulo. **Resíduos sólidos urbanos: perspectivas de gestão intermunicipal**, São Paulo: Editora Atlas, 2013.

ROCHA, José Sales Mariano. **Educação Ambiental Técnica para os ensinos fundamental, médio e superior**, 2ª. Ed., Brasília: Editora ABEAS, 2001.

SETOP - SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES E OBRAS PÚBLICAS. **Planilha Preço SETOP** - Região Triângulo e Alto Paranaíba. Disponível em: [http://www.infraestrutura.mg.gov.br/images/documentos/precosetop/2019/11-nov/sem-desoneracao/201911\\_SETOP\\_TRIANGULO\\_SEM\\_DESONERACAO.pdf](http://www.infraestrutura.mg.gov.br/images/documentos/precosetop/2019/11-nov/sem-desoneracao/201911_SETOP_TRIANGULO_SEM_DESONERACAO.pdf). Acesso em fev/2020.

TAGLIAFERRO, Evandro Roberto. **Gerenciamento de Resíduos Sólidos Domiciliares em São José do Rio Preto** - Estudo de Caso. In: FÓRUM AMBIENTAL DA ALTA PAULISTA, 14., 2018. Anais.... Tupã: Associação Amigos da Natureza da Alta Paulista - ANA, 2018. v. 14. p. 282-295.

TAGLIAFERRO, Evandro Roberto; VANZELA, Luiz Sergio; AMÉRICO-PINHEIRO, Juliana Heloisa Pinê. **Valorização/Recuperação Energética dos Resíduos**. In: João Adalberto Campato Junior. (Org.). Ciências Ambientais: Interdisciplinaridade, Ensino e Pesquisa. 1ed. São José do Rio Preto: HN Editora, 2019a, v., p. 215-236.

TAGLIAFERRO, Evandro Roberto; VIANA, David Valpassos. **Caracterização Gravimétrica dos Resíduos Sólidos de um Aterro Sanitário Municipal no Interior do Estado de São Paulo**. In: FÓRUM AMBIENTAL DA ALTA PAULISTA., 15., 2019. Anais... Tupã: ANAP - Associação Amigos da Natureza da Alta Paulista, 2019b. v. 15. p. 604-616.

TCPO: **infraestrutura urbana**. São Paulo: PINI, 2014.

VIANA, E.; SILVEIRA, A. I.; MARTINHO, G. **Caracterização de Resíduos Sólidos, Uma Abordagem Metodologica e Propositiva**, São Paulo: Biblioteca 24 horas, 2015.