



Universidade de Ribeirão Preto  
Centro de Ciências Exatas e Tecnologias  
Programa de Pós-graduação em Tecnologia Ambiental

EDILZA FILICE CHAYB

PROPOSTA DE UMA NOVA ABORDAGEM DE CLASSIFICAÇÃO DOS  
RESÍDUOS DOMICILIARES POTENCIALMENTE INFECTANTES: UMA  
CONTRIBUIÇÃO PARA O PLANO MUNICIPAL DE GESTÃO  
INTEGRADA

RIBEIRÃO PRETO-SP

2019

Edilza Filice Chayb

PROPOSTA DE UMA NOVA ABORDAGEM DE CLASSIFICAÇÃO DOS  
RESÍDUOS DOMICILIARES POTENCIALMENTE INFECTANTES: UMA  
CONTRIBUIÇÃO PARA O PLANO MUNICIPAL DE GESTÃO  
INTEGRADA.

Tese apresentada à Banca do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Tecnologia Ambiental da Universidade de Ribeirão Preto, na Linha de Pesquisa: Gestão Integrada e Gerenciamento de Resíduos Sólidos, como requisito parcial para obtenção do título de Doutora em Tecnologia Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Valdir Schalch

RIBEIRÃO PRETO-SP

2019

Ficha catalográfica preparada pelo Centro de Processamento  
Técnico da Biblioteca Central da UNAERP  
- Universidade de Ribeirão Preto -

C512p Chayb, Edilza Filice, 1965-  
Proposta de uma nova abordagem de classificação dos resíduos domiciliares potencialmente infectantes: uma contribuição para o plano municipal de gestão integrada / Edilza Filice Chayb. – Ribeirão Preto, 2019.  
262 f.: il. color.

Orientador: Prof. Dr. Valdir Schalch.

Tese (doutorado) - Universidade de Ribeirão Preto, UNAERP, Tecnologia Ambiental. Ribeirão Preto, 2019.

1. Resíduos domiciliares. 2. Saúde pública. 3. Microrganismos patogênicos. 4. Classificação de resíduos. I. Título.

CDD 628

EDILZA FILICE CHAYB

**“Proposta de uma Nova Abordagem de Classificação dos Resíduos  
Domiciliares Potencialmente Infectantes: uma Contribuição para o Plano  
Municipal de Gestão Integrada”.**

Tese apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Doutora pelo programa de Pós-graduação em Tecnologia Ambiental do Centro de Ciências Exatas, Naturais e Tecnologias da Universidade de Ribeirão Preto.

Orientador: Prof. Dr. Valdir Schalch.

Área de concentração: Tecnologia Ambiental

Data de defesa: 31 de outubro de 2019

Resultado: APROVADO

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Valdir Schalch  
Presidente/UNAERP



Profa. Dra. Amanda Borges Ribeiro de  
Oliveira  
NEPER - USP São Carlos



Profa. Dra. Luciana Rezende Alves de  
Oliveira  
UNAERP



Profa. Dra. Érica Pugliesi  
UFSCAR



Prof. Dr. Wellington Cyro de Almeida  
Leite  
UNAERP

RIBEIRÃO PRETO  
2019

Dedico este trabalho aos meus filhos Vitória Felice Camargos e Vinícius Felice Camargos por estarem sempre ao meu lado, com amor, compreensão, apoio, incentivo e colaboração em todas as etapas deste trabalho; à minha filha Bárbara Felice Camargos (*in memoriam*), que será eternamente meu anjinho amado; à minha mãe Eny Felice Chayb (*in memoriam*), com seu exemplo de força, determinação e sabedoria serviram de fonte inspiradora para concretização desse sonho...

## AGRADECIMENTOS

À Deus, pela sua infinita misericórdia, manancial de vida e força, iluminando-me, sendo refúgio e fortaleza nos momentos difíceis, e benção nos momentos de alegria...

Aos meus filhos, Vitória Felice Camargos e Vinícius Felice Camargos pelo incentivo, cumplicidade, compreensão, apoio, estímulo e colaboração em todos os momentos.

Ao meu pai Tomaz Edilson Chayb, irmãos e cunhadas pelas palavras de incentivo e força. E pelas orações em cada passo dado.

Ao Prof. Drº. Valdir Schalch meu orientador na condução científica da presente tese, que com a sua reconhecida experiência e conhecimento orientou no desenvolvimento deste trabalho, sempre com simpatia e atenção.

À Coordenadora do Curso de Pós-Graduação Doutorado em Tecnologia Ambiental, Profa. Dra. Luciana Rezende Alves de Oliveira, pelo acolhimento, confiança, amizade, carinho, apoio e colaboração em todas as questões acadêmicas. Agradeço ainda a todos os professores com os quais tive o prazer de absorver os seus conhecimentos em sala de aula. Às secretárias Marcela Eusébio Berti e Carla Roberta de Almeida sempre atenciosas e disponíveis para comigo nas questões administrativas.

À Profa. Dra. Dora Inês Kozusny Andreani minha coorientadora, a quem carinhosamente chamava de madrinha acadêmica pela sabedoria e competência sempre demonstrados nesta jornada, que muito me auxiliou na construção dessa pesquisa, desde o mestrado até o doutorado. E com quem sempre tive uma grande relação de confiança e amizade.

Ao Prof. Dr. Márcio Teixeira, diretor do Hospital Odontológico da Universidade Federal de Uberlândia pelo apoio, confiança, amizade, compreensão e exemplo de competência e profissionalismo.

À Universidade Federal de Uberlândia, que oportunizou a participar do Programa de Apoio à Qualificação ao Servidor, propiciando assim, a conquista de uma realização pessoal, como também profissional.

À todos, o meu muito obrigada!

“ Deus nos fez perfeitos e não escolhe os capacitados, capacita os escolhidos. Fazer ou não fazer algo, só depende de nossa vontade e perseverança [...]” *Albert Einstein*

## RESUMO

Como um grande fator de risco para a saúde pública, o manejo inadequado dos resíduos domiciliares (RD), constitui um problema sanitário de ampla discussão, posto que o descarte inapropriado desses resíduos causa efeitos indesejáveis à saúde do homem e ao meio ambiente, principalmente, porque tais resíduos contemplam a presença de patógenos que transmitem doenças. O que legitima a abordagem deste estudo, que considera a patogenicidade, uma propriedade que evidencia a periculosidade de um resíduo domiciliar. Este trabalho mostrou uma lacuna informativa nas legislações vigentes do Brasil e em outros países, quanto ao gerenciamento dos RD com potencial infectocontagioso, e objetivou propor uma Nova Abordagem de Classificação dos Resíduos Domiciliares Potencialmente Infectantes (RDPI), em relação à contaminação por microrganismos patogênicos, a fim de contribuir com o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS). A metodologia utilizada no presente trabalho foi uma abordagem analítica e descritiva, de cunho qualitativo, com a coleta de dados por meio de pesquisas bibliográficas e documentais, em que as suas interpretações se deram a partir da lógica indutiva com análise de bases científicas, conjunto de leis e normas técnicas que serviram para padronizar, organizar e qualificar os procedimentos, quanto ao manejo adequado dos RDPI. Os resultados obtidos foram a priori, a criação de uma classificação de risco quanto ao grau de periculosidade dos constituintes dos RDPI, de acordo com as características de patogenicidade, que se dispuseram em cinco grupos descritos por meio de letras gregas e codificados por dois dígitos: a. Ômega ( $\Omega$  00); b. Alfa ( $\alpha$  0I); c. Beta ( $\beta$  0II); d. Gama ( $\gamma$  0III); e. Delta ( $\Delta$  0IV). A nova classificação dos RDPI implicou a descrição das etapas do processo de seu gerenciamento que abarca a segregação, o acondicionamento, a identificação, coleta e destinação final. Para auxiliar a dispersão e padronizar esta nova abordagem de classificação RDPI, fora produzido três ferramentas informativas: um mapa conceitual por meio do *software Cmap Tools*; um fluxograma do manejo pelo *Smart Art-Microsoft Office Word* e etiquetas autoadesivas na cor rosa, por meio do *software Label Printer* para diferenciar os RDPI pelos municípios na etapa de identificação. Neste sentido, a nova abordagem de classificação dos RDPI tem o intuito de corroborar com o PMGIRS, em que auxiliará na prevenção de doenças de causas evitáveis por infecções de agentes biológicos patogênicos, trazendo a simbologia da responsabilidade individual na saúde coletiva e na preservação do meio ambiente. Sob uma ótica conjuntural entre as ciências ambientais e as ciências da saúde espera-se ainda que este trabalho represente um subsídio à novas pesquisas na área dos RD, para mudança do paradigma social na conceituação dos RDPI, e que ampare os órgãos competentes com novos parâmetros epidemiológicos caracterizados pela produção e tratamento dos mesmos, na possibilidade de implementar novas normativas técnicas, e com o intuito de propiciar condições para que os gestores municipais, possam implementar de forma eficiente e segura o gerenciamento dos RDPI, com a finalidade de prevenir agravos à saúde humana, animal e minimizar o impacto ao meio ambiente.

**Palavras-chave:** Resíduos domiciliares. Classificação de resíduos. Microrganismos patogênicos. Saúde pública. Plano municipal gestão integrada de resíduos sólidos.

## ABSTRACT

As a major risk factor for public health, the inadequate household waste management is a sanitary problem of wide discussion, because improper disposal of these wastes causes undesirable effects on human health and the environment, mainly because these wastes include the presence of pathogens that can transmit disease. This legitimizes the approach of this study, which considers pathogenicity, a property that evidences the hazardousness of a household waste. This work showed an informative gap in the current legislation of Brazil and worldwide regarding the management of household waste with infectious potential, and aimed to propose a new approach to classification of Potentially Infectious Household Waste (PIHW), the which concerns the contamination by pathogenic microorganisms, to contribute to the Municipal Plan for Integrated Solid Waste Management (MPISWM). The methodology used in the present work was a qualitative analytical and descriptive approach, with data collection through bibliographic and documentary research, in which their interpretations were based on inductive logic with analysis of scientific bases. Set of laws and technical standards that have served to standardize, organize and qualify procedures for proper management of PIHW. The results obtained were a priori, the creation of a risk classification regarding the degree of dangerousness of the components of the PIHW, according to the pathogenicity characteristics, which were arranged in five groups described by Greek letters and coded by two digits: a. Omega ( $\Omega$  00); b. Alpha ( $\alpha$  0I); c. Beta ( $\beta$  0II); d. Gamma ( $\gamma$  0III); e. Delta ( $\Delta$  0IV). The new classification of the PIHW implied the description of the stages of its management process that encompasses segregation, packaging, identification, collection and final destination. To aid the dispersion and standardization of this new PIHW classification approach, three informative tools had been produced: a Concept Map through Cmap Tools software; a management flowchart made by Smart Art-Microsoft Office Word, and finally pink self-adhesive labels made by Label Printer software to differentiate PIHW by citizens in the identification step. In this context, a new approach to the classification of PIHW was intended to corroborate with MPISWM, which will assist in the prevention of diseases caused by infections of pathogenic biological agents, bringing a symbol of individual responsibility for collective health and the environment. From the conjuncture point of view between Environmental Sciences and Health Sciences, it is also expected that this work represents a subsidy for new research in the area of household waste, to change the social paradigm in the conceptualization of PIHW and to support the public agencies for new epidemiological parameters, characterized by their production and treatment. In addition, contributing to the possibility of implementing new technical standards in order to provide conditions for municipal managers to efficiently and safely implement PIHW management, to prevent health problems. human and animal health and minimize the impact on the environment.

**Keywords:** Household waste. Waste classification. Pathogenic microorganisms. Public health. Municipal plan integrated solid waste management.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Classificação dos resíduos sólidos quanto à origem.....	27
Figura 2 – Legislação da União Europeia (EU) .....	39
Figura 3 – Hierarquia da Gestão de Resíduos na Legislação da EU.....	40
Figura 4 – A: Foto dos sacos de papel para resíduos orgânicos; B: Escotilha de material orgânico, rejeitos e jornais; C: Escotilha de material orgânico com chave.....	51
Figura 5 – Liubliana – (Eslovênia) Capital Verde e Waste Zero.....	58
Figura 6 – Lixeiras subterrâneas em Liubliana (Eslovênia) .....	53
Figura 7 – Geração de RSU no Brasil .....	65
Figura 8 – Evolução da geração total de RSU Brasil.....	65
Figura 9 – Coleta RSU no Brasil.....	66
Figura 10 – Participação das regiões do país no total de RSU coletado.....	66
Figura 11 – Disposição Final de RSU no Brasil por tipo de Destinação (T/Dia) .....	67
Figura 12 – Quantidade de RSU gerados na Região Sudeste .....	68
Figura 13 – Quantidade de RSU coletados na Região Sudeste .....	68
Figura 14 – Disposição Final de RSU na Região Sudeste (T/Dia) .....	68
Figura 15 – Fluxo de Serviços de Limpeza Urbana conforme PNRS .....	70
Figura 16 – Porcentagem da População Urbana por situação de regularização da destinação dos RSU em 2017.....	89
Figura 17 – Número de Municípios por tipologia de Destinação Final dos RSU 2017.....	90
Figura 18 – Tipologia de Destinação dos RSU por território de Desenvolvimento 2017.....	91
Figura 19 – Panorama da Destinação dos RSU no Território Triângulo Norte em 2017.....	91
Figura 20 – Novo Aterro Sanitário do Município de Uberlândia (MG) .....	101
Figura 21 – Fluxograma do gerenciamento integrado RSU .....	111
Figura 22 – Análise de ciclo de vida de dois cenários: Aterro Sanitário e WTE .....	112
Figura 23 – Planos de Resíduos por Abrangência.....	127
Figura 24 – Cadastro PGIRS na FEAM.....	131
Figura 25 – Gráfico de tendência de elaboração dos PMGIRS no Brasil.....	133
Figura 26 – Roteiro para estabelecimento do Plano Diretor de Gerenciamento Integrado do Resíduo Municipal .....	137
Figura 27 – Composição do Resíduo Domiciliar (RD) no Brasil (% peso) .....	145
Figura 28 – Taxa de Cobertura do Serviço de coleta de RD no Brasil.....	151

Figura 29 – Taxa de Cobertura do Serviço de coleta de RD em relação a população rural no Brasil.....	151
Figura 30 – Percentual da composição gravimétrica dos RD em regiões de Uberlândia (MG) 2015-2017.....	153
Figura 31 – Mapa de Uberlândia-setores da coleta regular.....	157
Figura 32 – Quantidade total coletada de RSS por regiões e no Brasil.....	167
Figura 33 – Classificação das Bactérias.....	175
Figura 34 – Bactéria ( <i>Escherichia coli</i> ) .....	176
Figura 35 – Bactéria ( <i>Pseudomonas aeruginosa</i> ) .....	177
Figura 36 – Bactéria ( <i>Staphylococcus aureus</i> ) .....	178
Figura 37 – Bactéria ( <i>Micrococcus</i> ) .....	179
Figura 38 – Bactéria ( <i>Shigella</i> spp) .....	180
Figura 39 – Bactéria ( <i>Streptococcus pyogenes</i> ) .....	181
Figura 40 – Fungo ( <i>Aspergillus niger</i> ) .....	183
Figura 41 – Fungo ( <i>Penicillium</i> spp) .....	184
Figura 42 – Fungo (Microfotografia de <i>Penicillium</i> ) .....	184
Figura 43 – Fungo ( <i>Fusarium</i> spp) .....	185
Figura 44 – Fungo ( <i>Rhizopus</i> spp) .....	185
Figura 45 – Fungo ( <i>Candida albicans</i> ) .....	186
Figura 46 – Mapa da Localização da cidade de Uberlândia (MG) .....	198
Figura 47 – Coleta do resíduo domiciliar no caminhão da limpeza em Uberlândia-MG .....	208
Figura 48 – Meios de Cultura/37° .....	209
Figura 49 – Identificação da bactéria.....	209
Figura 50 – Tipos de Microrganismos Patogênicos por Classe Social (em %) .....	210
Figura 51–Percentual dos Tipos de Microrganismos Patogênicos presentes nos RD no município de Uberlândia (MG) .....	211
Figura 52 – Teor Patogênico dos RD com os de Saúde.....	213
Figura 53 – Mapa Conceitual da Abordagem de Classificação dos RDPI .....	234
Figura 54 – Fluxograma do Manejo dos RDPI .....	235
Figura 55 – Etiqueta Autoadesiva do Grupo Ômega.....	236
Figura 56 – Etiqueta Autoadesiva do Grupo Alfa.....	236
Figura 57 – Etiqueta Autoadesiva do Grupo Beta.....	237
Figura 58 – Etiqueta Autoadesiva do Grupo Gama.....	237
Figura 59 – Etiqueta Autoadesiva do Grupo Delta.....	237

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição dos Resíduos Sólidos (em %) .....	38
Tabela 2 - Dados de Geração de Resíduos Sólidos Municipais .....	38
Tabela 3 - Destinação Final dos RSU dos municípios regularizados Território Triângulo.....	92
Tabela 4 - Projeção Populacional no período de 2013 a 2032 .....	98
Tabela 5 - Projeção de geração de RSU gerados em Uberlândia entre de 2013 a 2032.....	99
Tabela 6 - PMGIRS nos municípios brasileiros em 2015 .....	133
Tabela 7 - Responsabilidades Públicas e Privadas dos resíduos gerados .....	135
Tabela 8 - Taxa de geração média anual por hab. dos RD no mundo.....	148
Tabela 9 - Composição Gravimétrica do RD países de baixa, média e alta renda da Ásia ...	149
Tabela 10 - Composição Gravimétrica do RD em alguns países (em %) .....	150
Tabela 11 - Informações sobre quantidades de RD coletados em alguns municípios da região sudeste .....	152
Tabela 12 - Indicadores sobre coleta de RD .....	152
Tabela 13 - Tempo de Sobrevivência de alguns microrganismos em RSU .....	188
Tabela 14 - Microrganismos presentes nos RSU que acometem algumas doenças .....	189
Tabela 15 - Doenças relacionadas aos RSU transmitidas por vetores .....	190
Tabela 16 - Doenças relacionadas com RSU transmitidas por macro vetores, reservatórios.	190
Tabela 17 - Doenças relacionadas aos microrganismos patogênicos presentes em alguns alimentos .....	191
Tabela 18 - Doenças ligadas direta ou indiretamente a gestão inadequada de RSU.....	193
Tabela 19 - Tempo de Sobrevivência (dias) dos microrganismos patogênicos nos RD .....	206

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Origem dos resíduos e órgãos responsáveis pela coleta.....	25
Quadro 2 – Os principais fatores que exercem influência sobre as características dos RSU...	29
Quadro 3 – Composição dos resíduos em diferentes cidades ao redor do mundo.....	36
Quadro 4 – Resíduos domiciliares coletados e o PIB em países ao redor do mundo.....	37
Quadro 5 – Leis Federais (gestão de RS) .....	78
Quadro 6 – Decretos Federais (gestão de RS) .....	79
Quadro 7 – Resoluções (gestão de RS) .....	80
Quadro 8 – Deliberações (gestão de RS) .....	82
Quadro 9 – Instruções Normativas (gestão de RS) .....	83
Quadro 10 – Portarias (gestão de RS) .....	84
Quadro 11 – Normas ABNT (gestão de RS) .....	85
Quadro 12 - Tipos de Recursos mobilizados por um sistema de gestão de resíduos.....	114
Quadro 13 – Principais tipos de coleta e suas definições.....	121
Quadro 14 – Classificação dos resíduos sólidos quanto à periculosidade.....	142
Quadro 15 – Resíduos domiciliares potencialmente perigosos.....	142
Quadro 16 – Lista de composição dos materiais da amostra de composição gravimétrica ...	146
Quadro 17 – Frequência dos serviços de coleta nos setores.....	156
Quadro 18 – Setores da coleta de RD de Uberlândia-MG.....	158
Quadro 19 – Classificação dos resíduos de serviços de saúde (RSS) RDC 222/18 .....	161
Quadro 20 – Classificação dos subgrupos do grupo A dos RSS.....	162
Quadro 21 – Classificação de Risco dos RSS segundo a RDC 222 .....	163
Quadro 22 – Classificação das cores dos recipientes para acondicionamento dos resíduos do grupo D.....	170
Quadro 23 – Influência dos fatores ambientais sobre os microrganismos.....	172
Quadro 24 – Classificação dos resíduos sólidos quanto à periculosidade.....	201
Quadro 25 – Principais Microrganismos Patogênicos nos RD e suas principais doenças.....	205
Quadro 26 – Agentes bacterianos, fatores contribuintes, alimentos incrimináveis, e sinais e sintomas mais comuns.....	207
Quadro 27 – Classificação dos constituintes dos RD.....	217
Quadro 28 – Classificação de risco dos RD de acordo com o grau de periculosidade.....	219

Quadro 29 – Classificação dos cinco grupos dos RDPI de acordo com o grau de risco e classificação de seus contribuintes.....	223
Quadro 30 – Descrição das etapas do Manejo dos RDPI.....	231

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas;
ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais;
AAF	Autorização Ambiental de Funcionamento;
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária;
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente;
COPAM	Conselho Estadual de Política Ambiental;
EPA	Environmental Protection Agency;
FEAM	Fundação Estadual do Meio Ambiente;
IBAM	Instituto Brasileiro de Administração Municipal;
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística;
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora;
OCDE	Organização de Cooperação e de Desenvolvimento Econômico;
OMS	Organização Mundial da Saúde;
ONU	Organização das Nações Unidas;
PGRSS	Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde;
PMGIRS	Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos;
PMU	Prefeitura Municipal de Uberlândia;
PNMA	Política Nacional do Meio Ambiente;
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos;
RDC	Resolução da Diretoria Colegiada;
RD	Resíduos Domiciliares;
RDPI	Resíduo Domiciliar Potencialmente Infectante
RSS	Resíduos de Serviços de Saúde;
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos;
SEMAD	Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável
SMSU	Secretaria Municipal de Serviços Urbanos;
SISEMA	Sistema Estadual de Meio Ambiente;
SNIS	Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento;
UE	União Europeia;
UTC	Usina de Triagem e Compostagem.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>20</b>
<b>2 OBJETIVOS.....</b>	<b>23</b>
2.1 OBJETIVO GERAL.....	23
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	23
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>24</b>
3.1 RESÍDUOS SÓLIDOS.....	24
3.1.1 Definição de Resíduos Sólidos.....	24
3.1.2 Classificação dos Resíduos Sólidos.....	25
3.1.3 Classificação quanto à origem.....	26
3.1.4 Classificação quanto à periculosidade.....	28
3.1.5 Classificação quanto a características dos resíduos.....	29
3.1.5.1 Características Físicas.....	32
3.1.5.2 Características Químicas.....	33
3.1.5.3 Características Biológicas.....	34
3.2 PANORAMA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS EM OUTROS PAÍSES.....	35
3.2.1 União Europeia (EU) - Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) .....	39
3.2.2 Alemanha - Gestão de RSU .....	44
3.2.3 Suíça - Gestão de RSU .....	46
3.2.4 Zurique (Suíça) - Gestão de RSU .....	47
3.2.5 Suécia - Gestão de RSU .....	49
3.2.6 França - Gestão de RSU .....	52
3.2.7 Espanha - Gestão de RSU .....	52
3.2.8 Liubliana (Eslovênia) - Gestão de RSU .....	53
3.2.9 Ucrânia - Gestão de RSU .....	54
3.2.10 Japão - Gestão de RSU .....	59
3.2.11 Canadá - Gestão de RSU .....	61
3.2.12 Estados Unidos da América (EUA) - Gestão de RSU .....	62
3.2.13 São Francisco (EUA) - Gestão de RSU .....	64
3.3 PANORAMA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL.....	64
3.3.1 Aspectos Legais e Normativos dos Resíduos Sólidos no Brasil.....	72
3.4 PANORAMA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS EM MINAS GERAIS (MG) .....	87

3.4.1 Aspectos Legais e Normativos dos Resíduos Sólidos em Minas Gerais (MG) .....	92
3.5 PANORAMA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS EM UBERLÂNDIA (MG) .....	97
3.5.1 Dados Estatísticos do Município de Uberlândia (MG) .....	97
3.5.2 Prestação dos serviços da Secretaria Municipal de Serviços Urbanos (SMSU) .....	100
3.5.3 Destinação e Disposição Final - Aterro Sanitário .....	101
3.5.4 Sistema de Coleta e Manejo de Resíduo Sólido de Uberlândia (MG) .....	101
3.5.5 Serviços de Coleta Seletiva .....	102
3.5.6 Resíduos dos Serviços de Saúde de Uberlândia (MG) .....	103
3.5.7 Aspectos Legais e Normativos dos Resíduos Sólidos em Uberlândia (MG) .....	104
3.6 GESTÃO E GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS.....	107
3.6.1 Etapas do Gerenciamento dos RSU .....	115
3.6.1.1 Segregação.....	116
3.6.1.2 Acondicionamento.....	116
3.6.1.3 Identificação.....	120
3.6.1.4 Coleta.....	121
3.6.1.5 Destinação final.....	123
3.7 PLANOS DE RESÍDUOS SÓLIDOS.....	126
3.7.1 Plano Nacional de Resíduos Sólidos.....	126
3.7.2 Plano Estadual de Resíduos Sólidos de Minas Gerais (MG) .....	129
3.7.3 Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Uberlândia (MG) .....	131
3.7.4 Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos de Uberlândia (MG) .....	136
3.8 RESÍDUOS DOMICILIARES (RD) .....	140
3.8.1 Definição de RD .....	140
3.8.2 Constituintes dos RD .....	142
3.8.3 Realidade dos RD em outros Países, no Brasil, Minas Gerais e Uberlândia.....	147
3.8.4 Plano de Gerenciamento dos RD no Município de Uberlândia-MG.....	154
3.9 RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE (RSS) .....	158
3.9.1 Definição dos RSS.....	158
3.9.2 Classificação dos RSS.....	160
3.9.3 Aspectos Legais e Normativos dos RSS.....	164
3.9.4 Plano de Gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS) .....	166
3.10 ECOLOGIA MICROBIANA.....	171
3.10.1 Diversidade Microbiana.....	171
3.10.2 Microrganismos Patogênicos.....	173

3.10.2.1 Patogenicidade.....	173
3.10.2.2 Bactérias.....	174
3.10.2.3 Fungos.....	182
3.10.3 Doenças associadas aos Microrganismos Patogênicos presentes nos RD.....	187
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>194</b>
4.1 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA.....	194
4.1.1 Primeira Etapa.....	195
4.1.2 Segunda Etapa.....	196
4.1.3 Terceira Etapa.....	196
4.1.4 Quarta Etapa.....	196
4.1.4.1 Mapa Conceitual da abordagem de classificação dos RDPI.....	197
4.1.4.2 Fluxograma do manejo dos RDPI.....	197
4.1.4.3 Produção de etiquetas autoadesivas para colocação nos sacos plásticos.....	197
4.1.5 Quinta Etapa.....	197
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>198</b>
5.1 CLASSIFICAÇÃO DOS RD COM FOCO NO SEU POTENCIAL INFECTOCONTAGIOSO BASEADO NA LACUNA DAS NORMATIVAS TÉCNICAS, NO QUE DIZ RESPEITO AO GERENCIAMENTO DESSES RESÍDUOS NO BRASIL E EM OUTROS PAÍSES.....	199
5.1.1 Discussão e análise das leis, resoluções, portarias e normas técnicas em relação ao gerenciamento dos RSU (Domiciliares) no Brasil.....	199
5.1.2 Análise comparativa do Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS) em relação ao grau de periculosidade e as classes de Risco .....	203
5.1.3 Apresentação e análise dos principais microrganismos patogênicos presentes nos RD, suas principais doenças e tempo de sobrevivência (dias) .....	204
5.1.3.1 As formas de contaminação por RD infectados por microrganismos patogênicos .....	206
5.1.3.2 Apresentação dos microrganismos patogênicos e suas contagens presentes nos RD do município de Uberlândia-MG .....	208
5.1.3.3 Análise e discussão da contraposição entre o Teor Patogênico dos RD com os RSS no município de Uberlândia-MG .....	211
5.2 PROPOSTA DE UMA ABORDAGEM DE CLASSIFICAÇÃO PARA OS RESÍDUOS POTENCIALMENTE INFECTANTES (RDPI) DE ACORDO COM AS CARACTERÍSTICAS DE PATOGENICIDADE E NA CLASSIFICAÇÃO DE SEUS CONSTITUINTES.....	215

5.2.1 Classificação dos grupos de risco quanto ao grau de periculosidade e de acordo com as características de patogenicidade .....	218
5.2.2 Classificação dos RD e seus constituintes divididos por cinco grupos descritos por meio de letras gregas e codificados por dois dígitos .....	219
5.2.3 Classificação dos Cinco Grupos dos RDPI de acordo com seus constituintes e o grau de risco de periculosidade baseados nas características de patogenicidade .....	222
5.3 IMPACTOS DA CONTAMINAÇÃO E OS RISCOS INERENTES AO GERENCIAMENTO QUE OS RDPI PODEM OCASIONAR QUANDO NÃO SEGREGADOS, ACONDICIONADOS E IDENTIFICADOS ADEQUADAMENTE NOS DOMICÍLIOS .....	227
5.3.1 Descrição das Etapas do Processo de Gerenciamento pautado na abordagem de classificação dos RDPI .....	229
5.4 PRODUÇÃO, PADRONIZAÇÃO E DIVULGAÇÃO DE TRÊS FERRAMENTAS INFORMATIVAS SENDO: UMA MAPA CONCEITUAL DA ABORDAGEM DE CLASSIFICAÇÃO; UM FLUXOGRAMA DO MANEJO DOS RDPI E ETIQUETAS AUTOADESIVAS COM A SIMBOLOGIA DESSES RESÍDUOS.....	233
5.4.1 Mapa Conceitual da Abordagem de Classificação dos RDPI .....	233
5.4.2 Fluxograma do Manejo dos RDPI .....	233
5.4.3 Elaboração de Etiquetas Autoadesivas para colocação nos sacos plásticos que acondicionarão os RDPI .....	233
5.5 PROCESSO DE GERENCIAMENTO DOS RDPI A PARTIR DA ABORDAGEM DE CLASSIFICAÇÃO .....	238
<b>6.0 CONCLUSÕES.....</b>	<b>242</b>
<b>7.0 SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS.....</b>	<b>246</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>247</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O pensamento ambiental surge desde a idade média, com normas que norteavam nas leis naturais do meio ambiente, porém foi a partir de 1972, no Congresso de Estocolmo, que se instituíram novas maneiras de pensar o meio ambiente. Segundo Albergaria (2005, p. 16), apresentou-se um novo paradigma sobre a necessidade de preservação de natureza. Além disso, trouxe um crescimento urbano não planejado. Cidades que cresceram em torno das grandes indústrias, sem estrutura urbanística e de saneamento básico (GOBBI, 2017).

Esse consumismo desenfreado aliado ao baixo nível de consciência ambiental são fatores que agravam a produção e acúmulo de resíduos no meio urbano. A quantidade de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) produzida anualmente no planeta tem avançado num ritmo superior ao crescimento populacional. Conforme dados da Organização das Nações Unidas (ONU) em 2015, a geração de RSU era de 1,2 kg RSU/hab. dia (1,3 bilhões de toneladas de RSU por ano), em 2025, quando a taxa de urbanização se aproximar dos 60% (4,7 bilhões), a geração de RSU praticamente dobrará (2,2 bilhões de toneladas por ano) ultrapassando a marca dos 1,5 kg/hab. Dia (ONU, 2015).

Em relação aos números referentes à geração de RSU no Brasil, revelam um total anual de 78,4 milhões de toneladas no país, o montante coletado em 2017 foi de 71,6 milhões de toneladas, registrando um índice de cobertura de coleta de 91,2% para o país. No tocante à disposição final dos RSU coletados, com cerca de 42,3 milhões de toneladas de RSU, ou 59,1% do coletado, dispostos em aterros sanitários, o restante, que corresponde a 40,9% dos resíduos coletados, foi despejado em locais inadequados por 3.352 municípios brasileiros, totalizando mais 29 milhões de toneladas de resíduos em lixões ou aterros controlados, que não possuem o conjunto de sistemas e medidas necessários para proteção do meio ambiente contra danos e degradações, com danos diretos à saúde de milhões de pessoas (ABRELPE, 2017).

De acordo com Waldman (2013), o consumo e a geração de resíduos acompanham a alta tendência, e para controlar este processo são necessárias políticas públicas que capitaneiem esta mudança de paradigma social e que permitam uma eficiente gestão dos RSU, classificando-os, quantificando-os e elevando-os ao patamar de matéria prima na produção de novos bens. A mudança de paradigma na conceituação de resíduo é um grande avanço no sentido de regular e controlar os RSU, pois valora estes resíduos, retirando-os da obscuridade e inserindo-os no mercado, despertando com isto o interesse do empresariado em investimentos na área.

A Lei Federal nº 12.305, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) engloba como RSU os resíduos domiciliares (RD), oriundos de atividades domésticas em

residências urbanas. A referida política, deu uma reviravolta na manutenção urbana, condicionou-se uma nova metodologia sanitária para os municípios brasileiros. Dentro desta reformulação sanitária, há a inclusão do manejo dos RD, com suas três frações distintas, os recicláveis, os orgânicos biodegradáveis e os rejeitos (BRASIL, 2010).

Apesar da PNRS, ainda, a maioria dos municípios brasileiros dispõe seus RD sem nenhum controle, uma prática de graves consequências, com criação de focos de organismos patogênicos, vetores de transmissão de doenças, com sérios impactos na saúde pública (MARCHEZETTI; KAVISKI; BRAGA, 2011).

Dessa forma, os RD gerados inadvertidamente, e seu manejo feito de forma inadequada corroboram para sua característica patogênica. Silva e Liporone (2011) afirmam que tal patogenicidade dos RD, mostra a presença de agentes infecciosos, que podem estar nos lenços descartáveis, nas fezes de animais domésticos, fraldas descartáveis, absorventes higiênicos e alimentos perecíveis.

Em razão disso, Burton e Engelkirk (2005) definem que microrganismo patogênico é aquele capaz de desencadear doença. Assim sendo, os patógenos mais frequentes nos resíduos, causadores de infecções, são os seguintes: *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Rhizopus* (TORTORA *et al*, 2012).

Em detrimento a presença desses microrganismos patogênicos nos RD, Takayanagui (2005), aborda que os resíduos podem ser classificados quanto à periculosidade, que é determinada pelas propriedades físico-químicas e microbiológicas, que relaciona as características dos resíduos com o risco proporcionado à saúde pública e riscos ao meio ambiente, quando resíduos perigosos são manuseados ou destinados inadequadamente. Assim, os RD podem ser classificados de acordo com: origem; tipo de resíduo; composição química e periculosidade (SILVA; MATOS; FISCILETTI, 2017).

Dentre tais classificações, Capaz e Nogueira (2014) abordam que a classificação quanto a periculosidade é de grande importância, pois a partir dela torna-se possível elaborar, planejar e efetivar corretamente a melhor forma de tratamento em conformidade com os seus riscos à saúde e/ou meio ambiente. O que legitima a abordagem deste estudo, que considera a patogenicidade uma propriedade que evidencia a periculosidade de um resíduo domiciliar.

Neste contexto, esta tese apresenta uma proposta de uma abordagem de Classificação dos Resíduos Domiciliares Potencialmente Infectantes (RDPI), no que diz respeito a contaminação por microrganismos patogênicos, a fim de contribuir com os Planos Municipais de Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos (PMGIRS) dos municípios.

A abordagem de classificação dos RDPI apresentada, propõe-se classificar os constituintes dos RD quanto ao grau de risco, dado ao seu potencial infectocontagioso, com a finalidade de evitar a contaminação por microrganismos patogênicos à população envolvida, e também apresentar adequadamente o manejo dos RDPI, em relação às técnicas de segregação, acondicionamento, identificação, coleta e destinação final.

Assim, apresenta-se uma contraposição entre o teor patogênico dos RD com os Resíduos de Serviços de Saúde, e mostra-se a necessidade dessa abordagem de classificação dos RD com foco no seu potencial infectocontagioso, bem como, a lacuna informativa dentro das normativas técnicas, no que diz respeito ao gerenciamento desses resíduos no Brasil e em outros países.

A título de padronização e facilidade de acesso da abordagem de classificação dos RDPI, são produzidas ferramentas informativas como: um mapa conceitual; um fluxograma e etiquetas autoadesivas, com o propósito de contribuir de forma eficiente, por meio de uma linguagem simbólica, na prevenção de doenças de causas evitáveis por infecções de agentes biológicos.

Espera-se que este trabalho com o seguimento das diretrizes de classificação dos RDPI apresentadas nesta tese, possam propiciar condições para que os gestores municipais dentro de suas competências, incluam nos seus PMGIRS, e que novas normativas técnicas, sejam implementadas com a nova abordagem de classificação, bem como, o seu gerenciamento adequado, com a finalidade de prevenir agravos à saúde humana, animal e minimizar o impacto ao meio ambiente.

Os resultados da pesquisa poderão servir como instrumento norteador para futuros estudos sobre o processo de classificação dos constituintes dos RD, de modo que, se busquem alternativas (soluções) que contemplem o campo científico e que se desdobrem em ações mitigadoras, no sentido de prevenir a contaminação por resíduos com potencial infectocontagioso.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Este estudo teve como objetivo propor uma abordagem de classificação dos resíduos domiciliares potencialmente infectantes, em relação à contaminação por microrganismos patogênicos, a fim de contribuir com o Plano Municipal de Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- classificar os resíduos domiciliares com foco no seu potencial infectocontagioso, baseado na lacuna das normativas técnicas, no que diz respeito ao gerenciamento desses resíduos no Brasil e em outros países;
- propor uma abordagem de classificação para os resíduos potencialmente infectantes (RDPI) de acordo com as características de patogenicidade e na classificação de seus constituintes;
- evidenciar os impactos da contaminação e os riscos inerentes ao gerenciamento que os RDPI podem ocasionar quando não segregados, acondicionados e identificados adequadamente nos domicílios;
- elaborar, padronizar e divulgar três ferramentas informativas sendo: um mapa conceitual da abordagem de classificação; um fluxograma do manejo dos RDPI e etiquetas autoadesivas com a simbologia desses resíduos, a serem colocadas nos sacos plásticos que acondicionarão os RDPI nos domicílios;
- apresentar um Processo de Gerenciamento dos RDPI a partir da abordagem de classificação desses resíduos.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

Esta seção foi fundamentada na análise de artigos científicos, teses e dissertações, trabalhos técnicos e legais com o objetivo de estabelecer os conceitos e definições relativas aos resíduos domiciliares (RD) e resíduos de serviços de saúde (RSS); panorama dos resíduos sólidos (RS) em outros países, no Brasil, em Minas Gerais e no município de Uberlândia, bem como seus aspectos Legais e Normativos; a Gestão e Gerenciamento dos RS; os Planos de RS; a Ecologia Microbiana, onde serão abordados alguns temas relacionados ao risco de contaminação quando expostos ao descarte irregular de RD e também, as questões sanitárias presentes na legislação ambiental.

#### 3.1. RESÍDUOS SÓLIDOS

##### 3.1.1 Definição de Resíduos Sólidos

Resíduo derivado do latim *residuu* é um adjetivo. E significa o que resta, restante, remanescente. Tem como sinônimos: despejo, detrito e lixo (MICHAELIS, 2004).

No que se refere às definições contidas na Lei 12.305/2010 por meio da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) é importante destacar algumas, começando pela definição de “resíduos sólidos” (art. 3º, inciso XVI):

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).

A Lei 12.305/2010 apresenta, ainda, a seguintes definições de; “rejeitos” (art. 3º, inciso XV) e “geradores de resíduos sólidos” (art. 3º, inciso IX):

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 (Brasil, 2010).

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 (Brasil, 2010).

Já a Norma Brasileira Regulamentadora (NBR) 10.004/2004, elaborada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) dá a seguinte definição para Resíduos Sólidos:

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

### 3.1.2 Classificação dos Resíduos Sólidos

De acordo com a NBR 10.004/2004, a classificação de RS envolve a identificação do processo ou atividade que lhes deu origem, de seus constituintes e características, e a comparação destes constituintes com listagens de resíduos e substâncias cujo impacto à saúde e ao meio ambiente é conhecido. Esta Norma classifica os RS quanto aos seus riscos potenciais à saúde pública, para que possam ser gerenciados adequadamente (ABNT, 2004).

Os RS podem ser classificados de acordo com a sua origem, características e periculosidade, a partir de um parâmetro de qualidade ambiental e saúde pública. De acordo o CEMPRE (2018), é necessário que se conheçam a origem dos resíduos. Dessa maneira, as formas de classificá-los são:

- a) por sua natureza física: seco e molhado;
- b) por sua composição química: matéria orgânica e matéria inorgânica;
- c) pelos riscos potenciais ao meio ambiente: perigosos, não-inertes.

Os RS também podem ser classificados de acordo com o local em que foram gerados, e são de responsabilidade do seu gerador como apresenta no Quadro 1 (CEMPRE, 2018).

Quadro 1 – Origem dos resíduos e órgão responsável pela coleta

	<b>RESPONSÁVEL</b>
<b>Domiciliar</b>	Prefeitura
<b>Comercial</b>	Prefeitura
<b>Público</b>	Prefeitura
<b>Serviços de Saúde</b>	Gerador
<b>Porto, aeroporto e terminal ferroviário</b>	Gerador
<b>Agrícola</b>	Gerador
<b>Industrial</b>	Gerador

Fonte: (CEMPRE, 2018).

Quanto ao laudo de classificação pode ser baseado exclusivamente na identificação do processo produtivo, quando do enquadramento do resíduo perigoso e não perigoso da NBR 10.004/04. Deve constar no laudo de classificação a indicação da origem do resíduo, descrição

do processo de segregação e descrição do critério adotado na escolha de parâmetros analisados, quando for o caso, incluindo os laudos de análises laboratoriais. Outros métodos analíticos podem ser exigidos pelo Órgão de Controle Ambiental, dependendo do tipo e complexidade do resíduo, com a finalidade de estabelecer seu potencial de risco à saúde humana e ao meio ambiente (ABNT, 2004).

Conforme a ANVISA (2006), as normas e resoluções existentes classificam os RS devido ao risco potencial ao meio ambiente e à saúde, bem como em função da natureza e origem. Os RS podem ser caracterizados e classificados em três grandes grupos, quanto à periculosidade, à origem e às propriedades físicas, químicas e biológicas.

Outra classificação para os RS foi proposta por Leite (1997) que os categorizou como:

- natureza física: seco ou molhado;
- composição química: matéria orgânica ou inorgânica;
- grau de biodegradabilidade: facilmente, moderadamente, dificilmente degradáveis e não-degradáveis;
- riscos potenciais ao meio ambiente e saúde pública;
- atividade de origem ou fonte.

### 3.1.3 Classificação quanto à Origem

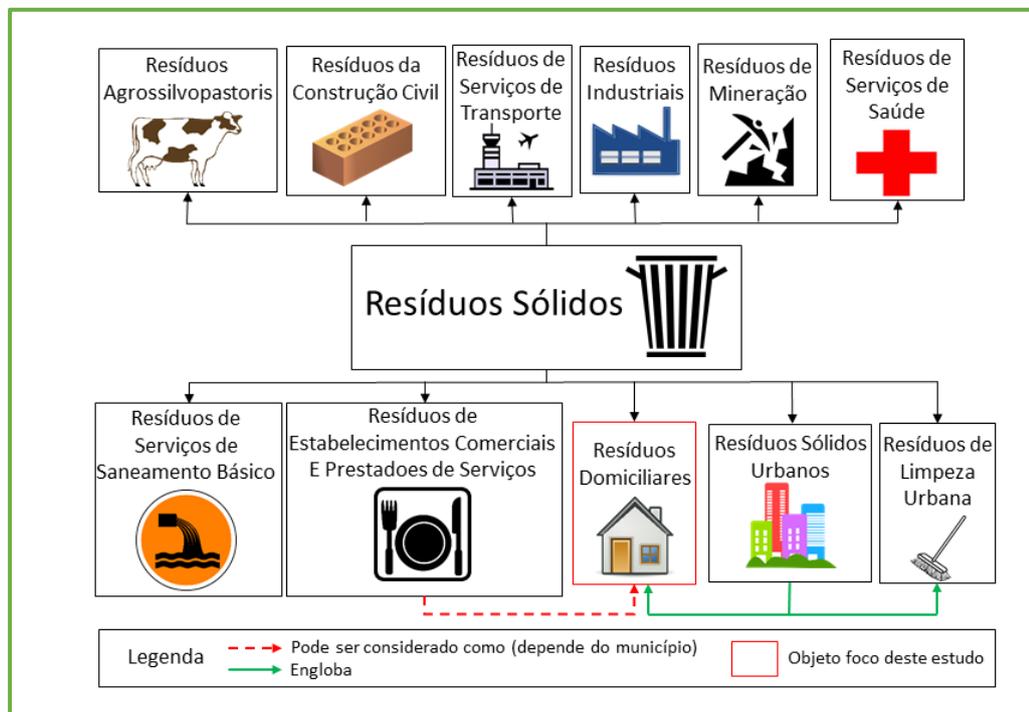
Conforme a referida Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, no seu art. 13º os RS têm a seguinte classificação, quanto à origem:

- a) resíduos domiciliares: os originários de atividades domésticas em residências urbanas;
- b) resíduos de limpeza urbana: os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana;
- c) resíduos sólidos urbanos;
- d) resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços;
- e) resíduos dos serviços públicos de saneamento básico;
- f) resíduos industriais: os gerados nos processos produtivos e instalações industriais;
- g) resíduos de serviços de saúde: os gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS;
- h) resíduos da construção civil: os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis;

- i) resíduos agrossilvopastoris: os gerados nas atividades agropecuárias e silvicultoras, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades;
- j) resíduos de serviços de transportes: os originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira;
- k) resíduos de mineração: os gerados na atividade de pesquisa, extração de minérios.

De acordo com Kim (2018) a classificação dos RS quanto à sua origem segundo a PNRS (2010) apresenta-se na Figura 1.

Figura 1- Classificação dos resíduos sólidos quanto à origem



Fonte: Adaptado (KIM, 2018).

A origem dos resíduos é essencial para determinar os riscos que podem causar ao meio ambiente, é estabelecida a responsabilidade de cada gerador que deve garantir a forma correta de acondicionamento, transporte, tratamento e destinação final correta dos resíduos produzidos. Porém, a classificação dos resíduos a partir da origem não tem conseguido abranger todos os resíduos que merecem importância, devido as suas características inerentes e pela variedade de resíduos gerados em diferentes atividades e ambientes.

### 3.1.4 Classificação quanto à Periculosidade

A NBR 10.004/2004 classifica os RS quanto aos riscos potenciais, ao meio ambiente e à saúde, nas seguintes classes:

- a) Resíduos Classe I – Perigosos: são assim denominados porque apresentam periculosidade quanto à inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade.
- b) Resíduos Classe II – Não Perigosos: são aqueles que se decompõem com o tempo sem comprometer o meio e as pessoas em seu entorno.
  - Resíduos Classe II A – Não Inertes: são os resíduos que não se enquadram nas classificações de resíduos classe I – Perigosos ou de resíduos classe II B – Inertes. Podem ter propriedades, tais como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.
  - Resíduos Classe II B – Inertes: quando amostrados de uma forma representativa, conforme ABNT NBR 10007, submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou desionizada, à temperatura ambiente, segundo ABNT NBR 10006, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor.

Portanto, a PNRS (2010) estabelece a classificação dos resíduos quanto ao seu grau de periculosidade para o meio ambiente e a saúde pública, sendo que os resíduos considerados perigosos (Classe I) devem receber tratamento específico e adequado dos responsáveis pela sua geração.

Quanto à periculosidade, os resíduos perigosos, conforme suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, apresentam considerável risco à saúde pública ou qualidade ambiental, segundo a lei. Enquanto os resíduos não perigosos, são os que não se enquadram, em razão de sua natureza, composição ou volume, ser equiparados aos RD pelo poder público municipal (BRASIL, 2010).

A classificação dos RS em relação à sua periculosidade é de grande importância, pois a partir dela torna-se possível elaborar, planejar e efetivar corretamente a melhor forma de tratamento em conformidade com os seus riscos à saúde e/ou meio ambiente (CAPAZ & HORTA NOGUEIRA, 2014).

Ainda, os resíduos são classificados de acordo com a periculosidade que é determinada pelas propriedades físico-químicas e microbiológicas, que relaciona as características dos resíduos com o risco proporcionado à saúde pública, levando a danos à saúde da população e

riscos ao meio ambiente, quando resíduos perigosos são manuseados ou destinados inadequadamente (TAKAYANAGUI, 2005).

### 3.1.5 Classificação quanto as características dos resíduos

De acordo com Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2017), a composição dos RSU é bastante distinta entre as regiões do Brasil, sendo relacionada com as características, hábitos e consumo, atividade dominante, clima e descarte de resíduos.

Conforme apresenta Monteiro *et al.* (2001), os resíduos possuem características que variam conforme o país ou região e também em função de diversos fatores como, por exemplo, a atividade predominante no local (industrial, comercial, turística, etc.) e, também, relacionados aos hábitos e aos costumes da população, como a alimentação e o clima. Estas são as chamadas características físicas e químicas. E as características dos resíduos não recicláveis podem variar em função de aspectos sociais, econômicos, culturais, geográficos e climáticos, ou seja, os mesmos fatores que também diferenciam as comunidades entre si e as próprias cidades.

Dentre os fatores que influenciam as características dos RS, conforme Quadro 2, estão os fatores demográficos, socioeconômicos, as épocas de festividades, as estações do ano em cidades turísticas (MONTEIRO *et al.*, 2001).

Quadro 2 - Os principais fatores que exercem forte influência sobre as características dos resíduos sólidos

<b>FATORES</b>	<b>INFLUÊNCIA</b>
<b>CLIMÁTICOS</b>	
Chuvas	Aumento do teor de umidade
Outono	Aumento do teor de folhas
Verão	Aumento do teor de embalagens de bebidas (latas, vidros e plásticos).
<b>EPÓCAS ESPECIAIS</b>	
Carnaval	Aumento do teor de embalagens de bebidas (latas, vidros e plásticos)

Continuação

Continuação: Quadro 2 - Os principais fatores que exercem forte influência sobre as características dos resíduos sólidos

Natal/Ano Novo/Páscoa	Aumento de embalagens (papel/papelão, plásticos maleáveis e metais) e aumento de matéria orgânica.
Dia dos Pais/Mães	Aumento de embalagens (papel/papelão, plásticos maleáveis e metais)
Férias escolares	Esvaziamento de áreas da cidade em locais não turísticos e aumento populacional em locais turísticos.
<b>DEMOGRÁFICOS</b>	
População urbana	Quanto maior a população urbana, maior a geração <i>per capita</i> .
<b>SOCIOECONÔMICOS</b>	
Nível cultural	Quanto maior o nível cultural, maior a incidência de materiais recicláveis e menores a incidência de matéria orgânica.
Nível educacional	Quanto maior o nível educacional, menor a incidência de matéria orgânica.
Poder Aquisitivo	Quanto maior o poder aquisitivo, maior a incidência de materiais recicláveis e menores a incidência de matéria orgânica.
Poder aquisitivo (no mês)	Maior consumo de supérfluos perto do recebimento do salário (fim e início do mês).
Poder aquisitivo (na semana)	Maior consumo de supérfluos no fim e semana.
Desenvolvimento tecnológico	Introdução de materiais mais leves, reduzindo o valor do peso específico aparente dos resíduos.
Lançamento de novos produtos	Aumento de embalagens
Promoções de lojas comerciais	Aumento de embalagens
Campanhas ambientais	Redução de materiais não biodegradáveis (plásticos) e aumento de matérias recicláveis e/ou biodegradáveis.

Fonte: Adaptado (MONTEIRO *et al.*, 2001).

De acordo com Vilhena (2010) há a possibilidade de classificação quanto ao aspecto físico do resíduo, como seco e molhado, ou por sua composição química, como matéria orgânica e inorgânica. Semelhantemente, utilizam-se termos como ‘resíduos secos’ e ‘resíduos úmidos’, os originários de atividades domésticas em residências urbanas: Os resíduos secos são constituídos principalmente por embalagens fabricadas a partir de plásticos, papéis, vidros e metais diversos, ocorrendo também produtos compostos como as embalagens “longa vida” e outros. Já os resíduos úmidos são constituídos principalmente por restos oriundos do preparo dos alimentos. Contém partes de alimentos in natura, como folhas, cascas e sementes, restos de alimentos industrializados e outros.

Assim, Vilhena (2010) apresenta as classes dos RS como:

- Resíduo de Limpeza Urbana: São os resíduos presentes nos logradouros públicos, em geral resultantes da natureza (folhas, galhadas, terra), escórias de equipamentos públicos (resíduos de pavimentação, praças, canteiros, pontilhões, ...), descartes irregulares e indevidos pela população (entulhos em áreas abandonadas, margens de rios e vias, ...). Os pneus: são muitos os problemas ambientais gerados pela destinação inadequada. Se deixados em ambiente aberto, sujeito a chuvas, os pneus acumulam água, servindo como local para a proliferação de mosquitos. Se encaminhados para aterros de lixo convencionais, provocam "ocos" na massa de resíduos, causando a instabilidade do aterro. Se destinados em unidades de incineração, a queima da borracha gera enormes quantidades de material particulado e gases tóxicos, necessitando de um sistema de tratamento dos gases extremamente eficiente e caro. Por todas estas razões, o descarte de pneus é hoje um problema ambiental grave ainda sem uma destinação realmente eficaz.

- Resíduos de Significativo Impacto Ambiental: São as pilhas, baterias e lâmpadas fluorescentes, atuais resíduos passíveis de regulamentação, e desconhecido controle de destinação, estão classificados como resíduos perigosos. Pilhas e Baterias: Têm como princípio básico converter energia química em energia elétrica utilizando um metal como combustível. Apresentando-se sob várias formas (cilíndricas, retangulares, botões), podem conter um ou mais dos seguintes metais: chumbo (Pb), cádmio (Cd), mercúrio (Hg), níquel (Ni), prata (Ag), lítio (Li), zinco (Zn), manganês (Mn) e seus compostos. As substâncias das pilhas que contêm esses metais possuem características de corrosividade, reatividade e toxicidade e são classificadas como "Resíduos Perigosos – Classe I". As substâncias contendo cádmio, chumbo, mercúrio, prata e níquel causam impactos negativos sobre o meio ambiente e, em especial, sobre o homem.

Outras substâncias presentes nas pilhas e baterias, como o zinco, o manganês e o lítio, embora não estejam limitadas pela NBR 10.004, também causam problemas ao meio ambiente.

- As Lâmpadas Fluorescentes: O pó que se torna luminoso encontrado no interior das lâmpadas fluorescentes contém mercúrio. Isso não está restrito apenas às lâmpadas fluorescentes comuns de forma tubular, mas encontra-se também nas lâmpadas fluorescentes compactas. As lâmpadas fluorescentes liberam mercúrio quando são quebradas, queimadas ou enterradas em aterros sanitários, o que as transforma em resíduos perigosos Classe I, uma vez que o mercúrio é tóxico para o sistema nervoso humano e, quando inalado ou ingerido, pode causar uma enorme variedade de problemas fisiológicos.

- Resíduos da Construção Civil: O Setor da construção civil é a que mais explora recursos naturais, e é a que mais geram resíduos. No Brasil, a tecnologia construtiva normalmente aplicada favorece o desperdício na execução das novas edificações. Em termos quantitativos, esse material corresponde a algo em torno de 50% da quantidade em peso de resíduos sólidos urbanos coletados em cidades com mais de 500 mil habitantes de diferentes países, inclusive o Brasil. Em termos de composição, os resíduos da construção civil são uma mistura de materiais inertes, tais como concreto, argamassa, madeira, plásticos, papelão, vidros, metais, cerâmica e terra.

- Resíduos de fontes especiais: São resíduos que, em função de suas características peculiares, passam a merecer cuidados especiais em seu manuseio, acondicionamento, estocagem, transporte ou disposição final. Dentro da classe de resíduos de fontes especiais, merecem destaque: a) Resíduos industriais São os resíduos gerados pelas atividades industriais. b) Resíduos radioativos, assim considerados os resíduos que emitem radiações acima dos limites permitidos pelas normas ambientais. c) Resíduos de portos, aeroportos e terminais rodoferroviários. Resíduos gerados tanto nos terminais, como dentro dos navios, aviões e veículos de transporte. d) Resíduos Agrossilvopastoris formado basicamente pelos restos de embalagens impregnados com pesticidas e fertilizantes químicos, utilizados na agricultura, que são perigosos. e) Resíduos de serviços de saúde compreendendo todos os resíduos gerados nas instituições destinadas à preservação da saúde da população (VILHENA, 2010).

#### 3.1.5.1 Características físicas

De acordo com o Instituto Brasileiro de Administração Municipal (IBAM, 2013), entende-se por características físicas:

- Composição gravimétrica: traduz o percentual em peso dado material em relação à massa total de resíduos (IBAM, 2013);
- Peso específico: é o peso dos resíduos não compactados em função do volume por eles ocupados, expresso em  $\text{kg/m}^3$  (IBAM, 2013). Sua determinação é fundamental para o dimensionamento de equipamentos e instalações, como coletores de resíduos, contêineres, etc;
- Teor de umidade: quantifica a presença de água na massa de RS, expressa como percentual de peso (%) (IBAM, 2013). Tem influência decisiva, principalmente nos processos de tratamento e destinação do resíduo. É importante para os sistemas térmicos (incineração, pirólise, entre outros). Também, é fundamental para a compostagem e em ambientes de aterros sanitários (IBAM, 2013);
- Compressividade: também conhecida como grau de compactação, indica a redução de volume que uma massa de resíduo pode sofrer, quando submetida a uma pressão (IBAM, 2013). São importantes para o dimensionamento de equipamentos compactadores;
- Geração per capita: relaciona quantidade do resíduo gerado diariamente e o número de habitantes de determinada região ( $\text{kg/hab. dia}$ ) (IBAM, 2013). É de grande importância para o dimensionamento das diversas etapas do gerenciamento de RS, dentre elas: número e capacidade de veículos coletores; dimensionamento de estações de transferência de resíduos; determinação da área necessária para a compostagem e o tamanho das leiras; dimensionamento dos aterros sanitários, ou de centrais de incineração, entre outros (IBAM, 2013).

#### 3.1.5.2 Características químicas

As características químicas dos RS são basicamente compostas por poder calorífico, potencial hidrogeniônico (pH), composição química e relação carbono/nitrogênio (C/N) (IBAM, 2013):

- O potencial hidrogeniônico (pH), que indica o teor de acidez ou alcalinidade dos resíduos, situando-se, em geral, na faixa de 5 a 7, para o lixo domiciliar;
- O pH cujo valor em uma escala de 0 a 14 indica se o material é alcalino, neutro ou ácido, indicando assim o teor de acidez ou alcalinidade do material;
- Poder calorífico indica a capacidade potencial de um material desprender determinada quantidade de calor (energia) quando submetido a processos térmicos;
- Relação C/N ou relação carbono/nitrogênio, indica o grau de decomposição da matéria orgânica do resíduo nos processos de tratamento e disposição final (IBAM, 2013).

De acordo com IBAM (2013), a composição química traduz os valores de:

- Teores de carbono, uma vez que a eficiência dos processos de decomposição biológica ou incineração relacionam-se diretamente com o carbono dos resíduos;
- Dos teores de nitrogênio, sendo relacionados ao poder calorífico além de auxiliar na avaliação da decomposição do resíduo e na própria decomposição;
- Dos teores de hidrogênio, que indicam parcialmente a quantidade de materiais plásticos presentes nos resíduos;
- Dos teores de oxigênio, pois relacionam-se também com o poder calorífico e tem influência sobre os processos que abrangem a combustão dos resíduos;
- Dos sólidos voláteis, que indica a porcentagem em massa dos resíduos que podem ser volatilizados e;
- Do teor de cinzas, que corresponde à porcentagem em massa do material remanescente após a queima.

A composição química também pode ser determinada por: teores de cinzas, matéria orgânica, carbono, nitrogênio, potássio, cálcio, fósforo, resíduo mineral total, resíduo mineral solúvel e gorduras (CAPAZ & HORTA NOGUEIRA, 2014). Tais valores possuem papel importante, principalmente quando se estudam processos de tratamento de condição de biodegradação em ambientes anaeróbios, atóxicos e aeróbios dos RSU (IBAM, 2013).

### 3.1.5.3 Características biológicas

As características biológicas dos resíduos são aquelas estipuladas pela população microbiana e pelos agentes patogênicos existentes no resíduo que, junto das suas características químicas, possibilitam que sejam escolhidos os métodos de tratamento e disposição final mais adequados (MONTEIRO, 2001).

O estudo da população microbiana e dos agentes patogênicos presentes no resíduo urbano, ao lado das suas características químicas, permite que sejam discriminados os métodos de tratamento e disposição mais adequados (IBAM, 2013).

Conforme Barros (2012) as características biológicas revelam as espécies microbiológicas presentes na massa de resíduos e, portanto, indicam a forma de degradação da matéria orgânica: as espécies que atuarão, por exemplo, nas fases da compostagem são distintas das que atuarão nas fases da digestão anaeróbia. Sendo assim, tal característica permite que sejam selecionados os métodos de tratamento e disposição final de resíduos.

Souza (2017) complementa que tais características microbiológicas se referem à presença de bactérias, vírus, fungos e protozoários.

O entendimento da origem, classificação, periculosidade, características físicas, químicas e biológicas são fundamentais para o planejamento e logística na realização do gerenciamento dos RS. No próximo tópico, será abordado acerca da situação dos RS no cenário internacional e também acerca da realidade brasileira.

### 3.2 PANORAMA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS EM OUTROS PAÍSES

Por meio de pesquisa documental, em artigos científicos, dissertações e teses, e outros, foi possível identificar alguns países, exemplificando com algumas cidades no que tange às suas legislações, experiências de adoção de boas práticas da gestão dos RS, bem como, o incentivo para que as pessoas mudem seus modos de vida, em relação ao gerenciamento de seus RS.

Em termos mundiais, as nações que mais geram RSU por ano são China (300 milhões de ton/ano), EUA (228,6 milhões de ton/ano) e Índia (226,5 milhões de ton/ano). Em relação à geração RSU per capita, Bahrein lidera o ranking, (906 kg RSU/hab.ano), Canadá (777 kg RSU/hab.ano), Dinamarca (747 kg RSU/hab.ano) e USA (733,7 kg RSU/hab.ano) (WASTE ATLAS, 2017).

As cidades abrigam mais da metade da população mundial (ONU, 2015). Como agravante, cerca de 40% dos resíduos produzidos no planeta ainda são destinados aos vazadouros a céu aberto, atendendo uma população de 3,5 a 4 bilhões de pessoas, principalmente em países em desenvolvimento (ISWA, 2015).

Em 28 dos estados da União Europeia (UE), a quantidade de RSU gerados *per capita* aumentou entre os anos de 1995 e 2009 (EUROSTAT, 2014). Entretanto, observa-se que, a partir do ano de 2008, a geração *per capita* média vem se reduzindo entre estados da União Europeia. Em 2008, a média anual de resíduos gerados por pessoa era de 520 kg (1,42 kg.hab-1.dia-1) enquanto que, em 2012, esse valor passou a 492 kg (1,35 kg.hab-1.dia-1) (EUROSTAT, 2014).

Como formas de tratamento e destino final dos RSU na União Europeia, no ano de 2012, registrou-se que 27% dos resíduos eram encaminhados para reciclagem, 15% para compostagem, 24% para incineração e 34% destinados para aterros sanitários (EUROSTAT, 2014).

No entanto, observa-se que a composição dos resíduos pode variar de região para região, uma vez que está diretamente relacionada às características, hábitos e costumes de consumo e

descarte das populações locais. O Quadro 3 mostra a Composição dos resíduos em diferentes cidades ao redor do mundo (UN-HABITAT, 2010).

Quadro 3 – Composição dos resíduos em diferentes cidades ao redor do mundo

Cidade	Papel (%)	Vidro (%)	Metal (%)	Plásticos (%)	Orgânicos (%)	Outros (%)	Resíduos perigosos domésticos (RPD) (%)	Material residual (%)	Total
Adelaide, Austrália	7	5	5	5	26	52	0	0	100
Bamako, Mali	4	1	4	2	21	52	0	0	83
Belo Horizonte, Brasil	10	3	2	11	66	4	0	5	100
Bengaluru, Índia	8	2	0	7	72	9	1	0	100
Canete, Peru	6	2	2	9	70	11	0	0	100
Curepipe, República de Maurício	23	2	4	16	48	7	0	0	100
Deli, Índia	7	1	0	10	81	0	0	0	100
Daca, Bangladesh	9	0	0	4	74	13	0	0	99
Ghorahi, Nepal	6	2	0	5	79	7	0	0	99
Kunming, China	4	2	1	7	58	26	0	0	98
Lusaka, Zâmbia	3	2	1	7	39	48	0	0	100
Manágua, Nicarágua	9	1	1	8	74	1	0	5	100
Moshi, Tanzânia	9	3	2	9	65	5	0	7	100
Nairóbi, Quênia	6	2	1	12	65	15	0	0	100
Cidade de Quezon, Filipas	13	4	4	16	50	12	0	0	100
Roterdã, Holanda	27	8	3	17	26	19	0	0	100
São Francisco, EUA	24	3	4	11	34	21	3	0	100
Sousse, Tunísia	9	3	2	9	65	11	0	1	100
Condado de Tompkins, EUA	36	6	8	11	29	11	0	0	100
Varna, Bulgária	13	15	10	15	24	23	0	1	100
Média	12	3	3	10	53	17	0	1	
Mediana	9	2	2	9	61	12	0	0	

Fonte: (UN-HABITAT, 2010).

Nota-se que as taxas de geração de resíduos estão intimamente relacionadas com o PIB/capita. Um exemplo é dado no Quadro 4:

Quadro 4 - Resíduos domiciliares coletados e PIB em países ao redor do mundo

País	Kg/habitante	PIB/habitantes para 2007 (\$)
EUA	730	45,593
Austrália	680	42,552
EU 15	577	28,1
Turquia	480	6,547
Japão	434	34,022
Nova Zelândia	400	29,697
Canadá (doméstico)	382	42,738
EU NEM	375	20,153
Coréia do Sul	361	19,624
Rússia	346	8,611
Taiwan	339	16,274
Brasil	337	6,841
México	332	8,426
Cingapura (doméstico)	325	34,152
Chile	318	9,697
Indonésia	255	1,824
Marrocos (doméstico)	250	2,367
Tailândia	237	3,399
Ucrânia	235	2,829
China	230	2,459
Venezuela	220	8,251
Argentina	209	6,309
Colômbia (doméstico)	199	3,614
Índia (urbano)	164	964
Vietnã (urbano)	146	808
África do Sul	144	5,723
Paquistão	127	908

Fonte: (UN-HABITAT, 2010)

Como já foi mencionado, a geração de resíduos está relacionada com a população e o crescimento da renda. Dos dois, o nível de renda que é medido em termos de PIB é o indicador mais potente. Mas ainda mais útil, é o dado que divide o orçamento municipal total para a gestão de resíduos pela população e, em seguida, expressa aquilo como uma porcentagem do produto interno bruto (PIB) per capita: a maior parte dos gastos de gestão de resíduos das cidades do mundo está na faixa de 0,1-0,7% do PIB / per capita (UN-HABITAT, 2010).

De acordo com a Organização de Cooperação e de Desenvolvimento Econômico (OCDE, 2004), apresenta a composição dos resíduos sólidos (em porcentagem) em redor do mundo, conforme Tabela 1 e na Tabela 2, os dados de geração de resíduos sólidos municipais por regiões do globo.

Tabela 1 - Composição dos Resíduos Sólidos (em porcentagem)

REGIÃO	ORGÂNICOS %	PAPÉIS %	PLÁSTICOS %	VIDROS %	METAIS %	OUTROS %
África Centro – Meridional	57	9	13	4	4	13
Ásia Oriental e Pacífico	62	10	13	3	2	10
Europa e Ásia Central	47	14	8	7	5	19
América Latina e Caribe	54	16	12	4	2	12
Oriente Médio e África Setentrional	61	14	9	3	3	10
OCDE*	27	32	11	7	6	17
Ásia Meridional	50	4	7	1	1	37
Global	46	17	10	5	4	18

\*OCDE (Europa Ocidental, América do Norte, Oceania, Japão/Korea)

Fonte: Adaptado (OCDE, 2004; HOORNWEG, 2012).

Tabela 2 - Dados de Geração de Resíduos Sólidos Municipais

	MÉDIA DE GERAÇÃO PER CAPITA	TOTAL TONELADA POR DIA	FRAÇÃO DE GERAÇÃO
África	0,65	169.119	5%
Ásia	0,95	738.958	21%
Europa e Ásia Central	1,1	254.389	7%
América Latina	1,1	437.545	12%
Oriente Médio	1,1	173.545	6%
OCDE*	2,2	1.566.286	44%
Ásia Meridional	0,45	192.410	5%

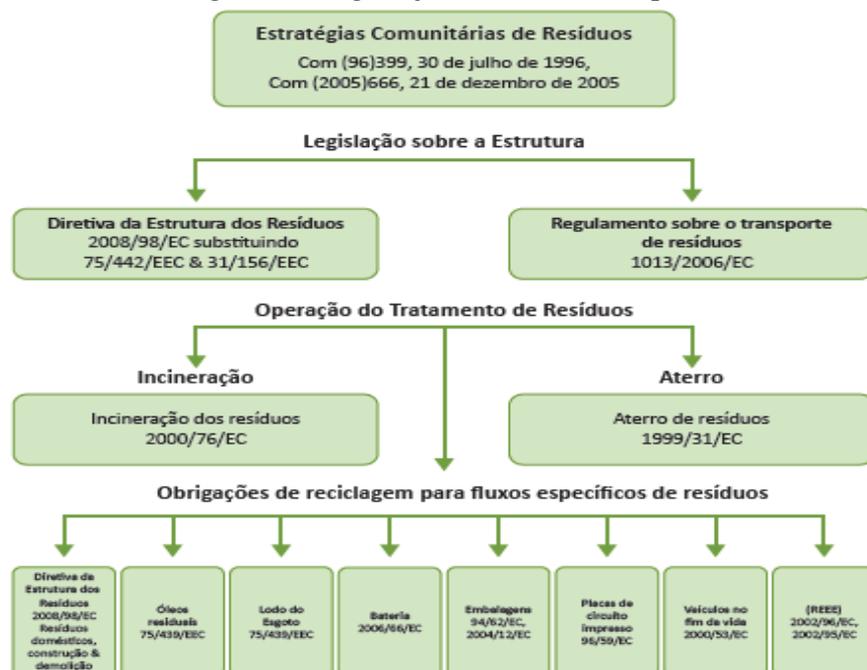
Fonte: Adaptado (OCDE, 2004; HOORNWEG, 2012).

### 3.2.1 União Europeia (UE) – Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU)

Os Princípios da União Europeia para a gestão dos RSU e a legislação europeia referente aos RS são baseadas em quatro princípios fundamentais: hierarquia da gestão dos RS; precaução; poluidor-pagador e a responsabilidade do produtor (EPR); e proximidade e autossuficiência (EUROSTAT, 2014).

Conforme Bassi (2017) a Diretiva 2008/98/EC apresenta medidas tomadas antes de uma substância, material ou produto se ter transformado em resíduo, destinadas a reduzir: a quantidade de resíduos, por meio da reutilização de produtos ou do prolongamento do tempo de vida dos produtos; os impactos adversos no ambiente e na saúde humana resultantes dos resíduos gerados; ou o teor de substâncias nocivas presentes nos materiais e nos produtos. No âmbito da UE, normas específicas para determinados tipos de resíduos. É o caso de óleos usados, pilhas e acumuladores de energia, resíduos de embalagens, de equipamentos elétricos e eletrônicos e veículos em fim de vida. As diretivas da UE estão sendo transpostas para leis nacionais em todos os países do bloco. No que se refere ao gerenciamento dos RS, essa legislação da UE divide-se conforme fluxograma da Figura 2. A Diretiva (2008/98/EC), que antecede a todos, é o principal regulamento que indica os objetivos mais importantes no gerenciamento dos RS, assim como princípios básicos e diretrizes fundamentais.

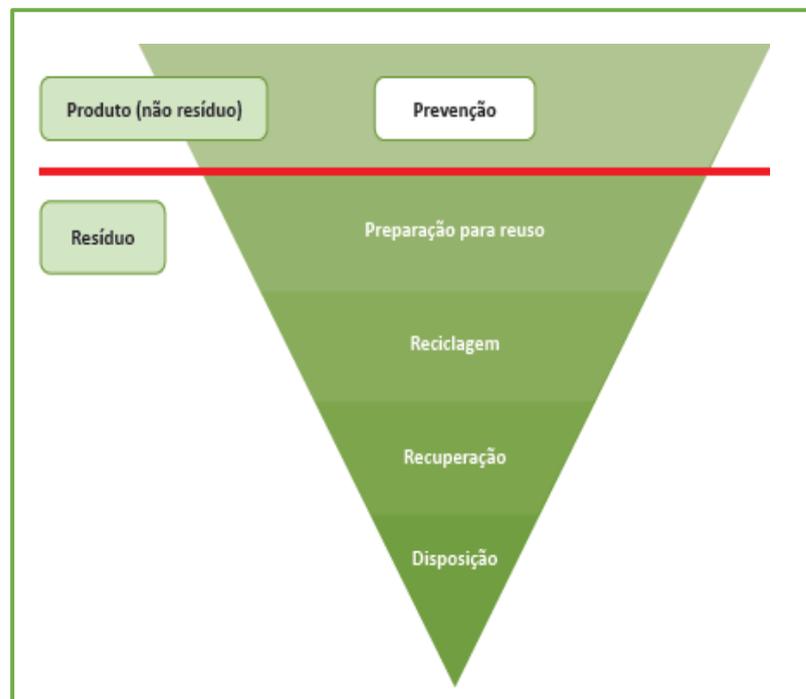
Figura 2 - Legislação da União Europeia



Fonte: (BASSI, 2017).

A Diretiva 2008/98/EC define os conceitos e definições básicos relacionados com a gestão de resíduos, tais como definições de resíduos, reciclagem e recuperação. Ela explica quando o resíduo deixa de ser resíduo e se torna matéria prima secundária (em inglês é usado o termo (“*end-of-waste criteria*”), e como distinguir entre resíduos e derivados. Esta Diretiva estabelece a estrutura legal para o tratamento dos resíduos dentro da Comunidade. Ela tem o objetivo de proteger o meio ambiente e a saúde humana através da prevenção dos efeitos danosos da geração de resíduos e da gestão de resíduos, além disso, a legislação e a política dos resíduos para os Estados Membros da UE são aplicáveis, como ordem de prioridade, na seguinte hierarquia de gestão de resíduos conforme a Figura 3 (BASSI, 2017).

Figura 3 - Hierarquia da gestão de resíduos na Legislação da União Europeia (EU)



Fonte: (BASSI, 2017).

A Diretiva introduz o “princípio de poluidor pagador” e a “responsabilidade estendida do produtor”. Ela incorpora disposições sobre resíduos perigosos e óleos residuais, e inclui duas novas metas de reciclagem e recuperação a serem alcançadas em 2020: 50% de reuso e reciclagem para certos resíduos domiciliares e similares, e 70% de reuso, reciclagem e outro tipo de recuperação para resíduos de construção e demolição, exige que os Estados Membros adotem planos de gestão de resíduos e programas de prevenção de resíduos. A abordagem da União Europeia para a gestão de resíduos é baseada nos seguintes princípios básicos (BASSI, 2017):

- Prevenção de resíduos: Este é um fator chave da assim chamada hierarquia dos resíduos. A redução da quantidade de resíduos gerada na fonte e a redução do conteúdo perigoso dos resíduos automaticamente simplifica sua disposição. A prevenção de resíduos está intimamente vinculada à melhoria dos métodos de fabricação e à influência dos consumidores exigindo produtos mais ecológicos e menos embalagens;

- Reciclagem & reuso: Se os resíduos não podem ser evitados, a maior quantidade de materiais possível deve ser recuperada, preferivelmente através da reciclagem. A Comissão Europeia definiu vários 'fluxos de resíduos' específicos para receber atenção prioritária, com o objetivo de reduzir o impacto ambiental global. Isto inclui resíduos de embalagens, veículos no final da vida, baterias, resíduos eletroeletrônicos. As diretivas da UE agora exigem que os Estados Membros introduzam legislação sobre coleta, reuso, reciclagem e disposição destes fluxos de resíduos. Vários países da UE já estão conseguindo reciclar mais de 50% os resíduos de embalagens;

- Desvio dos Resíduos do Aterro: O desvio dos resíduos do aterro é um elemento importante da política da UE para a melhoria do uso dos recursos e redução dos impactos ambientais da gestão de resíduos. Em particular, em conformidade com a com a Diretiva 1999/31/EC sobre aterros de resíduos, os Estados Membros são obrigados a definir estratégias nacionais para a redução da quantidade de resíduos urbanos biodegradáveis que vão para o aterro;

- A última versão da lei, de 2008, incluiu a distinção dos resíduos que podem ser reciclados e dos rejeitos, material que não pode ser reciclado ou compostado e, portanto, terá como destino final os incineradores (*waste-to-energy facilities*) ou os aterros sanitários. O principal objetivo é minimizar os impactos dos resíduos sólidos na saúde pública e no meio ambiente, considerando todas as fases do ciclo de vida dos produtos, desde a produção até o descarte final. Desta forma, os produtores terão que estabelecer formas de produção mais sustentáveis, gerando menos resíduos e com menor impacto ambiental;

- A lei também estabelece como prioridade a não geração de resíduos, seguida da utilização do mesmo como recurso ao ser reciclado e incorporado novamente ao ciclo econômico. Com este objetivo, é sinalizada no texto a importância da separação dos resíduos na fonte e se possível de coletas específicas para cada material de forma a se obter o máximo potencial na sua valorização e conseqüentemente reduzir o impacto ambiental. A meta é que pelo menos as coletas de papel, metal, plástico e vidro sejam feitas de forma seletiva, e que 50% destes materiais até 2020 sejam recuperados e reciclados e, portanto, não tenham destino incorreto, como o aterro sanitário ou o incinerador;

Em relação aos resíduos perigosos a lei determina que estes sejam coletados, tratados e armazenados de forma ambientalmente correta e de acordo com o seu grau de periculosidade. Não é recomendado que os resíduos perigosos estejam misturados a resíduos não perigosos, mas sim armazenados, embalados e rotulados separadamente em local apropriado. O mesmo ocorre com os óleos usados, este material necessita de uma coleta e armazenagem específicas para que tenha o destino adequado (BASSI, 2017).

Além disso, a Comissão Europeia publicou um *green paper* sobre a gestão de resíduos orgânicos na UE. Ele define várias opções para melhorar a gestão de resíduos orgânicos, incluindo normas para compostos, medidas específicas de prevenção de resíduos orgânicos e metas mais rígidas para os resíduos urbanos biodegradáveis enviados aos aterros (BASSI, 2017).

Os materiais orgânicos, também conhecidos como bioresíduos, precisam ser coletados separadamente dos outros materiais para que possam ser encaminhados para tratamentos biológicos como a compostagem ou biodigestão anaeróbica. Desta forma, a *Waste Framework Directive* requer que os países membros tenham como objetivo primeiro a redução dos resíduos na fonte e na sequência a reciclagem, enquanto que a *Landfill Directive* indica as metas para a redução de resíduos orgânicos nos aterros sanitários (POLZER, 2017).

De acordo com a *Landfill Directive*, os países membros precisam reduzir a quantidade de resíduos orgânicos enviados ao aterro sanitário. A lei requer que haja redução de 75% em 2006, 50% em 2009 e 35% em 2016, tendo como base a quantidade gerada em 1995. Para os doze países que não atingiram a meta os prazos foram revogados para 2010, 2013 e 2020 respectivamente (POLZER, 2017).

*Waste Shipments Directive* regulamenta o transporte dos resíduos comuns e perigosos, indica as metas para reciclagem e reuso, assim como as especificações e normas para aterros sanitários. O terceiro grupo regulamenta a disposição final em aterros sanitários e incineradores e outros tipos de resíduos que estão relacionados no IPPC (*Integrated Pollution Prevention and Control*). Por fim, o quarto grupo são regulamentos específicos para cada tipo de resíduo (POLZER, 2017).

Segundo a Lei WFD (*Waste Framework Directive*), os membros da união europeia são obrigados a tratar e dispor seus resíduos da forma ambientalmente correta, respeitando a hierarquia dos mesmos. A lei também determina que o poluidor seja responsável pelos danos causados ao meio ambiente, assumindo assim os custos necessários para a recuperação do local prejudicado (POLZER, 2017).

A União Europeia, através da WFD, solicita que todos os países membros desenvolvam um plano nacional de resíduos sólidos e que este cubra todo o território e esteja de acordo com a legislação europeia. Os planos nacionais contêm estratégias e objetivos gerais enquanto os planos estaduais ou locais são mais operacionais, focados nas ações relacionadas à própria gestão, desde a coleta até o destino final. Para a elaboração e manutenção dos planos nacionais de gerenciamento de resíduos sólidos a lei determina que estes sejam divulgados para a população e que esta participe ativamente durante todas as fases de elaboração e implantação do plano (POLZER, 2017).

De acordo com a lei WFD, os países são obrigados a identificar em seus planos nacionais de gerenciamento de resíduos sólidos os tipos de resíduos produzidos e os seus respectivos destinos, indicando também se estes serão transferidos para outro país. Todo o fluxo de resíduos é detalhadamente identificado, bem como as formas de coleta, armazenagem, tratamento, equipamentos e tecnologias utilizadas e a disposição final. A lei requer que os países membros atinjam as metas estipuladas, mas não informa como fazer e qual a autoridade responsável. Para isso, cabe ao governo federal de cada membro da União Europeia definir a autoridade competente para atingir cada uma das obrigações nos seus planos federais, estaduais e municipais. Consequentemente, as empresas que realizam a coleta dos resíduos, tratamento e disposição final serão responsáveis por manter atualizados todos os dados, como quantidade, tipo e origem dos resíduos e outras informações relevantes para efeito de fiscalização e registro (POLZER, 2017).

A gestão de resíduos sólidos como parte do planejamento urbano, diversas legislações europeias têm como princípio a minimização dos impactos negativos da produção e gestão dos resíduos sólidos na saúde humana e no ambiente, sendo estabelecidas regras para tornar a valorização e a eliminação dos resíduos mais sustentáveis (POLZER, 2017).

Os países da União Europeia (EU), em relação às taxas para envio de resíduos aos aterros, são possíveis observar que tais países aumentaram a taxa acima de 50% e que proibiram o envio de orgânicos e resíduos não separados para os aterros possuem os melhores resultados. O mesmo é possível verificar para aqueles que estabeleceram uma taxa acima de 30 euros por tonelada a ser aterrada. A introdução de coletas separadas para recicláveis e orgânicos é outro aspecto relevante que contribui com o aumento do índice da reciclagem nos municípios. E por fim, países que utilizam instrumentos econômicos para estimular a reciclagem pelos cidadãos também contribuem com o aumento das taxas. Foi verificado que o sistema de taxa *pay-as-you-throw* baseado no peso do rejeito doméstico, coletas separadas para cada tipo de resíduo e com

frequências diferentes, mostrou ser mais efetiva do que taxas baseadas no valor da propriedade ou outro modelo similar (BASSI, 2017).

A tecnologia MBT (*Mechanical-Biological Treatment*) é considerada um pré-tratamento dos resíduos, onde o material é separado mecanicamente, sendo a parte orgânica destinada a tratamento biológico. As usinas geralmente recebem resíduos domésticos misturados, resíduos comerciais e industriais. É considerado o primeiro passo, visto que depois de separado, o material pode seguir para reciclagem ou incineração. Esta tecnologia está presente em 16 dos 32 países da UE, nos outros 11 países o sistema ainda não está totalmente implantado e os cinco restantes não possuem essa instalação. Os países que lideram em capacidade de MBT são a Itália, Alemanha e Espanha (POLZER, 2017).

Para 2020, o objetivo da União Europeia é atingir uma economia circular, onde o resíduo seja visto como um recurso a ser incorporado no sistema novamente. Dessa forma, é necessário mudar drasticamente o ultrapassado e convencional sistema baseado unicamente no envio dos resíduos para os aterros sanitários (UE, 2011). Esse objetivo pode ser atingido com a inserção de pré- tratamentos ao destino final como, por exemplo, reciclagem, compostagem, recuperação energética e outros. A última versão da WFD indica ainda que o gerenciamento de resíduos precisa ser pensado de forma que os estados membros se tornem autossuficientes na disposição final e na recuperação energética (POLZER, 2017).

Conforme Bassi (2017) a maior parte dos países europeus vem adotando regras bastante rígidas em relação aos resíduos sólidos. Com vistas a aproximar o tratamento dado à questão, a União Europeia editou várias normas referentes a resíduos sólidos. A Diretiva 75/442/CEE relativa a resíduos em geral, determinava que os Estados-membros adotassem as medidas necessárias para promover a prevenção, a reciclagem e a transformação dos resíduos, a obtenção a partir destes de matérias-primas e eventualmente de energia, assim como qualquer outro método que permita a reutilização dos resíduos.

### 3.2.2 Alemanha – Gestão de RSU

Alemanha é pioneira na adoção de medidas destinadas a equacionar a questão dos RSU. De uma política que previa a coleta dos resíduos gerados e a valorização ou a simples deposição desses resíduos, passou-se a aplicar, essencialmente, os princípios de evitar e valorizar os resíduos antes da sua eliminação (BASSI, 2017).

É um dos primeiros países, a adotar medidas legais, visando equacionar a produção e destinação dos RSU. Eles estão fazendo a gestão dos RSU de forma socialmente planejada e

ambientalmente equilibrada. O país promoveu uma série de ações sociais e políticas, para o ajustamento das medidas socioambientais, e a implementação de programas de educação ambiental e publicidade em todas as mídias. A criação da política de selo verde e montagem, de infraestrutura física e gerencial, associada à coleta seletiva, foram ações que minimizaram substancialmente, a problemática causada pelo descarte irregular de resíduos sólidos, no meio ambiente, por outro lado, o poder público, também estimulou, o reuso e a reciclagem de materiais, em todos os setores produtivos.

Estão previstos planos de gerenciamento de RSU, elaborados pelas autoridades competentes, com as metas de redução e recuperação de resíduos e as instalações de disposição de resíduos necessárias para assegurar a disposição no território nacional. Os planos devem especificar, as instalações de disposição de resíduos autorizadas e as áreas adequadas para a implantação de aterros e outras instalações para disposição final de resíduos. A elaboração dos planos deve contar com as várias partes envolvidas com RSU, incluindo o público em geral (BASSI, 2017).

Esse mesmo autor enfatiza que todos os operadores de resíduos, não apenas de resíduos perigosos, são obrigados a manter registro com quantidade, tipo e origem dos resíduos e, ainda, se a informação for considerada relevante para o gerenciamento adequado, a classificação, frequência de coleta, meios de transporte e métodos de tratamento dos resíduos sólidos. Tratando-se de resíduos perigosos, os registros e documentos referentes ao gerenciamento devem ser arquivados por no mínimo três anos e os referentes ao transporte por no mínimo doze meses (BASSI, 2017).

Na Alemanha e Japão biogás é produzido a partir de parte orgânica do resíduo domiciliar, que é separado em plantas especiais (BASS *et al.* 2017), a separação de resíduos domiciliares para reciclagem dos componentes valiosos é utilizada desde 1960.

A Alemanha foi o primeiro país a desenvolver políticas para dificultar o envio de resíduos para os aterros sanitários. Foi também o primeiro país europeu a colocar em prática a lei de responsabilidade do produtor (EPR) em relação às embalagens recicláveis geradas nos domicílios, ainda em 1991. Posteriormente, a lei sofreu alterações incorporando outros tipos de resíduos como, pneus, eletroeletrônicos, veículos, solventes, óleo e baterias.

A estratégia principal do gerenciamento de RSU alemão é garantir a coleta separada por tipo de resíduo, reciclando e recuperando esse material para a indústria. O material que não está separado, ou o rejeito, é encaminhado para as estações de tratamento MBT (*Mechanical-biological treatment*) que, por sua vez, irão separar as frações possíveis (recicláveis, orgânicos

e rejeitos). O rejeito da separação é encaminhado para os incineradores (WTE), transformando o RSU em energia e aquecimento (BASSI, 2017).

A Alemanha possui o índice mais alto de reciclagem da Europa. A taxa de reciclagem tem aumentado ao longo dos anos, passando de 48% em 2001 para 62% em 2010 e 64% em 2014 (EUROSTAT, 2016), mantendo-se estável até hoje. Portanto, a meta de reciclar 50% dos RSU produzidos até 2020, indicada na WFD, já foi alcançada pelo país (BASSI, 2017).

Bassi *et al* (2017) enfatiza que na Alemanha, todo o material de embalagem é coletado em “saco amarelo” para classificação especial e, em outros materiais são coletados separadamente: Garrafas de politereftalato de etileno (PET) separado grandes sacos de plástico; vidros em contentores; em todos os casos o usuário deste material coletado deve estar separado.

### 3.2.3 Suíça – Gestão de RSU

Na Suíça, cada município tem centros de coletas especiais para resíduos tóxicos e especial como baterias, óleo velho, lâmpadas fluorescentes, dispositivos eletrônicos. Os seus resíduos perigosos são diretamente enviados para as empresas de tratamento de resíduos apropriados. Resíduos perigosos nem sempre são separados para tratamento adequado antes do descarte. Quando dispostos de forma inadequada para aterros e plantas de tratamento municipais, estes produtos podem ter um impacto significativo sobre o ambiente (BASSI, 2017)

Além disso, não há nenhuma definição normalizada de resíduos domiciliares perigosos (RDP) globalmente; portanto, o que constitui (RDP) em um país pode não ser em outro. Legislações e regimes, tais como responsabilidade alargada do produtor e governo desempenham um papel vital no sentido de incentivar o descarte adequado entre os consumidores, especialmente quando eles são convenientes e acessíveis. Finalmente, a legislação e os programas que incentivam o descarte adequado atual são discutidos. Além disso, os impactos de eliminação inadequada no ambiente são explorados com uma ênfase nos lixiviados dos aterros e efluentes de águas residuais do tratamento de plantas. A gestão separada de (RDP) e de resíduos não perigosos é raro (BASSI, 2017).

Destaca-se que, na Suíça, existe uma obrigação legal de incineração de todos os resíduos que não possam passar por processos de valorização por reciclagem, incluindo tratamentos biológicos da matéria orgânica. Desde 2004, não são encaminhados RSU para aterros sanitários, que recebem apenas os rejeitos dos tratamentos desses resíduos (BASSI, 2017).

No referido país, cada saco de RSU de 35L custa entre 2 e 3 Francos Suíços (SFr), ou aproximadamente entre 6,08 e 9,11 Reais (R\$) (taxa de conversão utilizada: 1 SFr = R\$ 3,81

em 14 de Julho de 2019). O valor elevado de cada saco de RSU incentiva à população a separar os resíduos recicláveis e tratáveis biologicamente, a fim de reduzir os gastos para o recolhimento dos resíduos gerados. Outro instrumento econômico importante é a taxa de eliminação antecipada ou contribuição antecipada para reciclagem, embutida no preço que o consumidor paga por alguns produtos. Essa taxa é recolhida pelos comerciantes (BASSI, 2017).

### 3.2.4 Zurique (Suíça) – Gestão de RSU

Gestão de resíduos sólidos urbanos de Zurique é realizada pelo Departamento de Reciclagem e Disposição (ERZ), que é o maior departamento do Departamento de Engenharia Civil e Gestão de Resíduos. Este departamento também é responsável por receber resíduos especiais da cidade e do Cantão de Zurique, e pelo tratamento de água e esgoto, limpeza urbana, usina de compostagem, gerenciamento de energia e comercialização do calor gerado pela incineração (MENGUE, 2015).

A cobrança por serviços relacionados à gestão de RSU em Zurique é feita de três maneiras. O primeiro faz parte da taxa anual de infraestrutura, que também inclui o serviço de tratamento de esgoto, e esta arrecadação é calculada pela unidade habitacional US \$ 89,07. A segunda, é uma taxa específica para o comércio, e o valor a ser pago é de US \$ 47,42, variando de acordo com o número de empregados do estabelecimento. A terceira forma de cobrança refere-se aos sacos vendidos para embalar os resíduos (MENGUE, 2015).

A separação dos RSU é anterior à embalagem e a provisão para coleta, porque ocorre diretamente na fonte, sem a etapa posterior de classificação. É da responsabilidade da população separá-los de acordo com suas características para a coleta. A divisão de “caminhos” para o descarte de resíduos acaba influenciando naturalmente a separação na fonte, pois cada categoria deve ser empacotada e enviada de diferentes formas. A Embalagem, em 1993, um sistema chamado “Poluidor-pagador” foi implantado em Zurique, que exige (através da lei municipal) que a população adquira pacotes oficiais do município, chamados “*Züri-Sacke*”, para embalar seus resíduos. A indicação é que o *Züri-Sacke* seja usado para: plásticos, kits de higiene, embalagens de produtos congelados, lâmpadas incandescentes, embalagens longa vida, restos de comida (ossos e carne) e outros não recicláveis atualmente no município (MENGUE, 2015).

O principal objetivo é que a população disponha de um mínimo de materiais capazes de reciclagem, pois estes podem ser descartados gratuitamente, e devem ter mais cuidado com a embalagem no momento da compra dos produtos. O modelo também ajuda a dimensionar o

volume gerado, já que na grande maioria das vezes cada família gera uma bolsa por semana. O preço de cada bolsa varia de acordo com o tamanho. Com base nos valores do ano de 2015, uma sacola de 17L custa US \$ 0,87, uma sacola de 35L custa US \$ 1,75, uma sacola de 60L custa US \$ 3,20 e uma sacola de 110L custa US \$ 5,87; no momento da implantação do sistema, as sacolas passaram a custar o dobro do valor (MENGUE, 2015).

Segundo a ERZ, desde a implantação das sacolas oficiais, houve uma redução de 24% nos resíduos enviados para incineração e um aumento de 32% na reciclagem. Além disso, o número de coletas na cidade foi reduzido. A pessoa que não cumprir a lei está sujeita a uma multa de US \$ 257,73, mas mesmo assim, diariamente são coletados de 1,0 a 2,5 toneladas de resíduos em sacos clandestinos. Isso demonstra que, mesmo com o programa de manejo existente, parte da população ainda não participa adequadamente (MENGUE, 2015).

A população pode descartar seus resíduos, acondicionados em sacos oficiais, 24 ha por dia em recipientes plásticos disponibilizados pela prefeitura (28.538 unidades espalhadas pela cidade). Os contêineres possuem três dimensões e o custo médio é de US \$ 283,00 (MENGUE, 2015).

No total, cada residência em Zurique pode despejar anualmente, gratuitamente, 400 kg de resíduos volumosos em trens de carga e centros de reciclagem. Para controlar este volume, anualmente, juntamente com o calendário oficial, quatro cupons são entregues, de 1 a 100 kg cada, para todas as residências. Zurique processa parte de seus RSU através de incineração desde 1904. Os resíduos gerados e que são encaminhados para esse tratamento são aqueles coletados nos sacos oficiais da cidade, os resíduos volumosos, da indústria e comércio (que não são especiais), madeira, Resíduos de Construção Civil (RCC) não recicláveis e lodo de estações de tratamento de água e esgoto (MENGUE, 2015).

De acordo com Mengue (2015) cidades como Zurique que já possuem um plano de gestão de resíduos e vêm educando a população há muitos anos, pois já entendem a importância do correto tratamento e disposição dos resíduos, ganham na gestão desses materiais. Eles têm investimentos consolidados para o tratamento, bem como diferentes formas de disposição, pela população.

O fato de o município não ser o único responsável pela gestão de resíduos também contribui para um descarte correto, já que a população está pagando tratamento e destinação final, ficando responsável por esses, deixando os residentes com a responsabilidade de destinar corretamente os RSU.

### 3.2.5 Suécia – Gestão de RSU

O gerenciamento de RSU na Suécia é caracterizado pela clara divisão das responsabilidades que envolvem toda a sociedade, os municípios são obrigados a coletar os RSU e destina-los corretamente, exceto aqueles que são de responsabilidade do produtor. Os cidadãos precisam separar seus resíduos em casa e levar até os pontos de coleta (MILIOS, 2013). Além disso, a gestão é baseada também nos seguintes valores: na proteção ao meio ambiente e na saúde pública; na sustentabilidade; em poupar os recursos naturais; na viabilidade econômica e no uso das tecnologias mais adequadas para cada tipo de tratamento de RSU (MILIOS, 2013).

Na Suécia os municípios possuem taxas específicas para cada coleta e tratamento de acordo com o resíduo, já os produtores embutem nos preços dos seus produtos o custo da logística reversa, pois necessitarão recolher e tratar os produtos pós-consumo de sua responsabilidade. Os municípios que possuem coleta de resíduos orgânicos voluntária para tratamento biológico (compostagem e biodigestão anaeróbica) cobram uma taxa para o tratamento menor que a entrega desses misturados aos rejeitos, ou seja, se o município separar corretamente a taxa será menor que aquele que não separar essas frações. Outros municípios inseriram uma taxa por peso para os rejeitos como forma de estimular a reciclagem e a compostagem (POLZER, 2017).

O Plano Sueco de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (2012-2017), o sistema de coleta e separação de RSU tem se tornado cada vez mais complexo, os materiais são separados entre 10 e 15 frações iniciais, dependendo da localidade, que podem ser: resíduos orgânicos, rejeitos, papel e papelão, jornais, metais, vidros incolores e coloridos, elétricos, eletroeletrônicos, baterias, remédios, resíduos perigosos e resíduos volumosos. Parte destes, são descartados pelos municípios no ponto de coleta próximo as suas residências, normalmente um depósito no caso dos edifícios e containers no caso das residências unifamiliares (POLZER, 2017).

O sistema de coleta e a infraestrutura disponível são determinantes na forma da separação. Cada município tem seu plano de gerenciamento de RSU e a sua própria regulamentação, metas e objetivos para a redução dos mesmos. Também são responsáveis pela coleta, transporte, tratamento e disposição final dos RD e daqueles que não fazem parte da responsabilidade do produtor (EPR).

A *Avfall Sverige* que é responsável pelo gerenciamento de RSU em todo o país, constatou que parte dos RD é separada incorretamente pelos municípios. Cerca de 60% dos

resíduos de 246 estudos analisados eram resíduos que tinham sido descartados como rejeitos e que poderiam ter sido reciclados (POLZER, 2017).

Assim, Polzer (2017), relata que o sistema de coleta e a infraestrutura disponível são determinantes na forma da separação. Foi observado que as taxas de reciclagem em residências unifamiliares, com sistema de coleta próximo a propriedade, são mais altas, além disso, a quantidade de material reciclável presente nos rejeitos chega a ser metade da quantidade de outros tipos de moradia, como edifícios multifamiliares.

Polzer (2017) enfatiza que algumas cidades suecas possuem sistemas de separação ópticos, por isso a família necessita separar os RD em sacos plásticos com cores diferentes, cada cor determina o tipo e o destino cada um. Alguns resíduos como jornais e revistas são coletados em intervalos maiores. O cidadão é responsável por separar, acondicionar corretamente e leva-los até o ponto de entrega mais próximo, que pode ser um depósito no próprio condomínio, uma estação de entrega voluntária ou um container subterrâneo. Este procedimento se aplica a todos os tipos de RD (recicláveis, orgânicos, volumosos, especiais e rejeitos).

Quanto aos resíduos perigosos devem ser entregues separados, com o objetivo de minimizar o impacto ambiental provocado pelos resíduos perigosos, estes materiais precisam ser, sempre que possível, evitados e aqueles resíduos perigosos gerados devem ser separados, identificados e entregues para o tratamento adequado (POLZER, 2017).

De acordo com Polzer (2017) são exemplos de resíduos perigosos: pilhas, baterias, sobras de tinta, vernizes, colas, remédios, graxas e óleos, e outros. As diretrizes para esse objetivo são: os produtos perigosos necessitam ser desenvolvidos de forma a facilitar a sua separação e reciclagem quando descartados; os consumidores são informados sobre o conteúdo dos produtos, e como devem ser manipulados e evitados e a sua responsabilidade na separação e destinação correta dos materiais após o uso; a cidade provê um sistema apropriado de coleta de resíduos perigosos domiciliares e comerciais e o município também provê tratamentos e disposição final adequados para cada tipo de resíduo perigoso. Assim, cada habitante é responsável pela sua parte na gestão dos seus resíduos. A prefeitura é responsável por informar aos cidadãos as necessidades do sistema e como cada um deve proceder. O cidadão é obrigado a prover as condições necessárias na sua propriedade facilitando a coleta municipal (POLZER, 2017).

Em relação ao material orgânico (resíduos alimentares), cada residente recebe uma chave para abrir o compartimento e sacos de papel, de forma que possam acondicionar corretamente esses resíduos e que estes estejam livres de contaminantes conforme (Figura 4 -

fotos A e C). A chave foi uma iniciativa estabelecida para evitar que inadvertidamente algum munícipe despejasse rejeitos ou outro material no compartimento de matéria orgânica, apresentado na (Figura 4 - foto B). Estes resíduos têm como destino os tratamentos biológicos através da compostagem e biodigestão anaeróbica e precisam estar livres de contaminantes, ou seja, não pode haver resíduos recicláveis, perigosos ou rejeitos misturados ao resíduo orgânico. E em relação aos rejeitos, estes são encaminhados para o incinerador (*waste-to-energy*) e no caso dos jornais, estes são encaminhados para a reciclagem, sendo reutilizados na fabricação de jornais novamente. Dentro dos depósitos há containers para cada tipo de material. Para os recicláveis há containers para vidros coloridos e incolores, papel e papelão, metais e plásticos (POLZER, 2017).

Figura 4 - A: Foto dos sacos de papel para resíduos orgânicos; B: Escotilha de material orgânico, rejeitos e jornais; C: Escotilha de material orgânico com a chave



Fonte: (POLZER, 2017).

E ainda quanto aos resíduos especiais há containers para lâmpadas, baterias, pilhas, eletroeletrônicos e uma área para resíduos volumosos e perigosos. Alguns resíduos especiais e perigosos, como medicamentos, pneus e outros, o residente precisa procurar o posto de entrega voluntário, que geralmente são as próprias lojas que venderam o produto ou outros locais que

recebem esse material. A quantidade de coletas varia de acordo com o tipo de resíduo e normalmente são quinzenais. Os municípios são orientados a separarem corretamente cada tipo de material, colocando-os nos containers corretos. Também recebem orientação para limparem as embalagens para facilitar o armazenamento e transporte (POLZER, 2017).

### 3.2.6 França – Gestão de RSU

A França é outro país europeu, a incrementar a gestão dos RSU. Essa atividade é de responsabilidade do poder público, em escala local e entidades conveniadas, enquanto o setor privado: indústria, construção civil, setor agrícola, estabelecimentos de saúde, entre tantos, são obrigados a desenvolver estratégias, ambientalmente equilibradas e socialmente corretas, para a destinação da sua produção de RSU (PEREIRA, 2016).

O gerenciamento dos RD é de responsabilidade das autoridades locais, ao passo que os resíduos industriais, de transporte e da construção civil são de responsabilidade do produtor. Em 1996, a França editou a legislação dos planos de eliminação de RD, referentes a embalagens e suas metas. Em 1998, fixaram-se as regras atinentes às exigências ambientais a respeito da concepção e fabricação de embalagens e de níveis de metais pesados (PEREIRA, 2016).

A legislação sobre RSU prevê um plano nacional, além de planos regionais, inter-regionais, de departamento e Inter departamentos. O gerenciamento destes, estão sob a responsabilidade das autoridades locais ou entidades por elas autorizadas (PEREIRA, 2016).

Conforme Pereira (2016) o Código de Meio Ambiente francês, cuja última alteração na data de 17 de maio de 2011, a prioridade é minimizar a geração e a toxicidade dos resíduos, por meio de atuação na concepção, fabricação e distribuição de substâncias e produtos, de forma a promover a reutilização, reduzir o impacto global do uso de recursos e melhorar a eficácia da sua utilização. O Código estabelece a seguinte hierarquia dos RSU: preparação para reutilização; reciclagem; outra forma de valorização, como a recuperação de energia; e, por último, eliminação.

### 3.2.7 Espanha – Gestão de RSU

Também a Espanha em 2016, desenvolveu ações e atualizou sua legislação com o objetivo de cumprir as regras emanadas da União Europeia (PEREIRA, 2016). Essa legislação previa a elaboração de planos nacionais de resíduos e admitia a possibilidade de que as entidades locais pudessem elaborar seus próprios planos de gestão RSU.

Dada a importância que se atribui à minimizar a geração de RSU, a legislação determina que a administração pública, nos vários níveis de governo, tenha nos programas redução de resíduos nos quais sejam estabelecidos os objetivos para essa redução e da quantidade de substâncias perigosas ou contaminantes, e que sejam descritas as medidas de prevenção destes. O objetivo do programa é chegar a 2020 com a redução de 10% em peso dos resíduos produzidos em relação a 2010. A finalidade desses objetivos é romper o vínculo entre o crescimento econômico e os impactos sobre a saúde humana e o meio ambiente associados à geração de RSU (PEREIRA, 2016).

### 3.2.8 Liubliana (Eslovênia) – Gestão de RSU

Liubliana, capital da Eslovênia, com 279.631 habitantes (EUROSTAT 2014) recebeu o título de capital verde da Europa em 2014. É considerada uma cidade sustentável, “com espaços verdes bem preservados, sendo cortada pelo rio Ljubljana (GABELLINI, 2018). Esta descrição da cidade pode ser conferida por meio da Figura 5.

Figura 5- Liubliana – Capital verde e *waste zero* (Eslovênia)



Fonte: (GABELLINI, 2018).

Liubliana é a primeira capital do velho continente a adotar o sistema de redução total de resíduos em que os materiais e objetos são reaproveitados e reciclados de modo que parcela mínima chegue ao aterro sanitário. De acordo com (EUROSTAT 2014), o título de “cidade verde”, conferido à cidade, é resultado de boas práticas na gestão de resíduos sólidos e do desenvolvimento em economia circular, o que se deve a um trabalho de equipe por parte de gestores políticos, empresas e envolvimento e participação da sociedade que, juntos trabalharam, para conquistar um espaço urbano mais sustentável.

Diante da análise, Gabelline (2018) destaca a recuperação dos resíduos descartados pelos moradores aumentou de 16 kg por pessoa em 2004, para 145 kg em 2014, o que reduziu em 59% a quantidade de resíduos depositados no aterro sanitário, conforme comunicado da Comissão Europeia. Do material gerado, uma parte dos resíduos orgânicos é para geração do biogás e outra parte transformada em composto orgânico para serem utilizados em espaços verdes do município. Na Figura 6 pode-se conferir como são disponibilizadas as lixeiras subterrâneas pela cidade.

Figura 6 - Lixeiras subterrâneas em Liubliana (Eslovênia)



Fonte: (GABELLINI, 2018)

### 3.2.9 Ucrânia – Gestão de RSU

Diretivas da União Europeia (EU) no domínio da gestão de resíduos estabelece requisitos para todos os tipos de resíduos. A legislação relativa aos resíduos perigosos determina as condições de gestão desses como: separação na fonte, reciclagem e eliminação adequada. Além de leis e regulamentos nacionais existem regulamentos a nível regional e local em matéria de gestão de resíduos. Por exemplo, a Lei da Ucrânia "Sobre o governo local na Ucrânia", que fornece os poderes das autoridades locais em matéria de gestão integrada de resíduos (BASSI *et al.* 2017).

Petruk *et al.* (2016) abordam que a Estratégia de Gestão de Resíduos Domiciliares Nacional na Ucrânia é para reduzir o volume de geração e o impacto negativo de todos os tipos

de RD, bem como assegurar o desenvolvimento sustentável e limpeza das cidades ucranianas e saúde das pessoas. A estratégia cria uma abordagem adequada para o desenvolvimento e melhoria do sistema de gestão de RD e contribui para a integração e coordenação das atividades das partes interessadas.

De acordo com Petruk *et al.* (2016) qualquer sistema de gestão de RD consiste em três subsistemas: coleta, transporte e processamento. Na primeira fase de desenvolvimento do sistema de gestão deve-se especificar a composição morfológica de resíduos diferentes, analisar o sistema de gestão existente, determinar suas vantagens e desvantagens, identificar fontes de financiamento, avaliar a base jurídica de todo o sistema. No segundo estágio de desenvolvimento, o esquema de gestão de RD perpassa por documentos legislativos e regulamentares que são analisados, a correção é determinada, tendo em conta as condições econômicas no município. A terceira etapa envolve os aspectos técnicos da criação do sistema de gestão de RD. Estes são análise e comparação de tecnologias para a coleta de resíduos, transporte e processamento com critérios econômicos e ambientais. Os resultados são utilizados para a escolha das soluções técnicas mais adequadas para cada caso, como também a escolha de instalações sanitárias, definição de rota e horário de transporte. A quarta etapa inclui a consideração de possibilidades de financiar o sistema de gestão com métodos eficientes, modernos, incluindo a utilização de caminhões de coleta modernos, equipamento de alto desempenho para a incineração e a purificação de gás. Os sistemas de gestão de RD não podem ser desenvolvidos de uma vez para todo o país. É desenvolvido e reconsiderada, em média, a cada cinco anos para cada município ou região, tendo em conta a localização geográfica, as condições econômicas e sociais (PETRUK *et al.*, 2016).

Conforme Petruk *et al.* (2016) um dos requisitos para alcançar a eficiência no sistema de gestão é a criação de um sistema eficaz de triagem de resíduos. Dentro da lei atual sobre RD na Ucrânia, desde de 01 de janeiro de 2018 foi proibida a eliminação de RD não triados e resíduos tóxicos ou prejudiciais. Autoridades locais prepararam-se antecipadamente para essas mudanças e fizeram os trabalhos preparatórios, como; criando a base para a classificação de RD, recursos do orçamento do plano e envolvendo especialistas e cientistas no trabalho. As responsabilidades e competências na área da gestão de RD atualmente são transferidas para o nível local de acordo com a legislação. As autoridades locais têm possibilidades econômicas limitadas para a implementação deste sistema. A maioria das áreas rurais não estão cobertos por qualquer sistema de gestão de RD e muitas comunidades rurais não têm nenhuma possibilidade de criar seu próprio sistema como é recomendado para o conceito de segurança ambiental da Ucrânia na esfera de gestão de RD.

Ainda segundo Petruk *et al.* (2016) todas as instituições do Estado, envolvidas na gestão dos RD, bem como os meios de comunicação têm para conduzir atividades explicativas e educativas em matéria de gestão, em especial: liberação de folhetos promocionais e educativos, livros, brochuras; aumentando significativamente a quantidade e a qualidade das transmissões sobre questões ambientais, incluindo àqueles que se dedicam ao problema dos RD; conduzir o trabalho de esclarecimento em escolas e outros lugares lotados para informar as pessoas sobre o sistema de gestão de RD, fundamentais para as exigências ecológicas.

Bassi *et al.* (2017) dizem que, a classificação dos RD se dá no primeiro estágio de sua geração em casas ou nos locais de contentores, sendo a população responsável para a eliminação de resíduos nesses locais, obedecendo assim as exigências da legislação. Enfatiza a criação do centro eco coordenação da gestão dos RD baseado no grupo de trabalho e peritos relevantes, representantes de empresas, autoridades locais e do público.

De acordo com Petruk *et al.* (2016) as características de RD têm na sua composição resíduos bastante diversificados e, portanto, isto indica que a composição morfológica dos mesmos não é constante para os todos os municípios. Portanto, a composição do resíduo deve ser determinada periodicamente por uma organização especializada para um determinado município. Considerando que existem sistemas de componentes múltiplos no RD. De acordo com os requisitos ambientais, cada produtor de resíduos é obrigado a tomar medidas para garantir a proteção do ambiente e para cumprir com as normas e regulamentos sanitários reais.

A coleta de resíduos separados por tipos, classes de risco e outros indicadores contribui para um processamento de resíduos de alta qualidade e eliminação de resíduos contaminados. A circulação de resíduos pode ser permitida sob as condições de prevenção de seus efeitos nocivos sobre o ambiente e a saúde humana durante a acumulação de resíduos, transporte ou reciclagem. Normas e limites de eliminação de resíduos são definidas tendo em conta os princípios e critérios de normalização, tipo de resíduos, local de disposição e equilíbrio de resíduos. As normas desenvolvidas e os limites estão sintonizados com as organizações regionais do Ministério da Proteção da Saúde da Ucrânia e do Ministério da Ecologia e Recursos Naturais da Ucrânia (PETRUK *et al.* 2016).

Na Ucrânia a coleta de RD segundo Petruk *et al.* (2016), trazem a experiência desse método como: é feita com sacos onde as pessoas podem comprar sacos etiquetados. Este esquema ajuda a ganhar a confiança da população, que muitas vezes se recusam a assinar um contrato para a coleta de resíduos por causa da má qualidade do serviço. A ideia é coletar sacos rotulados, comprados por munícipes. Tal sistema pode demonstrar que o serviço é de boa qualidade porque os sacos etiquetados são coletados regularmente. De acordo com método, o

RD é coletado em recipientes situados em locais especiais. A coleta de RD é fornecida por um sistema unitário (resíduos são coletados em um recipiente) ou por sistema separado (componentes de RD são coletados em recipientes diferentes). Todos estes métodos provam a vantagem de sacos de plástico rotulados para casas particulares. Estes sacos podem ser “pré-pagos”, ou seja, as pessoas compram antecipadamente pagando a quantidade correspondente ao resíduo gerado em seus domicílios. É melhor do que a taxa fixa mensal de gestão de resíduos. Neste caso, os sacos que têm de ser coletados são adequadamente marcados. Todas as organizações e as empresas têm de colocar recipientes para a coleta de RSU, se o volume de resíduos exceder 0,35 m<sup>3</sup> por dia, este volume deverá ser recalculado de acordo com as normas aprovadas de geração de RSU para o tipo apropriado de organização. Os municípios têm de ser dirigidos de acordo com a prática mundial de eliminação de resíduos e sua reciclagem máxima (PETRUK *et al.* 2016).

Bassi *et al.* (2017) apresentam as formas mais usuais ambientalmente aceitáveis de gestão dos RD, são os seguintes:

- fortalecimento do controle e restrição do uso de substâncias perigosas que podem chegar a um desperdício;
- organizar a monitorização dos fluxos de resíduos na base de prestação de informação relevante;
- trabalho metodológico em classificar o resíduo como perigoso (identificação de resíduos, que não são perigosos, bem como resíduos inertes);
- estabelecer os requisitos e regras para a eliminação (armazenamento) de resíduos por categorias de risco e desenvolvimento de perigo;
- metodologia de avaliação de risco para o meio ambiente e a saúde humana;
- introdução de sistema eficaz de coleta de RD separados;
- utilização das instalações de resíduos classificados.

Assim de acordo com esses autores, a organização de coleta de RD é mais eficaz quando estes resíduos separados estiverem em nos locais de sua geração, ou seja, no caso de triagem pela população. No entanto, para a implementação da coleta de RD separados há dois obstáculos principais. O primeiro obstáculo é a falta de condições legais, sociais e econômicos adequados para o funcionamento do sistema de gestão de resíduos, incluindo incentivos, multas e assim por diante. Ou seja, mesmo que as pessoas têm um desejo de separar por classificação seus resíduos, traz inconveniente por fazê-lo, e às vezes não há nenhuma garantia de que este trabalho foi adequado se não tiver uma normatização a ser seguida (BASSI *et al.*, 2017).

Segundo com Bassi *et al.* (2017) é muito importante saber o que acontece com o RD classificado, se realmente houve a separação correta dos resíduos contaminados, reciclados ou reutilizados? Muitas vezes falhas na coleta seletiva são consideradas como resultado da baixa consciência ambiental e consciência das pessoas. Ao mesmo tempo, o trabalho no aumento da consciência ambiental no campo da gestão de resíduos é muito pobre. A maioria dos sistemas de coleta de resíduos separados e organizados são os projetos de investidores privados, sem qualquer estado envolvido. O segundo obstáculo é o despreparo das pessoas quanto à separação de RD. Neste caso, elas devem ter em sua própria casa alguns recipientes para diferentes categorias de resíduos. É mais simples para as pessoas para descartar todo o resíduo em um único recipiente. Portanto, até que as pessoas não estiverem interessadas na mudança da forma de gestão dos RD, não haverá mudanças positivas. Deve-se notar que existem alguns exemplos de coleta de RD separados em municípios ucranianos. No entanto, isso não é suficiente para o sistema eficaz. Além disso, é insuficiente suporte informacional de coleta seletiva.

Para Bassi *et al.* (2017) existem diversas variantes de coleta de RD separados que podem ser aplicados nos municípios ucranianos como:

- separação detalhada do RD nos componentes individuais em domicílios. Por esta opção espera-se ter três recipientes diferentes (coloridos) para componentes individuais (plástico, vidro, papel) e um recipiente para o resíduo restante. O sistema pode ser ampliado usando mais recipientes, por exemplo, para o desperdício de alimentos, garrafas PET e outros. Depende da demanda por esses componentes e seu volume de geração. Cada componente de RD pode ser coletado separadamente pelo transporte da coleta com uma seção. O mais comum em vários países é o conjunto de todos os componentes ao mesmo tempo por veículo especial com várias seções. Componentes separados são depois transportados para colocar de compactação para processamento adicional, a reciclagem e venda. Esta variante tem a maior eficiência até 80% dos componentes valiosos no RD que poderão serem reciclados. Esta variante requer a participação ativa das pessoas;

- separação em duas frações. Tal sistema refere-se à coleta separada de molhado fração (orgânico) e fração misturados a seco. O último é constituído na maior parte dos resíduos que pode ser reciclado (papel, vidro, plástico, metal, etc.). Este método inclui o uso de dois recipientes separados ou dois sacos (dependendo da municipalidade) de cores diferentes. A fim de obter uma participação efetiva das pessoas, são necessárias uma ação educativa completa e estimulante. As pessoas são estimuladas a fazer a separação dos RD para a coleta de resíduos. Segue alguns exemplos dessa separação adequada para a coleta de resíduos: Um sistema de etiquetas autoadesivas foi implementado em uma das cidades alemãs. As pessoas não pagam

uma taxa mensal especial, mas compraram esses rótulos para colocá-los nos sacos de armazenamento. O trabalhador do caminhão de coleta verifica se o rótulo é correspondente ao tipo de resíduo no saco. Alguns rótulos de resíduos já separados são gratuitos, e o mais caro está preso ao saco com resíduos mistos. Este sistema proporciona uma escolha livre para as pessoas: para classificar os seus resíduos ou não classificar. Se as pessoas classificarem, eles pagaram menos. As autoridades locais no Reino Unido regulam o custo da coleta seletiva por meio da cobrança de taxas para recipientes com resíduos mistos (como é na Ucrânia), e recipientes para resíduos compostados e separados são gratuitos. Isto significa que as pessoas que classificarem os seus resíduos não pagam pelo serviço de coleta dos mesmos.

Petruk *et al* (2016) argumenta que o método de estimulação para fazer a separação dos RD se encaixa para as zonas rurais e urbanas na Ucrânia, onde todo mundo é responsável por seus próprios resíduos. No entanto, antes de tal estímulo, pelo menos, o mais simples sistema de coleta de resíduos em tais áreas deve ser implementado.

Existem dois métodos de separação de resíduos na classificação por meio de plantas. Eles são; classificação negativa e classificação positiva. A triagem negativa inclui a remoção de componentes estranhos (inútil) e contaminantes do fluxo de resíduos. A ordenação positiva inclui a remoção de materiais recicláveis a partir da corrente de resíduos. Operação de classificação por meio de plantas deve corresponder ao sistema de coleta de resíduos no município (BASSI *et al.* (2017).

O projeto, implantação e operação da planta dependerá do sistema de gestão de RD triagem positiva para os resíduos totalmente misturados e classificação negativa para os resíduos coletados separadamente. Um dos principais objetivos da criação desse sistema de gestão de resíduos é reduzir o risco para a saúde humana e o risco de poluição ambiental (BASSI *et al.* (2017).

Portanto, ao escolher o método de remoção, tratamento, reciclagem e valorização de RD, as possíveis consequências negativas para a saúde humana e o impacto sobre o meio ambiente tem que ser definido. Os métodos de prioridade são aqueles que eliminar os efeitos negativos ou pelo menos permitir minimizá-los (BASSI *et al.* (2017).

### 3.2.10 Japão – Gestão de RSU

No Japão, a legislação voltada aos RSU surgiu no início do século XX de acordo com Trentinella (2010), conhecido pelo aparato tecnológico, o país é um dos líderes mundiais em práticas de gestão de RSU.

Tal fato se deve a própria dimensão do território japonês que requer maior atenção com a gestão. A aglomeração populacional dificulta a instalação de aterros sanitários que demandam espaço e a carência de recursos naturais gerou à criação de um quadro institucional que privilegia a redução, o reuso e a reciclagem (MAIA *et al.*, 2016).

Em 1970, foi aprovada a Lei de Gestão de Resíduos (*Waste Management Law*), que contém as definições, a classificação de resíduos e os padrões para tratamento, estabelece a política nacional e programas regionais e municipais de gestão de resíduos, contém disposições sobre o tratamento dos resíduos municipais prevê autorização para o transporte e as instalações de tratamento e disposição final de resíduos, estabelece um sistema para os resíduos industriais e, por fim, dispõe sobre a fiscalização e as sanções (TOJO *et al.*, 2010).

A legislação Japonesa sobre Gestão de RSU, é um dos países líderes no mundo em relação a tecnologias e práticas de gestão de resíduos. O Japão compreendeu muito cedo que a gestão apropriada dos resíduos é eficiente e bem-sucedida apenas quando apoiada pelo arcabouço legal apropriado. Este fato levou o Japão a se tornar pioneiro, não apenas na Ásia, mas também em nível global (TOJO *et al.*, 2010).

Hoje em dia, o arcabouço legal da gestão de RSU no Japão é baseado na Lei de Gestão de Resíduos e de Limpeza, que é regularmente revisada desde 1970, na ‘Lei de Promoção da Efetiva Utilização de Recursos’, promulgada em 1991, na Lei Fundamental do Ciclo de Materiais, promulgada em 2000 e em várias outras leis, com relação a fluxos específicos de resíduos, promulgadas desde os anos 1990 (TOJO *et al.*, 2010).

De acordo com Tojo *et al.* (2010), os Princípios da Gestão de RSU fornecidos pela Lei Fundamental são: redução na fonte ou prevenção de resíduos; reuso; reciclagem; recuperação de energia e disposição apropriada.

Note-se que sempre que seja ambientalmente benéfico e economicamente viável, eles devem ser adotados na ordem apresentada (TOJO *et al.*, 2010).

A Gestão de Resíduos & Limpeza, a lei classifica os resíduos como municipais ou industriais e define as responsabilidades do governo central, municípios e geradores de resíduos. Além disso, foi a lei que introduziu a responsabilidade pelo tratamento dos resíduos gerados através de atividades comerciais nos negócios (TOJO *et al.*, 2010).

Na última revisão da lei, em maio de 2010, vários temas foram levantados (TOJO *et al.*, 2010) entre eles:

- melhor controle da disposição dos resíduos industriais e reciclagem dos resíduos gerados pelas empresas japonesas nos países em desenvolvimento;

- promoção de medidas municipais para os resíduos, etc., através da colaboração entre os governos local e central;
- cada interessado desempenha um papel no sistema de gestão de resíduos e tem certas responsabilidades:
- o governo central lidera a gestão da formação e reforma do sistema legal;
- os governos locais estão familiarizados com as condições atuais em suas comunidades;
- os consumidores promovem os 3Rs da sustentabilidade (Reduzir, Reutilizar e Reciclar), (da fabricação do produto à tecnologia de disposição) (TOJO *et al.*, 2010).

Uma prática comum tanto na China, quanto no Japão, é a incineração de resíduos sólidos, para a produção de energia.

### 3.2.11 Canadá – Gestão de RSU

De acordo com Pereira (2016), no Canadá a responsabilidade pelos RSU é compartilhada entre o governo federal e o das províncias, territórios e municípios. As operações de coleta, reciclagem, compostagem e disposição dos RSU são de responsabilidade dos governos municipais, enquanto as autoridades das províncias e territórios são responsáveis pela aprovação, licenciamento e monitoramento das operações de manejo de resíduos. O governo do Canadá, por sua vez, está engajado nas questões de manejo de RSU relacionadas a desenvolvimento sustentável, substâncias tóxicas, movimentos internacionais, terras e operações federais e emissões atmosféricas, incluindo emissões de gases de efeito estufa, e por meio de programas federais de financiamento (PEREIRA, 2016).

Conforme Pereira (2016), no Plano de Ação canadense, foram definidas duas fases. A primeira deve ser implantada nos primeiros seis anos do Plano e abrange os seguintes produtos: embalagens, materiais impressos, lâmpadas contendo mercúrio, outros produtos contendo mercúrio, produtos elétricos e eletrônicos, resíduos domésticos perigosos e especiais e equipamentos automotivos. Os programas de “administração do produto” em andamento, estabelecidos antes da adoção do Plano, devem ser revistos. Na segunda fase, deve-se atuar para incorporar aos programas EPR, no prazo de oito anos da aprovação do Plano, os seguintes produtos: materiais de construção e demolição, mobiliário, têxteis e tapetes, aparelhos em geral, incluindo os que causem redução da camada de ozônio.

Mas o que chamou a atenção, dos movimentos ambientalistas e autoridades públicas canadenses, foi à adesão imediata da sociedade, em relação às chamadas públicas, para o atendimento das campanhas ligadas a essa temática e assuntos, relacionados a programas para:

coleta seletiva, reciclagem e reuso de materiais. Destacando que a compostagem de resíduos orgânicos domiciliares, em algumas províncias canadenses, passou a ser obrigatória, ao ponto de haver punição econômica, para quem destinar os materiais aos aterros sanitários, de maneira que essa medida legal obriga os cidadãos canadenses, a desenvolver métodos de compostagem, em suas próprias casas, de forma que o composto orgânico, pode ser usado nas plantas domésticas, praças e parques públicos (PEREIRA, 2016).

O Canadá é um país que demonstrou grande preocupação com a problemática ambiental nos últimos anos, a ponto de alertar a opinião pública, sobre as dificuldades no gerenciamento dos RSU, resultante do aumento do consumo e no uso incorreto de produtos e matéria-prima (PEREIRA, 2016).

### 3.2.12 Estados Unidos da América (EUA) – Gestão de RSU

Este país possui normas com ponto de vista diferente e abandona o princípio do poluidor-pagador ou da responsabilidade. A Lei de Resíduos Sólidos (*Federal Solid Waste Disposal Act*) editada em 1965 regula dentre outros aspectos, o financiamento de inventários estaduais de aterros sanitários e lixões (PEREIRA, 2016).

Em 1976, essa lei foi complementada em pontos importantes por meio da Lei de Conservação e Recuperação (*Resource Conservation and Recovery Act - RCRA*) (U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2008), de forma a lidar com o enorme volume de resíduos sólidos municipais e industriais que eram gerados naquele país. Os objetivos estabelecidos nessa lei eram: proteger a saúde humana e o meio ambiente dos perigos potenciais da disposição de resíduos; conservar energia e recursos naturais; reduzir a quantidade de resíduos gerada; e assegurar que o manejo dos resíduos ocorra de maneira ambientalmente adequada. Por meio dessa lei, a Agência de Proteção Ambiental (*Environmental Protection Agency – EPA*) ficou incumbida de estabelecer os padrões nacionais para a gestão dos resíduos sólidos. Em 1984, foram aprovadas emendas à Lei de Conservação e Recuperação relativas a resíduos sólidos e resíduos perigosos (*Hazardous and Solid Waste Amendments to the Resource Conservation and Recovery Act*), em resposta à preocupação da sociedade de que os métodos de disposição de resíduos perigosos em uso à época, particularmente a disposição no solo, não eram seguros (PEREIRA, 2016).

Os Estados Unidos da América de acordo com Vilela Jr. *et al.* (2010), é o maior consumidor de matéria-prima e principal, gerador de resíduos sólidos do mundo, sendo a sua produção de resíduos sólidos, resultante de vários aspectos, entre eles: atividades industriais,

produção agrícola, setor comercial, tudo isso, girando em torno, do elevado consumo de bens de serviços e produtos industrializados.

No entanto, em razão das exigências legais e graças, a participação da sociedade e dos movimentos ambientalistas, em busca de soluções e alternativas, a problemática causada pelos RSU, que atinge todo o país, vem diminuindo, especialmente a partir de 1984, período onde o congresso estadunidense, aprovou um conjunto de leis, visando o disciplinamento da produção de resíduos sólidos e sua destinação de forma socialmente equilibrada e ambientalmente sustentável, o resultado é que Segundo Vilela Jr. *et al.* (2010) apenas 20% dos resíduos sólidos, são destinados aos aterros sanitários.

De acordo com Pereira (2016) a Lei dá tratamento diferenciado aos resíduos sólidos em geral (não perigosos) e aos resíduos perigosos. Em relação aos primeiros, a EPA desenvolveu critérios federais para a concepção e implementação adequadas de aterros sanitários de resíduos sólidos municipais. Tendo em vista esses critérios mínimos, os estados podem ser autorizados a desenvolver seus próprios programas. A maior parte dos programas relacionados a resíduos sólidos não perigosos é, de fato, supervisionada pelos estados (48). O cumprimento dos requisitos é assegurado por meio de permissões estaduais (PEREIRA, 2016).

Em relação aos resíduos perigosos, a lei estabeleceu um vigoroso programa de manejo, do berço ao túmulo. Inicialmente, estabeleceram-se os critérios para determinar que resíduos eram perigosos e, então, os vários requisitos para as três categorias de manuseadores de resíduos: geradores, transportadores e as instalações de tratamento, armazenamento e disposição (na sigla em inglês TSDF). Para estes, foram estabelecidos padrões técnicos para a concepção e implementação seguras, destinados a minimizar a liberação de resíduos perigosos no meio ambiente. Para lidar com a crescente quantidade de RSU, a EPA recomenda que as comunidades adotem sistemas de “manejo integrado de resíduos” adequados às suas necessidades. O termo “manejo integrado de resíduos” refere-se ao uso complementar de uma variedade de práticas de manejo de resíduos sólidos municipais, seguras e efetivas, incluindo: redução na fonte, reciclagem, incineração ou disposição em aterros sanitários. Que foram revistos para garantir que os aterros municipais que recebem resíduos perigosos de origem doméstica, protejam a saúde humana e o meio ambiente, exigiram-se programas dirigidos à redução da quantidade e toxicidade dos resíduos. Dessa forma, o conteúdo principal da Lei de RSU, o disciplinamento de uma política nacional, definindo as competências da EPA e de outros agentes para regulação e fiscalização, foram estabelecidas as diretrizes nacionais mínimas, em especial aos resíduos perigosos (PEREIRA, 2016).

### 3.2.13 São Francisco (EUA) – Gestão de RSU

São Francisco, localizada no estado norte americano da Califórnia, com uma população de 884.363 habitantes (*United State – Census Bureau/2017*), foi considerada a cidade mais verde dos Estados Unidos. Tem sido destaque mundial por apresentar políticas e projetos sustentáveis e inovadores em várias categorias, incluindo os RS. Foi a primeira cidade dos EUA a implementar a compostagem e reciclagem para residências. Foram adotadas medidas de mudança de hábitos dos moradores. Dentre elas, os supermercados não poderiam mais oferecer sacolas plásticas gratuitas aos seus clientes. A proposta tinha como finalidade incentivar o uso das sacolas bags. Dessa forma, a separação dos recicláveis e orgânicos tornar-se-ia obrigatória para todos os habitantes e quem não a faz sofre sanções, como o pagamento de uma multa. Cabe salientar que o desvio dos resíduos orgânicos para a compostagem reduz também as emissões de gases de efeito estufa, o que melhora o ambiente. São essas boas práticas que fazem da cidade de São Francisco uma cidade sustentável (PEREIRA, 2016).

Em relação à América do Sul, alguns países segundo Price (2014) estão modernizando, a sua legislação ambiental, com o intuito de atender as novas demandas impostas pela produção de resíduos sólidos, que em razão da quantidade e do volume, coloca em risco não apenas os ecossistemas ambientais, mais acima de tudo, a saúde pública. O que obriga países como a Argentina, Chile, Colômbia e o Brasil, a desenvolver novos modelos de gestão, tendo em vista, que o principal destino dos resíduos sólidos nesses países.

### 3.3. PANORAMA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL

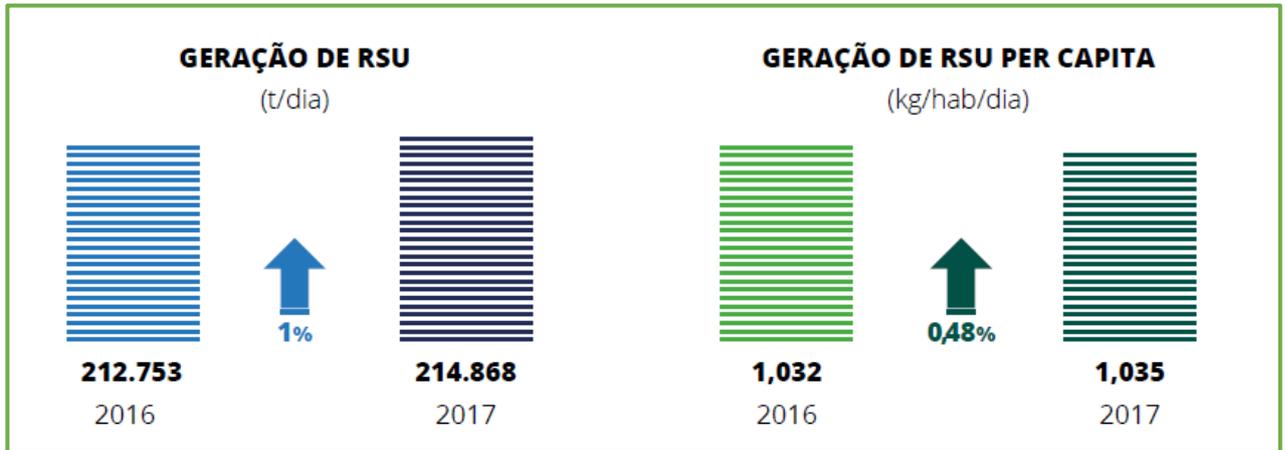
No Brasil, conforme Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), por meio do relatório “Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2017”, os dados, gráficos e tabelas a seguir foram subtraídos desse relatório, oriundos da pesquisa ABRELPE em 2017.

Os números referentes à geração de RSU revelam um total anual de 78,4 milhões de toneladas no país, o que demonstra uma retomada no aumento em cerca de 1% em relação a 2016 (ABRELPE, 2017).

Os recursos aplicados pelos municípios em 2017 para fazer frente a todos os serviços de limpeza urbana no Brasil foram, em média, de R\$10,37 por habitante por mês. A população brasileira apresentou um crescimento de 0,75% entre 2016 e 2017, enquanto a geração per capita de RSU apresentou aumento de 0,48%. A geração total de resíduos aumentou % no

mesmo período, atingindo um total de 214.868 toneladas diárias de RSU no país, conforme apresenta a Figura 7 da geração de RSU no Brasil (ABRELPE, 2017).

Figura 7 – Geração de RSU no Brasil



Fonte: (ABRELPE, 2017).

O último relatório da ABRELPE (2017), conforme apresentado na introdução deste trabalho, trouxe dados que mostram que o país ainda está distante de cumprir as metas estabelecidas pela PNRS, pois quase metade dos RSU gerados no Brasil ainda são destinados para lixões ou aterro controlado. Isto ressalta que a meta de erradicação dos lixões, inicialmente até 2014, não foi cumprida e foi necessário prorrogar o prazo para 2018 a 2021 (dependendo do porte do município).

A partir destes panoramas elaborados pela ABRELPE, traçou-se a evolução histórica da geração total de RSU no Brasil, geração de RSU per capita, massa de RSU coletada e disposta em aterro sanitário e do índice de cobertura da coleta de RSU. Estas informações foram sintetizadas e dispostas nas Figuras 8, 9, 10 e 11.

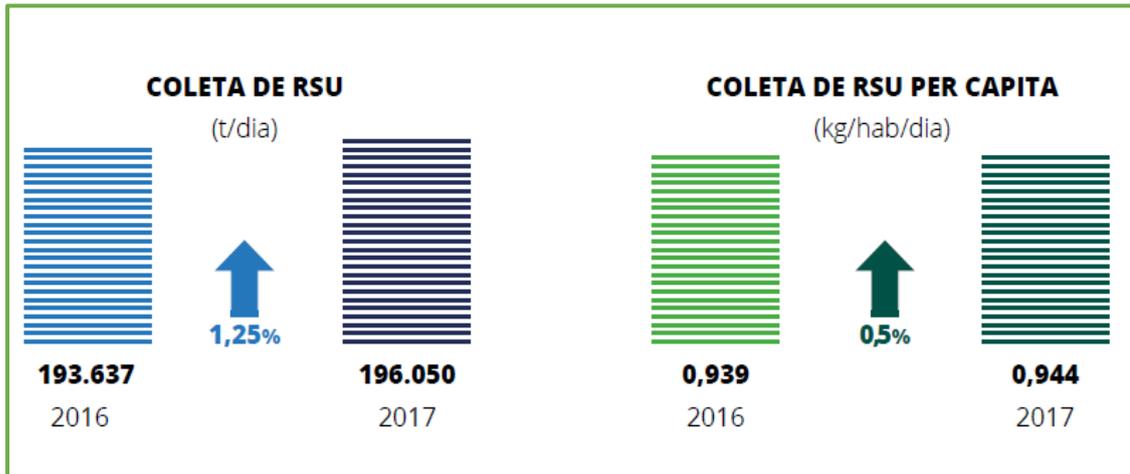
Figura 8: Evolução da geração total de RSU Brasil



Fonte: Adaptado de (ABRELPE, 2017).

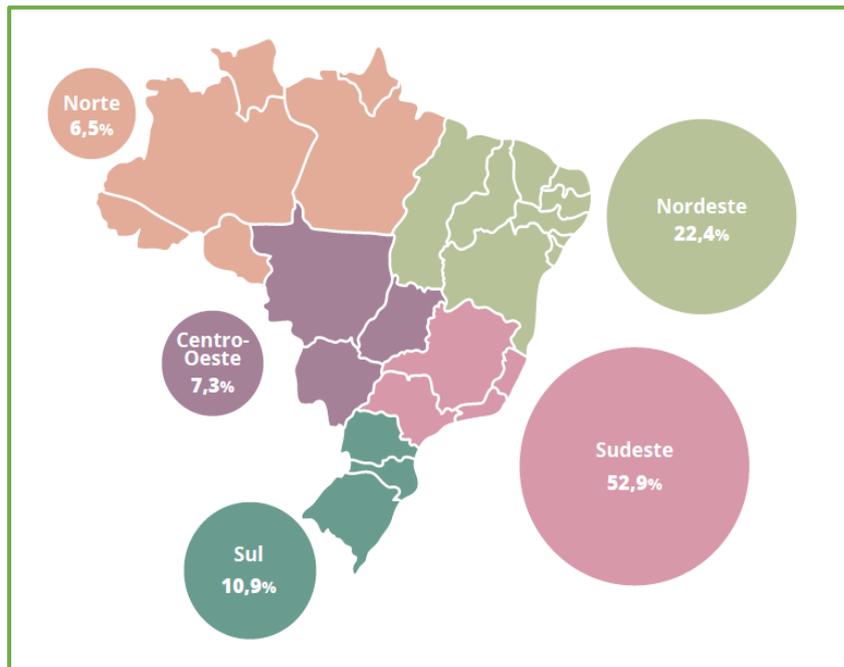
Em relação a quantidade de RSU coletados em 2017 cresceu em todas as regiões em comparação ao ano anterior, e manteve uma cobertura um pouco acima de 90%. A região Sudeste continua respondendo por cerca de 53% do total de resíduos coletados, e apresenta o maior percentual de cobertura dos serviços de coleta do país, de acordo com a Figura 9 coletas de RSU no Brasil (ABRELPE, 2017).

Figura 9 – Coleta de RSU no Brasil



Fonte: (ABRELPE, 2017).

Figura 10– Participação das regiões do país no total de RSU coletado



Fonte: (ABRELPE, 2017).

Em relação a disposição final adequada de RSU no Brasil, 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 conforme a Figura 11 (ABRELPE, 2017).

Figura 11 – Disposição final de RSU no Brasil por tipo de destinação (T/Dia)



Fonte: Adaptado de (ABRELPE, 2017).

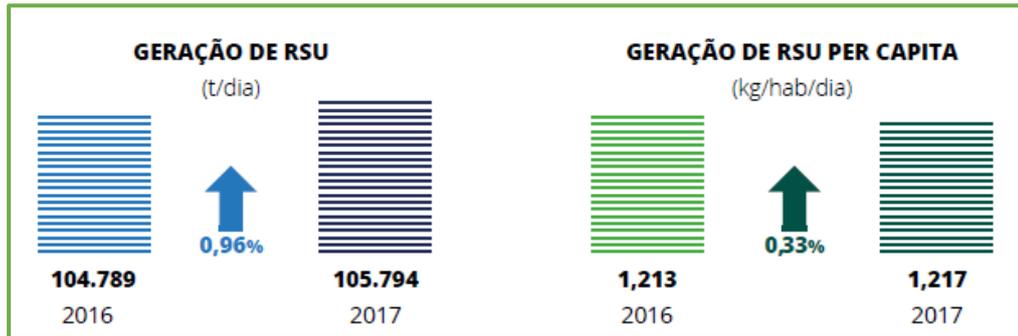
Conforme os dados da ABRELPE (2017), os 1.668 municípios da região Sudeste geraram, em 2017, a quantidade de 105.794 toneladas/ dia de RSU, como apresenta a Figura 12 abaixo, e na Figura 13 apresenta os resíduos coletados que foram aproximadamente 98,1%.

E dos resíduos coletados na região, 27,6% correspondentes a 28.606 toneladas diárias, foram encaminhados para lixões e aterros controlados, como apresenta a Figura 14.

Os municípios da região sudeste aplicaram em 2017, uma média mensal de R\$ 13,43 na coleta de RSU e demais serviços de limpeza urbana.

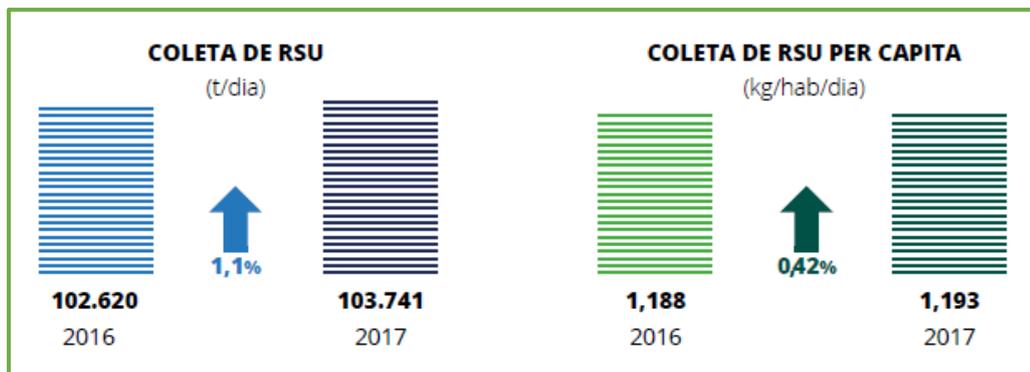
O mercado de serviços de limpeza urbana da região movimentou quase R\$ 15,4 bilhões, registrando crescimento de cerca de 3,4% em relação a 2016 (ABRELPE, 2017).

Figura 12 – Quantidade de RSU gerados na região sudeste



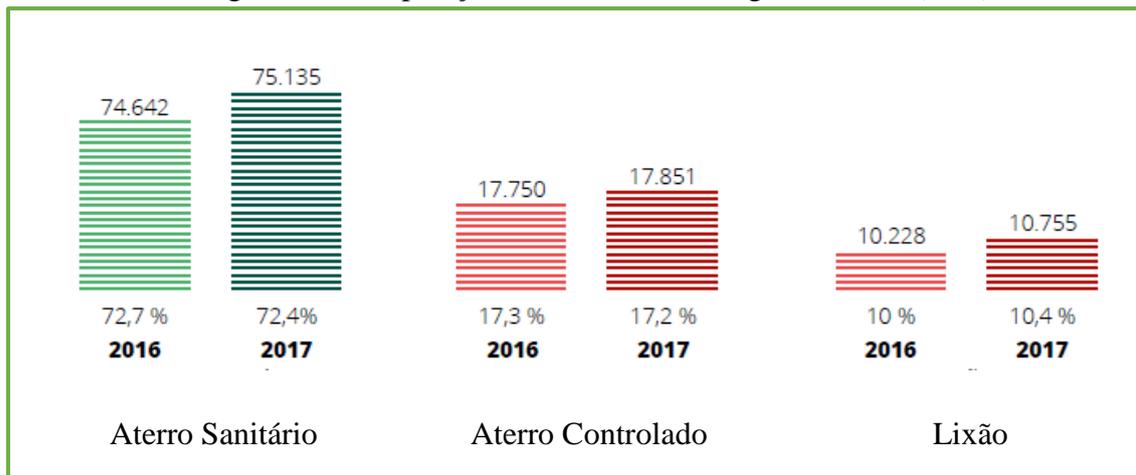
Fonte: (ABRELPE, 2017).

Figura 13 – Quantidade de RSU coletados na região sudeste



Fonte: (ABRELPE, 2017).

Figura 14 – Disposição final de RSU na região sudeste (t/dia)



Fonte: (ABRELPE, 2017).

Conforme (ABRELPE, 2017) foram produzidas 214,4 toneladas por dia, equivalendo ao descarte de 1,04 kg/hab./dia. O mesmo relatório apontou que em termos de peso, mais de 40% dos RSU produzidos no ano de 2017 foram depositados em locais inadequados, ou seja,

lixões (locais onde os resíduos são dispostos à céu aberto) ou aterros controlados (locais que se diferenciam dos lixões pelo fato dos resíduos serem cobertos por terra ao final do dia).

Segundo dados do próprio Ministério do Meio Ambiente, dos 5.570 municípios brasileiros, 3.353 dispõem de forma incorreta seus resíduos sólidos urbanos, ou seja, 60% dos municípios (AMARO, 2018).

De acordo com Amaro (2018) em razão de seu tamanho e sua diversidade cultural e socioeconômica, a implantação tanto da destinação quanto da disposição final ambientalmente adequada no Brasil dependerá de esforços sociopolíticos em todas as esferas; executivo, legislativo e jurídico e escalas de poder; municipal, estadual e federal. Em outras palavras, são necessárias a implantação de políticas públicas.

O acelerado processo de urbanização, aliado ao consumo crescente de produtos menos duráveis, e/ou descartáveis, provocou sensível aumento do volume e diversificação dos resíduos gerados e sua concentração espacial. Desse modo, o encargo de gerenciar os resíduos tornou-se uma tarefa que demanda ações diferenciadas e articuladas, as quais devem ser incluídas entre as prioridades de todas as municipalidades (CEMPRE, 2018).

No Brasil, para os 5.570 municípios existentes, tem-se a seguinte distribuição:

- 3.824 municípios têm menos de 20.000 habitantes;
- 1.442 municípios têm de 20.000 a 100.000 habitantes;
- 263 municípios têm de 100.000 a 500.000 habitantes;
- 41 municípios têm mais de 500.000 habitantes (IBGE, 2015).

A produção de resíduos nas cidades brasileiras é um fenômeno inevitável que ocorre diariamente em quantidades e composições que variam com seu nível de desenvolvimento econômico, com sua população e seus diferentes estratos sociais.

Os sistemas de limpeza urbana são de competência municipal. Devem promover a coleta, o tratamento e a destinação ambiental e sanitária de forma correta e segura (CEMPRE, 2018).

No entanto, esta tarefa não é fácil, devido a fatores como: - limitações de ordem financeira, como orçamentos inadequados, fluxos de caixa desequilibrados, tarifas desatualizadas, arrecadação insuficiente e inexistência de linhas de crédito específicas; deficiência na capacitação técnica e profissional do gari ao engenheiro-chefe; descontinuidade política e administrativa; - ausência de controle ambiental (CEMPRE, 2018).

Os fatores acima constituem-se em problemas que, se aceitos passivamente, têm como consequência o imobilismo quanto à questão dos RSU, resultando em problemas na saúde e no ambiente.

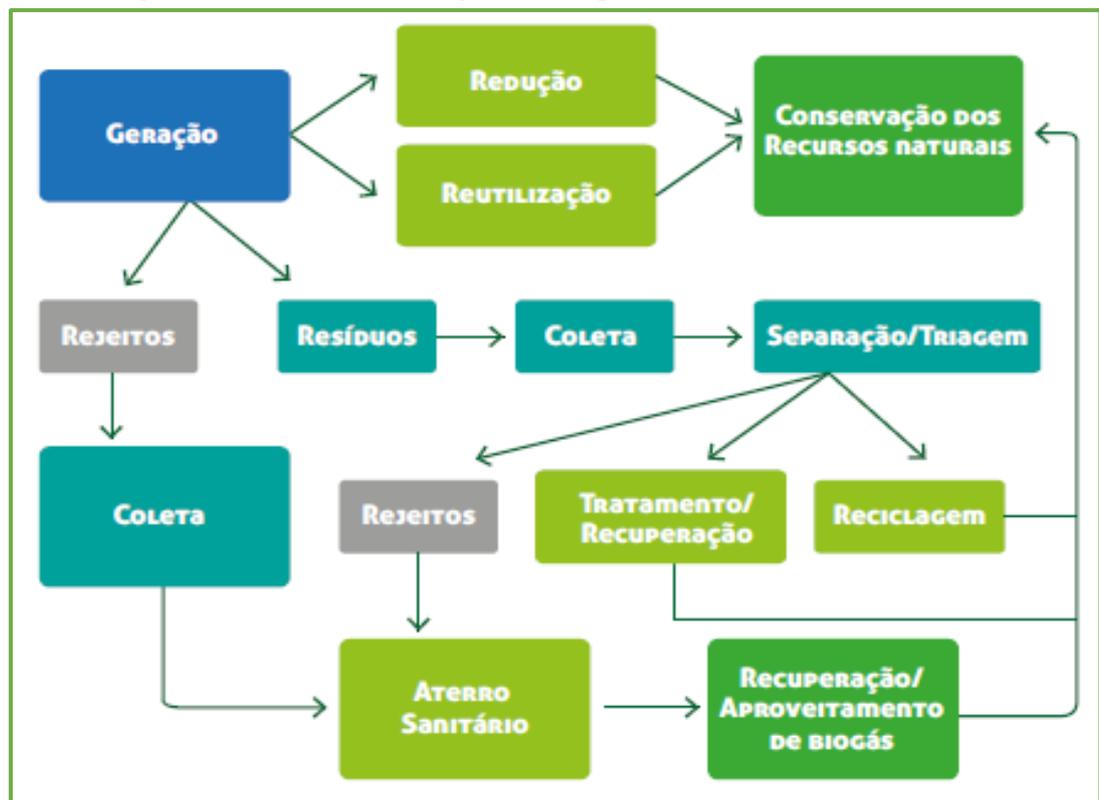
O administrador deve utilizar toda sua habilidade, e contar com a cooperação da população para superá-los gradativamente e conceber soluções na medida das possibilidades, mas continuamente (CEMPRE, 2018).

De maneira bastante sintética, pode-se afirmar que a PNRS tem por objetivos a eficiência nos serviços e o estabelecimento de um sistema de gestão integrada de resíduos sólidos, voltada para seu aproveitamento como recurso.

Com a diferenciação entre resíduos sólidos e rejeitos, trazida pela PNRS, aliada às definições de destinação e disposição final ambientalmente adequada, uma nova fase deverá ser iniciada na execução dos serviços de limpeza urbana, com a substituição do sistema linear de gestão de resíduos, até então adotado, por um sistema cíclico (SILVA FILHO, 2012).

O autor ressalta que tal sistema cíclico garante o cumprimento das diretrizes da PNRS, em especial da determinação de aplicação de uma ordem de prioridade de ações, veiculada pelo dispositivo que estabelece a hierarquia na gestão e no gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos conforme apresentado na Figura 15.

Figura 15 – Fluxo de Serviços de Limpeza Urbana, conforme a PNRS



Fonte: (SILVA FILHO, 2012).

Segundo Silva Filho (2012) um fator importante na geração *per capita* e na caracterização dos resíduos sólidos urbanos está relacionado com o desenvolvimento econômico do país, o poder aquisitivo e o correspondente consumo de uma população. Em diversos países desenvolvidos há uma preocupação crescente com a redução ou estabilização da geração *per capita* dos resíduos feita com metas e instrumentos econômicos implantados. No caso do Brasil, a grande novidade pode ser considerada a promulgação da PNRS que possui como prioridade a redução na geração de resíduos. No entanto, para se buscar a efetiva redução e/ou estabilização da geração *per capita* de resíduos sólidos, é necessário discutir e implementar instrumentos legais e de gestão.

Frise-se que a crescente quantidade de resíduos sólidos provém do crescimento populacional na medida em que se aproxima dos padrões de consumo de países desenvolvidos, como também a rápida urbanização, a gestão inadequada e o estilo de vida contribuem para esta elevada quantidade de resíduos. Colaboram também para este fenômeno a falta de saneamento, os meios de exploração utilizados na agricultura, a poluição ambiental, a ausência de fiscalização do Estado e da consciência social na preservação ambiental e carência na educação ambiental (PEREIRA, 2016).

Em 2017, pouco mais da metade dos municípios (54,8%) possuíam um Plano Integrado de Resíduos Sólidos, variando de 49,1% nos municípios de 5.001 a 10 mil habitantes até 83,3% nos com mais de 500 mil habitantes (IBGE, 2018).

A destinação adequada dos RSU coletados pelos municípios pouco avançou, enquanto o volume enviado para lixões apresentou um crescimento de 3% de 2016 para 2017, com 1.610 cidades fazendo uso dessas unidades, que são a pior forma de destinação dos materiais descartados, pois não apresentam nenhuma proteção ambiental e causam severos impactos na saúde das pessoas (PEREIRA, 2016).

Se considerar o volume total de resíduos, houve um aumento de 1% na destinação inadequada em 2017, com mais de 29 milhões de toneladas depositadas em lixões e aterros controlados. Além dos RSU, assim considerados aqueles gerados em residências urbanas e os recolhidos pelos serviços de limpeza de vias e logradouros públicos, os dados obtidos pelas pesquisas demonstraram que os municípios também foram responsáveis pelo manejo de resíduos (ABRELPE, 2017).

Esse cenário evidencia que mesmo diante das disposições legais e orientações para que se priorizem ações de reaproveitamento e reciclagem, e a despeito das várias campanhas e movimentos para que materiais recicláveis e reutilizáveis sejam separados na fonte e

encaminhados para processos destinados ao seu aproveitamento, os resíduos descartados no país seguem, quase que na totalidade, para unidades de disposição final.

Assim, pode-se concluir, de maneira bastante sintética, que o cenário da gestão de resíduos sólidos no Brasil permaneceu praticamente estagnado de 2016 para 2017, com um viés negativo nos seus principais índices e componentes ainda carecem de aplicação prática e efetividade em todas as regiões do país, e a ausência de recursos para custear as mudanças previstas tem perpetuado um considerável e crescente déficit no tocante aos pontos mais caros à lei: maximizar o aproveitamento e a recuperação dos materiais descartados e erradicar as práticas de destinação inadequada, ainda presentes em todas as unidades da federação e com impactos negativos à saúde de milhões de brasileiros.

### 3.3.1 Aspectos Legais e Normativos dos Resíduos Sólidos no Brasil

O crescimento progressivo das cidades, associado a deficiência da administração pública, fez com que a destinação incorreta dos RS viesse a se tornar um problema de grande impacto ambiental. Por não contar com recursos específicos e uma legislação municipal mais disciplinar e contundente, a administração pública, da maioria das cidades brasileiras, não incentivou, e ainda hoje não incentiva, iniciativas consistentes para regulamentar essa situação (GOBBI, 2017).

Nas últimas décadas pode-se verificar que houve avanços em relação às discussões e elaboração de mecanismos de regulamentação da gestão dos RSU no Brasil, além de uma atualização no que concerne às legislações já existentes, tendo como conteúdo a responsabilidade dos geradores e estímulo às práticas econômicas e sustentáveis (GOBBI, 2017).

A Constituição Federal de 1988 representou um grande avanço na saúde ao estabelecer diretrizes para a organização do SUS e ao determinar a base legal atual que disciplina a problemática dos RS na área da saúde e do meio ambiente.

A legislação ambiental brasileira é composta por uma variedade de leis, decretos e instrumentos jurídicos que visam à prevenção e a repressão de atos danosos ao meio ambiente. No que tange à problemática dos RS algumas leis ganham destaque nesta temática. Tais como: Constituição Federal de 1988; Lei 12.305/10 (PNRS); Lei 6.938/81 (Política Nacional de Meio Ambiente/PNMA); Lei 11.445/07 (Política Nacional de Saneamento Básico/PNSB); Lei 9.795/99 (Política Nacional de Educação Ambiental/PNEA); Lei 10.257/01 (Estatuto das Cidades); Lei 9605/98 (Lei de Crimes Ambientais).

Entre as políticas nacionais e legislações ambientais sobre RS, destaca-se a Lei Orgânica de Saúde nº 8.080 de 19/09/1990 que dispõe sobre proteção ao meio ambiente e saneamento; o Estatuto das Cidades, Lei nº 10.257 de 10/07/2001 que estabelece normas de ordem pública que regulam o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança e do bem-estar dos cidadãos e do equilíbrio ambiental; a PNSB, Lei nº 11.445 de 05/01/2007, regulamentada pelo Decreto 7.217/2010, que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e a PNRS, Lei 12.305 de 02/08/2010, regulamentada pelo Decreto 7.404/2010, que dispõe sobre seus princípios, objetivos, instrumentos e diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de RS.

A partir da década de 80, em forma global, foi pensado o meio ambiente. De todas as leis que estavam em vigor destaca-se o surgimento da Lei nº 6.938 de 17/01/1981 como marco histórico que trata da Lei da PNMA. Tal Lei determina, conforme disposto em seu Art. 2, que a PNMA tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana (BRASIL, Lei nº 6.938 /81, Art. 2). Em seu conjunto, trata de definir as obrigações do agente poluidor e as penalidades decorrentes dos atos contra a natureza, causados por esse agente a partir da Constituição Federal de 1988, o meio ambiente e as questões ambientais são tratados a nível constitucional e protegidos por via dessa Constituição Federativa (BRASIL, CF/1988, Art. 225).

De acordo com o Art. 225, em seu § 3º, as condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente sujeitarão os infratores, pessoas físicas ou jurídicas, a sanções penais e administrativas, independentemente da obrigação de reparar os danos causados (BRASIL, CF/1988, Art. 225, § 3º), que vem a ser transformada em Lei em 1998 (GOBBI, 2017).

Conforme Gobbi (2017), em 1998, surge outra lei importante para a área ambiental e que instrumentou de forma legal as responsabilidades da pessoa jurídica aos danos ambientais, A Lei nº 9.605/98 que trata dos crimes ambientais. A partir de então, todas as normas seguintes vêm para pactuar a relação da pessoa jurídica com as questões necessárias e importantes ligadas ao meio ambiente.

No Brasil, em vista de sua grande extensão territorial, também tem diferentes realidades regionais, no que diz respeito ao manejo e à disposição dos RSU e, também, de iniciativas de reaproveitamento desses resíduos. Com a finalidade de regulamentar e garantir um gerenciamento eficiente dos serviços de coleta e destinação correto em todas as regiões do país, a PNSB e a PNRS são consideradas um marco histórico na gestão ambiental do Brasil,

apresentando uma visão moderna de como solucionar o problema relacionado ao RSU (GOBBI, 2017).

A PNRS, instituída pela Lei nº 12.305/2010, após quase 20 anos de tramitação no Congresso Nacional, foi aprovada e assinada no ano de 2010. Com a instituição dessa lei surgiram novas perspectivas para a gestão de RS no Brasil. Dentre seus objetivos, estão a possibilidade de regulamentar e acertar questões relativas ao desenvolvimento econômico, social e a manutenção da qualidade da saúde ambiental. Logo em seguida, foi publicado o Decreto Regulamentador nº 7.404, em 23 de dezembro de 2010. Com esse decreto, foi criado o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a implantação dos sistemas de Logística Reversa.

Assim esta Lei 12.305/2010, em seu art.1, dispõe sobre os princípios, os objetivos e os instrumentos, e diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de RS, às responsabilidades dos geradores e do poder público.

A lei 12.305/2010 estabelece diretrizes sobre a gestão de RS, hídrico e gasoso e atribui à responsabilidade de gerenciamento desta gestão ao poder público e gestores administrativos públicos, assim como ao setor privado pela destinação dos resíduos por ela gerado. Como determina em seu art. 25 que tanto o poder público, o setor privado como a comunidade, são responsáveis pela efetividade das ações voltadas para assegurar a observância da PNRS e das diretrizes e demais determinações estabelecidas.

A PNRS e a PNSB, estabelecida pela Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, regulamenta os serviços de abastecimento público de água potável: coleta, tratamento e disposição final adequada dos esgotos sanitários, drenagem e manejo das águas pluviais urbanas; além da limpeza urbana e do manejo dos resíduos sólidos, são políticas públicas imprescindíveis, destinadas à regulação do gerenciamento de resíduos sólidos. A lei estabelece, no seu art.7, que os serviços de manejo de RS são definidos pelas seguintes atividades: coleta, transbordo e transporte de resíduos; triagem para fins de reuso ou reciclagem, tratamento, inclusive por compostagem e disposição final dos resíduos (BRASIL, 2010).

O art. 29, da PNSB, reza que os serviços públicos de saneamento básico terão a sustentabilidade econômico-financeira assegurada, sempre que possível, mediante remuneração pela cobrança dos serviços. Conforme o art. 35, dessa Política, a cobrança da prestação de serviço público de limpeza urbana e de manejo de RSU deve ser feita mediante taxas ou tarifas, e deve, obrigatoriamente, levar em conta a adequada destinação dos resíduos coletados. Nesse caso, os órgãos públicos devem considerar o nível de renda da população da

área atendida; as características dos lotes urbanos e as áreas edificadas; o peso ou o volume médio coletado por habitante ou por domicílios (BRASIL, 2010).

De acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) (BARTHOLOMEU *et al.*, 2017, p. 22), a PNSB beneficiaria a área de RS e, em especial, as cidades que enfrentam problemas de gestão de limpeza urbana, minimizando os custos da disposição e do tratamento dos resíduos.

De acordo com Bartholomeu *et al.* (2017), a lei 12.305/2010 estabelece que todas as pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado são responsáveis pela geração de RS. Na perspectiva da ANVISA, a aprovação da PNRS beneficia:

[...] todo o território nacional, por meio da regulação dos resíduos sólidos desde a sua geração à disposição final, de forma continuada e sustentável, com reflexos positivos no âmbito social, ambiental e econômico, norteados os Estados e Municípios para a adequada gestão de resíduos sólidos. Proporcionará a diminuição da extração dos recursos naturais, a abertura de novos mercados, a geração de emprego e renda, a inclusão social de catadores, a erradicação do trabalho infante-juvenil nos lixões, a disposição ambientalmente adequada de resíduos sólidos, e a recuperação de áreas degradadas (ANVISA, 2006, p. 6).

A PNRS (Lei nº 12.305/2010), de forma clara e direta, estabelece no art. 6, seus princípios norteadores a serem implementados, cuja função é orientar o estabelecimento, criação e interpretação dos instrumentos que serão utilizados pelo governo, empresas e cooperativas de catadores.

Resumidamente, a referida lei consagra um longo processo de amadurecimento de conceitos e princípios, entre eles: a prevenção, precaução, eco eficiência, responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto, logística reversa, educação ambiental, eco desenvolvimento, reconhecimento dos RS, como um bem econômico e de valor social, direito à informação, além do estabelecimento de instrumentos e diretrizes para a gestão e gerenciamento dos RS, de modo a responsabilizar toda a cadeia de geração: poder público, consumidores e setor privado, bem como, os instrumentos econômicos aplicáveis (JACOBI *et al.*, 2011).

Uma das semelhanças da PNRS com a legislação internacional é: para que um resíduo seja tratado, ele deve ser entendido como matéria prima, e assim retornar aos meios de produção. Por isso, a PNRS apresenta, como uma das principais diretrizes, a “destinação final ambientalmente adequada”, que significa: - destinação de resíduos que inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento, 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, Art. 3, VII).

Também, há outras diretrizes da PNRS de suma importância no que tange ao gerenciamento dos RS como: área contaminada, local onde há contaminação causada pela disposição, regular ou irregular, de qualquer substância ou resíduos; geradores de RS: pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, que geram RS por meio de suas atividades, nelas incluído o consumo; gestão integrada de RS, conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os RS, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável; rejeitos, RS 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; proteção da saúde pública e da qualidade ambiental; a elaboração de plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos (PMGIRS), 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; o PMGIRS tem o seguinte conteúdo mínimo: - diagnóstico da situação dos RS gerados no respectivo território, contendo a origem, o volume, a caracterização dos resíduos e as formas de destinação e disposição final adotadas; procedimentos operacionais e especificações mínimas a serem adotados nos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de RS, incluída a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos; - o titular dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos é responsável pela organização e prestação direta ou indireta desses serviços, observados o respectivo PMGIRS; - o gerador de RD tem cessada sua responsabilidade pelos resíduos com a disponibilização adequada para a coleta ou, nos casos abrangidos pelo art. 33, com a devolução; - cabe ao poder público atuar, subsidiariamente, com vistas a minimizar ou cessar o dano, logo que tome conhecimento de evento lesivo ao meio ambiente ou à saúde pública relacionado ao gerenciamento de RS; - incentivar as boas práticas de responsabilidade socioambiental; - sempre que estabelecido sistema de coleta seletiva pelo PMGIRS e na aplicação do art. 33, os consumidores são obrigados a: - acondicionar adequadamente e de forma diferenciada os RS gerados; - Disponibilizar adequadamente os RS reutilizáveis e recicláveis para coleta ou devolução.

Em 2004, a Anvisa publicou a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 306/2004, de 07/12/2004. Essa Resolução determinava o regulamento técnico para o gerenciamento de Resíduos de Serviço de Saúde (RSS) e determinava a validade do mesmo em todo o território

nacional, devendo ser consultado para a execução do gerenciamento de RSS tanto na área pública como na área privada (ANVISA, 2004).

A Resolução (RDC nº 306, de 7 de dezembro de 2004), dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de RSS prevê: - a necessidade de aprimoramento, atualização relativos ao gerenciamento dos RSS, com vistas a preservar a saúde pública e a qualidade do meio ambiente; - os princípios da biossegurança de empregar medidas técnicas, administrativas e normativas para prevenir acidentes, preservando a saúde pública; - os serviços de saúde são os responsáveis pelo correto gerenciamento de todos os RSS por eles gerados, atendendo às normas e exigências legais, desde o momento de sua geração até a sua destinação final; - a segregação dos RSS, no momento e local de sua geração, permite reduzir o volume de resíduos perigosos e a incidência de acidentes ocupacionais dentre outros benefícios à saúde pública e ao meio ambiente (ANVISA, 2004).

Porém, atualmente, a ANVISA publicou a RDC nº 222/2018, de 28/03/2018, que regulamenta as boas práticas de gerenciamento de RSS. Assim, a ANVISA revogou a RDC nº 306/2004, de 07/12/2004, quando entrou em vigor a RDC nº 222/2018, ou seja, cento e oitenta dias a partir da data da sua publicação (ANVISA, 2018).

Nesse contexto, a RDC nº 222/2018 da ANVISA determina o regulamento das etapas relacionadas ao manejo, tratamento e disposição final dos RSS, e ainda determina os procedimentos operacionais em função dos riscos. Assim, O Plano de Gerenciamento dos Resíduos de Serviço de Saúde (PGRSS), é baseado nas características dos resíduos gerados e na classificação constante do apêndice I desta Resolução, onde estabelece as diretrizes de Manejo dos RSS sendo: Etapas do Manejo: 1. Segregação; 2. Acondicionamento; 3. Identificação (ANVISA, 2018).

Em face as normas ambientais, que protegem a segurança nacional, a propriedade, a economia, o desenvolvimento, o meio ambiente e o Homem. Para sua efetividade protecionista, todos os entes federados (União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios) legislam concorrentemente, conforme a Constituição Federal nos artigos 24 e 30, I e II, sobre: florestas, caça, pesca, fauna, conservação da natureza, defesa do solo e dos recursos naturais, proteção do meio ambiente e controle da poluição; proteção ao patrimônio histórico, cultural, artístico, turístico e paisagístico; responsabilizações, por intermédio das Constituições Federal e Estaduais, Leis Orgânicas dos Municípios e Planos Diretores Municipais, leis, códigos, decisões, decretos, instruções normativas, normas técnicas, portarias e resoluções, desde que as normas não conflitem entre si (CRQ IV, 2015).

A PNMA, art. 6º, § 1º, dispõe que os Estados, na esfera de suas competências e nas áreas de sua jurisdição, elaborarão normas supletivas e complementares e podem expedir padrões, observados os que forem estabelecidos pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA).

As Resoluções do CONAMA têm status de norma federal e de acordo com a PNMA, art. 8º, compete ao CONAMA estabelecer normas, critérios e padrões relativos ao controle e à manutenção da qualidade do meio ambiente, o uso racional dos recursos ambientais, enquanto matérias-primas, e especialmente a prevenção da poluição que afeta a saúde pública e onera o erário público, que arca com os maiores custos (CRQ IV, 2015).

As normas expedidas pela ABNT são recomendações técnicas das melhores práticas desenvolvidas e utilizadas voluntariamente, sendo que várias tratam dos resíduos sólidos; mas não são de cumprimento obrigatório, sendo que se adota sistematicamente em questões judiciais embasadas no art. 39 do Código de Defesa do Consumidor, Lei nº 8.078/ 1990, que inclui, entre suas finalidades institucionais, a proteção ao meio ambiente (CRQ, 2015).

Porém as normas da ABNT tornam-se obrigatórias quando citadas em um instrumento do Poder Público (lei, decreto, portaria, resolução do CONAMA etc.), ou quando citadas em contratos.

No que se refere ao âmbito federal, alguns dos principais documentos legais das políticas públicas ambientais e gestão de resíduos sólidos que asseguram melhor qualidade ambiental, em nível nacional.

Apresentam-se como: no Quadro 5 – Leis Federais; Quadro 6 - Decretos Federais; Quadro 7 – Resoluções; Quadro 8 - Deliberações; Quadro 9 – Instruções Normativas; Quadro 10 – Portarias; Quadro 11 – Normas ABNT.

Quadro 5 – Leis Federais (gestão de resíduos sólidos)

<b>Norma Legal</b>	<b>Título</b>
<b>Lei Federal nº 6.938/1981</b>	Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e das outras providências.
<b>Lei Federal nº 9.605/1998</b>	Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e das outras providências.
<b>Lei comp. nº 101/2000</b>	Estabelece normas de finanças públicas voltadas para a responsabilidade na gestão fiscal e dá outras providências.

Continuação

Continuação: Quadro 5 – Leis Federais (gestão de RS)

<b>Lei Federal nº 9.966/2000</b>	Dispõe sobre a prevenção, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em água sob jurisdição nacional e das outras providências.
<b>Lei Federal nº 10.257/2001</b>	Estatuto da Cidade – regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição Federal estabelecem diretrizes gerais da política urbana e das outras providências.
<b>Lei Federal nº 11.445/2007</b>	Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, nº 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 das outras providências.
<b>Lei Federal nº 12.305/2010</b>	Institui a Política Nacional de resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.
<b>Lei Federal nº 12.334/2010</b>	Estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de resíduos industriais, cria o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens e altera a redação do art. 35 da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, e do art. 4º da Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000.

**Fonte:** Autora (2019).

Quadro 6 - Decretos Federais (gestão de RS)

<b>Norma Legal</b>	<b>Título</b>
<b>Decreto Federal nº 99.274/1990</b>	Regulamenta a Lei nº 6.902, de 27 de abril de 1981, e a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõem, respectivamente sobre a criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental e sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, e das outras providências.
<b>Decreto Federal nº 99.658/1990</b>	Regulamenta, no âmbito da Administração Pública Federal, o reaproveitamento, a movimentação, a alienação e outras formas de desfazimento de material.
<b>Decreto Federal nº 875/1993</b>	Promulga o texto da Convenção sobre o Controle de Movimentos Transfronteiros de Resíduos Perigosos e seu Depósito.
<b>Decreto Federal nº 4.074/2002</b>	Regulamenta a Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem, a rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos seus componentes e afins, e das outras providências.
<b>Decreto Federal nº 4.136/2002</b>	Dispõe sobre a especificação das sanções aplicáveis às infrações às regras de prevenção, controle e fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em água sob jurisdição nacional, prevista na lei nº 9.966, de 28 de abril de 2000, e das outras providências.

Continuação

## Continuação: Quadro 6 - Decretos Federais (gestão de RS)

<b>Decreto Federal nº 4.581/2003</b>	Promulga a Emenda ao Anexo VIII e IX á convenção de Basileia sobre o Controle do movimento transfronteiriço de Resíduos Perigosos e seu depósito.
<b>Decreto Federal nº 5.940/2006</b>	Institui a separação dos resíduos recicláveis descartados pelos órgãos e entidades da administração federal direta e indireta, na fonte geradora, e a sua destinação às associações e cooperativas dos catadores de materiais recicláveis, e das outras providências.
<b>Decreto Federal nº 6.514/2008</b>	Dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações, e das outras providências.
<b>Decreto Federal nº 6.511/2008</b>	Promulga as emendas aos anexos da convenção sobre prevenção da poluição marinha causada pelo alijamento no mar de resíduos e outras matérias.
<b>Decreto Federal nº 6.942/2009</b>	Institui o Biênio Brasileiro do Saneamento – 2009-2010 e institui o grupo de trabalho interinstitucional para coordenar a elaboração do Plano Nacional de Saneamento Básico, e das outras providências.
<b>Decreto Federal nº 7.217/2010</b>	Regulamenta a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, e das outras providências.
<b>Decreto Federal nº 7.404/2010</b>	Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional dos resíduos sólidos, cria o Comitê Interministerial da a Política Nacional dos resíduos sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de logística reversa, e das outras providências.
<b>Decreto Federal nº 7.405/2010</b>	Institui o Programa Pró-catador, denomina o Comitê Interministerial para Inclusão Social e Econômica dos Catadores de Materiais Reutilizáveis e Recicláveis o Comitê Interministerial da inclusão social de Catadores de Lixo criado pelo decreto de 11 de setembro de 2003, dispõe sobre sua organização e funcionamento, e das outras providências.
<b>Decreto Federal nº 7.619/2011</b>	Regulamenta a concessão de crédito presumido do imposto sobre produtos industrializados na aquisição de resíduos sólidos.
<b>Decreto Federal nº 9.177/2017</b>	Regulamenta o art. 33 da lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política nacional de resíduos sólidos e completa os art. 16 e art. 17 do decreto nº 7.404 de 23 de dezembro de 2010.

**Fonte:** Autora (2019).

## Quadro 7 – Resoluções (gestão de RS)

<b>Norma Legal</b>	<b>Título</b>
CONAMA nº 1ª/1986	Dispõe sobre o transporte de produtos perigosos em território nacional.

Continuação

Continuação: Quadro 7 – Resoluções (gestão de RS)

<b>CONAMA n° 06/1991</b>	Dispõe sobre a incineração de resíduos sólidos provenientes da saúde, portos e aeroportos.
<b>CONAMA n° 05/1993</b>	Dispõe sobre o gerenciamento de resíduos sólidos gerados nos portos, aeroportos e terminais rodoviários e ferroviários.
<b>CONAMA n° 24/1994</b>	Exige anuência prévia da CNEN para toda a importação ou exportação de material radioativo, sob qualquer forma e composição química e quantidade.
<b>CONAMA n° 05/1998</b>	Dispõe sobre o licenciamento ambiental de obras de saneamento.
<b>CONAMA n° 64/1999</b>	Licenciamento de fornos rotativos de produção de clínquer para atividades de co - processamento de resíduos
<b>CONAMA n° 75/2001</b>	Estabelece código de cores para diferentes tipos de resíduos na coleta seletiva.
<b>CONAMA n° 07/2002</b>	Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da cons. Civil.
<b>CONAMA n° 13/2002</b>	Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais.
<b>CONAMA n° 16/2002</b>	Dispõe sobre procedimentos e critérios para o funcionamento de sistemas de tratamento térmico de resíduos.
<b>CONAMA n° 57/2005</b>	Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como seu estabelece as condições e padrões de lançamentos de efluentes.
<b>CONAMA n° 58/2005</b>	Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde.
<b>CONAMA n° 62/2005</b>	Dispõe sobre o recolhimento, coleta e destinação final de óleo usado ou contaminado.
<b>CCFGT n° 476/2005</b>	Aprova o programa saneamento para todos.
<b>CONAMA n° 75/2006</b>	Define critérios e procedimentos para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados.
<b>CONAMA n° 01/2008</b>	Estabelecem os limites máximos de chumbo, Cadmo e mercúrio para pilhas e baterias comercializadas no território nacional e os critérios e padrões para o seu gerenciamento ambientalmente adequado.
<b>CONAMA n° 04/2008</b>	Estabelece critérios e diretrizes para o licenciamento ambiental de aterro sanitário de pequeno porte de resíduos sólidos urbanos
<b>ANVISA/RDC n° 20/2008</b>	Dispõe sobre o regulamento técnico sobre embalagens de polietilenotereftalato (PET) pós – consumo reciclado grau alimentício (PET –PCR grau alimentício) destinados a entrar em contato com alimentos.
<b>ANVISA/RDC n° 56/2008</b>	Dispõe sobre o regulamento técnico de boas práticas sanitárias no gerenciamento de resíduos sólidos nas áreas de portos, aeroportos, passagens de fronteiras e recintos alfandegados.
<b>CONAMA n° 16/2009</b>	Dispõe sobre a prevenção à degradação ambiental causada por pneus inservíveis e sua destinação ambientalmente adequada, e dá outras providências.
<b>CONAMA n° 30/2011</b>	Dispõe sobre condições e padrões de lançamentos de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente.

Continuação

Continuação: Quadro 7 – Resoluções (gestão de RS)

<b>CONMETRO n° 4/2010</b>	Dispõe sobre a aprovação do programa brasileiro de avaliação do ciclo de vida e da outras providências.
<b>CONAMA n° 50/2012</b>	Altera os art. 9, 16, 19, 20,21 e 22° e acrescenta o art. 24-A à resolução no 362, de 23 de junho de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente, que dispõe sobre o recolhimento, coleta e destinação final de óleo lubrificante usado ou contaminado.
<b>CONAMA n° 52/2014</b>	Dispõe sobre os procedimentos de controle da importação de resíduos, conforme as normas adotadas pela Convenção da Basileia sobre o Controle de Movimento Transfronteiriço de resíduos perigosos e seus depósitos.
<b>CONAMA n° 65/2014</b>	Dispõe sobre os procedimentos de licenciamento ambiental de estabelecimento destinado ao recebimento de embalagens vazias de agrotóxicos.
<b>CONAMA n° 69/2015</b>	Altera a resolução CONAMA n° 307, de 5 de julho de 2012, que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.
<b>CONAMA n° 81/2017</b>	Estabelece critérios e procedimentos para garantir o controle e a qualidade ambiental do processo de compostagem de resíduos orgânicos.
<b>ANVISA/RDC n° 222/2018</b>	Dispõe sobre o regulamento técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde.

**Fonte:** Autora (2019).

Quadro 8 – Deliberações (gestão de RS)

<b>Norma Legal</b>	<b>Título</b>
<b>CORI n° 02/2011</b>	Dispõe sobre as diretrizes metodológicas para a avaliação dos impactos sociais e econômicos da implantação da logística reversa.
<b>CORI n° 03/2011</b>	Dispõe sobre critérios e conteúdos de estudos para a aprovação da visibilidade técnica e econômica da implantação de sistemas de logística reversa.
<b>CORI n° 06/2011</b>	Dispõe sobre os critérios para estabelecimento de prioridade para o lançamento de editais de chamamento para a elaboração de acordos setoriais para a implantação de logística reversa.
<b>CORI n° 04/2012</b>	Dispõe sobre a viabilidade técnica e econômica da implantação de sistema de logística reversa de lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista.
<b>CORI n° 05/2012</b>	Aprova a viabilidade técnica e econômica da implantação do sistema de logística reversa de embalagens em geral.
<b>CORI n° 07/2012</b>	Aprova a viabilidade técnica e econômica da implantação do sistema de logística reversa de produtos eletroeletrônicos e seus componentes.

Continuação

Continuação: Quadro 8 – Deliberações (políticas públicas ambientais e gestão de RS)

<b>CORI nº 08/2013</b>	Aprova a viabilidade técnica e econômica da implantação do sistema de logística reversa de medicamentos.
<b>CORI nº 09/2014</b>	Estabelece a meta da quantidade do sistema de logística reversa de embalagens em geral de que trata o item 5.7 do edital de chamamento 02/2012.
<b>CORI nº 10/2014</b>	Estabelece medidas para a simplificação dos procedimentos de manuseio, armazenamento seguro e o transporte primário de produtos e embalagens descartados em locais de entrega integrantes de sistemas de logística reversa instituídos nos termos da Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010.
<b>CORI nº 11/2017</b>	Diretrizes gerais da implementação dos sistemas de logística reversa, interação entre logística reversa e planos de gerenciamento de resíduos e de outras providências.

**Fonte:** Autora (2019).

Quadro 9 – Instruções Normativas (gestão de RS)

<b>Norma Legal</b>	<b>Título</b>
<b>SDA nº 27/2006</b>	Estabelece os limites às concentrações máximas admitidas para agentes fito tóxicos, patógenos ao homem, animais e plantas, metais pesados tóxicos, pragas e ervas daninhas nos fertilizantes, corretivos, inoculantes e biofertilizantes, para serem produzidos, importados ou comercializados.
<b>SDA nº 25/2009</b>	Aprovar as normas sobre as especificações e as garantias, as tolerâncias, o registro, a embalagem e a rotulagem dos fertilizantes orgânicos simples, mistos, compostos, organominerais e biofertilizantes à agricultura, na forma dos anexos a presente instrução normativa.
<b>IBAMA nº 01/2010</b>	Institui, no âmbito do IBAMA, procedimentos necessários ao cumprimento da Resolução CONAMA nº 416/2009, pelos fabricantes e importados de pneus novos, sobre coleta e destinação final de pneus inservíveis.
<b>MPOG nº 01/2010</b>	Dispõe sobre os critérios de sustentabilidade ambiental na aquisição de bens, contratação de serviços ou obra pela administração pública federal direta, autárquica e fundacional.
<b>GM nº 46/2011</b>	Estabelece o regulamento técnico para os sistemas orgânicos de produção ambiental e vegetal, bem como as listas de substâncias permitidas para uso nos sistemas orgânicos de produção animal e vegetal.
<b>IBAMA nº 05/2012</b>	Dispõe sobre o procedimento transitório de autorização ambiental para o exercício da atividade de transporte marinho interestadual, terrestre e fluvial, de produtos perigosos.
<b>IBAMA nº 08/2012</b>	Institui para fabricantes nacionais e importadores, os procedimentos relativos ao controle do recebimento e da destinação final de pilhas e baterias ou produtos perigosos.
<b>IBAMA nº 13/2012</b>	Publicar a lista brasileira de resíduos sólidos, a qual será utilizada pelo cadastro técnico federal de atividades potencialmente poluidoras ou utilizadores de recursos ambientais, pelo cadastro técnico federal de atividades e instrumentos de defesa ambiental e pelo cadastro nacional de operadores de resíduos perigosos, bem como por futuros sistemas informatizados do IBAMA que possam vir a tratar de resíduos sólidos.
<b>IBAMA nº 01/2013</b>	Regulamenta o cadastro nacional de operações de resíduos perigosos (CNORP)

Continuação

Continuação: Quadro 9 Instruções Normativas (gestão de RS)

<b>IBAMA nº 06/2013</b>	Estabelece procedimentos para a elaboração de projetos de recuperação de área degradada PRAD ou área alterada, para fins de cumprimento da legislação ambiental, bem como dos termos de referência constante dos anexos I e II destas instruções normativas.
<b>IBAMA nº 12/2013</b>	Dispõe sobre a regulamentação dos procedimentos de controle da importação de resíduos de que trata a resolução Conama nº 452/12, em consonância com a convenção da Basileia.
<b>GM nº 53/2013</b>	Estabelece as disposições e critérios para definições, a classificação, o registro e renovação de registros de estabelecimento, o registro de produtos, a autorização de comercialização e uso de materiais secundários.
<b>IBAMA nº 06/2014</b>	Regulamenta o relatório anual de atividades potencialmente poluidoras e utilizadores de recursos ambientais, nos termos destas instruções normativas.
<b>IBAMA nº 18/2014</b>	Acrescenta as descrições de atividades constantes no anexo I destas instruções normativas à tabela constante no anexo I da instruções normativas nº 06, de 15 de março de 2013.

**Fonte:** Autora (2019).

Quadro 10 – Portarias (gestão de RS)

<b>Norma Legal</b>	<b>Título</b>
<b>IBAMA nº 45/1995</b>	Constitui a rede brasileira de manejo ambiental de resíduos, integrada à rede pan-americana de manejo ambiental de resíduos.
<b>MMA/MME nº 464/2007</b>	Os produtos e os importadores de óleo lubrificantes acabado são responsáveis pela coleta de todo óleo lubrificantes usado ou contaminado, ou alternativamente, pelo correspondente custeio de coleta, bem como sua destinação final.
<b>MMA nº 114/2011</b>	Cria o grupo interno de articuladores do ministério do meio ambiente.
<b>MMA nº 112/2011</b>	Institui grupo de trabalho com o propósito de articular, no âmbito federativo, a implementação da política nacional dos resíduos sólidos.
<b>MMA nº 140/2011</b>	Designa os membros do comitê interministerial da política nacional dos resíduos sólidos, que tem como finalidade de apoiar a estruturação e implementação política nacional dos resíduos sólidos, por meio da articulação dos órgãos e entidades governamentais, de modo a possibilitar o cumprimento das determinações e das metas previstas na lei nº 12.305/2010 e no decreto nº 7404/2010.
<b>MMA nº 177/2011</b>	Aprova o regimento interno para o comitê interministerial da política nacional dos resíduos sólidos.
<b>MDS/MMA nº 265/2011</b>	Aprova o regimento interno para o comitê interministerial de inclusão social e econômica dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis.
<b>MMA nº 409/2011</b>	Torna pública a consulta ao plano nacional de resíduos sólidos.
<b>CONAMA nº 15/2012</b>	Estabelece para o controle da emissão veicular de gases, material particulado e evaporativa, nova classificação dos veículos automotores, a partir de 1 de janeiro de 1986

Continuação

## Continuação: Quadro 10 – Portarias (gestão de RS)

<b>MDA nº 60/2012</b>	<b>Dispõe sobre os critérios e procedimentos relativos à concessão, manutenção e uso do selo combustível social.</b>
<b>MMA nº 82/2013</b>	Aprova o regimento interno do grupo de monitoramento permanente da resolução nº 362, de 23 de junho de 2005, conselho nacional de meio ambiente (CONAMA), que dispõe sobre o recolhimento, coleta e destinação final de óleo lubrificante usado ou contaminado.
<b>MCIDADES nº18/2014</b>	Regulamentar s requisitos e os procedimentos para aprovação e acompanhamento dos projetos de investimentos considerados prioritários na área de infraestrutura para o setor de saneamento básico.
<b>INMETRO nº 70/2014</b>	Aprova a revisão do regulamento administrativo para tratamento e destinação dos produtos apreendidos pela rede brasileira de metrologia legal e qualidade.
<b>MMA nº 113/2014</b>	Aprova o regimento interno do comitê orientador para implantação de sistema de logística reversa, na forma do anexo a esta portaria.
<b>MMA nº 326/2014</b>	Torna pública a abertura de processo de consulta pública da minuta de acordo setorial para a implantação de sistema de logística reversa de embalagens em geral.
<b>MMA nº 327/2014</b>	Torna pública a abertura de processo de consulta pública da proposta de acordo setorial para a implantação de sistema de logística reversa de lâmpadas fluorescente de vapor de sódio e mercúrio e luz mista.
<b>MMA nº 437/2014</b>	Reinstituir no âmbito do ministério do meio ambiente, o comitê gestos de produção e consumo sustentável – CGPCS.
<b>FUNASA nº 637/2014</b>	Dispõe sobre critérios e procedimentos para a transferência de recursos financeiros das ações de saneamento e saúde ambiental custeada pela fundação nacional de saúde.
<b>MMA/MME/MDR nº 279/2019</b>	Disciplina a recuperação energética dos resíduos sólidos urbanos referida no § 1º do art. 9º da Lei nº 12.205, de 2010 e no art. 37 do Decreto nº 7.404, de 2010.

**Fonte:** Autora (2019).

## Quadro 11 – Normas ABNT (políticas públicas ambientais e gestão de RS)

<b>ABNT NBR 16156/2013</b>	Resíduos de equipamentos eletroeletrônicos
<b>ABNT NBR 12809/2013</b>	Resíduos de serviços de saúde: gerenciamento de resíduos de serviços de saúde intraestabelecimento.
<b>ABNT NBR 15849/20</b>	Resíduos sólidos urbanos: Aterros sanitários de pequeno porte.
<b>ABNT NBR 10005/2004</b>	Procedimento para obtenção de extrato lixiviador de resíduos sólido.
<b>ABNT NBR 10007/2004</b>	Amostragem de resíduos sólidos.

Continuação

## Continuação: Quadro 11 – Normas ABNT (gestão de RS)

<b>ABNT NBR 13896/1997</b>	Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação.
<b>ABNT NBR 13853/1997</b>	Coletores para resíduos de serviços de saúde perfurantes ou cortantes.
<b>ABNT NBR 12810/1993</b>	procedimentos exigíveis para coleta interna e externa dos resíduos de serviços de saúde, sob condições de higiene e segurança.
<b>ABNT NBR 8419/1992</b>	Apresentação de Projetos de Aterros Sanitários de Resíduos Sólidos Urbanos – Procedimento.
<b>ABNT NBR 9191:2008</b>	Sacos plásticos para acondicionamento de lixo - Requisitos e métodos de ensaio. Estabelece os requisitos e métodos de ensaio para sacos plásticos destinados exclusivamente ao acondicionamento de lixo para coleta.
<b>ABNT NBR 10004/2004</b>	Resíduos sólidos – Classificação. Classifica os resíduos sólidos quanto aos seus potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, para que possam ser gerenciados adequadamente.
<b>ABNT NBR 10006/2004</b>	Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos.
<b>ABNT NBR 10007/2004</b>	Amostragem de resíduos sólidos. Fixa os requisitos exigíveis para amostragem de resíduos sólidos.
<b>ABNT NBR 10157/1987</b>	Aterros de Resíduos Perigosos - Critérios para projeto, construção e operação – Procedimento.
<b>ABNT NBR 11174/1990</b>	Armazenamento de resíduos classe II - Não inertes e classe III - inertes – Procedimento. Fixa as condições exigíveis para obtenção das condições mínimas necessárias ao armazenamento de resíduos classes II - não inertes e III - inertes, de forma a proteger a saúde pública e o meio ambiente.
<b>ABNT NBR 11175/1990</b>	Incineração de Resíduos Sólidos Perigosos - Padrões de desempenho - Procedimento Fixa as condições exigíveis de desempenho do equipamento para incineração de resíduos sólidos perigosos, exceto aqueles assim classificados apenas por patogenicidade ou inflamabilidade.
<b>ABNT NBR 12235/1992</b>	Armazenamento de Resíduos Sólidos Perigosos - Procedimento Fixa as condições exigíveis para o armazenamento de resíduos sólidos perigosos de forma a proteger a saúde pública e o meio ambiente.
<b>ABNT NBR 12807/2013</b>	Resíduos de Serviços de Saúde – Terminologia. Define os termos empregados em relação aos resíduos de serviços de saúde.
<b>ABNT NBR 12808/2016</b>	Resíduos de Serviços de Saúde – Classificação. Classifica os resíduos de serviços de saúde quanto aos riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, para que tenham gerenciamento adequado.
<b>ABNT NBR 12810/2016</b>	Coleta de Resíduos de Serviços de Saúde – Procedimento. Especifica os requisitos aplicáveis às atividades de gerenciamento de resíduos de serviços de saúde (RSS) realizadas fora do estabelecimento gerador.
<b>ABNT NBR 12980/1993</b>	Coleta, varrição e acondicionamento de Resíduos Sólidos Urbanos – Terminologia. Define os termos utilizados na coleta, varrição e acondicionamento de resíduos sólidos urbanos.
<b>ABNT NBR 13230/2008</b>	Embalagens e acondicionamento plásticos recicláveis - Identificação e simbologia.
<b>ABNT NBR 13463/1995</b>	Coleta de Resíduos Sólidos. Classifica a coleta de resíduos sólidos urbanos dos equipamentos destinados a esta coleta, dos tipos de sistema de trabalho, do acondicionamento destes resíduos e das estações de transbordo.
<b>ABNT NBR 13591/1996</b>	Compostagem – Terminologia. Define os termos empregados exclusivamente em relação à compostagem de resíduos domiciliares.
<b>ABNT NBR 13896/1997</b>	Aterro de Resíduos Não Perigosos – Procedimento.
<b>ABNT NBR ISO 14001/2015</b>	Sistemas de Gestão Ambiental - Requisitos com orientações para uso.

Continuação

Continuação: Quadro 11 – Normas ABNT (políticas públicas ambientais e gestão de RS)

<b>ABNT NBR 14064/2015</b>	Atendimento a emergência no transporte terrestre de produtos perigosos.
<b>ABNT NBR 14599/2003</b>	Requisitos de segurança para coletores-compactadores de carregamento traseiro e lateral.
<b>ABNT NBR 15849/2010</b>	Resíduos sólidos urbanos – Aterros sanitários de pequeno porte.
<b>ABNT NBR 16156/2013</b>	Resíduos de equipamentos eletroeletrônicos - Requisitos para a Atividade de Manufatura Reversa.
<b>ABNT NBR 16182/2013</b>	Embalagem e acondicionamento — Simbologia de orientação de descarte seletivo e de identificação de materiais.
<b>ABNT NBR 16209/2013</b>	Estabelecem os procedimentos de avaliação de risco à saúde humana para fins de gerenciamento de áreas contaminadas em decorrência da exposição a substâncias químicas presentes no meio físico.
<b>ABNT NBR 16210/2013</b>	Estabelece os procedimentos e conteúdos mínimos para o desenvolvimento de modelos conceituais em objeto de estudo.
<b>ABNT NBR 16699-/2018</b>	Especifica as características do veículo coletor compactador de resíduos sólidos e seus dispositivos de elevação de contentores.

**Fonte:** Autora (2019).

### 3.4 PANORAMA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS EM MINAS GERAIS

A gestão ambientalmente adequada dos resíduos sólidos (RS) é estratégica para o desenvolvimento sustentável de Minas Gerais. Em função disso, as ações da Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM) visam fomentar as administrações locais e regionais, por meio dos consórcios intermunicipais, a otimizarem a gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) (FEAM, 2018).

Ao longo dos últimos 15 anos, no âmbito do Programa Minas Sem Lixões, criado em 2003, da Ação Redução e Valorização de Resíduos, entre 2012 e 2014, denominada desde 2015 Gestão de Resíduos Sólidos e Rejeitos, a FEAM vem acompanhando e apoiando os municípios na melhoria da gestão dos RSU, tendo alcançado resultados significativos. Foram desenvolvidas ações de orientação técnica aos para implantação e regularização ambiental de sistemas de destinação de RSU, à implantação de coleta seletiva, elaboração de Planos de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PGIRS), e formação de consórcios intermunicipais, dentre outras (FEAM, 2018).

Segundo determina a Política Estadual de Resíduos Sólidos, o PGIRS é documento integrante do processo de licenciamento, já que apresenta levantamento da situação do sistema de manejo dos resíduos sólidos em utilização, a pré-seleção das alternativas mais viáveis e o estabelecimento de ações integradas e diretrizes relativas aos aspectos ambientais,

educacionais, econômicos, financeiros, administrativos, técnicos, sociais e legais para todas as fases de gestão dos resíduos sólidos, desde a sua geração até a destinação final.

Em levantamento realizado em fevereiro de 2017 pela FEAM, foram cadastrados os PGIRS de 142 municípios do Estado, representando 16,7% do total, sendo que 109 (12,8%) foram considerados efetivados, e 33 (3,9%) ainda merecem adequações (FEAM, 2018).

A partir de 2012, foi criada no âmbito do Programa Estruturador de Qualidade Ambiental do Estado, o Plano Plurianual de Ação Governamental (PPAG 2012-2015), propôs escalonamento de metas até 2015, que tinham como indicadores o percentual de população urbana e o número de municípios atendidos por sistemas regularizados de destinação de RSU junto ao Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SISEMA), como indicadores. A meta finalística definida para 2015 foi de 75% de 289 municípios regularizados. Essas duas metas foram igualmente não alcançadas de população urbana atendida, em consonância com o então vigente Plano Mineiro de Desenvolvimento Integrado (PMDI 2011-2030), que se destaca pela importância do aprimoramento da gestão da cadeia de resíduos sólidos urbanos e industriais em Minas, ressaltando a necessidade de se criar instrumentos, inclusive metodológicos e financeiros, para incentivar as administrações públicas municipais e regionais a adequarem a gestão desses resíduos (FEAM, 2018).

Em 2016, as metas anuais passaram a ter como indicador somente o número de municípios com destinação de RSU regularizada ambientalmente, tendo sido previsto o alcance de 315 municípios até dezembro de 2017. Embora essa meta tenha sido superada, com registro de 379 municípios regularizados, representando finalmente 60,08% da população urbana atendida ao final daquele ano, essa porcentagem ainda está aquém da meta finalística inicialmente definida para 2015 (75%). Ao final do ano de 2017, eram 228 municípios dispendo seus RSU em aterros sanitários, sendo 197 regularizados e 31 não regularizados. Quanto à destinação dos resíduos às Usinas de Triagem e Compostagem (UTC), eram 149 os municípios, sendo 125 regularizadas e 24 não regularizadas (FEAM, 2018).

Assim em maio de 2018, a FEAM dispõe de novo termo de parceria, formalizado com a instituição Organização da Sociedade Civil de Interesse Público (OSCIP), Instituto de Gestão de Políticas Sociais (GESOIS), que objetiva dar apoio às ações desenvolvidas pela fundação junto aos municípios para otimização das alternativas para gestão dos seus RSU.

Neste contexto, o Panorama apresenta resultados quanto a vários aspectos da gestão de RSU em Minas Gerais (MG) e contempla dados relativos à regularização ambiental das alternativas e modalidades de gerenciamento adotadas até dezembro de 2017, apresenta o desempenho da região do Estado de Minas Gerais e, por conseguinte, da região do Triângulo

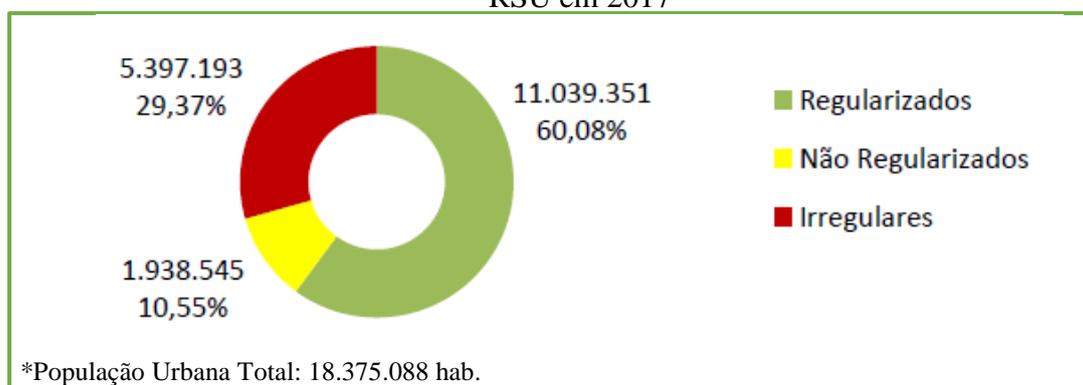
Mineiro. O estudo traz a evolução na gestão ambiental mineira dos RSU entre 2001 e 2017. Acrescenta também informações atualizadas quanto à situação de municípios mineiros que regularizaram sua situação de destinação de RSU até maio de 2018.

Quanto à regularidade dos municípios para destinação dos resíduos, cabe esclarecer que são classificados como ‘Regulares’ aqueles que encaminham seus RSU para empreendimentos ambientalmente regularizados, aterros sanitários (AS), aterros sanitários de pequeno porte (ASPP), e/ou usinas de triagem e compostagem (UTC); os ‘Não Regularizados’ são os municípios que dispõem de sistemas de destinação considerados pelo o Sistema Estadual de Meio Ambiente (SISEMA) como passíveis de obtenção ou recuperação de regularização ambiental, com processo de licenciamento em análise. Já os municípios classificados como ‘Irregulares’ são os que se utilizam de sistemas não passíveis de regularização ambiental, os aterros controlados e lixões.

Segundo o Panorama da destinação dos RSU no estado de MG em 2018, 57,78% da população urbana era atendida por sistemas de destinação final de RSU regularizados ambientalmente, porcentagem que representava 9.658.332 habitantes das áreas urbanas de 322 municípios mineiros, considerando os dados do (IBGE 2018).

No ano de 2018, esse índice aumentou para 60,08%, representando os 11.039.351 habitantes que habitam as áreas urbanas de 379 municípios mineiros, considerando dados da contagem, população urbana atendida por situação de regularização da Destinação Final, conforme mostra a Figura 16 (FEAM, 2018).

Figura 16: Porcentagem da População Urbana por situação de regularização da destinação dos RSU em 2017



Fonte: (FEAM, 2018).

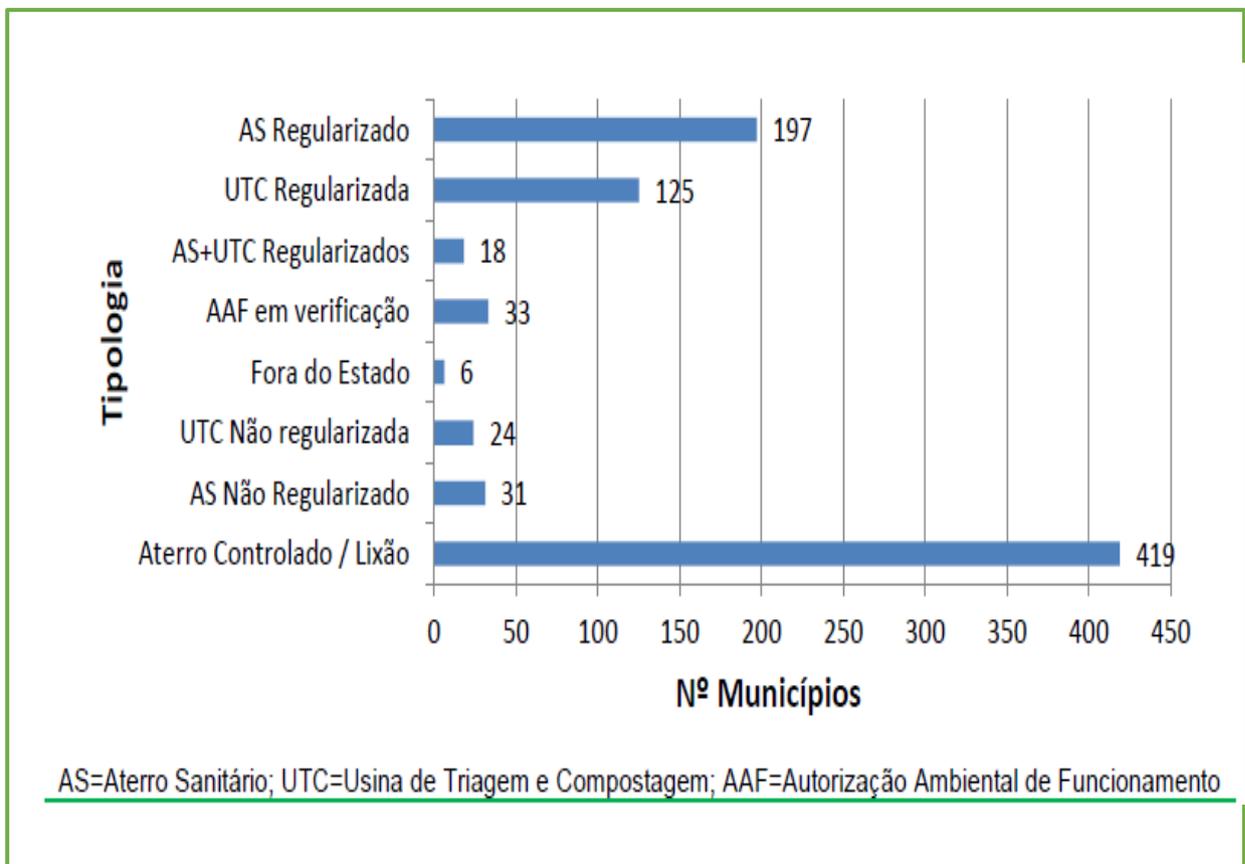
Além dos 60,08% da população urbana que se utilizavam de destinação regularizada dos RSU, verificou-se que 10,55% também da população urbana destinam seus RSU a empreendimentos não regularizados, ou seja, que não possuem Autorização Ambiental de

Funcionamento (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, passaram a ser contabilizados unicamente como ‘Irregulares’ (FEAM, 2018).

Informação complementar ao percentual da população urbana com destinação dos RSU regularizada é a quantidade de municípios que se enquadra em cada uma dessas modalidades de tratamento ou disposição final adotada.

A Figura 17 apresenta o número de municípios por tipologia de destinação dos RSU ao final de 2017.

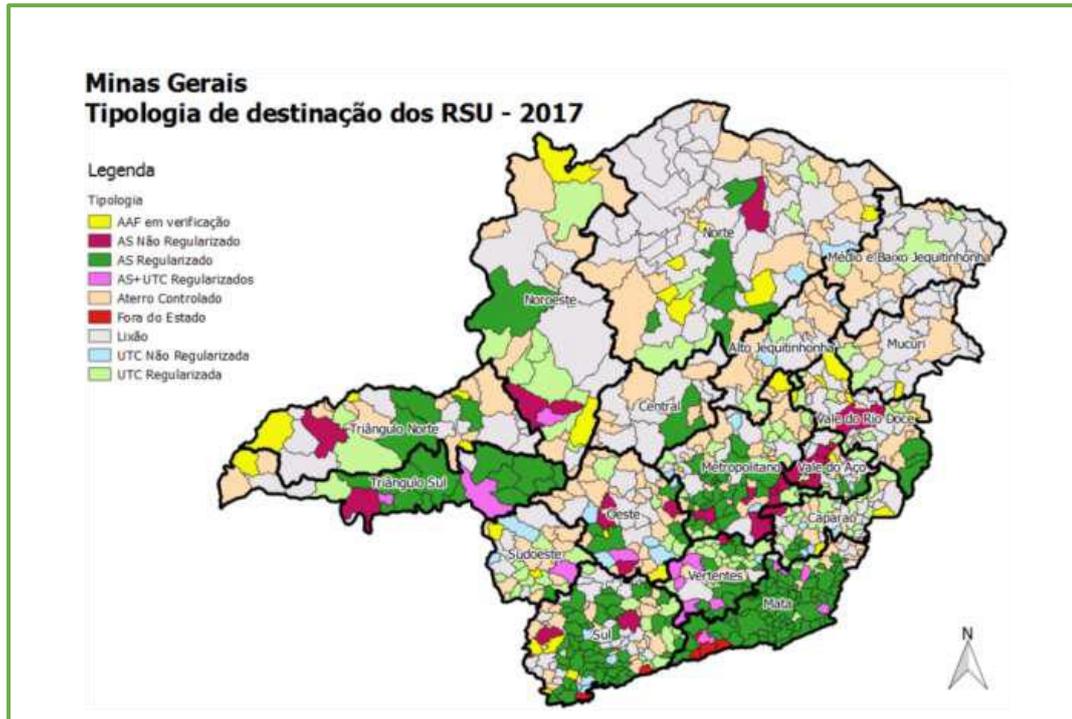
Figura 17 – Número de Municípios por Tipologia de Destinação Final dos RSU em 2017



Fonte: (FEAM, 2018).

Ao final do ano de 2017, contabilizou-se 228 municípios dispoendo seus RSU em aterros sanitários, sendo 197 regularizados e 31 não regularizados. Quanto à destinação dos resíduos a UTC, são 149 os municípios, sendo 125 regularizadas e 24 não regularizadas, de acordo com a Figura 18:

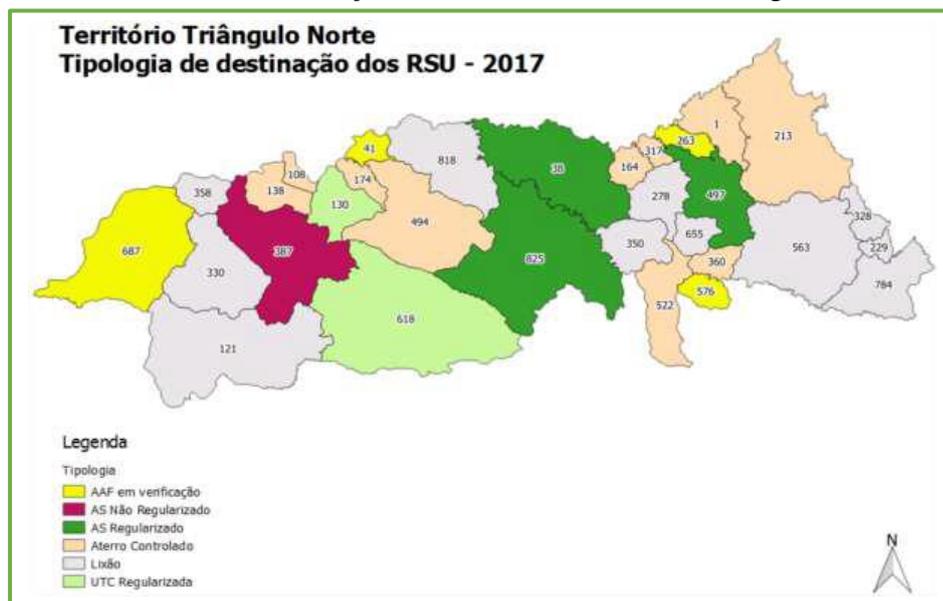
Figura 18: Tipologia de destinação dos RSU por Território de Desenvolvimento – 2017



Fonte: (FEAM, 2018).

A seguir será apresentado os dados do Território do Triângulo Norte que é formado por 30 municípios incluindo o município de Uberlândia, e possui uma população urbana de 1.217.002 habitantes, considerando dados do IBGE 2016. A Figura 19 mostra o mapa da região, indicando a destinação de RSU praticada pelos municípios no final do ano de 2017.

Figura 19: Panorama da Destinação dos RSU no Território Triângulo Norte – 2017.



Fonte: (FEAM, 2018)

Verifica-se que mais de 70% da população urbana do território tem destinação regularizada dos RSU, sendo 66% com destinação em aterros sanitários (3 municípios), 2,75% em UTC (2 municípios) e 2,02% referente a AAF em verificação (3 municípios). A Tabela 3 apresenta a lista de municípios regularizados e Tipologia (FEAM, 2018).

Tabela 3 - Destinação final dos RSU dos municípios regularizados do Território Triângulo Norte

Nº	Município	Tipologia
38	Araguari	AS Regularizado
41	Araporã	UTC - AAF em verificação
130	Canápolis	UTC Regularizada
263	Douradoquara	ASPP - AAF em verificação
497	Monte Carmelo	AS Regularizado
618	Prata	UTC Regularizada
687	Santa Vitória	ASPP - AAF em verificação
825	Uberlândia	AS Regularizado

Obs.: O Nº representa a localização do município no mapa do Território

Fonte: (FEAM, 2018).

Investir em saneamento é investir na saúde e na melhoria da qualidade de vida da população. A disposição inadequada dos RSU causa poluição do solo, das águas e do ar, além de propiciar a proliferação de vetores de doenças. A busca por soluções deve passar pelo esforço integrado das prefeituras órgãos estaduais e sociedade. Com objetivo de apoiar os municípios no atendimento às normas de gestão adequada de RSU definidas pelo Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM).

#### 3.4.1 Aspectos Legais e Normativos dos Resíduos Sólidos em Minas Gerais

Destaca-se como importante marco a Lei Estadual nº 12.040, chamada de Lei Robin Hood que, desde 1995, estabeleceu novos critérios para distribuição de parcela do Imposto sobre Operações relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação (ICMS) aos municípios, valorizando iniciativas exitosas em áreas, tais como patrimônio cultural, educação, saúde, além do critério ambiental, que deu nome à essa parcela de distribuição de “ICMS Ecológico” em Minas.

Desde então, o critério ambiental da Lei beneficiou municípios que operam soluções ambientalmente reconhecidas e em conformidade com o regulamento estabelecido pelo Sistema Estadual de Meio Ambiente (SISEMA) quanto às unidades de conservação, e aos sistemas de tratamento de esgotos e de destinação final de RSU.

Anos mais tarde, foi revogada a Lei 12.040/1995 pela Lei 18.030/2009, e dada continuidade à distribuição dessa parcela do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS), o critério ambiental seguiu valorizando ações que envolvam a formalização de unidades de conservação, acrescentou iniciativas ambientalmente adequadas nas áreas de ocorrência de mata seca, e deu sequência à valorização de iniciativas devidamente regularizadas para operação de unidades de saneamento, tratamento de esgotos sanitários e de destinação final de RSU, configurando-se em instrumento de incentivo aos municípios para investir em melhorias das condições sanitárias locais e, assim, contribuir para a melhoria da qualidade de vida da população (FEAM, 2018).

A publicação da Lei 18031 de 13 de janeiro de 2009, dispõe sobre a política Estadual de RS, representa outro avanço da gestão de RSU em MG. A lei, pioneira no Brasil, estabelece o princípio da logística reversa, no qual o resíduo, em vez de ser encarado como um problema é visto como oportunidade de renda e desenvolvimento sustentável para a sociedade, seja por meio de seu uso como insumo, especialmente para a geração de energia, como por meio da determinação para que entes públicos editem normas de incentivo fiscal, financeiro ou creditício para programas de gestão integrada de resíduos, em parceria com organizações de catadores de material reciclável (FEAM, 2018).

De acordo com a FEAM (2018) a nova Lei contempla alguns itens referentes à melhoria da lei do “ICMS Ecológico”, no tocante ao subcritério saneamento ambiental. Várias Prefeituras no estado recebem o Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços Ecológicos, que se constitui em um importante instrumento para beneficiar os municípios que priorizam o Saneamento Básico e as Unidades de Conservação. Cento e quarenta municípios recebem o incentivo por possuírem sistemas adequados de disposição final de RSU e de tratamento de esgoto.

Nesse contexto, apresentam-se a seguir algumas dessas iniciativas desenvolvidas e os resultados obtidos em alguns aspectos da gestão dos RSU. Tem sido estabelecida, por parte do estado de MG, políticas públicas que visam à adequada gestão dos RSU. Neste sentido, a Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD) vem apoiando alguns projetos no Estado. Um exemplo de projeto que foi bem-sucedido, pode-se citar o Programa

Minas sem Lixão que teve início em 2008 e encerrou em 2015, que apoiou vários municípios mineiros na implementação de políticas públicas voltadas para a gestão adequada dos RSU.

A legislação mineira baseia-se em princípios como os não da geração de RS, reaproveitamento, reciclagem, tratamento e disposição final ambientalmente adequada, além da responsabilidade socioambiental. Para uma melhor compreensão da legislação em Minas, apresenta-se as principais leis que vigoram no Estado. Sendo elas:

- Lei 13.766, de 30/11/2000. Dispõe sobre política estadual de apoio e incentivo à coleta seletiva de resíduos sólidos e altera dispositivo da lei 12.040, 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. (Alterada pelas Leis 14.577/2003; 16.689/2007; 17.503/2008; e 18.511/2009);
- Decreto 46.562, de 25/11/2001. Altera o decreto nº 44.844, de 25 de junho de 2008, que estabelece normas para licenciamento ambiental e autorização ambiental de funcionamento, tipifica e classifica infrações às normas de proteção ao meio ambiente e aos recursos hídricos e estabelece procedimentos administrativos de fiscalização e aplicação das penalidades;
- Deliberação Normativa COPAM 52, de 14/12/2001. Convoca municípios para o licenciamento ambiental de sistema adequado de disposição final de lixo e dá outras providências;
- Lei nº 14.128, de 19 de dezembro de 2001, que dispõe sobre a Política Estadual de Reciclagem de Materiais e sobre os instrumentos econômicos e financeiros, aplicáveis à Gestão de RS. Esta legislação fornece mecanismos para promover o uso, a comercialização e a industrialização de materiais recicláveis, tais como: papel usado, papel e papelão; sucatas de metais ferrosos e não ferrosos; plásticos, garrafas plásticas e vidros; entulhos de construção civil; resíduos sólidos e líquidos, urbanos e industriais, passíveis de reciclagem; produtos resultantes do reaproveitamento, da industrialização, regulamentados pelas leis;
- Deliberação Normativa COPAM 62, 17/12/2002. Dispõe sobre critérios de classificação de barragens de contenção de rejeitos, de resíduos e de reservatório de água em empreendimentos industriais e de mineração no Estado de MG;
- Deliberação Normativa COPAM 71, de 19/01/2004. Estabelece normas para o licenciamento e fiscalização ambiental de estabelecimentos destinados ao recebimento de embalagens vazias de agrotóxicos e dá outras providências;
- Deliberação Normativa COPAM 74, de 09/09/2004. Estabelece critérios para classificação, segundo o porte e potencial poluidor, de empreendimentos e atividades modificadoras do meio ambiente passíveis de autorização ambiental de funcionamento ou de licenciamento ambiental

no nível estadual, determina normas para indenização dos custos de análise de pedidos de autorização ambiental e de licenciamento ambiental, e dá outras providências. (Alterada pela Deliberação Normativa 74/2011);

- Deliberação Normativa COPAM 89, de 15/09/2005 (Revogada). Estabelece normas para laboratórios que executam medições para procedimentos exigidos pelos órgãos ambientais do Estado de MG e dá outras providências;

- Deliberação Normativa COPAM 90, de 15/09/2005 Dispõe sobre a declaração de informações relativas às diversas fases de gerenciamento dos RS industriais no Estado de MG;

- Lei nº 16.689, de 11 de janeiro de 2007, que dispõe sobre a Política Estadual de Apoio e Incentivo à Coleta de RSU em órgãos e entidades da Administração Pública direta e indireta do Estado. Na legislação estadual, é estabelecido que todos os órgãos e entidades da Administração Pública direta e indireta do Estado instituirão coleta seletiva de Rs. No caso das escolas, seus gestores poderão comercializar o material coletado, revertendo o lucro da venda em benefício do caixa escolar. Em contrapartida, as outras instituições governamentais deverão doar o material coletado para associações ou cooperativas de catadores de RS e, na falta dessas, para instituições semelhantes;

- Deliberação Normativa COPAM 108, de 24/05/2007. Altera a Deliberação Normativa Copam 50/01, que estabelece os procedimentos para o licenciamento ambiental de postos revendedores, postos de abastecimento, instalações de sistemas retalhistas e postos flutuantes de combustíveis e dá outras providências;

- Decreto 44.844 de 25/06/2008. Estabelece normas para licenciamento ambiental e autorização ambiental de funcionamento, tipifica e classifica infrações às normas de proteção;

- Deliberação Normativa COPAM 117, de 27/06/2008. Dispõe sobre a declaração de informações relativas às diversas fases de gerenciamento dos RS gerados pelas atividades minerárias no Estado de MG;

- Deliberação Normativa COPAM 118, de 27/06/2008. Altera os artigos 2º, 3º e 4º da Deliberação Normativa 52/2001, estabelece novas diretrizes para adequação da disposição final de RSU no Estado, e dá outras providências;

- Lei nº 18.031, de 12 de janeiro de 2009, que dispõe sobre a Política Estadual de RS. Tem por objetivo estimular os municípios a melhorar a gestão de RS no território do estado. Ao incentivar, fomentar e valorizar a não geração, redução, reutilização, o reaproveitamento e a reciclagem, ao mesmo tempo em que implementa alternativas para a geração de energia, o tratamento e a disposição final adequada dos RS, de forma a melhorar a qualidade do meio ambiente e preservar a saúde pública. A legislação, também, cobra a elaboração dos Planos de

Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) nos Municípios, com base em padrões setoriais e com definição de metas e prazos;

- Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG 2, de 06/09/2010 Institui o Programa Estadual de Gestão de Áreas Contaminadas, que estabelece as diretrizes e procedimentos para a proteção da qualidade do solo e gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por substâncias químicas;
- Resolução SEMAD 1.300, de 06/05/2011. Dispõe sobre a criação de Grupo Multidisciplinar de Trabalho para estabelecer critérios de avaliação de implantação do Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS) nos estabelecimentos geradores desses resíduos e estabelecer diretrizes de termo de referência para elaboração e a apresentação do PGRSS no Estado de MG;
- Deliberação Normativa COPAM 170, de 03/10/2011. Estabelece prazos para cadastro dos PGIRS pelos municípios do Estado de MG e dá outras providências;
- Lei Estadual nº 19.823, de 22 de novembro de 2011 – Concessão de incentivo financeiro a catadores de materiais recicláveis da Bolsa Reciclagem. A Bolsa-Reciclagem é um programa do Governo do Estado de MG concedido, mensalmente, aos catadores de materiais recicláveis, para organizações que são formalizadas. O critério de concessão baseia-se nos resultados do trabalho (desempenho), da quantidade de materiais recicláveis triados e comercializados pelos catadores. O benefício é comprovado por meio das notas fiscais ou recibos da venda dos recicláveis;
- Deliberação Normativa COPAM 171, de 22/12/2011. Estabelece diretrizes para sistemas de tratamento e disposição final adequada dos RSS no Estado de MG, altera o anexo da Deliberação Normativa COPAM nº 74, de 09 de setembro de 2004, e dá outras providências;
- Deliberação Normativa COPAM 172, de 22/12/2011. Institui o Plano Estadual de Coleta Seletiva de MG;
- Lei 20.011, de 05/01/2012. Dispõe sobre a Política Estadual de coleta, tratamento e reciclagem de óleo e gordura de origem vegetal ou animal de uso culinário e dá outras providências;
- Decreto 45.975, de 04/06/2012. Estabelece normas para a concessão de incentivo financeiro a catadores de materiais recicláveis – Bolsa Reciclagem, de que trata a Lei nº 19.823, de 22 de novembro de 2011;
- Deliberação Normativa COPAM 188, de 30/10/2013. Estabelece as diretrizes gerais e os prazos para veiculação de editais de chamamento de sistemas de logística reversa (SLR) no Estado;

- Deliberação Normativa CONEP, 07 de 03/12/2014. Estabelece normas para a realização de estudos de impacto no patrimônio cultural (EPIC) no Estado de MG, (entre os empreendimentos sujeitos a essa exigência estão aterros sanitários, processamento e destino final de resíduos tóxicos ou perigosos).

### 3.5 PANORAMA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS EM UBERLÂNDIA-MG

#### 3.5.1 Dados Estatísticos do Município de Uberlândia-MG.

O índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M) de Uberlândia foi elevado no Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), com o valor de 0,830, o sexto maior de todo estado de MG (853 Municípios), o 41º de toda a Região Sudeste do Brasil (1.666 Municípios) e o 123º de todo o Brasil (entre 5.507 Municípios). O índice da saúde é de 0,910 (brasileiro é 0,787) e o de renda é de 0,725 (Brasil é 0,723) (IBGE, 2018).

O Produto interno bruto (PIB) de Uberlândia é o 26º maior do Brasil, destacando-se na área de prestação de serviços. O município tem conseguido conservar, desde 2006, a taxa de crescimento do PIB local entre 12% e 14% (SMSU, 2018).

No entanto, o setor de serviços continua sendo o que mais contribuiu para o resultado total do indicador, conforme os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Nessa situação, que segue o histórico, cooperou com R\$ 9,2 dos R\$ 18,3 bilhões circulados. Em segundo lugar, apareceu o segmento de indústria, que foi responsável por R\$ 4,4 bilhões. Em terceiro ficou a agropecuária, com R\$ 415 milhões (IBGE, 2018).

O restante dos valores foi relativo aos tributos sobre os produtos e aos gastos da administração, saúde e educação pública.

Apesar da força econômica do município, a incidência da pobreza medida pelo IBGE foi de 0,41%, e conforme dados do Censo IBGE 2016, a população total do município é de 669.672 residentes, e dos quais 6.883 encontra-se em situação de extrema pobreza, ou seja, com renda domiciliar per capita abaixo de R\$ 70,00. Isto significa que 1,1% da população municipal vivem em alto nível de carência. Do total dos extremamente pobres, 1.662 (24,1%) viviam no meio rural e 5.221 (75,9%) no meio urbano (SMSU, 2018). A Tabela 4 apresenta a Projeção Populacional referente ao município no período de 2013 a 2032.

Tabela 4 – Projeção Populacional no período de 2013 a 2032

Projeção populacional no período de 2013 a 2032 com todas as projeções							
Ano	PMU <sup>(1)</sup>	CEI-FJP <sup>(2)</sup>	PMSB <sup>(3)</sup>	População estimada			
				Aritmética	Geométrica	Decrescente	Logística
1996	431.744	-	-	-	-	-	-
2004	556.133	-	-	-	-	-	-
2012	602.359	666.502	681.056	-	-	-	-
2013	-	676.171	696.039	613.022	615.028	567.896	605.142
2014	-	685.406	711.351	623.686	627.963	575.057	607.522
2015	-	694.261	727.000	634.349	641.170	581.254	609.553
2016	-	702.784	742.994	645.013	654.655	586.618	611.286
2017	-	711.014	759.339	655.676	668.424	591.259	612.762
2018	-	718.978	776.044	666.340	682.482	595.275	614.019
2019	-	726.691	793.116	677.003	696.836	598.752	615.088
2020	-	734.167	810.564	687.667	711.492	601.760	615.997
2021	-	-	823.533	698.330	726.456	604.363	616.770
2022	-	-	836.709	708.993	741.735	606.616	617.427
2023	-	-	850.096	719.657	757.335	608.566	617.984
2024	-	-	863.697	730.320	773.263	610.253	618.457
2025	-	-	877.516	740.984	789.526	611.713	618.859
2026	-	-	891.556	751.647	806.131	612.977	619.200
2027	-	-	905.820	762.311	823.086	614.071	619.489
2028	-	-	920.313	772.974	840.397	615.017	619.735
2029	-	-	935.038	783.637	858.072	615.836	619.943
2030	-	-	949.998	794.301	876.119	616.545	620.120
2031	-	-	959.497	804.964	894.546	617.159	620.269
2032	-	-	969.091	815.628	913.360	617.690	620.396

(1) Tabela SMSU, Prefeitura Municipal de Uberlândia/2013.

(2) Centro de Estatística e Informações da Fundação João Pinheiro-MG, 2009.

(3) Projeção Populacional de Uberlândia do Plano Diretor de Gestão Estratégica/ 2012.

**Fonte:** (SMSU, 2018).

O estudo de projeção de geração de RSU do município de Uberlândia apresenta um trabalho com uma metodologia básica aplicada em hipótese de uma impressão futura nos próximos vinte anos. Associado com equações de projeção populacional, cálculos estatísticos e informações socioeconômicas (SMSU, 2018).

Com a projeção da população estabelecida, o passo seguinte partiu para a produção *per capita* dos resíduos sólidos gerados no período de vinte anos (2012 a 2032), mantendo o índice médio dos cinco anos anteriores (2007 a 2012), por acreditar que a taxa deverá perpetuar por mais algum tempo.

E também adotou um fator regulador de redução da produção *per capita* dos resíduos sólidos gerados, confiando que um futuro próximo com a ampliação dos programas ambientais, mudança de comportamento da população e a legislação municipal mais restritiva, os valores da produção *per capita* dos resíduos sólidos gerados pela população. Como apresenta na Tabela 5 (SMSU, 2018).

Tabela 5 - Projeção de Geração de RSU gerados em Uberlândia entre 2013 a 2032

Projeção de geração de RSU gerado entre 2013 a 2032					
Ano	Geração RSU (t/ano)	Resíduos Orgânicos (t)	Geração Rejeitos (t)	Geração Recicláveis (t)	Acumulado Aterro Sanitário (t)
<b>Proporção</b>		<b>60,37%</b>	<b>9,46%</b>	<b>30,17%</b>	<b>100%</b>
2013	172.066,08	103.876,29	16.277,45	51.912,34	172.066,08
2014	182.116,31	109.943,62	17.228,20	54.944,49	354.182,39
2015	192.639,10	116.296,22	18.223,66	58.119,22	546.821,49
2016	203.646,73	122.941,53	19.264,98	61.440,22	750.468,22
2017	215.389,57	130.030,68	20.375,85	64.983,03	965.857,79
2018	227.405,18	137.284,51	21.512,53	68.608,14	1.193.262,97
2019	239.692,91	144.702,61	22.674,95	72.315,35	1.432.955,88
2020	252.253,45	152.285,41	23.863,18	76.104,87	1.685.209,33
2021	265.086,07	160.032,46	25.077,14	79.976,47	1.950.295,40
2022	278.191,13	167.943,99	26.316,88	83.930,26	2.228.486,53
2023	291.306,36	175.861,65	27.557,58	87.887,13	2.519.792,89
2024	304.685,85	183.938,85	28.823,28	91.923,72	2.824.478,74
2025	318.330,43	192.176,08	30.114,06	96.040,29	3.142.809,17
2026	331.964,90	200.407,21	31.403,88	100.153,81	3.474.774,07
2027	345.578,45	208.625,71	32.691,72	104.261,02	3.820.352,52
2028	359.158,50	216.823,99	33.976,39	108.358,12	4.179.511,02
2029	372.693,84	224.995,27	35.256,84	112.441,73	4.552.204,86
2030	386.463,18	233.307,82	36.559,42	116.595,94	4.938.668,04
2031	399.877,94	241.406,31	37.828,45	120.643,17	5.338.545,98
2032	413.213,46	249.456,97	39.089,99	124.666,50	<b>5.751.759,44</b>
<b>Total</b>		<b>3.472.337,17</b>	<b>544.116,44</b>	<b>1.735.305,82</b>	

Fonte: (SMSU, 2018).

A referida cidade por se encontrar na região do Triângulo Mineiro, traz várias peculiaridades de uma grande metrópole. Produz um volume heterogêneo de RS de origens variadas, em atividades diversas no setor produtivo e consumo. Destacando os Resíduos Domiciliares, Resíduos Comerciais, Resíduos Industriais, Resíduos de Serviços de Saúde, Resíduos da Construção Civil, Resíduos de Lodo de ETA e ETE, Resíduos de Limpeza e Manutenção Urbana, Resíduos tecnológicos, Resíduos de Aeroporto, e os Resíduos Agrossilvopastoris (SMSU, 2018).

A Prefeitura de Uberlândia tem a Secretaria Municipal de Serviços Urbanos (SMSU), com as atribuições de executar as atividades relativas aos serviços de limpeza pública e de sua

respectiva fiscalização, promover a execução de serviços de iluminação pública em coordenação com os órgãos competentes do Estado, zelar pela administração em geral dos cemitérios municipais, e zelar pela manutenção e conservação das praças municipais e canteiros.

Além disso, tem como atribuição a promoção da ampla divulgação e conscientização da população sobre a correta disposição dos RS, uso dos Eco pontos, Pontos Críticos, Coleta Seletiva e Aterro Sanitário.

Como é da característica dos serviços de limpeza urbana e manejo de RS e como ocorre tradicionalmente na maioria dos Municípios brasileiros, grande parte das atividades destes serviços é terceirizada, cabendo à estrutura própria da SMSU principalmente as atividades de planejamento, gerenciamento e administrativas, além de atividades operacionais específicas. Os terrenos e edificações dos Eco pontos e dos aterros sanitários integram ao patrimônio municipal.

### 3.5. 2 Prestação dos serviços da Secretaria Municipal de Serviços Urbanos/UDIA (SMSU)

A disposição e prestação dos serviços de limpeza urbana e manejo de RS são parcialmente remuneradas pelos usuários-contribuintes mediante taxas, instituídas pela Lei nº 4.016/1983. Cujos valores vigentes em 2015 foram então classificados e estabelecidos da seguinte forma: para os estabelecimentos comerciais, industriais, prestadores de serviços e congêneres que geram, na média diária do mês (SMSU, 2018):

Até 1 tonelada por dia - R\$ 51,32 por tonelada

Entre 1 e 2 toneladas por dia - R\$ 56,45 por tonelada

Entre 2 e 3 toneladas por dia - R\$ 62,10 por tonelada

Entre 3 e 4 toneladas por dia - R\$ 68,31 por tonelada

Acima de 4 toneladas por dia - R\$ 75,14 por tonelada.

Estes valores são atualizados anualmente pela variação positiva do Índice Nacional de Preços ao Consumidor INPC/IBGE, mediante resolução da Secretaria Municipal de Finanças (SMF).

No ano de 2015, o valor arrecadado pela taxa de limpeza urbana, através do Imposto Predial Territorial Urbano (IPTU) foi de R\$10.332.290,06. As despesas com serviços de manejo de resíduos sólidos em relação ao orçamento total do Município representam média de 4,67%. A arrecadação com taxas referentes ao manejo de RSU representa média de 19,28% das despesas com manejo RSU.

### 3.5.3 Destinação e Disposição Final - Aterro Sanitário

O aterro antigo exauriu sua capacidade em meados do ano de 2010, recebeu e deu destinação adequada para cerca de 2.100.000 toneladas de resíduos domiciliares e especiais. A implantação do novo aterro sanitário foi iniciada em meados de 2008 e começou a receber os resíduos em outubro de 2010 (SMSU, 2018).

O novo aterro obteve a Licença de Operação nº 151, e foi projetado para receber 4.200.000 toneladas de resíduos, com vida útil prevista para 21 anos. Além dos resíduos domiciliares (RD), o aterro sanitário também recebe para disposição resíduos sólidos de estabelecimentos comerciais e industriais, não domiciliares de classe II (não perigosos e inertes), apresentado na Figura 20 (SMSU, 2018).

Figura 20 – Novo Aterro Sanitário do município de Uberlândia-MG



Fonte: (SMSU, 2018)

### 3.5.4 Sistema de Coleta e Manejo de Resíduos Sólidos de Uberlândia

O sistema de coleta e manejo de RS é um conjunto de atividades, infraestruturas, instalações, e plano de operações sobre a responsabilidade da SMSU. Os serviços de limpeza pública e manejo de RSU são terceirizados para a empresa Limpebras Engenharia Ambiental Ltda. E para outros RS, empresas particulares desenvolvem atividades para o tratamento e destinação correta com a fiscalização da SMSU.

A coleta é executada em todas as vias públicas oficiais abertas à circulação ou que venham a ser abertas. Nas vias onde há impossibilidade de acesso do veículo coletor, a coleta

é feita manualmente. O atendimento regular está distribuído na frequência 33% em coletas diárias, 66% em duas ou três vezes por semana, e 1% em coleta uma vez por semana. Os resíduos têm como destino final, o Aterro Sanitário de Uberlândia, localizado no Distrito Industrial, a cerca de 10 km da Divisão de Limpeza Urbana (SMSU, 2018).

Para executar a programação do Plano de Coleta, a área do Município de Uberlândia foi dividida, totalizando 62 setores. O setor está dimensionado por caminhão compactador e em períodos, fazendo a coleta em uma ou mais viagens. São utilizados caminhões com carroceria tipo baú e comprimento aproximado de 7,5m e largura aproximada de 2,60 m, adaptados e adesivados para a coleta de recicláveis com dispositivos sonoros que servem como alerta a população quanto à passagem do caminhão coletor (SMSU, 2018).

### 3.5.5 Serviços para Coleta Seletiva

O gerenciamento integrado da Coleta Seletiva em Uberlândia é um conjunto articulado de ações normativas, operacionais, financeiras e de planejamento que se desenvolve para coletar, separar, tratar e dispor os RS para posterior comercialização, por parte de associações e cooperativa de catadores conveniados com a PMU e cujas operações são coordenadas pelo Núcleo de Coleta Seletiva (SMSU, 2018).

Os serviços são coordenados pelos colaboradores designados pela Prefeitura Municipal de Uberlândia. Uma equipe técnica atuará na preparação, divulgação e distribuição de material didático relativo a preservação do meio ambiente e responsabilidade ambiental, tais como: coleta seletiva, formas adequadas de acondicionamento dos resíduos, conscientização sobre os dias e horários da coleta tradicional, conscientização sobre os problemas causados pelo descarte dos resíduos nas ruas, bueiros e bocas de lobo. Na equipe também, conta com seis estagiários que desenvolvem a divulgação dos serviços de coleta seletiva e coleta domiciliar orientando sobre dias, horários e roteiros de coleta, tipo de material reciclável junto às residências, escolas e empresas. Ministram palestras, cursos e minicursos em escolas, entidades de classe, associações de bairro e similares, divulgam a necessidade da colaboração da população para a preservação do meio ambiente, e a garantia de um trabalho eficiente em relação à limpeza urbana.

O método utilizado para coleta é de porta a porta, em que o caminhão percorre as residências em dias e horários específicos não coincidentes com a coleta comum. Os moradores colocam seus materiais recicláveis nas calçadas, acondicionados em sacos comuns. O caminhão também recolhe pilhas e baterias, óleo de cozinha que são acondicionados em recipientes

adequados. Calcula-se em 72% o total de resíduos sólidos recicláveis coletados em residências, comércios, hospitais, indústrias, e outros estabelecimentos são comercializados pelas cooperativa e associações de recicladores de Uberlândia (SMSU, 2018).

Atualmente, o serviço da coleta seletiva atinge uma população de aproximadamente 210.823 habitantes, cerca de 35% da população total do Município. Estudos continuam sendo realizados visando estender a coleta seletiva para os demais bairros, com o propósito de atingir 100% da cidade em três anos. O volume de resíduos para a coleta seletiva em Uberlândia representa 2% do total dos resíduos domiciliares recolhidos diariamente. Atualmente existem sete entidades recicladoras, seis associações e uma cooperativa. Oferecem trabalho a aproximadamente 40 pessoas e pagam a cada um em média, o valor de um salário-mínimo, a título de produtividade e enquanto presente no barracão de triagem (SMSU, 2018).

A importância da identificação e cadastro do “grande gerador” para o sistema de saneamento da cidade é garantir a redução dos custos orçamentários da limpeza urbana, na priorização da coleta municipal na sua totalidade dos resíduos domiciliares (SMSU, 2018).

O sistema operacional disponibilizado para o processo de reciclagem dos resíduos sólidos domiciliares é mantido pela Prefeitura de Uberlândia. A infraestrutura dos barracões, equipamentos, catadores, recicladores e gerenciamento, são de responsabilidade das Secretarias Municipal do Meio Ambiente e Serviços Urbanos sem ônus para as associações e cooperativa.

Tratando-se dos Eco pontos de Uberlândia, segundo a SMSU (2018) diariamente cerca de 1.500 toneladas de entulhos são recolhidas na cidade, muitas das vezes esses resíduos são descartados de forma inadequada, em terrenos baldios, beira de rodovias e até em fundos de vale. Existem diversos locais não autorizados pela Prefeitura, onde o entulho é descartado de forma indiscriminada, estes são considerados pontos críticos, alvos de muitas reclamações, exigindo limpeza periodicamente.

### 3.5.6 Resíduos de Serviços de Saúde de Uberlândia-MG

Em março de 2018, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) publicou a RDC nº 222, que dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde (RSS). Em abril de 2005, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) publicou a Resolução nº 358, que dispõe sobre o tratamento e disposição final desses resíduos. Com o objetivo de fixar prazos para que os geradores se adequem às exigências da Resolução CONAMA nº 358/2005 e de estabelecer diretrizes para a disposição final adequada dos resíduos dos estabelecimentos dos serviços de saúde, publicou a Deliberação

Normativa COPAM nº 97/2006, em 12 de abril de 2006, em 12 de abril de 2006. Lei nº 10.715/2011 - Código Municipal de Saúde. O objetivo principal era otimizar o gerenciamento intra e extra estabelecimento de serviços de saúde, a Vigilância Sanitária Municipal no uso de suas atribuições, solicita para obtenção do Alvará Sanitário uma série de documentos comprobatórios de sua qualificação como prestador de serviços dessa natureza.

Dentre esses documentos estão o Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS), (RDC nº 222/2018 e Resolução CONAMA nº 358/2005) e os últimos comprovantes de encaminhamento para tratamento dos resíduos classificados como A, B e E.

Todos os estabelecimentos estão sendo acompanhados e monitorados pela Vigilância Sanitária através das renovações de Alvarás e com a garantia de destinação correta dos seus resíduos através de certificações das empresas licenciadas ambientalmente. Entre pequenos geradores (farmácias, laboratórios, pet shops, veterinárias) e grandes geradores (Hospitais e Prefeitura) tem-se hoje o total de 1.010 contratos ativos (SMSU, 2018).

Em Uberlândia de acordo com a SMSU (2018) os geradores dos RSS são responsáveis por todo o processo desde a geração até a destinação final. Possui a gestão completa em serviços de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final dos RSS do Município. Sendo realizados por empresa prestadora de serviços de saúde de Uberlândia, a Sterlix Ambiental Tratamento de Resíduos Ltda. Os sistemas de tratamento adotados são: esterilização dos resíduos dos grupos A (A1 e A4). E, através de vapor saturado sobre pressão, com um processo a uma temperatura de 150°C (Autoclave). E tratamento térmico para queima dos resíduos do grupo B (químicos e farmacêuticos) e do grupo A (A2, A3 e A5). As cinzas da incineração são transportadas para Aterro Industrial licenciado.

### 3.5.7 Aspectos Legais e Normativos dos Resíduos Sólidos de Uberlândia-MG

A Constituição de 1988, em seu art. 23, incisos III, IV, VI e VII, confere aos municípios a competência para a proteção ambiental, em comum com a União e os estados. Apesar da competência outorgada, os municípios têm permanecido mais no âmbito da execução da legislação em vigor e não no de criar leis sobre o assunto, conforme facultado pelo art. 30, inciso II da Constituição, que reconhece aos municípios a competência para suplementar a legislação federal e a estadual em matéria ambiental. Os municípios têm competência para organizar e prestar os serviços públicos de interesse local, aí inserindo-se as tarefas de limpeza pública: coleta, transporte, tratamento e disposição de lixo municipal.

A questão central é posicionar os municípios em relação à legislação ambiental vigente e quanto a sua participação no Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA). A grande maioria dos prefeitos e vereadores brasileiros ignora o fato de todo município ser um integrante do SISNAMA. Desconhece, também, as atribuições e possibilidades que resultam dessa participação formal.

Entretanto, no que diz respeito ao âmbito municipal, a cidade de Uberlândia (MG) conta com um importante arcabouço legal sobre os resíduos sólidos e diversos instrumentos normativos que regulamentam a gestão e a destinação correta desses resíduos, em favor da sustentabilidade.

Do mesmo modo que foi feito com a legislação estadual, apresenta-se um compilado da legislação local. Sendo assim, o município de Uberlândia conta com os seguintes dispositivos legais:

- Lei nº 6.417, de 23 de novembro de 1995, torna oficial o projeto "adote uma praça ou um canteiro central", e dá outras providências;
- Decreto nº 7.401, de 26 de setembro de 1997, regulamenta a responsabilidade da coleta, transporte, tratamento e destinação final dos RS;
- Decreto nº 9.323, de 07 de novembro de 2003, altera o decreto nº 9.152 de 29 de abril de 2003 que "estabelece forma de repasse dos custos operacionais para destinação final de resíduos sólidos e especiais" e dá outras providências;
- Lei Complementar nº 432 de 19 de outubro de 2006 que "aprova o Plano Diretor do Município de Uberlândia, estabelece os princípios básicos e as diretrizes para sua implantação" e suas alterações;
- Lei nº 10.019, de 28 de outubro de 2008, que "institui a separação dos RS descartados pelos órgãos e entidades da Administração Pública Municipal Direta e Indireta, na fonte geradora, a sua destinação às cooperativas e associações de catadores de recicláveis e dá outras providências";
- Lei nº 10.280, de 28 de setembro de 2009, que institui o Sistema Municipal para a Gestão Sustentável de RS da Construção Civil e Resíduos Volumosos. A lei obriga a gestão sustentável dos resíduos da construção civil e resíduos volumosos, voltados à correta disposição, ao disciplinamento dos fluxos e agentes envolvidos e à destinação adequada dos resíduos da construção civil e resíduos volumosos gerados em Uberlândia;
- Lei nº 10.411, de 26 de fevereiro de 2010, dispõe sobre a colocação e permanência de caçambas de coleta de terra e entulho nas vias públicas e logradouros públicos;

- Lei nº 10.700 de 09 de março de 2011, que “dispõe sobre a Política de Proteção, Controle e Conservação do Meio Ambiente” e suas alterações;
- Lei nº 10.741, de 06 de abril de 2011, institui o Código Municipal de Posturas de Uberlândia. O Código de Posturas de 1988 foi uma das primeiras Leis editadas na cidade de Uberlândia que tratavam da higiene pública e da conservação e limpeza pública. Possui poder de polícia administrativa, no que concerne à regulamentação dos padrões de higiene e salubridade dos espaços públicos, visando à promoção, à harmonia e ao equilíbrio no espaço urbano por meio do disciplinamento dos comportamentos das condutas e dos procedimentos para o bem-estar geral dos cidadãos;
- Decreto nº 12.909, de 1º de julho de 2011, que regulamenta a Lei nº 9.885, de 1º de julho de 2008, que “dispõe sobre a substituição do uso de saco plástico de lixo e de sacola plástica por saco de lixo ecológico e sacola ecológica” e suas alterações;
- Lei Orgânica do Município de Uberlândia, atualizada até 23 de maio de 2012, considerada a lei mais importante da cidade, nos artigos 220 e 150, refere-se à gestão adequada dos RS;
- No art. 202 da Lei Orgânica, o Município deve assegurar a efetividade de direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado e saudável e propor uma política municipal de proteção ao meio ambiente; deve promover, também, a educação ambiental em todos os níveis de ensino e campanhas para disseminar as informações necessárias à conscientização pública para a preservação, conservação e recuperação do meio ambiente;
- No art. 150, o Município manterá sistema de limpeza urbana, coleta, tratamento e destinação final do RSU: A coleta de RSU em Uberlândia será seletiva: os resíduos recicláveis devem ser acondicionados de modo a serem reintroduzidos no ciclo do sistema ecológico; os resíduos não recicláveis devem ser acondicionados de maneira a minimizar o impacto ambiental; a comercialização dos materiais recicláveis deverá se dar por meio de cooperativas de trabalho estimulada pelo Poder Público;
- Decreto nº 13.731, de 5 de novembro de 2012 que “dispõe sobre a organização da Secretaria Municipal de Serviços Urbanos”;
- Lei nº 11.291, de 26 de dezembro de 2012, institui o Plano Municipal de Saneamento Básico do Município de Uberlândia;
- Lei nº 11.959, de 22 de setembro de 2014, aprova o Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PGIRS), do Município de Uberlândia. A lei determina que o Município deva apresentar um plano de metas (curto, médio e longo prazo), para as diferentes ações dos serviços públicos de limpeza urbana, manejo dos RS e disposição final dos resíduos;

- Lei Municipal nº 12.504, de 25 de agosto de 2016, dispõe sobre o serviço público de Coleta Seletiva Solidária dos resíduos recicláveis no Município de Uberlândia. Essa Lei tem como objetivo promover ações modificadoras do comportamento e cultura dos munícipes, em relação aos resíduos que geram. E, principalmente, reconhecer as Cooperativas e Associações de Catadores de material reciclável como agentes ambientais da limpeza urbana, participantes autônomos e ativos, ainda que em caráter consultivo, das políticas públicas, planejamento e gestão da coleta seletiva da cidade;
- Lei nº 12.578, de 30 de novembro de 2016, dispõe sobre a construção de abrigos para acondicionamento de RS em loteamentos, condomínios fechados, horizontais ou verticais, edifícios residenciais e estabelecimentos comerciais no Município. Essa lei obriga a construção de abrigos nos condomínios, que deverá seguir as seguintes exigências: ser de alvenaria, possuir cobertura, iluminação e ventilação; revestimento interno impermeável e as baias deverão possuir separação para resíduos orgânicos e recicláveis.
- Lei Municipal nº 12.609, de 11 de janeiro de 2017, delega ao Departamento Municipal de Água e Esgoto (DMAE) os serviços de coleta e destinação de RS e drenagem pluvial.
- Decreto Municipal nº 17.508 de 07 de março, 2018 dispõe sobre o lançamento e a arrecadação das taxas de coleta e de RS e especiais. A taxa da coleta do RSU trata de uma cobrança pelos serviços de coleta, armazenamento e tratamento adequado dos resíduos domiciliares no aterro sanitário.

### 3.6 GESTÃO E GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

A aprovação da Lei no 12.305/2010 (regulamentada pelo Decreto 7.404/2010), que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), foi um marco regulatório na área, pois define as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de RS. Ela também abrange instrumentos importantes (planos de RS, coleta seletiva, logística reversa, educação ambiental, incentivos fiscais, entre outros) que permitiram o avanço no tema (BRASIL, 2010).

A PNRS define gerenciamento de resíduos sólidos como:

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 (BRASIL, 2010).

Essa mesma política diz que gestão de resíduos sólidos é:

Um 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 premissa do desenvolvimento sustentável (BRASIL, 2010).

A Lei nº 12.305/2010, art. 25, estabelece diretrizes sobre a gestão de RS, hídrico e gasoso e atribui à responsabilidade de gerenciamento desta gestão ao poder público e gestores administrativos públicos, assim como ao setor privado pela destinação dos resíduos por ela gerado. Assim, tanto o poder público, o setor privado como a comunidade, são responsáveis pela efetividade das ações voltadas para assegurar a observância da Política Nacional de Resíduos Sólidos e das diretrizes e demais determinações estabelecidas (BRASIL, 2010).

Ainda no art. 30, fica determinado em seu Parágrafo único que essa responsabilidade compartilhada tem por objetivo compatibilizar interesses entre os agentes econômicos e sociais e os processos de gestão empresarial e mercadológica com os de gestão ambiental, desenvolvendo estratégias sustentáveis (BRASIL, Lei 12.305/2010, art.30, Parágrafo Único). Assim, todas as estratégias de gestão ambiental têm em sua cadeia de implementação pactos que devem ser estabelecidos entre os agentes envolvidos do mesmo segmento, como também agentes de segmento do setor privado com o público.

No âmbito municipal, a principal finalidade do gerenciamento de RSU é a limpeza urbana por meio de um eficiente processo de coleta, transporte e tratamento adequado dos resíduos e que empregue técnicas de tratamento de acordo com a realidade de cada município e que traga benefícios à saúde humana e um ambiente saudável. Para que um município possa gerenciar, por intermédio de seus gestores, seus resíduos de maneira integrada, é preciso que elabore o seu Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (PGIRS), incluindo, como etapas, o diagnóstico da situação atual do gerenciamento dos RSU, a elaboração de propostas (IBAM, 2001).

De acordo com o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT, 2000), existem algumas ações prioritárias para o modelo de gerenciamento integrado dos RS, que são: coletar todos os resíduos gerados de responsabilidade da Prefeitura; dar um destino final adequado a todos os resíduos coletados; buscar formas de segregação e tratamento para os resíduos de seu município; fazer campanhas e implantar programas voltados à sensibilização e conscientização da população no sentido de manter a limpeza na cidade; incentivar medidas que visem diminuir a geração de resíduos (IPT, 2000, p. 11).

De acordo com o Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE), gerenciamento integrado de RS é definido como sendo:

“Um conjunto articulado de ações normativas, operacionais, financeiras e de planejamento que uma administração municipal desenvolve (com base em critérios sanitários, ambientais e econômicos), para coletar, segregar, tratar e dispor o lixo da sua cidade” (CEMPRE, 2018, p.3).

A regulamentação dos serviços da coleta regular, com manejo correto dos RSU, e a consolidação da coleta seletiva são processos essenciais para melhorar a gestão e o gerenciamento nos municípios, sobretudo, por oferecerem resultados práticos e positivos às questões ambientais, sociais e econômicas. Ressalte-se que a coleta regular de RS é parte da política de gerenciamento de RS que compete aos municípios. A produção de RSU é uma realidade das cidades e acontece, diariamente, em quantidade e composição distintas, dependendo, quase sempre, da dimensão cultural da população (CEMPRE, 2018).

Além disso, a coleta de RSU faz parte da limpeza urbana, podendo ser classificada como um serviço de primeira necessidade e de grande visibilidade. Os benefícios de uma coleta de resíduos regular, sem falhas, diminuem a poluição visual e olfativa, impede o desenvolvimento de vetores transmissores de doenças e produz melhorias nos indicadores de saúde pública (CEMPRE, 2018).

Como cita o CEMPRE (2018), na maioria das cidades brasileiras de grande e médio porte, os serviços de limpeza pública não são de responsabilidade direta das prefeituras. Isso decorre do fato de que tem se tornado cada vez mais comum a política de terceirização de serviços por parte do poder público. Com isto, as prefeituras contratam empresas que passam a ser responsáveis pelo gerenciamento desses serviços.

Observa-se que em todas as definições até agora apresentadas, as questões relativas à minimização de resíduos não são abordadas, ficando nítida a concepção de que gerenciar resíduos sugere apenas a adoção de medidas de controle. A inserção de diretrizes, na gestão e no gerenciamento dos RSU que promovam a minimização da geração desses resíduos se apresenta indispensável. Então, para que se tenha um gerenciamento integrado, as ações normativas, operacionais, financeiras e de planejamento e prevenção, que envolvem os RSU, devem estar estreitamente interligadas e devem se processar de modo articulado.

Além dessas ações, no gerenciamento integrado devem-se contemplar questões econômicas e sociais, ou seja, têm-se a obrigação de se atentar para as políticas públicas que estão associadas ao gerenciamento do RS, sejam elas de âmbito da saúde, do trabalho e renda, do planejamento urbano, dentre outras (IBAM, 2001).

Nesse contexto, Amaro (2018) apresenta os princípios sistêmicos na busca pela implantação da Hierarquia dos Resíduos (reduzir, reutilizar, reciclar, incinerar e dispor

corretamente), as autoridades de países desenvolvidos acabaram por desenvolver a sexta e atual diretriz, qual seja: a gestão e o gerenciamento integrados de RSU.

E ainda, de acordo com Amaro (2018), “as fases da gestão e gerenciamento de RSU no Brasil enfrentaram muitas dificuldades, pois trata de temática ainda pouco explorada no país”. Os escassos trabalhos encontrados para a elaboração do estudo de caso brasileiro, são provenientes de artigos de revistas científicas nacionais e, principalmente, teses e dissertações disponibilizadas na internet por Programas de Pós-Graduação de todo o País, de diversas áreas do conhecimento. Deduz-se que a escassez de trabalhos sobre o tema tenha forte influência na ausência de materiais digitalizados sobre a temática.

Juras (2012) enfatiza que, a abordagem moderna da gestão dos RS exige muito mais que a implantação de um eficiente sistema de coleta, tratamento e disposição do lixo, sendo essencial que se dê atenção aos padrões de produção e consumo. É preciso incentivar a redução da geração e da periculosidade dos resíduos e o aumento do seu aproveitamento. É preciso, sobretudo, aplicar o princípio do poluidor-pagador ou, como o “princípio da responsabilização pelo dano ambiental”, um dos princípios constitucionais de defesa do meio ambiente.

Tomando por base o modelo de gestão dos RS implementado no Brasil e nos países desenvolvidos, conclui-se que a diferença está essencialmente na forma como as políticas públicas são elaboradas e implementadas. Pois quando aplicada com responsabilidade e acompanhada de medidas que concretizem a sua eficácia, a legislação corresponde a um importante instrumento da gestão dos RS (MAIA *et al.*, 2016).

A ausência de uma gestão de RS voltada à redução e recuperação fez com que as cidades adotassem os aterros sanitários como única forma de tratamento. Apenas 41% dos municípios entregaram seus PMGRS, e poucas diretrizes destes documentos foram colocadas em prática (SINIR, 2016).

O desenvolvimento de um plano de gerenciamento integrado de RSU é fundamental para compreender a situação atual dos resíduos na cidade ou região estudada, levantar todas as necessidades, indicar as diretrizes e objetivos, estabelecer metas e prazos a serem alcançados e formular as estratégias que poderão ser implantadas de acordo com as necessidades de cada localidade. O gerenciamento precisa ser integrado, pois depende da interdependência entre todas as etapas, desde a coleta até o destino final e também em relação as demais políticas públicas (MAIA *et al.*, 2016).

Em relação à limpeza urbana, a responsabilidade é da prefeitura, que irá coletar, tratar e destinar de forma ambientalmente correta os resíduos. Porém, há alguns obstáculos que prejudicam todo o sistema, como por exemplo: limitações financeiras (orçamento mal

planejado, receita inferior aos gastos, taxas e impostos desatualizados, falta de crédito, e outros); falta de capacitação técnica de todos os envolvidos na coleta, desde o coletor até o gestor responsável; mudança na administração pública descontinuando os planos e projetos e ausência de fiscalização e controle ambiental de todo o processo (CEMPRE, 2018).

O fluxograma da Figura 21 estabelece as fases de implantação do plano de gerenciamento de RS, já com o cenário definido. Cada serviço, considerando desde a coleta até o destino final, é avaliado e melhorado de forma contínua.

Figura 21: Fluxograma do Gerenciamento Integrado RSU



Fonte: (CEMPRE, 2018, p. 25).

De acordo com CEMPRE (2018), os benefícios do gerenciamento integrado são muitos, como por exemplo:

- Aspectos sociais: garantindo empregos formais e geração de renda para a população que já trabalha informalmente e também para a população que virá a trabalhar em toda a rede, desde a coleta, transporte, estações de triagem, usinas de compostagem e tratamento biológico, até nas indústrias de reciclagem;

- Aspectos ambientais: reduzindo a contaminação e os impactos ambientais com o fechamento dos lixões e depósitos irregulares de lixo, e diminuindo as enchentes. O destino dos

rejeitos seriam os incineradores com geração de energia ou os aterros sanitários que terão sua vida prolongada, uma vez que o material reciclável e o orgânico teriam outros destinos;

- Aspectos econômicos: gerando renda através da venda do material reciclável para as indústrias e do composto orgânico (adubo). Além de todos os empregos criados também pelo ciclo da logística reversa, economia no custo da manutenção e operação dos aterros sanitários e outros;

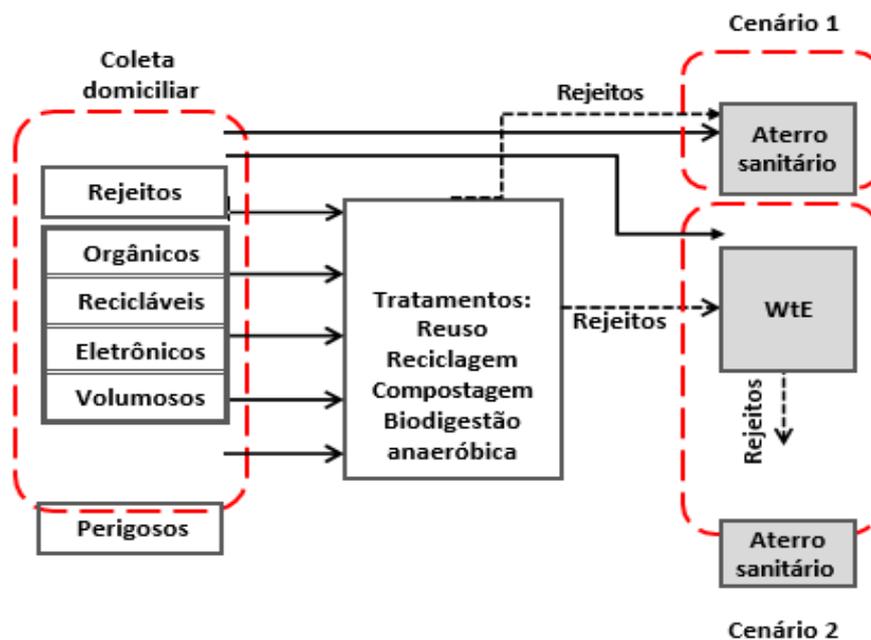
- Aspectos políticos: articulando com as demais políticas públicas, reunindo esforços e atingindo melhores resultados para a cidade;

- Aspectos culturais: respeitando as características e costumes da população local de forma a encontrar as soluções que melhor se adequem ao padrão já estabelecido, levando em conta a composição dos resíduos e as tecnologias disponíveis e adequadas para a comunidade estudada e;

- Aspectos espaciais: analisando as características geográficas de forma que as instalações, infraestrutura e os equipamentos sejam adequados às condições espaciais em que serão inseridos.

De acordo Polzer (2017), é possível observar que a fase de coleta e tratamento dos resíduos sólidos é comum para ambos cenários conforme o fluxograma da Figura 22, a diferença está na última fase, de disposição final.

Figura 22: Análise de ciclo de vida de dois cenários: Aterro Sanitário e WtE



Fonte: (POLZER, 2017).

As análises de ciclo de vida (ACV) de um modelo de gerenciamento integrado de resíduos possuem suas limitações. Fatores como localização geográfica, clima, tecnologia utilizada, fontes de energia, composição gravimétrica dos RSU e outros componentes podem alterar os resultados finais. Portanto, a ACV de um sistema como a gestão de RSU deve considerar as características da área de forma a obter resultados condizentes com o local de implantação (POLZER, 2017).

Já para Pugliesi (2009), a gestão de RS tem como propósito estabelecer diretrizes, metas de controle das fontes geradoras, manejo e promoção dos princípios de minimização de geração de RS que balizarão as ações a serem empregadas no gerenciamento desses resíduos. Logo, o conceito de gerenciamento de RS são as ações a serem executadas para concretizar tais metas e diretrizes estabelecidas no modelo de gestão.

Schalch *et al.* (2002) dizem que a composição de modelos de gestão de RS envolve três conceitos: arranjos institucionais, instrumentos legais e mecanismos de financiamento. E para isso os elementos indispensáveis na composição deste modelo de gestão são o reconhecimento dos diversos agentes sociais envolvidos, identificando os papéis por eles desempenhados e promovendo a sua articulação; consolidação da base legal necessária e dos mecanismos que viabilizem a implementação das leis; mecanismos de financiamento para a auto sustentabilidade das estruturas de gestão e do gerenciamento; informação à sociedade, empreendida tanto pelo poder público quanto pelos setores produtivos envolvidos, para que haja um controle social; sistema de planejamento integrado, orientando a implementação das políticas públicas para o setor (SHALCH *et al.* 2002).

O manejo inadequado de resíduos sólidos de qualquer origem gera desperdícios, agrava a degradação ambiental, contribui de forma importante à manutenção das desigualdades sociais, constitui ameaça constante à saúde pública, comprometendo a qualidade de vida das populações, especialmente nos centros urbanos de médio e grande porte (SCHALCH *et al.*, 2002).

Todavia, Ferreira (1995, p. 316) esclarece que quando há enquadramento equivocado de resíduos na categoria perigosa, pode trazer como consequência custos elevados para seu gerenciamento, assim como a utilização de recursos escassos em uma sociedade onde as prioridades são muitas, poderiam ser melhor aproveitadas.

A ordem de prioridade da gestão e gerenciamento de RS, a fim de evitar os efeitos negativos sobre o meio ambiente e a saúde pública é: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos RS e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (BRASIL, 2010).

Ademais, para que os resíduos possuam uma gestão e um gerenciamento adequados é preciso conhecer seus aspectos qualitativos e quantitativos, pois a avaliação técnica e econômica das alternativas de gerenciamento e tratamento depende dessas duas dimensões (SOUTO; POVINELLI, 2013; MESSAGE, 2019).

Para fins de gestão e gerenciamento, em geral os RSU gerados são divididos em três frações: uma composta por resíduos úmidos, outra composta por resíduos secos e uma terceira, composta por resíduos contaminados. Os resíduos úmidos são materiais ricos em água, sendo geralmente de origem vegetal ou animal (restos de alimentos, podas de jardim ou de árvores, dentre outros). Já os resíduos secos são materiais cuja composição e concentração química não é encontrada na natureza, ou seja, são resíduos compostos por embalagens e utensílios feitos de papel, papelão, plástico, vidro ou metal. Por fim, os resíduos contaminados não são caracterizados (AMARO, 2018). A seguir este autor apresenta os tipos de recursos mobilizados por um sistema de gestão de resíduos no Quadro 12.

Quadro 12 – Tipos de recursos mobilizados por um Sistema de Gestão de Resíduos

<b>Tipo de recurso</b>	<b>Exemplos aplicados à gestão de resíduos</b>
<b>Recursos legais</b>	Leis ambientais, regulamentos e jurisprudência sobre resíduos, etc.
<b>Política de resíduos</b>	Plano de gestão de resíduos, diretrizes regionais, responsabilidade entendida do produtor, política/estratégia, etc.
<b>Recursos humanos</b>	Catadores, coletores, itinerários dos compradores de resíduos, comerciantes de resíduos, geradores, empresas especializadas em resíduos, etc.
<b>Recursos de infraestrutura</b>	Plantas de incineração, centros de triagem/reciclagem, aterros sanitários, estação de transbordo, aterros controlados/lixões, veículos de compactação, bota-foras, etc.
<b>Recursos financeiros</b>	Malas fiscais, taxa sobre incineração, taxa municipal, recursos provenientes da venda de energia e provenientes de plantas de recuperação energética, definição de zonas de abastecimento, etc.
<b>Recursos cognitivos</b>	Campanhas de sensibilização, campanhas preventivas, campanhas informativas, etc.
<b>Recursos organizacionais</b>	Serviço municipal para resíduos domiciliares e similares, ministério do meio ambiente nacional e regional, empreendimento privado, organização não governamental, etc.
<b>Recursos de conhecimento</b>	Expertise, pesquisa científica, análise estratégica, treinamento, formação profissional, etc.
<b>Recursos temporais</b>	Atraso administrativo ou período para construção de uma ova instalação, período de funcionamento de uma instalação, etc.
<b>Recursos de apoio social e político</b>	Petição, manifestação, moção parlamentar, voto num conselho municipal, etc.

**Fonte:** Adaptado de (AMARO, 2018).

O modelo de gestão deverá ter como objetivos a preservação e/ou aumento da qualidade de vida da população, a preservação do meio ambiente, a promoção da sustentabilidade econômica das operações de limpeza urbana da cidade e a contribuição para a solução dos aspectos sociais envolvidos com a questão. Para o cumprimento desses objetivos, alternativas devem ser geradas, sendo que estas têm a obrigação de atender simultaneamente a duas condições fundamentais: que sejam as mais econômicas e que sejam tecnicamente corretas para o ambiente e para a saúde da população (IBAM, 2001).

Uma vez definido o modelo de gestão dos RS, com seus respectivos arranjos institucionais, instrumentos legais e mecanismos de financiamento, deve-se ter uma estrutura para o gerenciamento desses resíduos, de acordo com o modelo de gestão adotado. Esse gerenciamento envolve uma complexa relação interdisciplinar, abordando diversas áreas do conhecimento, tais como aspectos políticos e geográficos, planejamento local e regional, elementos de sociologia e demografia, dentre outros, portanto, este deve ser realizado de forma integrada (LEITE, 1997).

Não diferente do Brasil, outros países também dispõem de diversos instrumentos para que os objetivos planejados no plano de gestão e gerenciamento de RS sejam concretizados. Países como Dinamarca, Alemanha, Suécia, Cingapura, Botsuana, Estados Unidos, Japão, China, Portugal, dentre outros, já possuem seus instrumentos legais que determinam as diretrizes que devem ser seguidas pelos usuários e prestadores dos serviços de coleta, manejo, tratamento e disposição final dos resíduos. Um outro instrumento que também é utilizado no gerenciamento dos resíduos, adotado em diversos países, é o chamado “selo verde”, onde se informa e se encoraja os consumidores a escolher produtos que são ambientalmente amigáveis, ajudando a criar um mercado que incentive as indústrias a desenvolverem produtos dessa natureza (BAI e SUTANTO, 2002; AMARO, 2018).

### 3.6.1 Etapas do Gerenciamento dos Resíduos Sólidos Urbanos

Para o planejamento de uma gestão de RS é necessário prever as fases nas quais o resíduo passará, desde a sua origem até sua disposição final adequada (TCHOBANOGLIOUS, 1993). Os procedimentos em cada etapa do tratamento devem ser integrados para possibilitar melhor monitoramento e controle das operações. Nos municípios, as ações podem ser executadas diretamente pelo poder público ou delegadas a empresas por meio de concessão, terceirização ou em consórcio.

### 3.6.1.1 Segregação

A segregação é uma das etapas mais importante, consiste na separação dos resíduos no momento e local de sua geração, de acordo com as características físicas, químicas, biológicas, o seu estado físico e os possíveis riscos (BRASIL, 2004).

Na etapa da segregação se faz o cumprimento dos objetivos de um sistema eficiente de manuseio de resíduos sólidos e consiste em separar ou selecionar apropriadamente os resíduos segundo a classificação adotada.

A Resolução CONAMA nº 05 destaca que quando a segregação não ocorre adequadamente, os resíduos comuns que poderiam ser tratados como resíduos domiciliares são contaminados pelos resíduos infectantes (BRASIL, 2004).

A triagem dos RSU é a separação dos resíduos coletados tanto de forma seletiva ou não, podendo ser realizada em unidades ou centrais de triagem. É parte importante do processo, já que permite uma melhor separação dos resíduos para posterior comercialização desses materiais que serão reintroduzidos aos ciclos produtivos.

Há diversas vantagens em uma unidade de triagem, dentre elas destaca-se a possibilidade de aproveitamento da fração orgânica por meio da compostagem. Quanto às desvantagens, cita-se: grande investimento inicial em equipamentos, a necessidade de operadores capacitados e a baixa qualidade do material quando não há coleta seletiva devido à contaminação por outros componentes presentes (VILHENA, 2010).

A separação dos resíduos na fonte geradora e a implementação da coleta seletiva nos municípios auxiliam no beneficiamento do material, evitando que percam o seu valor devido a contaminações (MONTEIRO, 2001).

### 3.6.1.2 Acondicionamento

Após a segregação acontece o acondicionamento, que consiste no ato de embalar os resíduos segregados, em sacos ou recipientes. A capacidade dos recipientes de acondicionamento deve ser compatível com a geração diária de cada tipo de resíduo. Um acondicionamento inadequado compromete a segurança do processo e o encarece. Recipientes inadequados ou improvisados (pouco resistentes, mal fechados ou muito pesados), construídos com materiais sem a devida proteção, aumentam o risco de acidentes (ANVISA, 2018).

Conforme a ABNT NBR 10004:2004 (ABNT, 2004), o acondicionamento dos resíduos se dá em função da sua origem e periculosidade. Para isso deve ser levado em conta também,

aspectos da logística reversa e acondicionamento dos resíduos de modo que facilite a sua reinserção na cadeia produtiva.

Barros (2012) diz que o acondicionamento dos RS é parte essencial para a correta gestão dos mesmos. Isso porque é uma fase que antecede à da coleta, e o modo de como o resíduo é disposto afetará no modo que ele será transportado. No princípio, os resíduos devem ser acondicionados nos próprios pontos de geração.

Segundo esse autor, os RS, em geral, são acondicionados em sacos plásticos. Porém, tais sacos plásticos devem possuir características como estanqueidade, resistência à queda e conformidade com as dimensões. Os sacos de resíduos são projetados para dadas capacidades volumétricas, cujas dimensões são informadas na embalagem. Além disso, os sacos plásticos devem possuir resistência ao levantamento e queda, assim como resistência à perfuração estática (BARROS, 2012).

No período que o resíduo deve permanecer armazenado nas residências, por exemplo, é em função da frequência da coleta municipal (BARTHOLOMEU *et al.* 2012). Os sacos de RS são, em geral, acondicionados em contêineres ou lixeiras, cuja capacidade deve ser compatível com o aspecto volumétrico e com o aspecto da resistência mecânica (BARROS, 2012).

Com base na NBR 9.191/2008 da ABNT, os resíduos segregados devem ser acondicionados em saco constituído de material resistente a vazamento, punctura e ruptura, devendo ser respeitada a capacidade dos recipientes e proibido o seu esvaziamento e reaproveitamento (ABNT, 2008). Os sacos devem estar contidos em recipiente de material lavável e resistente a vazamento, com cantos arredondados, resistente ao tombamento e com tampa provida de sistema de abertura sem o contato manual (BRASIL, 2008).

O acondicionamento adequado dos RS, o sistema de coleta e transporte planejado e os diversos serviços de limpeza complementares devem ser feitos com qualidade e produtividade, a mínimo custo. Para o acondicionamento adequado dos RS deve-se ter embalagens que apresentem bom desempenho para que atendam a requisitos de acondicionamento local e estático do resíduo. Embora o acondicionamento seja de responsabilidade do gerador, a administração municipal deve exercer funções de regulamentação, educação e fiscalização, inclusive no caso dos estabelecimentos de saúde, visando assegurar condições sanitárias e operacionais adequadas (CEMPRE, 2018).

Assim, acondicionar os resíduos domiciliares (RD) significa prepara-los para a coleta de forma sanitariamente adequada, como ainda compatível com o tipo e a quantidade de resíduos. A importância do acondicionamento adequado, a qualidade da operação de coleta e transporte de lixo depende da forma adequada do seu acondicionamento, armazenamento e da

disposição dos recipientes no local, dia e horários estabelecidos pelo órgão de limpeza urbana para a coleta. A população tem, portanto, participação decisiva nesta operação. A importância do acondicionamento adequado está em: evitar acidentes; evitar a proliferação de vetores; minimizar o impacto visual e olfativo; reduzir a heterogeneidade dos resíduos (no caso de haver coleta seletiva); facilitar a realização da etapa da coleta (CEMPRE, 2018).

Infelizmente, o que se verifica em muitas cidades é o surgimento espontâneo de pontos de acumulação de resíduo domiciliar a céu aberto, expostos indevidamente ou espalhados nos logradouros, prejudicando o ambiente e arriscando a saúde pública. O correto acondicionamento é importante para evitar a proliferação de vetores, odores, estéticos e relacionados ao bem-estar da população.

De acordo com CEMPRE (2018) nas cidades brasileiras a população utiliza os mais diversos tipos de recipientes para acondicionamento do RD: vasilhames metálicos (latas) ou plásticos (baldes); sacos plásticos de supermercados ou especiais para lixo; caixotes de madeira ou papelão; latões de óleo, algumas vezes cortados ao meio; contêineres metálicos ou plásticos, estacionários ou sobre rodas; embalagens feitas de pneus velhos.

A escolha do tipo de recipiente mais adequado deve ser orientada em função (CEMPRE, 2018): das características do RD da geração do lixo; da frequência da coleta; do tipo de edificação; do preço do recipiente.

Quanto as Características dos recipientes para acondicionamento, os recipientes adequados para acondicionar o RD devem ter as seguintes características (CEMPRE, 2018): peso máximo de 30kg, incluindo a carga, se a coleta for manual; recipientes que permitem maior carga devem ser padronizados para que possam ser manuseadas por dispositivos mecânicos disponíveis nos próprios veículos coletores, reduzindo o assim o esforço humano; dispositivos que facilitem seu deslocamento no imóvel até o local de coleta; serem herméticos, para evitar derramamento ou exposição dos resíduos; as embalagens flexíveis (sacos plásticos) devem permitir fechamento adequado das "bocas", as rígidas e semirrígidas (vasilhames, latões, contêineres) devem possuir tampas e estabilidade para não tombar com facilidade; serem seguros, para evitar que resíduo cortante ou perfurante possa acidentar os usuários ou os trabalhadores da coleta; serem econômicos, de maneira que possam ser adquiridos pela população; não produzir ruídos excessivos ao serem manejados; possam ser esvaziados facilmente sem deixar resíduos no fundo (CEMPRE, 2018).

Há ainda outra característica a ser levada em conta: se os recipientes são com ou sem retorno. Neste último caso, a coleta será mais produtiva e não haverá exposição de recipientes no logradouro após o recolhimento do lixo, tampouco a necessidade de seu asseio por parte da

população. Analisando-se o anteriormente exposto, pode-se concluir que os sacos plásticos são as embalagens mais adequadas para acondicionar o RD quando a coleta for manual, porque: são facilmente amarrados nas "bocas", garantindo o fechamento; são leves, sem retorno (resultando em coleta mais produtiva) e permitem recolhimento silencioso, útil para a coleta noturna; possuem preço acessível, permitindo a padronização. Pode-se tolerar o uso de sacos plásticos de supermercados (utilizados para embalar os produtos adquiridos), sem custo para a população (CEMPRE, 2018).

O saco plástico de polietileno, sendo composto por carbono, hidrogênio e oxigênio, não polui a atmosfera quando corretamente incinerado. Não é biodegradável, mas como os aterros sanitários são métodos de destino praticamente definitivos, não há maiores objeções ao uso de sacos plásticos de polietileno como acondicionamento para RD. Como a maioria da população utiliza os sacos plásticos de supermercados para acondicionar o resíduo produzido, para reduzir o risco de ferimento para os garis que efetuam a coleta, basta que estes utilizem luvas. Já os sacos plásticos com mais de 100 litros não são seguros, pois os coletores tendem a abraçá-los para carregá-los até o caminhão. Os vidros e outros objetos cortantes ou perfuro cortantes contidos no lixo podem feri-los. Nas cidades brasileiras os contêineres são produzidos adotando-se as normas americanas; Instituto Nacional de Padrões Americanos (ANSI) (CEMPRE, 2018).

Para habitações multifamiliares (edifícios de apartamentos ou escritórios), são mais convenientes os contêineres plásticos padronizados, com rodas e tampa, pois permitem a coleta semi-automatizada, mais produtiva e segura. São ainda de fácil manuseio, devido às rodas e ao peso reduzido, sendo ainda relativamente silenciosos. Em função da durabilidade (especialmente se pouco expostos ao sol) são econômicos, além de possuírem bom aspecto. Existem disponíveis no mercado brasileiro contêineres de 120, 240 e 360 litros. Entre os recipientes mencionados e considerando a adequação para acondicionamento do RD, se faz da seguinte forma: Sacos plásticos; contêineres de plástico; contêineres metálicos (CEMPRE, 2018).

O RD pode ser embalado em sacos plásticos sem retorno, para ser descarregado nos veículos de coleta. Os sacos plásticos devem possuir as seguintes características: ter resistência para não se romper por ocasião do manuseio; ter volume de 20, 30, 50 ou 100 litros; possuir fita para fechamento da "boca"; ser de qualquer cor, com exceção da branca (normalmente os sacos de cor preta são os mais baratos) (CEMPRE, 2018).

Os sacos de RD estão classificados e especificados pelas normas IPT-NEA 594 e NBR 91915. As normas estabelecem duas classificações: quanto à densidade relativa específica aparente do resíduo: para resíduo normal (densidade entre 0,2 e 0,3) e resíduo pesado

(densidade superior a 0,3); quanto ao tipo de lixo: o comum e o de serviços de saúde. As normas estabelecem a massa máxima admissível do conteúdo para cada modelo de saco. Se um saco para resíduo pesado tiver conteúdo com densidade relativa específica aparente superior a 0,3, por exemplo, ele não poderá ser totalmente preenchido, pois isto resultará em um peso excessivo. Algumas prefeituras estabelecem em 50 kg a massa máxima que o trabalhador pode carregar, enquanto normas trabalhistas, como da Organização Internacional do Trabalho (OIT), a limitam em 40 kg. De qualquer forma, essa massa é excepcional. O trabalho do coletor deve ficar normalmente limitado ao manuseio de 20 kg (CEMPRE, 2018).

Na coleta domiciliar, os moradores devem ser orientados quanto ao horário da coleta e também para não colocarem o resíduo na rua em volumes de massa superior a 20 kg ou em um grande número de pequenos sacos ou sacolas, pois isso dificulta o manuseio. Quando diversas sacolas pequenas são usadas, devem estar amarradas ou colocadas em um saco maior, para manuseio único (CEMPRE, 2018).

Entretanto, CEMPRE (2018) aborda que os sacos para os RD podem ser pretos ou de qualquer outra cor que não seja o branco. A qualidade dos sacos para resíduo pode ser assegurada se as normas que a regem forem de boa qualidade.

Em algumas cidades pode ser feita uma coleta seletiva, sendo então necessária a separação em três sacos: o de resíduos alimentares, destinados à compostagem; o resíduo de sanitário, cujos sacos podem ser colocados em saco maior juntos com os de varrição doméstica e dejetos de animais, destinados a aterros sanitários ou lixões; o de objetos (principalmente papéis, embalagens e pilhas/baterias, que podem ser reciclados ou tratados), destinados a uma operação de triagem dos materiais. Ficam em coletores estacionários pequenos e os de varrição de ruas, geralmente colocados em coletores móveis (CEMPRE, 2018).

### 3.6.1.3 Identificação

A classificação de RSU envolve a identificação do processo ou atividade que lhes deu origem, de seus constituintes e características, e a comparação destes constituintes com listagens de resíduos e substâncias cujo impacto à saúde e ao meio ambiente é conhecido (IBAM, 2001).

A identificação consiste no conjunto de medidas que permite o reconhecimento dos RSU contidos nos sacos e recipientes, fornecendo informações ao correto manejo. Deve estar aposta nos sacos de acondicionamento, nos recipientes de coleta interna e externa, nos recipientes de transporte interno e externo, e nos locais de armazenamento, em local de fácil

visualização, utilizando-se símbolos, cores e frases. Esta identificação poderá ser feita por adesivos, desde que seja garantida a resistência destes aos processos normais de manuseio dos sacos e recipientes.

De acordo com a Resolução CONAMA nº. 275 de 2001, o Grupo D, destinados à reciclagem ou reutilização, a identificação deve ser feita nos recipientes e nos abrigos de guarda de recipientes, usando código de cores e suas correspondentes nomeações, símbolos de tipo de material reciclável como: papéis (azul); metais (amarelo); vidros (verde); plásticos (vermelho) e resíduos orgânicos (marrom).

O grupo E são identificados pelo símbolo de substância infectante constante na NBR-7500 da ABNT (2004), com rótulos de fundo branco, desenho e contornos pretos, acrescido da inscrição de RESÍDUO PERFUROCORTANTE, indicando o risco que apresenta o resíduo

De acordo com a RDC 222/2018, os sacos que acondicionam os RSS do Grupo D não precisam ser identificados. São aqueles populares sacos pretos ou azuis (ou de outras cores). Estes sacos não precisam de identificação para acondicionar os resíduos semelhantes aos domiciliares, os resíduos do Grupo D.

#### 3.6.1.4 Coleta

Segundo Caixeta Filho (2002, p. 145), a operação de coleta inclui “a partida do veículo de sua garagem, compreendendo todo o percurso gasto na viagem para remoção dos resíduos dos locais onde foram acondicionados aos locais de descarga, até o retorno ao ponto de partida”.

De acordo com Boeira (2015), há três tipos de Coleta e suas definições como se apresenta no Quadro 13 a seguir.

Quadro 13 - Principais tipos de Coleta e suas Definições

<b>Tipo de Coleta</b>	<b>Definição</b>
Convencional	Nesse tipo de coleta é recolhido lixo urbano, ou seja, os resíduos orgânicos e inorgânicos misturados.
Seletiva	Diz respeito à coleta de porta em porta em ponto de entrega voluntária de produtos recicláveis.
Informal	Coleta manual de pequenas quantidades de resíduos.

**Fonte:** Adaptado de (BOEIRA, 2015).

Segundo Boeira (2015) dos tipos de coleta mencionados no Quadro 13 acima, é a coleta seletiva que tem se mostrado como uma das melhores soluções para a redução de resíduos, pois possibilita economizar recursos na captação e triagem dos resíduos como também melhora a qualidade dos resíduos que serão destinados à reciclagem. A coleta seletiva diferencia-se da coleta convencional por recolher resíduos que foram previamente selecionados com o objetivo de facilitar a sua destinação final, desse modo, pode-se definir a coleta seletiva como “recolhimento diferenciado de resíduos sólidos, com o intuito de encaminhá-los para reciclagem, compostagem, reuso tratamento e destinação final”.

Na etapa que precede a coleta externa, os resíduos devem ser colocados em locais e recipientes adequados para serem confinados, evitando: acidentes (lixo infectante); proliferação de insetos (moscas, ratos e baratas) e animais indesejáveis e perigosos; impacto visual e olfativo; heterogeneidade (no caso de haver coleta seletiva) (CEMPRE, 2018).

O principal objetivo da retirada regular dos resíduos gerados pela comunidade é evitar a proliferação de vetores causadores de doenças. Ratos, baratas e moscas, por exemplo, encontram nestes locais as condições ideais para se desenvolverem. Se o resíduo não é coletado regularmente acarreta efeitos sobre a saúde pública, esses só aparecem depois de um tempo e, quando as doenças ocorrem, na maioria das vezes, as comunidades nem associam à sujeira (IBAM, 2001).

A coleta normalmente pode ser classificada em dois tipos de sistemas: sistema especial de coleta de resíduos (resíduos contaminados) e não contaminados. Neste último, a coleta pode ser realizada de maneira convencional (resíduos encaminhados para o destino final) ou seletiva (resíduos recicláveis que são encaminhados para locais de tratamento e/ou recuperação) (ROVIRIEGO, 2005).

De acordo com CEMPRE (2018), define os diferentes tipos de serviço de coleta de RSU: coleta domiciliar (ou convencional), que consiste na coleta dos resíduos gerados em residências, estabelecimentos comerciais, industriais, públicos e de prestação de serviços, cujos volumes e características sejam compatíveis com a legislação municipal vigente; coleta de resíduos provenientes de varrição de ruas, praças, calçadas e etc; coleta de feiras e praias;

- coleta de resíduos de serviços de saúde, englobando hospitais, ambulatórios, postos de saúde, laboratórios, farmácias, clínicas veterinárias, etc. (CEMPRE, 2018).

CEMPRE (2018) apresenta a definição das Frequências da Coleta Domiciliar: a frequência da coleta de RD define o tempo decorrido entre duas coletas consecutivas num mesmo local ou numa mesma zona; a frequência de coleta pode ser diária, exceto aos domingos e feriados, ou em dias alternados. Em geral, a restrição econômica é um dos fatores

determinantes da frequência da coleta de RD. Quanto maior a frequência, maior o custo total do serviço; a forma, a quantidade de RD gerado também influi na definição da frequência de coleta. Em áreas residenciais com baixa densidade populacional ou em que a geração de RD *per capita* seja baixa, a frequência da coleta do RD não necessita ser diária, podendo ocorrer em dias alternados inclusive em feriados, ou apenas duas vezes por semana.

A participação da população é essencial para uma coleta bem-sucedida. É fundamental que os dias e horários de coleta de RD, definidos e informados, sejam cumpridos à risca, criando hábitos regulares na população. Medidas educativas, estimulando a participação da população, com o intuito de assegurar que o RD seja depositado na via pública, em dia e horário próximo ao da coleta, evitam sua acumulação indevida e todas suas consequências indesejáveis. Adicionalmente, as campanhas devem estimular cuidados adicionais por parte da população, tais como o acondicionamento do RD em sacos plásticos, fechados, para evitar o acesso de insetos e roedores; colocar o RD em locais fora de alcance dos animais, a fim de evitar o seu espalhamento na via pública; acondicionar adequadamente vidros e outros objetos perfuro cortantes, para evitar acidentes durante o manuseio pelos coletores (CEMPRE, 2018).

### 3.6.1.5 Destinação Final

A partir da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) o destino dos RSU no Brasil passou a ter uma maior importância. A legislação brasileira determina penalidades para quem descumprir a lei. Agora, os responsáveis pela má destinação de resíduos poderão pagar multas e até penas de reclusão de até 3 anos. Segundo a PNRS, em seu art. 3º e inciso VII, destinação final ambientalmente adequada é definida da seguinte forma:

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

Nesta definição é que só pode haver destinação para resíduos que foram gerados. A partir da geração o resíduo pode tomar diversos caminhos, sejam eles a reciclagem, a incineração, a compostagem, dentre outros. Para limitar mais o uso do termo “destinação”, foi acrescentado então o termo “final”, eliminando assim o trânsito infinito desses resíduos. Ao acrescentar também o termo “ambientalmente adequado”, o conceito começa a abranger nas legislações vigentes no país, como a Lei 12.305/2010 e o Decreto 7.404/2010, que são as

legislações mais importantes do setor no país. A Destinação Final Ambientalmente Adequada de resíduos engloba processos que vão da reutilização até a disposição final ambientalmente adequada de rejeitos. Vale lembrar que a reutilização de resíduos possui uma vida útil e não é possível mantê-las em trânsito infinitamente.

Assim, a Destinação Final Ambientalmente Adequada, consiste na reutilização, reciclagem, compostagem, recuperação, aproveitamento energético ou outras destinações, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos. Conforme a PNRS, na gestão e gerenciamento de RS, deve ser observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos RS e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (BRASIL, 2010).

Enquanto a disposição final ambientalmente adequada, consiste na 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. Trata-se da última alternativa a ser adotada pelo gerador. Por rejeitos, entenda-se os RS 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. (BRASIL, 2010).

A situação da disposição final no Brasil revela uma situação crítica: 40,9% dos RSU coletados são dispostos em lugares impróprios ou de maneira incorreta (ABRELPE, 2017).

De acordo com a ABRELPE (2017) a destinação final em lixão é presente em 18% dos municípios, que representam 35 mil toneladas de resíduos anuais. Essa destinação consiste em depositar o resíduo sólido em solo a céu aberto, atraindo pessoas que vivem da reciclagem. Esse meio se revela impróprio, pois o chorume gerado afeta o solo, polui os corpos hídricos e cria um ambiente propício para a proliferação de doenças, além de produzir odores desagradáveis.

Em relação a outro tipo de destinação é o aterro controlado, que mitiga os odores e a questão de saúde pública, mas não trata o chorume. Nessa destinação o resíduo é depositado em buracos no solo e coberto diariamente por terra. Segundo a ABRELPE (2017), mais de 22% dos municípios utilizam esse modelo no país, que é ineficiente para correta disposição final.

Por fim, tem-se o modo que o Brasil deseja padronizar sua disposição final que é chamado de aterro sanitário. Nesse modelo, os buracos para depositar os resíduos são impermeabilizados de forma que não escapam o chorume. Por sua vez, ele é destinado a uma estação de tratamento por meio de dutos que ficam abaixo dos resíduos. O aterro sanitário tem

capacidade limitada e normalmente torna-se área de preservação ambiental quando esgota sua de capacidade.

Parte interessante dos dois tipos de aterro é a possibilidade de geração de biogás e energia. Isso ocorre com a canalização do gás gerado pelo lixo, que pode ser extraído e separado para utilização (IBAM, 2014).

Sendo assim, os especialistas da área consideram o aterro sanitário uma boa opção, desde que observados os princípios básicos como a redução, reutilização e a reciclagem, itens que constam na PNRS (IBAM, 2014).

Alguns países na Europa, como a Alemanha, eliminaram seus aterros sanitários e criaram uma política de RSU consolidada. Lá o RSU tem as seguintes destinações: 45% são reciclados, 38% queimados e 17% vão para a compostagem (POLZER, 2017).

No Brasil, foi publicada a Portaria Interministerial nº 274 de abril de 2019 que edita o processo de destinação final, que regulamenta a recuperação energética dos RSU de que trata o § 1º do art. 9º da Lei nº 12.305/2010 (PNRS) e o art. 37 do Decreto nº 7404/2010, e constitui uma das formas de destinação ambientalmente adequada passível de ser adotada, observadas as alternativas prioritárias de não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos.

Conforme esta Portaria nº 274/2019, para que possa ser utilizada a recuperação energética dos RSU, está condicionada à comprovação de sua viabilidade técnica, ambiental e econômica financeira e à implantação de programa de monitoramento de emissão de gases tóxicos aprovado pelo órgão ambiental competente nos termos da legislação em vigor.

De acordo com a referida Portaria, poderão ser encaminhados para Usinas de Recuperação Energética (URE) os seguintes resíduos: resíduos de limpeza urbana, originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana; resíduos domiciliares, originários de atividades domésticas em residências urbanas; resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços caracterizados como não perigosos podem, em razão de sua natureza, composição ou volume, ser equiparados aos resíduos domiciliares pelo poder público municipal (BRASIL, 2019).

A referida Portaria contempla que URE é qualquer unidade dedicada ao tratamento térmico dos RSU, com recuperação de energia térmica gerada pela combustão, incluindo o tratamento por oxidação térmica e outros processos, tais como: pirólise, gaseificação ou processos de plasma, com vistas à redução de volume e periculosidade, preferencialmente associada à geração de energia térmica ou elétrica (BRASIL, 2019).

### 3.7 PLANOS DE RESÍDUOS SÓLIDOS

#### 3.7.1 Plano Nacional de Resíduos Sólidos

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei nº 12.305/2010 e regulamentada pelo Decreto nº 7.404/2010, criou como um dos seus principais instrumentos o Plano Nacional de Resíduos Sólidos. Este decreto instituiu e delegou ao Comitê Interministerial, coordenado pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), a responsabilidade de coordenar a elaboração e a implementação do Plano Nacional de Resíduos Sólidos.

O Plano Nacional de Resíduos Sólidos, conforme previsto na referida Lei tem vigência por prazo indeterminado e horizonte de 20 (vinte) anos, com atualização a cada 04 (quatro) anos e contemplará o conteúdo mínimo conforme segue: diagnóstico da situação atual dos resíduos sólidos; proposição de cenários, incluindo tendências internacionais e macroeconômicas; metas de redução, reutilização, reciclagem, entre outras, com vistas a reduzir a quantidade de resíduos e rejeitos encaminhados para disposição final ambientalmente adequada; metas para o aproveitamento energético dos gases gerados nas unidades de disposição final de resíduos sólidos; metas para a eliminação e recuperação de lixões, associadas à inclusão social e à emancipação econômica de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis; programas, projetos e ações para o atendimento das metas previstas; normas e condicionantes técnicas para o acesso a recursos da União, para a obtenção de seu aval ou para o acesso a recursos administrados, direta ou indiretamente, por entidade federal, quando destinados a ações e programas de interesse dos RS; medidas para incentivar e viabilizar a gestão regionalizada dos RS; diretrizes para o planejamento e demais atividades de gestão de RS das regiões integradas de desenvolvimento instituídas por lei complementar, bem como para as áreas de especial interesse turístico; normas e diretrizes para a disposição final de rejeitos e, quando couber, de resíduos; meios a serem utilizados para o controle e a fiscalização, no âmbito nacional, de sua implementação e operacionalização, assegurado o controle social (MMA, 2012).

O Decreto nº 7.404/2010 que regulamentou a PNRS em seus artigos 53 e 54 estabeleceu o vínculo entre os planos de resíduos sólidos e os planos de saneamento básico, no que tange ao componente de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos urbanos.

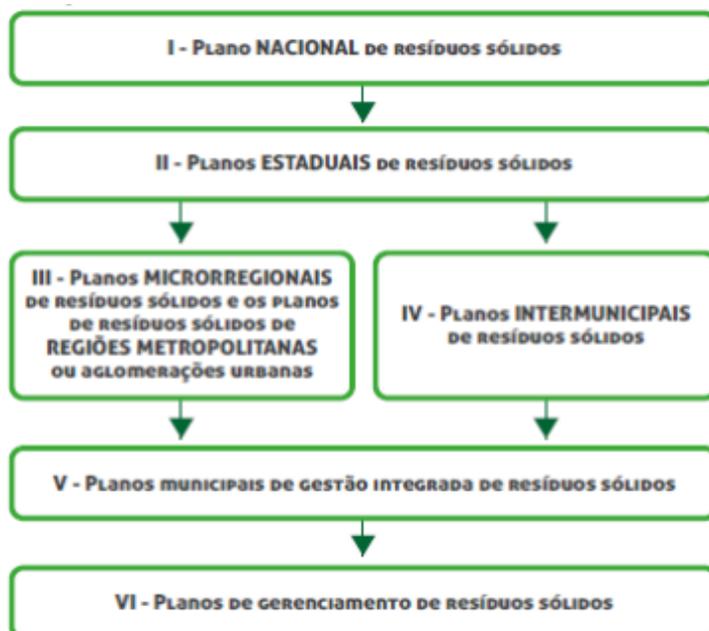
Assim sendo a Lei nº 11.445/2007 determina a confecção do Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB), abordando os RSU. A elaboração desse plano antecedeu à do Plano Nacional de Resíduos Sólidos, com a versão sancionada por decreto em dezembro de

2013, após aprovação pelo Conselho das Cidades. O conteúdo, o cenário e as diretrizes do PLANSAB foram considerados na elaboração do Plano Nacional de Resíduos Sólidos, conforme o Ministério do Meio Ambiente, e possui metas para municípios com coleta seletiva, partindo de 18% em 2008, chegando a 28% em 2018, 33% em 2023 e 43% em 2033 (MMA, 2012).

A proposta de Plano Nacional de Resíduos Sólidos traz as diretrizes gerais que devem ser seguidas pelos estados e municípios quando na elaboração dos seus. Para sua elaboração, os técnicos do Ministério do Meio Ambiente, realizaram parcerias com diversas entidades governamentais, dentre elas o IBGE e o IPEA.

O Plano aborda a questão da Educação Ambiental voltada para os resíduos sólidos. São apresentadas diretrizes e estratégias para a implantação das metas estabelecidas pelo Plano Nacional. Por fim, são apresentados os programas e ações existentes/planejados na esfera federal para os resíduos sólidos os meios de participação e controle social da implantação do plano. De acordo com a ABRELPE (2017), a Figura 23 é representada por um organograma com Planos de Resíduos por abrangência.

Figura 23 – Planos de Resíduos por Abrangência



Fonte: (ABRELPE, 2017).

Os planos de resíduos sólidos estão entre as principais ferramentas disciplinadas pela Lei 12.305/2010. Dessa forma, são planos de resíduos sólidos: Plano Nacional de Resíduos Sólidos; Planos Estaduais de Resíduos Sólidos; Planos Metropolitanos ou Aglomerações

Urbanas; Planos Intermunicipais de Resíduos Sólidos; Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos; Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos.

Esses Planos têm o cunho de envolver três esferas, a do setor público, o do setor privado e a da sociedade. O nível de responsabilidade da coordenação federativa nacional fica a cargo do Ministério do Meio Ambiente (MMA), que, em conjunto com os entes federativos, setor privado, organizações não governamentais e a sociedade civil em geral, ter a responsabilidade de desenvolverem ações e implementações necessárias para a implantação do Plano Nacional de Resíduos Sólidos (MMA, 2012).

De acordo Juras (2012), o Plano Nacional de Resíduos Sólidos incorporou e adaptou premissas semelhantes a muitos países desenvolvidos, cujas formas de gestão e gerenciamento são consideradas modelares, como a União Europeia, a Alemanha e o Canadá. Um dos pressupostos da PNRS, e que se assemelha aos países supracitados, refere-se à impossibilidade da execução de boas práticas, sem que haja o planejamento sistematizado do processo. Por conta disso, a Lei incumbe à União a elaboração do Plano Nacional de Resíduos Sólidos; os Estados devem elaborar seus Planos Estaduais de Resíduos Sólidos, ao passo que os municípios devem elaborar o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS).

Assim, os Planos Estaduais devem ser observados pelos demais entes. Finalmente, o Plano de Gerenciamento dos Empreendimentos deve incorporar as diretrizes apontadas nos planos municipais, intermunicipais, microrregionais ou de regiões metropolitanas. Ademais, o planejamento precisa ser construído de forma integrada em relação a todos os resíduos previstos no art. 13 da PNRS.

Destaca-se que o art. 14, parágrafo único, PNRS, cita que [...] é assegurada ampla publicidade ao conteúdo dos planos de resíduos sólidos, bem como controle social em sua formulação, implementação e operacionalização. O controle social é necessário em regimes democráticos, visando à proteção ao interesse público. O processo de construção dos planos deve ser transparente e participativo. O plano torna-se mais efetivo com a apropriação pela sociedade, que passa a enxergar-se nas ações planejadas, além de permitir seu acompanhamento.

A PNRS induz à articulação entre os entes federados e à busca de cooperação federativa. Para reforçar a importância do planejamento, somente têm acesso aos recursos da União para o setor estados e municípios que apresentarem seus Planos de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, nos termos dos arts. 16 e 18 da Lei nº 12.305/2010.

A Lei nº 12.305/2010 trouxe, no art. 19, § 1º, que o PMGIRS pode estar inserido no PMSB (Art. 19, Lei nº 11.445/2007), desde que respeitado o conteúdo mínimo previsto no

mesmo artigo, ou seja, ter a abrangência estendida para além dos RSU. A novidade trazida pela PNRS em relação à Lei Nacional de Saneamento Básico (LNSB) é a inovação sobre a propriedade e a responsabilidade pela destinação adequada dos resíduos, por meio do conceito de responsabilidade compartilhada.

### 3.7.2 Plano Estadual de Resíduos Sólidos de Minas Gerais- MG

A Lei 18.031 de 02 de janeiro de 2009 na Política Estadual de Resíduos Sólidos de Minas Gerais, pontua para todos os agentes públicos e privados que desenvolvam ações direta ou indiretamente, envolvidos na geração e na gestão de resíduos sólidos, que registrem o PGIRS, e caracterizem os procedimentos e ações preventivas e corretivas, e apresentem a forma de operacionalização das exigências relativas à gestão de RS, bem como as intervenções necessárias e as possibilidades reais de implementação de tais exigências (ANDRADE, 2014).

Em 25 de setembro de 2009 o Decreto de número 45.181 que regulamenta a execução da Política Estadual de Resíduos Sólidos de Minas Gerais, reforça e estabelece os instrumentos. Descreve que o PGIRS destinar-se-á no levantamento das fontes geradoras e suas situações, do sistema de manejo dos resíduos sólidos, a pré-seleção das alternativas mais viáveis e as aceções de ações integradas e diretrizes relativas aos aspectos ambientais, educacionais, econômicos, financeiros, administrativos, técnicos, sociais e legais para todas as fases de gestão dos RS, desde a sua geração até a disposição final (ANDRADE, 2014).

Os planos Estaduais de RS de acordo com o determinado no art. 16, § 1º, serão priorizados no acesso aos recursos da União referidos no caput, os Estados que instituírem microrregiões, e completa a Lei art. 18, § 1o [...] para integrar a organização, o planejamento e a execução das ações a cargo de Municípios limítrofes na gestão dos RS (BRASIL,2010).

O Estado de Minas Gerais, em convênio com o Ministério do Meio Ambiente (MMA), desenvolve projetos de elaboração de Gestão Regional, a fim de desenvolvimento de ação integradora de Resíduos Sólidos do Estado, e na elaboração do plano de Resíduos Sólidos, intitulado: Plano de Regionalização da Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos do Estado de Minas Gerais e o Plano para Gestão Integrada e Associada de Resíduos Sólidos Urbanos (PGIRSU-MG) (FEAM, 2018).

Como determina a Lei nº 12.305/2010 a PNRS em seu art. 7º que trata dos objetivos dessa política, em seu Inciso VIII, articulação entre as diferentes esferas do poder público, e destas com o setor empresarial, com vistas à cooperação técnica e financeira para a gestão integrada de RS (BRASIL, 2010). São as articulações entre as esferas do poder público que

chamam a atenção para o Estado de MG, quanto às mobilizações que foram necessárias para a implementação da PNRS no Estado.

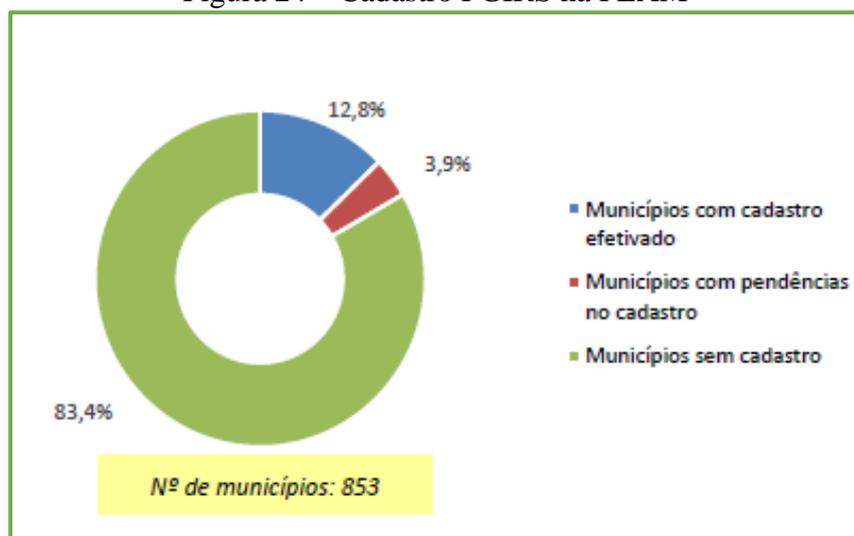
Ao lado do Município, o governo estadual deve elaborar um plano de resíduos sólidos, determinando uma logística de manejo e assinalando as metas a fim de redução e reciclagem, aferindo os principais geradores e aspectos econômicos. Todavia, em virtude de questão financeira, este prazo foi prorrogado e pode variar de 2018 a 2021, para que os municípios cumpram as exigências da PNRS (IBAM, 2017).

A Lei Estadual nº 18.031/2009, Política Estadual de Resíduos Sólidos, deverá: o poder público e a sociedade deverão supervisionar e fiscalizar a gestão dos resíduos sólidos efetuada pelos diversos responsáveis, de acordo com as competências e obrigações estabelecidas na legislação; fomentar dispositivos legais relacionados ao Plano de Gerenciamento de todos os resíduos sólidos do Município. Constituir sistemas de provisionamento de recursos financeiros que garantam a continuidade de atendimento dos serviços de limpeza pública e a adequada destinação final dos RS, incentivar e apoiar novos processos de educação ambiental (formal e Informal); apoiar programas de capacitação técnica contínua de gestores na área de gerenciamento e manejo de resíduos sólidos; incentivar programas periódicos de gerenciamento integrado de RS, com a criação e a articulação de fóruns e de conselhos municipais e regionais para participação de todos os setores afins; ampliar e aperfeiçoar o sistema de coleta seletiva na área urbana e rural; monitorar as entradas e saídas nos processos de tratamentos dos resíduos; monitorar as áreas antigas e atuais de disposição final de RS (antigos lixões, antigo aterro sanitário, áreas degradadas em recuperação, pontos críticos e o aterro sanitário); promover a instalação de novos Pontos de Entregas Voluntárias (PEVs) ou sistemas de estocagem temporários de materiais recicláveis através de Eco pontos, visando incentivar a reciclagem; promover áreas de triagem e transbordo de resíduos da construção e demolição, resíduos volumosos e resíduos com logística reversa; intensificar a participação das cooperativas e associações dos agentes recicladores no sistema de manejo dos RS; promover unidades de compostagem e biodigestão de resíduos orgânicos nas áreas urbanas e rurais; apoiar a implementação do Aterro Sanitário Industrial local; apoiar e incentivar as instalações de indústrias de reciclagem ou processos produtivos que utilizam RS para outras finalidades, sem sua transformação biológica, física ou química (IBAM, 2017).

O Estado de MG, por meio da Deliberação Normativa do Conselho Estadual de Política Ambiental (DN COPAM nº 170/2011), estabeleceu prazos, de acordo com faixas populacionais, para o cadastro na Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM) dos PGIRS pelos municípios. Apesar de todos os prazos estarem expirados, a FEAM continua recebendo

cadastros dos municípios. Segundo levantamento realizado pela FEAM em fevereiro de 2017, dos 853 municípios do Estado, somente 142 realizaram esse cadastro, representando 16,7% do total de municípios. Desses 142 cadastrados, 109 (12,8%) foram considerados efetivados e 33 (3,9%) ainda apresentam pendências, conforme apresentado no Figura 24. Após essa data, outros 7 municípios cadastraram seus PGIRS na FEAM e os documentos estão sendo verificados quanto à efetividade do cadastro (FEAM, 2018).

Figura 24 – Cadastro PGIRS na FEAM



Fonte: (FEAM, 2018).

Considera-se de extrema importância a elaboração e implementação do PGIRS, uma vez que o instrumento, conforme estabelecido pela Política Estadual de Resíduos Sólidos, tem por finalidade definir a forma de gestão dos RS de geração difusa e apresentar normas gerais de conduta para os geradores de RS, bem como instruções e diretrizes para que esses elaborem seus próprios Planos de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos. Ademais, as informações contidas no cadastro do PGIRS estão sendo armazenadas em banco de dados e subsidiarão a elaboração e divulgação pela FEAM, de relatórios consolidados contendo as estratégias adotadas pelos municípios mineiros para gestão de resíduos, conforme determina o art. 2º, §2º da DN COPAM nº 170/2011 (FEAM, 2018).

### 3.7.3 Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Uberlândia- MG

Incorporação da palavra “integrada” é proveniente de uma visão sistêmica, na qual se separam entidades identificáveis (“itens”, “elementos” ou “unidades”) para descrever relações

existentes entre elas. Neste caso, há uma combinação de coisas ou elementos que são normalmente tratados separadamente, formando um todo coerente. Aplicando-se essa proposta à gestão e gerenciamento de RS, procura-se, através de planejamentos e reformulações constantes, considerar todos os atores e variáveis envolvidos na geração de resíduos. Dessa forma, os planejadores buscam soluções integradas, sistematizadas, para cada tipo de resíduo gerado (KIM, 2018).

De acordo com Kim (2018), o PMGIRS é obrigatório pela lei e um requisito para que os municípios e Distrito Federal tenham acesso aos recursos da União destinados a serviços de limpeza urbana e manejo de RS, ou então condição para o Distrito Federal (DF) e municípios adquirirem benefícios por incentivos ou financiamentos de entidades federais.

O PMGIRS é um instrumento da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), implementado a fim de que os objetivos da PNRS sejam contemplados em nível municipal e intermunicipal (MMA, 2012).

Conforme apresentado anteriormente, a caracterização física dos RS gerados em um município faz parte do diagnóstico e é previsto na PNRS, no art. 19º, como um dos conteúdos mínimos que deve compor o PMGIRS (BRASIL, 2010). Portanto, é indispensável que todos os municípios brasileiros colem esta informação para estar de acordo com a lei (KIM, 2018).

Conforme a Lei nº 12.305/2010, a União (art. 15º), os Estados (arts. 16º e 17º), os Municípios e o Distrito Federal (arts. 18º e 19º) devem elaborar Planos de Gestão de Resíduos Sólidos, os quais devem seguir os princípios da gestão integrada como base para o planejamento e execução. A obrigatoriedade da elaboração do PMGIRS para o acesso aos recursos federais apresenta ao menos em nível teórico, uma quebra de paradigma de gestão para a imensa maioria dos municípios brasileiros. Isso porque, a partir de agora, os gestores municipais deverão considerar os resíduos sólidos como fontes de recursos naturais. Será necessário o máximo esforço para a recuperação desses e, ao final de tudo, deverão dispor apenas os rejeitos, ou seja, aquilo que não é economicamente reaproveitável, em aterros sanitários (AMARO, 2018)

O PMGIRS se constitui em um diagnóstico qualitativo e quantitativo, tanto sobre a situação em que se encontra a geração e a caracterização dos RS quanto os serviços municipais de limpeza pública, inclusive quando esses serviços são terceirizados para, a partir disso, estabelecer as diretrizes, as estratégias e as metas a serem alcançadas, como complementa (AMARO, 2018) diagnóstico: o primeiro passo para planejar-se, e mapear-se na totalidade os serviços e ações que se encontram em prática pelos órgãos executores, gestores e até mesmo geradores, coletando-se informações sobre quantitativos, qualidade e custos dos serviços, bem como mapeando-se lacunas e oportunidades de melhorias.

Observa-se no Brasil uma tendência crescente no número de municípios que já elaboraram seus planos, à exceção, novamente, dos municípios de menor porte. Em 2015 eles estavam distribuídos da seguinte maneira: praticamente metade dos municípios menores que 5 mil habitantes possuíam plano; entre 5 e 10 mil, 41% o possuíam; entre 10 mil e meio milhão, há um escalonamento crescente que começa com 36% entre os menores e chega a 54% entre os maiores. Na faixa populacional entre 500 mil e um milhão, 41% haviam apresentado seus PMGIRS, ao passo que entre os 17 maiores municípios brasileiros, apenas seis ainda não haviam aprovado, conforme é apresentado na Tabela 6 e a Figura 25, que evidencia a elaboração dos Planos (AMARO, 2018).

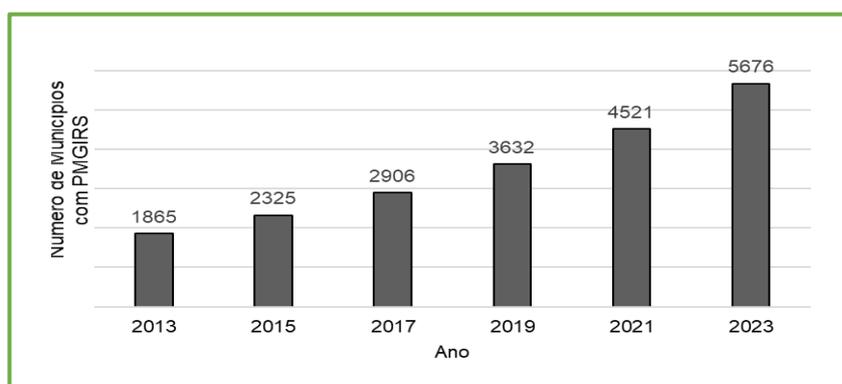
Tabela 6 – PMGIRS nos municípios brasileiros em 2015

Faixa populacional	Nº de Municípios	PMGIRS		Representação munic. com PMGIRS
		Sim	Não	
Até 5.000	1.237	609	628	49%
Entre 5.001 e 10.000	1.213	496	717	41%
Entre 10.001 e 20.000	1.374	496	878	36%
Entre 20.001 e 50.000	1.091	409	682	37%
Entre 50.001 e 100.000	351	150	201	42%
Entre 100.001 e 500.000	263	144	119	54%
Entre 500.000 e 1 milhão	24	10	14	41%
Acima de 1 milhão	17	11	6	64%
<b>Total</b>	<b>5.570</b>	<b>2.325</b>	<b>3.245</b>	<b>42%</b>

Fonte: (MMA, 2012; AMARO, 2018).

Com base nas publicações do IBGE, denominadas “Perfil dos Municípios Brasileiros” de 2014 e 2016, montou-se um cenário no qual pode ser observado que, caso essa tendência seja mantida, a elaboração dos PMGIRS pela totalidade dos municípios brasileiros ocorrerá somente em 2023, ou seja, com um atraso de 11 anos (AMARO, 2018).

Figura 25 - Gráfico da tendência de elaboração dos PMGIRS no Brasil



Fonte: (IBGE, 2015, 2016; AMARO, 2018).

Outrora aqueles serviços que priorizavam a eliminação dos resíduos oriundos das atividades humanas, que eram motivados a desempenhar cada vez mais rápida o banimento do incômodo, sem critérios e avaliações, com o simples ato de limpar.

Agora, tornou-se um instrumento da política municipal do meio ambiente no atendimento prioritário da sociedade no desenvolvimento da qualidade e saúde humana. Passando do ato de limpar para a função de organizar, elevando a prestação de serviços de limpeza para a qualidade técnica ambiental (SMSU, 2018).

Hoje a sociedade cobra do poder público ações sustentáveis nos serviços prestados, e junto a mobilizações sociais ocorre a intensificação das participações nas decisões, desencadeando uma ascensão no processo produtivo das gestões públicas (AMARO, 2018).

Na dinâmica urbana nem sempre o modelo ideal se consolida, e perduram falhas e desafios, retomando novos ciclos de trabalho.

Logo, a sociedade civil organizada, o setor privado e todas as entidades em geral, desde então, deverão prover grandes esforços para o cumprimento das ousadas metas estabelecidas no PGRS do Município.

Em relação ao município de Uberlândia-MG, localizado no Triângulo Mineiro. É um município de médio porte, a partir do PGIRS de Uberlândia promove os Planos de Gerenciamento para minimizar os impactos dos RS de forma estratégica e universal com todos os meios de geração. Na construção de ações planejadas que busquem prioritariamente a não geração, o repensar, a redução, a reutilização, a reciclagem, o tratamento apropriado e, por fim, na falta da tecnologia a disposição ambientalmente adequada dos rejeitos.

A cidade de Uberlândia objetiva alcançar uma privilegiada posição de cidade sustentável, por meio do PGIRS. Com planejamento sócio-econômico-ambiental para a atual e futura população, vislumbrado para vinte anos, e programado para a revisão em cada quatro anos.

O Plano apresenta objetivos específicos, metas a serem alcançadas e meios para tal, a fim de que se chegue em uma situação desejada e pré-estabelecida, considerando requisitos institucionais, legais, técnicos, econômicos e financeiros, sociais, de saúde pública e ambientais.

São objetivos do PGIRS do município de Uberlândia-MG: apresentar os diagnósticos dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo dos RS do município; levantar dados da situação dos RS gerados: quanto à origem, volume, características, formas de destinação e disposição final adotada; apresentar o plano de metas (curto, médio e longo prazos) para as diferentes ações dos serviços públicos de limpeza urbana, manejo dos RS e disposição final dos

resíduos; propor diretrizes, estratégias, programas, ações e metas no prazo de vinte anos, arquitetado em uma gestão integrada com todos os agentes econômicos e sociais do município, estado e a união (SMSU, 2018).

Ainda, o PGIRS do município de Uberlândia contempla (SMSU, 2018): modelo de gestão: contempla as questões de responsabilidade compartilhada, sustentabilidade econômica das operações, preservação do meio ambiente e logística reversa, além de intensificar as questões socioambientais, contribuindo com a qualidade de vida da população, utilizando para tanto, as prerrogativas da educação ambiental; segmentos operacionais: escolher alternativas tecnológicas mais adequadas para o meio ambiente e para a saúde da população (inclusão social e mais qualidade de vida); articular entre as diferentes esferas do poder público, e destas com o setor empresarial, com vistas à cooperação técnica e financeira para gestão integrada de RS.

O modelo de gestão dos resíduos no município contempla: participação da população nas decisões socioambientais; conscientização da geração e tratamento (responsabilidades das fontes geradoras) em todos os setores da produção dos resíduos; atentar para os custos objetivando viabilizar a realização dos projetos; responsabilizar de forma compartilhada os resíduos gerados no ciclo de vida dos produtos, individualizado e encadeada, abrangendo os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, os consumidores e os titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de RS em todo o município; promover o reconhecimento do RS reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, geradores de trabalho e renda e promotor de cidadania (SMSU, 2018).

As prioridades da gestão integrada de RS (SMSU, 2018), a não geração; o repensar; a redução; o reuso; a reciclagem; a recuperação incluindo a valorização energética e compostagem e o tratamento e a destinação final adequados.

De acordo com a SMSU (2018) a definição das responsabilidades públicas e privadas está vinculada aos tipos de resíduos gerados e seus geradores, e ainda podendo haver variação quanto à função de cada agente na cadeia de produção. A responsabilidade deve ser compartilhada com todos os atores envolvidos, passando pelos setores primário, secundário e terciário, o setor de consumo e o poder público.

As responsabilidades de cada ator envolvido estão diretamente relacionadas à natureza do resíduo, origem do resíduo ou volume gerado conforme a Tabela 7.

Tabela 7 - Responsabilidades públicas e privadas dos resíduos gerados

<b>Responsabilidade Pública e Privada dos resíduos gerados</b>		
<b>Tipo</b>	<b>Características</b>	<b>Responsabilidade</b>
Resíduos domiciliares	Residência	Gerador e Prefeitura
Resíduos comerciais	Pequeno gerador (< 200 kg)	Gerador e Prefeitura
Resíduos comerciais	Grande gerador (>200 kg)	Gerador
Resíduos dos serviços de limpeza pública	Equipamentos e áreas públicas	Prefeitura
Resíduos da construção civil e demolição	Pequeno gerador (< 1m <sup>3</sup> )	Gerador e Prefeitura
Resíduos da construção civil e demolição	Grande gerador (>1m <sup>3</sup> )	Gerador
Resíduos volumosos	Residências	Gerador e Prefeitura
Resíduos volumosos	Comercial e industrial	Gerador
Resíduos verdes	Equipamentos e áreas públicas	Prefeitura
Resíduos verdes	Pequeno gerador (< 1m <sup>3</sup> )	Gerador e Prefeitura
Resíduos verdes	Grande gerador (>1m <sup>3</sup> )	Gerador
Resíduos dos serviços de saúde	Comercial e industrial	Gerador
Resíduos tecnológicos	Lâmpada fluorescente e (residencial)	Gerador e Fornecedor

**Fonte:** Adaptado de (SMSU, 2018).

Finalmente, o PGIRS do município de Uberlândia é um compromisso da administração pública para a elaboração dos diagnósticos ambientais com parâmetros científicos e técnicos socioeconômico-ambiental das atividades antrópicas, na geração, manejo, tratamento e disposição final dos rejeitos originados pelos estabelecimentos de produção e serviços, e de consumo da população urbana e rural no município.

#### 3.7.4 Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos de Uberlândia-MG-

De acordo com Leite (1997) o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos é:

“A descrição do Plano de Gerenciamento de Resíduos como instrumento de planejamento, de avaliação e controle, é de fundamental importância como suporte ao dirigente da unidade, dando condições de adequação e acertos contínuos nas ações que forem sendo desenvolvidas. Este plano deve respeitar as particularidades, os recursos humanos e materiais próprios da instituição, obtendo-se assim, um sistema de gerenciamento de resíduos compatível com o estilo gerencial da empresa” (LEITE, 1997).

Os planos devem ser realizados em conjunto com o Plano Gestor dos Municípios e as Políticas organizacionais devem estar, na perspectiva do meio ambiente, em um consenso de redistribuição de produtos e definição dos resíduos sólidos não aproveitados por qualquer ramo de atividade. Assim, tal desenvolvimento de sustentabilidade do plano deve estar compartilhado com uma cultura organizacional e social. A destinação e disposição final dos resíduos sólidos requerem prévio plano de gerenciamento nas diversas entidades da federação, como exposto no art. 14 da PNRS (Lei nº 12.305/2010).

As diretrizes da gestão integrada devem dar subsídios para o gerenciamento de RS, sendo esse último entendido como: conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos RS e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com PMGIRS ou com plano de gerenciamento de RS, exigidos na forma desta lei (BRASIL, 2010).

Para CEMPRE (2018), o Plano de Gerenciamento Integrado do RSU, também denominado Plano Diretor do Resíduo Municipal e Plano de Gestão do Resíduo Municipal, é um documento que aponta e descreve as ações relativas ao seu manejo, contemplando os aspectos referentes a geração, segregação, acondicionamento, coleta (regular ou seletiva), armazenamento, transporte, tratamento e disposição final, bem como proteção à saúde pública. Conforme é apresentado na Figura 26.

Figura 26 – Roteiro para estabelecimento do Plano Diretor de Gerenciamento Integrado do Resíduo Municipal



Fonte: (CEMPRE, 2018).

Ainda CEMPRE (2018) aborda que, cabe enfatizar que o Plano Diretor deve estipular também os procedimentos de melhoria contínua dos serviços prestados para cada uma das ações definidas e que sua implementação deve ser compatível com as necessidades e as possibilidades de cada município (disponibilidade de recursos financeiros e humanos, sobretudo), devendo ser periodicamente reavaliado, redefinido e implementado em níveis sucessivamente mais evoluídos de compromisso e adequação ambiental. A execução das ações planejadas, de forma racional e integrada, propiciará o gerenciamento adequado do resíduo, um dos serviços de maior visibilidade por seus efeitos imediatos, a limpeza da cidade e a proteção do meio ambiente traduzindo-se em boa aceitação da administração municipal por parte da população, assegurando, saúde, bem-estar e economia de recursos públicos, além de vir ao encontro de um desejo maior que é a melhoria da qualidade de vida da geração atual e das futuras.

Segundo Andrade (2014), para assegurar a correta implementação de um plano de GRS, foram desenvolvidos certos instrumentos, cobrindo um amplo espectro, com o objetivo de integrar as alterações concebidas para o sistema de gerenciamento integrado de resíduos sólidos (GIRS) existente. Estes instrumentos são divididos de acordo com seu conteúdo em: instrumentos de política; instrumentos legislativos; instrumentos econômicos; instrumentos de comunicação; e instrumentos organizacionais/institucionais.

Formas indicativas para a disseminação de informações, reforçar a consciência pública e Programas de Capacitação. Para implementar, controlar e monitorar um PGIRS, é necessária uma certa capacidade administrativa em todos os níveis. Programas de capacitação referem-se às atividades que fortalecem uma organização ou um indivíduo e ajudam a cumprir melhor a sua missão. Essas atividades, além do treinamento, podem incluir, entre outras:

Em 1º de janeiro de 2018, o Departamento Municipal de Água e Esgoto (DMAE), Autarquia Municipal de Uberlândia, assumiu a responsabilidade da gestão do manejo dos RS e drenagem de águas pluviais, que, antes, era pasta da Secretaria Municipal de Serviços Urbanos (SMSU). A mudança ocorreu em função do cumprimento dos seguintes dispositivos legais: Lei Federal nº 13.308, de 2016, com o objetivo de obedecer às exigências que tratam do Plano de Gerenciamento de Saneamento Básico e a Lei Ordinária nº 11.291, de 2012, que instituiu o Plano de Saneamento Básico do Município e estabelecem os serviços públicos de abastecimento de água, esgoto sanitário, limpeza urbana, manejo dos RS, drenagem e manejo de águas pluviais (SMSU, 2018).

As diretrizes específicas para atendimento ao novo sistema de gestão dos RS no Município de Uberlândia. E definido com a projeção de um horizonte de 20 anos (vinte anos), foram traçadas metas contemplando cenários de curto (1 a 4 anos), médio (4 a 8 anos) e longo

(8 a 20 anos) prazos. As ações a serem implementadas são específicas para cada meta (SMSU, 2018).

A Prefeitura de Municipal de Uberlândia dispõe de todos os RS coletados no aterro sanitário, e a logística do transporte e as distâncias percorridas, nos diferentes pontos da cidade deverão ser mantidas em referência ao perímetro urbano que não se estenderá além da zona de expansão urbana prevista por lei; atualmente o aterro sanitário recebe em média 430 toneladas diárias de RS. A coleta atende 100% da população urbana do Município incluindo os distritos e zona rural.

As diretrizes do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos do Município de Uberlândia-MG de acordo com a (SMSU, 2018) apresenta: Diretriz 01- reavaliação contínua dos serviços da coleta de resíduos domiciliares, a partir de pesquisas com a população e metodologias atuais. Metas: curto prazo (1 a 4 anos): manter a coleta 100% dos domicílios urbanos; médio prazo (4 a 8 anos): atingir 50% dos domicílios urbanos com coleta mecanizada; longo prazo (8 a 20 anos): atingir 100% dos domicílios urbanos com coleta mecanizada. Diretriz 02: - aperfeiçoar o sistema de controle do PGRS para os estabelecimentos urbanos (grandes geradores) para admissão da destinação de seus próprios resíduos, e promover a compostagem dos resíduos úmidos, para a redução do volume de resíduos na coleta regular. São ações para a desoneração dos custos de coleta pública domiciliar. Curto Prazo (1 a 4 anos): 100% dos grandes geradores regularizados com PGRS no município; atingir 40% dos domicílios rurais com práticas de compostagem; médio prazo (4 a 8 anos): atingir 75% dos domicílios rurais com práticas de compostagem; longo prazo (8 a 20 anos): atingir 100% dos domicílios rurais com práticas de compostagem. Ações para as Diretrizes 01 e 02: criar um sistema de informação integrada dos serviços públicos de limpeza e manejo de RS para a plena sustentabilidade do processo; promover a reavaliação periódica dos planos de coleta, de forma a adequar e atender a demanda; promover a reavaliação periódica e as adequações necessárias, inclusive inovações tecnológicas, relativas aos quantitativos de veículos e/ou equipamentos coletores e da mão de obra alocada; desenvolver programas contínuos de divulgação dos serviços de limpeza pública e sensibilização dos usuários; desenvolver novas tecnologias de fiscalização e monitoramento nas áreas urbanas e rurais. Diretriz 03: ampliar as alternativas de tratamento dos RSU, utilizando Tecnologias limpas que promovam a reciclagem e o reuso; promover a implantação de sistemas que visam o tratamento mecânico, biológico e térmico que não gerem impacto a sociedade e ao meio ambiente; programar unidades de compostagem para os resíduos úmidos domiciliares; implantar um sistema de rede integrada de recepção e fornecimento de compostos orgânicos oriundos dos resíduos úmidos domiciliares; dispor no aterro sanitário municipal somente os

rejeitos dos RD; programar e desenvolver tecnologia para o reuso do biossólido (lodo) da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE), nas adições do processo de compostagem dos resíduos úmidos domiciliares; programar e desenvolver tecnologias orgânicas no processo das Estações de Tratamento de Água (ETA), nas adições do processo de compostagem dos resíduos úmidos domiciliares; Elaborar um Portal Municipal de Resíduos Sólidos com banco de dados do município e cidades de entorno, a partir de dados matemáticos, sociais, culturais, econômicos e ambientais; promover a integração de informações de pesquisas locais epidemiológicas em áreas adjacentes a unidades de reciclagens, aterros sanitários, pontos críticos, áreas degradadas em recuperação; para monitoramento de agravos a saúde decorrente do impacto causado por atividades diretas e indiretas; incentivar a instalação de empresas na cidade de Uberlândia que desenvolvam atividades licenciadas de destino final de resíduos. Metas: curto prazo (1 a 4 anos): desenvolver adaptações estruturais e operacionais na gestão pública para o atendimento da PNRS; prover recursos financeiros para alinhamento ao PGIRS do Município de Uberlândia; Planejar a informatização de dados das Secretarias do Meio Ambiente e Serviços Urbanos; regulamentar a Política Ambiental da Administração Pública Municipal; reduzir 10% dos resíduos orgânicos destinados ao aterro sanitário; cobrir em 100% de coleta seletiva de porta a porta em todo o Município. Médio Prazo (4 a 8 anos): promover Parceria Público Privada (PPP); implantar unidade de reciclagem e trituração dos resíduos da construção civil; implantar o Portal do Sistema Municipal de Resíduos Sólidos; implantar um sistema de gestão eletrônica e rastreabilidade dos resíduos sólidos dos grandes geradores; implantar a coleta residencial de resíduos orgânicos de porta a porta no município; reduzir 30% dos resíduos orgânicos destinados ao aterro sanitário. Longo prazo (8 a 20 anos): reduzir 100% dos resíduos orgânicos destinados ao aterro sanitário; estudar a metodologia de destinação de resíduos sólidos para planejar EIA/RIMA do novo aterro sanitário III. Todas as metas pontuadas no plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos estão contempladas no Plano Plurianual do Município de Uberlândia (SMSU, 2018).

### 3.8 RESÍDUOS DOMICILIARES

#### 3.8.1 Definição de Resíduos Domiciliares

De acordo com Bezerra (2016) o resíduo domiciliar são os originários de atividades domésticas em residências urbanas. E, segundo esse autor, há também resíduos com substâncias químicas perigosas, sendo mais comum pilhas, baterias, remédios, lâmpadas, tintas e solventes

gerados pelas atividades cotidianas de seus residentes. Este é o tipo de resíduo que requer maior atenção enquanto se trata da sua separação, pois os restos de comida, cascas de frutas ou vegetais caracterizam “resíduo molhado” e os papéis, folhas secas e tudo o que se varre dentro da casa caracterizam o “resíduo seco”, composto por resíduos secos e resíduos úmidos (RSU); os resíduos secos são constituídos principalmente por embalagens fabricadas a partir de plásticos, papéis, vidros e metais diversos, ocorrendo também produtos compostos, como as embalagens “longa vida” e outros. Os resíduos úmidos são constituídos principalmente por restos oriundos do preparo dos alimentos. Contém partes de alimentos in natura, como folhas, cascas e sementes, restos de alimentos industrializados e outros (BEZERRA, 2016).

Também nesta vertente, destacando o resíduo domiciliar (RD) segundo CEMPRE, (2018, p. 29):

Aquele originado na vida diária das residências, constituído por restos de alimentos (cascas de frutas, verduras, sobras etc.), produtos deteriorados, jornais e revistas, garrafas, embalagens em geral, papel higiênico, fraldas descartáveis e uma grande diversidade de outros itens. Contém, ainda, alguns resíduos que podem ser tóxicos (CEMPRE, 2018).

De acordo com Bezerra (2016) a expressão, Resíduos Domiciliares (rejeitos), refere-se às parcelas contaminadas dos RD: embalagens que não se preservaram secas, resíduos úmidos que não podem ser processados em conjunto com os demais, resíduos das atividades de higiene e outros tipos. Uma das especificidades do RD é a maneira constante com que cada indivíduo, família e domicílio contribuem para a produção de resíduos e conseqüentemente o gradativo aumento dos problemas a eles associados, que de embaraço no espaço domiciliar se transmuta por vezes em transtorno público, crise e até calamidade urbano-ambiental.

Conceitualmente os RD são formados por duas categorias de materiais: inorgânicos (metais, vidros e plásticos) e os orgânicos (papel, papelão, vegetais e sobra de comida). No caso dos inorgânicos, uma fração relativa é recolhida por catadores e catadoras, enquanto os sólidos orgânicos como acontece na maioria das cidades brasileiras, ainda são descartados nos lixões e áreas livres que formam os ecossistemas locais (MELO, 2015).

Os resíduos orgânicos segundo Siqueira *et al.* (2009) são materiais potencialmente perigosos, à medida que além de contaminar e poluir o solo, a água e a atmosfera, também é usado como habitat para insetos, protozoários, helmintos, roedores e abutres diversos, agentes potenciais transmissores de doenças, o que coloca em risco as comunidades locais.

Componentes potencialmente perigosos no RD: qualquer material descartado que possa pôr em risco a saúde do homem ou o meio ambiente, conforme Quadro 14, é considerado perigoso (ABNT, 2004).

Quadro 14 – Classificação dos resíduos sólidos quanto à periculosidade

	<b>Característica</b>
<b>Classe I (Perigosos)</b>	Apresentam risco à saúde ou ao meio ambiente, caracterizados por possuir uma ou mais das seguintes propriedades: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade.
<b>Classe II A (Não inertes)</b>	Podem ter propriedades como: combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade, porém, não se enquadram como resíduos I ou II B.
<b>Classe II B (Inertes)</b>	Não tem constituinte algum solubilizado em concentração superior ao padrão de potabilidade de águas.

Fonte: Adaptado de (ABNT, 2004).

No resíduo domiciliar são vários os produtos contendo substâncias que conferem características de inflamabilidade, corrosividade, oxirredução ou toxicidade no Quadro 15.

Quadro 15 – Resíduos domiciliares potencialmente perigosos

<b>Tipo</b>	<b>Produto</b>
<b>Material para pintura</b>	Tinta, solventes, pigmentos e vernizes
<b>Materiais para jardinagem e animais</b>	Pesticidas, inseticidas, repelentes e herbicidas
<b>Materiais automotivos</b>	Óleo lubrificantes, fluidos de freio e baterias
<b>Outros itens</b>	Pilhas, frascos de aerossóis, lâmpadas fluorescentes.

Fonte: Adaptado de (CEMPRE, 2018).

### 3.8.2 Constituintes dos Resíduos Domiciliares

Para haver melhor gestão e gerenciamento dos RD nos municípios brasileiros, primeiramente, é preciso conhecer o que é gerado. Para isto, a caracterização física do mesmo é de primordial importância, precisa ser feita em cada município, determinando os diferentes componentes e a participação destes na massa total de resíduos.

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT – NBR 10007, 2004) a caracterização é a “determinação dos constituintes e de suas respectivas porcentagens em peso e volume, em uma amostra de resíduos sólidos, podendo ser físico, químico e biológico”.

De acordo com Mancini (2001, p. 11);

Independentemente de a coleta ser comum ou seletiva, estudos sobre a composição percentual dos resíduos sólidos urbanos são muito importantes para os aspectos sanitário e social e podem fornecer a ideia de quanto material pode ser separado de cada resíduo, de modo a verificar a viabilidade econômica do processo.

Portanto, os resultados servirão de base para que as autoridades tomem suas decisões referentes aos tipos de coleta, de transporte, de tratamento e de disposição final de seus resíduos domiciliares.

Para CEMPRE (2018), “o gerenciamento integrado do resíduo municipal deve começar pelo gerenciamento de todas as características deste, pois vários fatores influenciam neste aspecto”, destacando-se: número de habitante por município; poder aquisitivo da população; condições climáticas; hábitos e costumes da população, e nível educacional.

Outro importante fator que causa alteração na geração dos resíduos segundo a referida associação, é o dia da semana; nos feriados e nos finais de semana são maiores os volumes de resíduos gerados.

Por isso, é indispensável que os municípios realizem o levantamento da composição gravimétrica dos resíduos sólidos gerados em suas respectivas áreas. Porém, a metodologia para caracterização física dos RD não é padronizada no mundo, o que dificulta a comparação entre diferentes estudos (EDJABOU *et al.*, 2015).

No Brasil, observa-se que diversos trabalhos adotam uma metodologia diferente uma da outra para realizar a análise da composição gravimétrica (KIM, 2018).

Como exemplo desta variedade, verificou-se a existência de algum padrão nas metodologias aplicadas para levantamento da composição gravimétrica de municípios brasileiros a partir de 2010 (KIM; CONTE; SCHALCH, 2018).

Vale ressaltar que no decorrer do tempo, os padrões de consumo mudaram e impossibilita considerar as mesmas tipologias de RD dos estudos anteriores. Atualmente, observa-se que houve um aumento do poder aquisitivo da população brasileira, desenvolvimento de tecnologia, maior ocorrência de propaganda de medicamentos, surgimento de novas tendências de moda em menor intervalo de tempo e uso de embalagens para comunicar com o consumidor e divulgar a marca (KIM, 2018).

Segundo Jardim *et al.* (1995, apud SCHALCH *et al.*, 2002), os RSU, cuja responsabilidade desde a coleta até a disposição final é atribuída às prefeituras, são dos tipos: domiciliar, comercial (corresponsável por quantidades pequenas) e de serviços. Neste estudo, serão considerados os RD, que são constituídos por restos alimentares, embalagens, como vasilhames plásticos, de vidro ou latas, papéis, papelão, plásticos, vidros, varredura, folhagens e outros.

O Compromisso Empresarial para Reciclagem classifica os RD como (CEMPRE, 2018): o resíduo seco: é composto pelos papéis, plásticos, metais, couros tratados, tecidos, vidros, madeiras, isopor, parafina, cerâmicas, porcelanas, espumas, cortiças e etc; o resíduo molhado: é aquele composto por restos de comida, alimentos estragados, cascas e bagaços de vegetais, etc; o resíduo orgânico: é composto por toda matéria orgânica descartada, como os restos de alimentos, borra de café, folhas e galhos de árvores, pelos de animais, cabelo humano, papel, madeira, tecidos, etc; o resíduo inorgânico: é composto por matéria inorgânica como os metais e os materiais sintéticos, por exemplo.

Uma classificação mais detalhada do RD pode ser feita quanto à sua tipologia, suas características físicas, químicas e biológicas: quanto à sua tipologia o resíduo pode ser de origem urbana, agrícola ou especial: o RSU pode ser: domiciliar: originado da vida diária das residências, constituído por restos de alimentos (tais como cascas de frutas, verduras, etc.), produtos deteriorados, jornais, revistas, garrafas, embalagens em geral, papel higiênico, fraldas descartáveis e uma grande diversidade de outros itens. Pode conter alguns resíduos tóxicos. Apresenta em torno de 51,4% de composição orgânica e o restante formado por embalagens plásticas, latas, vidros, papéis, etc. (CEMPRE, 2018).

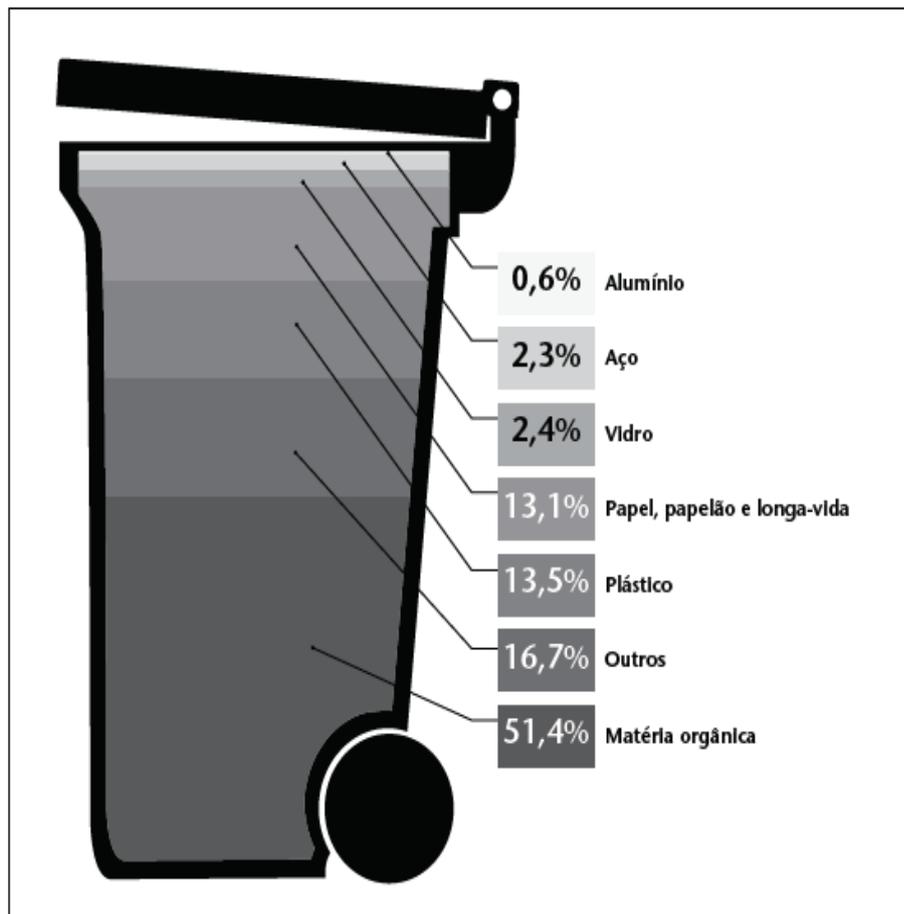
Os resíduos domésticos potencialmente perigosos (podem ser tóxicos, classe I) incluem: material para pintura: tintas, solventes, pigmentos, vernizes; material para jardinagem e animais domésticos: pesticidas, inseticidas, repelentes, herbicidas; material automotivos: óleos lubrificantes, fluidos de freios e de transmissão, baterias e outros itens: pilhas, frascos de aerossóis em geral, lâmpadas fluorescentes, são consideradas como resíduos perigosos por conterem metais pesados que podem migrar e integrar-se à cadeia alimentar do homem. O motivo de certos tipos de frascos de aerossóis serem considerados perigosos são os restos de substâncias químicas perigosas que alguns produtos contêm, quando descartados (CEMPRE, 2018).

Quanto às características físicas: seco: papéis, plásticos, metais, couros tratados, tecidos, vidros, madeiras, guardanapos, toalhas de papel, pontas de cigarro, isopor, lâmpadas, parafina,

cerâmicas, porcelana, espumas e cortiças. Molhado: restos de comida, cascas e bagaços de frutas e verduras, ovos, legumes, alimentos estragados, etc. (CEMPRE, 2018).

Quanto à composição química: orgânico: é composto por pó de café e chá, cabelos, restos de alimentos, cascas e bagaços de frutas e verduras, ovos, legumes, alimentos estragados, ossos e podas de jardim; inorgânico: composto por produtos manufaturados como plásticos, vidros, borrachas, tecidos, metais (alumínio, ferro, etc), tecidos, isopor, lâmpadas, velas, parafina, cerâmicas, porcelana, espumas, cortiças, etc. (CEMPRE, 2018), apresenta os dados do resíduo domiciliar no Brasil na Figura 27.

Figura 27 - Composição do resíduo domiciliar no Brasil (% massa)



Fonte: (CEMPRE, 2018).

No resíduo municipal existem certos materiais que, embora presentes em quantidades bem menores em relação ao conjunto formado por matérias orgânicas putrescíveis, papel, vidro, plástico e artefato de metal, merecem atenção especial, devido aos problemas de saúde e de impacto ambiental que podem causar, dentre esses materiais estão os pneus, as pilhas, as

lâmpadas fluorescentes e os resíduos contidos em embalagens de materiais de limpeza, inseticidas, herbicidas, cosméticos, tintas e remédios, que são liberados quando as embalagens são destruídas (CEMPRE, 2018).

Quanto a composição gravimétrica dos RD de Uberlândia, as características das amostras de composição gravimétrica domiciliar, constitui basicamente dos resíduos e materiais coletados nos descartes residenciais. A empresa que mantém a concessão do manejo de resíduos sólido no município de Uberlândia frequentemente avalia a composição gravimétrica conforme o Quadro 16 abaixo.

Quadro 16 - Lista de composição dos materiais da amostra de composição gravimétrica

<b>Material</b>	<b>Composição</b>
<b>Matéria orgânica</b>	Restos de alimentos processados, restos de frutas e legumes crus, resíduos de varrição e jardinagem e outros resíduos orgânicos.
<b>Papel e papelão</b>	Caixas, retalhos, impressos (contaminados).
<b>Plástico filme</b>	Sacolas, saquinhos, filmes, copos e etc.
<b>Plástico rígido</b>	Embalagens, caixas, recipientes, tampas, etc.
<b>Metal</b>	Latas, tampas, arames e peças pequenas.
<b>Vidro</b>	Recipientes de bebidas e alimentos.
<b>Têxtil</b>	Retalhos de tecidos e lona.
<b>Rejeito</b>	Papel higiênico, papel toalha, fraldas descartáveis, absorventes, etc.
<b>Outros</b>	Madeira, isopor, espuma, acrílico, cigarro, espelho, MDF, cerâmica, lâmpada incandescente, embalagem de alumínio e tetra pak.
<b>*Perigosos</b>	Pilhas, baterias, lâmpadas fluorescentes, resíduos de serviço de saúde, resíduos de oficinas mecânicas e metalúrgicas.

Fonte: Adaptado de (SMSU, 2018).

Segundo Waldman (2013), há lacunas presentes no estudo dos RD na variável sócio espacial, não decorrem da simples opção do pesquisador. Assevere-se a existência de intrusões de categorias sociais coabitando lado a lado nos mesmos bairros ou distritos. A demarcação geográfica de muitos bairros em cidades como São Paulo, Rio de Janeiro, Fortaleza e Salvador

envolve uma identidade geográfica, histórica, imobiliária e cartorial que exclui por definição, datações de base sociológica. Portanto, borram o contraditório e sua explicitação nas planilhas e tabelas dos pesquisadores.

Todavia, a afluência urbana pesa de modo irretorquível para promover a diferenciação entre uma cidade e outra. Em linhas gerais, as cidades que encabeçam a rede urbana mostram porcentagens bem menores de lixo culinário do que as demais. Assim, no interior de um mesmo universo de pesquisas, a fração orgânica dos monturos pode ser detectada na proporção de 57,5% na cidade de São Paulo, 65,3% nas cidades satélites de Brasília e 72% em Uberlândia (WALDMAN, 2013).

Todavia, a afluência urbana pesa de modo irretorquível para promover a diferenciação entre uma cidade e outra. Em linhas gerais, as cidades que encabeçam a rede urbana mostram porcentagens bem menores de lixo culinário do que as demais. Assim, no interior de um mesmo universo de pesquisas, a fração orgânica dos monturos pode ser detectada na proporção de 57,5% na cidade de São Paulo, 65,3% nas cidades satélites de Brasília e 72% em Uberlândia (WALDMAN, 2013).

Assim, de acordo com a ABNT (2004) as características dos RD variam bastante. O principal objetivo da caracterização de resíduos sólidos é: definir a forma mais adequada de destinação final, na caracterização dos resíduos sólidos, cada tipo é identificado por suas propriedades físicas e composição química.

A classificação de resíduos envolve a identificação do processo ou atividade que lhes deu origem e de seus constituintes e características. Além disso, possibilita a comparação destes constituintes com listagens de resíduos e substâncias cujo impacto à saúde e ao meio ambiente é conhecido (ABNT, 2004).

### 3.8.3 Realidade dos Resíduos Domiciliares em outros Países, Brasil, Minas Gerais e Uberlândia-MG

Na contemporaneidade, o Brasil assim como outros países, acompanhou de forma impassível, a crescente produção de RS, especialmente nas áreas urbanas, aonde a problemática vem sendo enfrentada com a adoção de medidas paliativas, fato que historicamente, demonstrou incapacidade para enfrentamento do problema. A responsabilidade pela gestão dos RD compete aos municípios, que enfrentam dificuldades no setor, como: o despreparo técnico e gerencial do pessoal designado para acompanhar todas as etapas que a questão dos resíduos sólidos exige; as dificuldades para a celebração de acordos intergovernamentais; à receita deficitária, o

confronto permanente com os órgãos de controle ambiental; e à ausência de uma política de diretrizes para a gestão de resíduos sólidos no país envolvendo os três níveis de governo (LEITE, 1997).

A Tabela 8, traz alguns dados de geração *per capita* de RD em alguns países do mundo, com as suas respectivas rendas *per capita*.

Tabela 8 - Taxa de geração média anual por habitante dos resíduos domiciliares em outros países

Renda per capita	País	Renda per capita (US\$)	Geração per capita (kg/hab.ano)
Alta	Suíça	39.980 <sup>(a)</sup>	673,2 <sup>(b)</sup>
	Dinamarca	33.040 <sup>(a)</sup>	578,0 <sup>(b)</sup>
	Israel	16.180 <sup>(a)</sup>	564,9 <sup>(b)</sup>
	Alemanha	26.570 <sup>(a)</sup>	556,6 <sup>(b)</sup>
	Reino-Unido	21.410 <sup>(a)</sup>	550,8 <sup>(b)</sup>
	Holanda	24.780 <sup>(a)</sup>	538,8 <sup>(b)</sup>
	Japão	32.350 <sup>(a)</sup>	536,5 <sup>(d)</sup>
	Finlândia	24.280 <sup>(a)</sup>	530,8 <sup>(b)</sup>
	Itália	20.090 <sup>(a)</sup>	515,0 <sup>(b)</sup>
	Estados Unidos	29.240 <sup>(a)</sup>	511,6 <sup>(c)</sup>
	Portugal	10.690 <sup>(a)</sup>	481,8 <sup>(e)</sup>
	Cingapura	30.170 <sup>(a)</sup>	401,5 <sup>(d)</sup>
	Austria	26.830 <sup>(a)</sup>	382,7 <sup>(b)</sup>
Espanha	14.100 <sup>(a)</sup>	367,5 <sup>(b)</sup>	
Média	Tailândia	2.160 <sup>(a)</sup>	401,5 <sup>(d)</sup>
	Turquia	3.160 <sup>(a)</sup>	354,1 <sup>(f)</sup>
	México	3.840 <sup>(a)</sup>	334,7 <sup>(h)</sup>
	Estônia	3.360 <sup>(a)</sup>	328,1 <sup>(b)</sup>
	Brasil	4.630 <sup>(a)</sup>	324,0 <sup>(g)</sup>
	Malásia	3.670 <sup>(a)</sup>	295,7 <sup>(d)</sup>
	Botsuana	3.260 <sup>(a)</sup>	216,7 <sup>(i)</sup>
Baixa	China	750 <sup>(a)</sup>	255,5 <sup>(d)</sup>
	Mongólia	380 <sup>(a)</sup>	219,0 <sup>(d)</sup>
	Vietnam	350 <sup>(a)</sup>	200,8 <sup>(d)</sup>
	Índia	440 <sup>(a)</sup>	137,2 <sup>(j)</sup>

Fonte: a) WORD BANK, 2000; b) ISWA, 2005; c) EPA, 2003; d) HOORNWEG, 2000; e) MAGRINHO *et al.*, 2006; f) METIN *et al.*, 2003; g) ABRELPE, 2006; h) BUENROSTRO, 2000.

No Brasil, o estudo dos RD tem seguidamente avançado na direção de buscar a compreensão das motivações mais profundas que catalisam a geração dos refugos, uma ordem de argumentação onde as injunções espaciais conquistam relevância manifesta (WALDMAN, 2013). Tais variáveis contribuem para explicitar a singularidade dos RD brasileiros, que incorporam a seu modo e no seio da formação sócio espacial que anima sua irrupção, especificidades que os distinguem no interior do conjunto dos rebotalhos gerados pela sociedade global (WALDMAN, 2013).

Isso termina promovendo responsáveis indiferenciados pela geração do lixo, protagonizados por um “homem” abstrato, despojado de atributos sociais. Neste recorte, estudos

pontuais mostram, por exemplo, a existência de fortes disparidades sociais corporificadas na massa dos rejeitos. Num plano meramente quantitativo, no Brasil a geração de RD pode oscilar entre 1,5 e 2,0 kg/hab/dia de rebotalhos nas classes abastadas, coeficiente que desaba para 0,3 kg/hab/dia ou menos nos segmentos excluídos, uma situação que confirma diagnósticos clássicos relativamente aos desníveis sociais que tipificam os países do III Mundo (WALDMAN, 2013).

Dentre todas, novamente a variável “econômica” destaca-se como preponderante (SCHALCH *et al.*, 2002). Exemplificando o que acima foi exposto, Hoornweg (2000) apresenta as diferenças na composição dos RD nos países de baixa, média e alta renda na Ásia, além de fazer uma projeção para o ano de 2025. Tais dados encontram-se na Tabela 9.

Tabela 9- Composição gravimétrica do Resíduo Domiciliar dos países de baixa, média e alta Rendas da Ásia, (em %)

Constituinte	Composição Atual			Projeção para 2025		
	Baixa renda	Média renda	Alta renda	Baixa renda	Média renda	Alta renda
<b>Matéria orgânica</b>	41	58	28	60	50	33
<b>Vidro</b>	2	2	7	3	3	7
<b>Metal</b>	1	3	8	4	5	5
<b>Plástico</b>	4	11	9	6	9	18
<b>Papel</b>	5	15	36	15	20	34
<b>Outros</b>	47	11	12	12	13	11

Fonte: Adaptado de (HOORNWEG, 2000).

Observa-se que há uma tendência de a quantidade de matéria orgânica aumentar, à medida que a renda da população diminui, conforme pode ser constatado na composição atual e nas projeções para 2025.

Constata-se também um menor teor de materiais recicláveis, como papel, plástico, vidro e metais, à proporção que a renda dos países diminui. Tal fenômeno também é observado ao se comparar a composição dos RD de países em desenvolvimento, como Brasil, México, China e Quênia, onde o poder aquisitivo da população é menor que a dos países desenvolvidos, como Estados Unidos, Canadá e o Reino Unido (ABRELPE, 2006), conforme pode ser visto na Tabela 10.

Tabela 10 - Composição gravimétrica do resíduo domiciliar em alguns países, (em %)

<b>Composto</b>	<b>BRA</b>	<b>ALE</b>	<b>CAN</b>	<b>JAP</b>	<b>SUÉ</b>	<b>HOL</b>	<b>EUA</b>
	<b>(a)</b>	<b>(b)</b>	<b>(b)</b>	<b>(b)</b>	<b>(b)</b>	<b>(c)</b>	<b>(d)</b>
<b>Mat. Org.</b>	57,41	51,2	28,7	42,3	37	59,4	23,8
<b>Vidro</b>	2,34	11,5	4,4	2,9	4-7	3,8	5,3
<b>Metal</b>	2,07	3,9	10,4	5,1	2-5	0,8	8,0
<b>Plástico</b>	16,49	6,1	8,0	11,2	6-8	4,9	11,3
<b>Papel</b>	13,16	19,9	37,7	25,0	35	11,2	35,2
<b>Rocha</b>	0,46	2,9	-	-	-	1,2	-
<b>Tecido</b>	-	1,5	-	5,5	1-2	0,8	7,4
<b>Madeira</b>	-	-	-	-	1,0	3,4	5,8
<b>Outros</b>	8,08	3,1	10,3	8,0	4-6	14,5	3,4

**Fonte:** Adaptado de (a. ABRELPE, 2006; b. SAKAI *et al.*, 1996; c. DWMA, 2005, d. EPA, 2003).

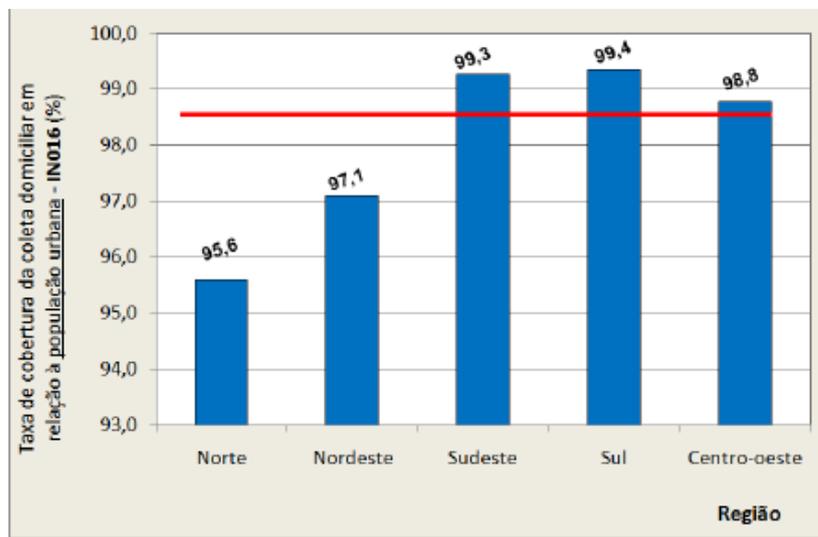
Já para METIN *et al.* (2003), o processo de urbanização parece ser a grande variável interveniente na mudança da composição dos resíduos domiciliares, uma vez que o teor de matéria orgânica diminui à medida que as cidades vão se tornando maiores, enquanto que o teor de recicláveis aumenta.

Tais diferenças refletem as mudanças inseridas na sociedade à medida que os países vão enriquecendo, já que estes tornam-se mais urbanizados, modificando a composição dos seus resíduos. O substancial aumento do uso de papel e de embalagens é provavelmente a mais notória mudança, seguida de uma maior proporção de plásticos, itens multimatérias e produtos de consumo, com suas respectivas embalagens (HOORNWEG, 2000).

Uma característica importante dos RD gerados no Brasil é a composição: predominante de materiais orgânicos, ou seja, substâncias provenientes de animais e vegetais, diferentemente de países desenvolvidos, como os Estados Unidos, em que a proporção de materiais descartáveis como; plástico, papel, papelão, vidro e metal, são maiores.

Algumas informações relacionadas ao diagnóstico de RD no Brasil foram retiradas do relatório oficial publicado pelo Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento (SNIS) em 2018 referentes aos dados do ano de 2016. As Figuras 28 e 29 apresentam respectivamente: a taxa de cobertura regular dos RD (área urbana e rural).

Figura 28- Taxa de cobertura do serviço de coleta de resíduos domiciliares no Brasil



Fonte: (SNIS; BRASIL, 2018).

Figura 29 - Taxa de cobertura do serviço de coleta dos resíduos domiciliares em relação a população rural no Brasil



Fonte: (SNIS; BRASIL, 2018).

A seguir, apresenta-se os dados sobre a indicadores de RD coletados, na região sudeste dos seguintes municípios: Araguari; Prata, Uberaba e Uberlândia. Conforme mostra as Tabelas 11 e 12.

Tabela 11 - Informações sobre quantidades de RD coletados em alguns municípios da Região Sudeste

Município		Ocorrência de coleta de RPU junto com RDO	Quantidade total de resíduos coletados				
Código	Nome/UF		Total	Prefeitura	Empresas	Assoc catadores c/apoio Pref.	Outro executor
			t	t	t	t	t
<b>Região Sudeste</b>		Co154	Co119	Co116	Co117	Cs048	Co142
310350	Araguari/MG	Não	30.000	30.000	0	0	0
315280	Prata/MG	Sim	3.900	3.900	0		0
317010	Uberaba/MG	Não	79.233	1.368	74.455	744	2.666
317020	Uberlândia/MG	Sim	166.382	0	166.025	357	0

**Fonte:** (Página III.162 - SNIS do Cadastro nacional de unidades de processamento de resíduos sólidos urbanos do ano de referência 2010).

Tabela 12 - Indicadores sobre coleta de RD

Município		Tx. cobertura de coleta RDO relativo a Pop. Total	Tx. cobertura de coleta RDO relativo a Pop. Urbana	Tx de terceirização da coleta	Produtividade média de coletadores e motoristas
Código	Nome/UF	%	%	%	kg/(empreg.x dia)
		I015	I016	I017	I018
<b>Região Sudeste</b>		I015	I016	I017	I018
310350	Araguari/MG	86,5	92,6	0,0	5.990,4
315280	Prata/MG	75,1	100,0	0,0	1.557,5
317010	Uberaba/MG	99,6	100,0	98,3	3.273,6
317020	Uberlândia/MG	98,6	100,0	100,0	2.063,9

**Fonte:** (Página III.614 - SNIS do Cadastro nacional de unidades de processamento de resíduos sólidos urbanos do ano de referência 2010).

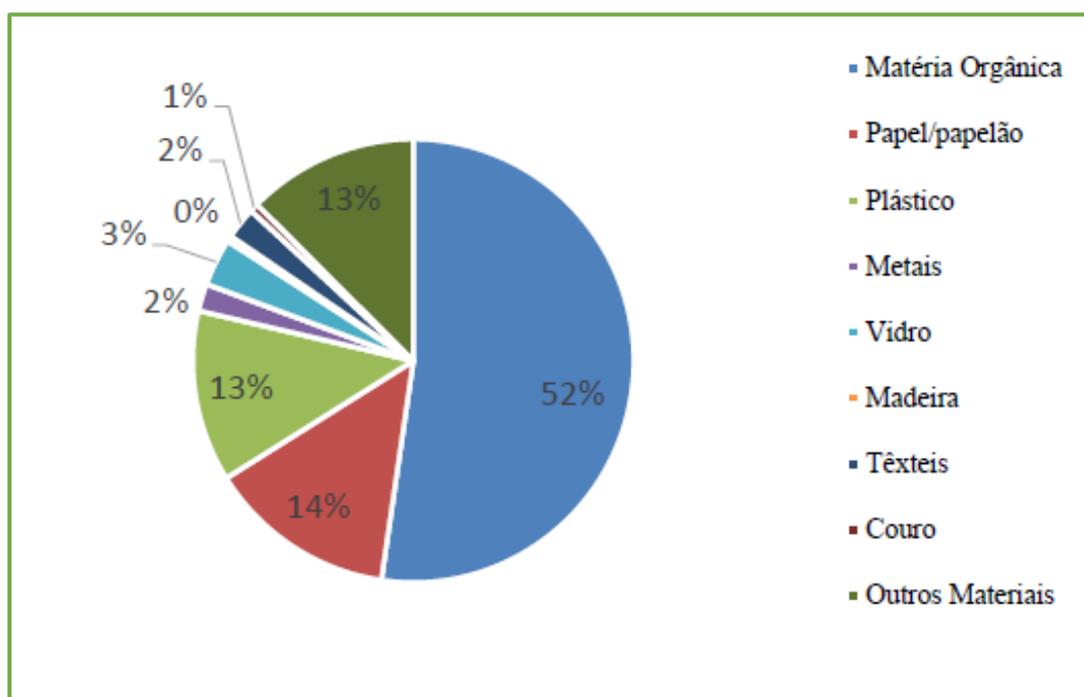
No tocante a realidade dos resíduos domiciliares no município de Uberlândia-MG, os serviços de coleta desses resíduos e assemelhados, atende 100% dos domicílios residenciais e não residenciais das áreas urbanas do município, tanto da sede como dos distritos. Os domicílios não residenciais atendidos com a coleta regular compreendem o os comerciais, industriais e de serviços que geram em média até 50 (cinquenta) quilos.

A padronização dos RD é questionável, atualmente pelo o dinamismo econômico e social da população urbana, ocorrem atividades diversas em meio as residências e fundo de quintais. Logo os RD poderão apresentar conteúdos discutíveis na sua classificação.

Como não há uma exigência específica na coleta e disposição, e conseqüentemente pelo alto volume operado, não se consegue segregar a níveis seguros de identificação. Em conseqüência existe um grande risco de recepção de resíduos de classe I domiciliar sendo depositado no aterro sanitário (SMSU, 2019).

Constata-se por meio da Figura 30 que a fração orgânica corresponde à maior parcela dos resíduos, sendo estes compostos de restos de alimentos. O gráfico aponta também, para o grande desperdício de alimentos que poderiam ser aproveitados, além de indicar a relevância da elaboração de políticas públicas específicas para programas de combate ao desperdício e projetos para compostagem dos resíduos orgânicos serem transformados em adubo (SMSU, 2019).

Figura 30 - Percentual da composição gravimétrica dos resíduos domiciliares em regiões de Uberlândia-MG/ 2015-2017



Fonte: (SMSU, 2019)

Cabe ressaltar que a informação do percentual obtido na análise prática garante o planejamento e manejo adequado dos resíduos sólidos.

### 3.8.4 Plano de Gerenciamento dos Resíduos Domiciliares no município de Uberlândia-MG

As ações na gestão e no gerenciamento precisam ser articuladas e comprometidas entre si, porém deve-se destacar a importância de se considerar as questões econômicas e sociais envolvidas no cenário e a elevação da urbanização, pois são os principais causadores do aumento da problemática do gerenciamento dos resíduos (PUGLIESI, 2009).

Sob esse ponto de vista, o grande dilema contemporâneo dos RD está relacionado com o aumento da sua geração, sua coleta e transporte, tratamento e disposição final, de forma a minimizar os impactos ambientais. Dilema esse que tem consumido elevada dose de recursos humanos, tecnológicos e financeiros. Dito isso, torna-se imprescindível a existência de gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos gerados, sempre levando em conta a especificidade do lugar. A gestão dos RD está ligada a um “conjunto de ações, procedimentos e controles; e recursos humanos, financeiros e materiais organizados cuja finalidade é controlar os impactos ao meio ambiente” (PUGLIESI, 2009 p. 4).

Diante disso, a mesma autora enfatiza que a gestão dos RD está comprometida com uma série de princípios, que são:

- proteção dos recursos naturais e do meio ambiente para as gerações futuras;
- redução de desperdícios (de matéria-prima, energia, água, combustíveis) e aproveitamento e reciclagem;
- melhoria de qualidade de vida e trabalho por meio de: (a) uma maior conscientização da necessidade de preservação ambiental, (b) de um ambiente de trabalho mais limpo, organizado e agradável e (c) de redução da quantidade de resíduos no meio ambiente;
- melhoria da imagem da instituição perante a população” (PUGLIESI, 2009 p. 4).

De acordo com CEMPRE (2018), a responsabilidade pela coleta, o tratamento e a disposição final dos RD é do poder público municipal e, em sua maioria, vem fazendo de forma incorreta, desperdiçando recursos e poluindo o meio ambiente. Isso significa que a caracterização física dos RD é fundamental enquanto subsídio à gestão e ao gerenciamento dos mesmos.

Segundo Barros (2012) os principais tipos de tratamento aplicados aos RD são: a incineração, a compostagem e a reciclagem.

A incineração para Barros (2012) “é um processo de redução de peso (em até 70%) e de volume (em até 90%) do lixo através de combustão controlada, de 800 a 1000 °C, visando à disposição final”.

Para CEMPRE (2018), a desvantagem da incineração está no seu alto custo, na exigência de mão de obra qualificada e a presença de materiais nos resíduos que geram compostos tóxicos e corrosivos. Por outro lado, a vantagem está a redução drástica da massa e volume a ser descartada, recuperação de energia e esterilização dos resíduos.

Vale lembrar que em um processo de incineração controlado, a emissão de compostos tóxicos é monitorada. Para Massukado (2004, p. 34), “no contexto brasileiro, a incineração não é muito indicada devido ao alto teor de água presente no RD, o que significa um baixo poder calorífico e porque também ainda não se tem problema significativo de escassez de locais para se dispor o resíduo”.

A reciclagem, segundo CEMPRE (2018) “é o resultado de uma série de atividades, pela qual, materiais que se tornariam resíduo, são desviados, coletados, separados e processados para serem usados como matéria-prima na manufatura de novos produtos”. De acordo com a mesma publicação, a reciclagem pode trazer vários benefícios: diminuição da quantidade de resíduo a ser aterrada; preservação de recursos naturais; economia de energia; diminuição de impactos ambientais, e novos negócios.

A compostagem, de acordo com CEMPRE (2018), é um processo biológico de decomposição da matéria orgânica contida em restos de origem animal ou vegetal. Esse processo tem como resultado final um produto, o composto orgânico, que pode ser aplicado ao solo para melhorar suas características, sem ocasionar riscos ao meio ambiente.

De acordo com Feam (2018) o Gerenciamento dos RD se faz nas seguintes etapas de:

- minimização da geração: a geração de resíduos deve ser mantida a níveis mínimos praticáveis de volume, pois, além de minimizar os riscos de exposição a agentes perigosos presentes em algumas frações, há redução dos custos para o gerenciamento;
- manuseio seguro: essa operação envolve risco potencial de acidente, principalmente para os profissionais que atuam na coleta, no transporte, no tratamento e na disposição final dos resíduos;
- Segregação na origem: operação que deve ser feita no próprio ponto de geração e de acordo com as características físicas, químicas, biológicas do resíduo;
- acondicionamento: é a colocação do resíduo em embalagens adequadas para coleta. Deve ser de acordo com o tipo do resíduo e os limites de enchimento devem ser obedecidos, para coleta, transporte, armazenamento e disposição final seguros;
- identificação: devem-se utilizar rótulos (símbolos e expressões) para identificar os recipientes de acondicionamento, e abrigos de resíduos (locais de armazenamento) (FEAM, 2018).

Em relação ao Plano de Gerenciamento dos RD do município de Uberlândia-MG, a Secretaria Municipal de Serviços Urbanos (SMSU, 2019), apresenta os serviços de coleta dos RD: os serviços de coleta dos RD em Uberlândia, foram terceirizados em 1995. Em 2000, a Limpebras Engenharia Ambiental, que é atualmente a responsável pela limpeza pública no município de Uberlândia, executando, basicamente, os seguintes serviços: varrição, capina, transporte e coleta de RD e operação do Aterro Sanitário. De acordo com informações obtidas junto ao município, a coleta dos RD é realizada em toda a cidade por caminhões compactadores, conta, atualmente com uma frota de 32 caminhões compactadores, empregados nos turnos diurno e noturno. A coleta é executada em todas as vias públicas oficiais abertas à circulação, Distritos e em alguns pontos da zona rural, como apresenta no Quadro 17 (LIMPEBRÁS, 2019).

Quadro 17 – Frequência dos serviços de coleta nos setores

<b>Alternância</b>	<b>Turno</b>	<b>Quantidade</b>
Segunda, quarta e sexta- feira	Diurno	22 setores
Terça, quinta e sábado	Diurno	21 setores
Diário	Noturno	09 setores
Segunda, quarta e sexta- feira	Noturno	07 setores
Terça, quinta e sábado	Noturno	07 setores
Diário	Diurno	02 setores
Distrito/rural (frequência variada)	Diurno	01 setor
Terrenos baldios	Diurno	01 setor

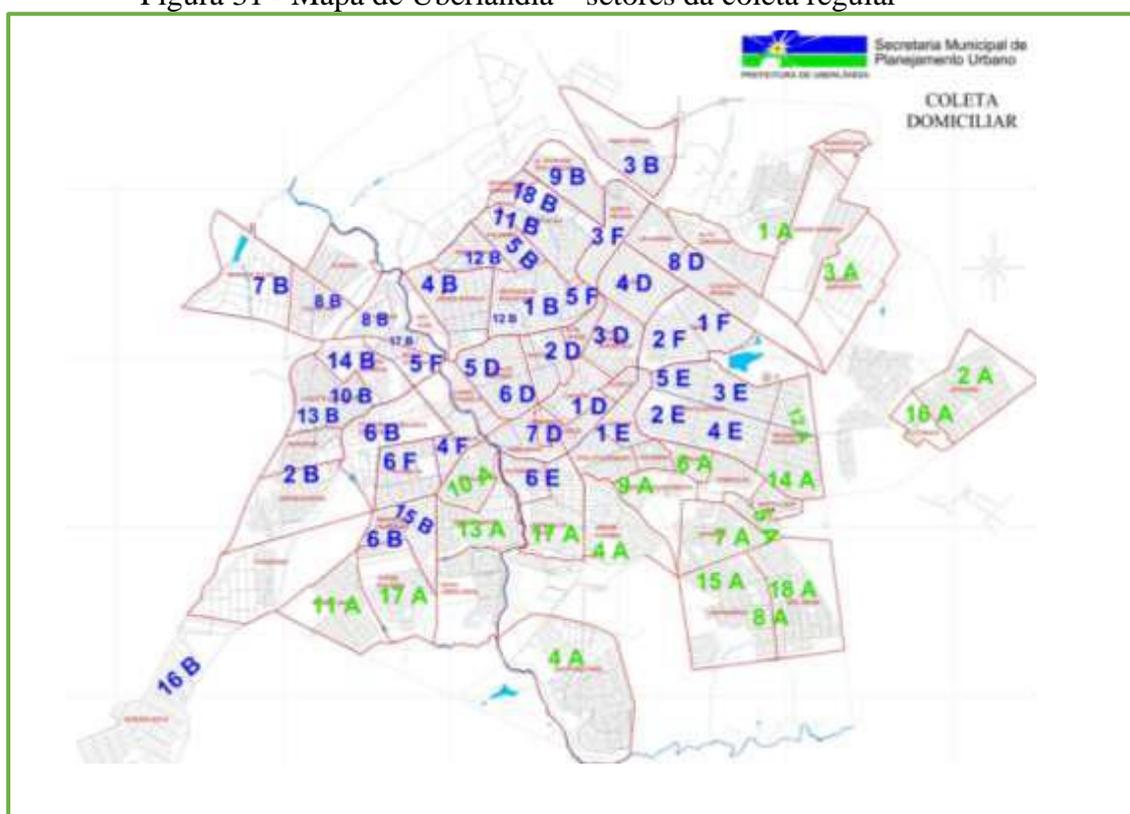
**Fonte:** Adaptado de (LIMPEBRÁS, 2019).

A coleta é executada em todas as vias públicas oficiais abertas à circulação ou que venham a ser abertas. Nas vias onde há impossibilidade de acesso do veículo coletor, a coleta é feita manualmente. O atendimento regular está distribuído na frequência 33% em coletas diárias, 66% em duas ou três vezes por semana, e 1% em coletas uma vez por semana; os resíduos têm como destino final, o Aterro Sanitário de Uberlândia, localizado no Distrito Industrial, a cerca de 10 km da Divisão de Limpeza Urbana (DLU) (LIMPEBRÁS, 2019).

Para executar a programação do Plano de Coleta a área do município de Uberlândia foi dividida, totalizando 62 setores. Pode-se afirmar que cada setor, com o transcurso do tempo,

vai variando a quantidade de geração de resíduos em função do adensamento populacional natural das cidades, da construção de unidades habitacionais em altura e do melhoramento das condições socioeconômicas; os estudos e possíveis alterações no plano de trabalho para as coletas serão realizados em conjunto entre a equipe da Limpebras e a equipe técnica da Diretoria de Limpeza Urbana (DLU) da Secretaria Municipal de Serviços Urbanos (SMSU), cabendo a esta última sempre apresentar parecer final quanto às alterações pertinentes ao desenvolvimento do trabalho. Para o fácil entendimento da leitura dos mapas e distribuições dos setores de coleta, a Limpebras convencionou os setores por cores e numerações específicas, fixa até nova readequação proveniente do aumento da geração dos resíduos (LIMPEBRÁS, 2019), como mostra a Figura 31.

Figura 31 - Mapa de Uberlândia – setores da coleta regular



Fonte: (LIMPEBRÁS, 2019).

Para programação e execução da coleta em questão, a cidade foi mapeada em 62 setores, onde cada setor é atendido com veículo de carroceria fechada e com dispositivo de compressão dos resíduos. Os RD, coletada porta a porta tem como destino final o Aterro Sanitário II (LIMPEBRÁS, 2019). A programação dos 62 setores, apresentado no Quadro 18 a seguinte distribuição por frequências e turnos de execução:

- Setores A (de 01A até 18A): Os resíduos serão coletados na frequência alternada, 03 (três) vezes por semana, as segundas, quartas e sextas feiras, no turno diurno e a cor é verde;
- Setores B (de 01B até 18B): Os resíduos serão coletados na frequência alternada, 03 (três) vezes por semana, as terças, quintas e sábados, no turno diurno e a cor padrão é azul;
- Setores D (de 01D até 8D): Os resíduos serão coletados na frequência diária, 06 (seis) vezes por semana, de segunda a sábado, no turno noturno e a cor padrão é vermelho;
- Setores E (de 01E até 6E): Os resíduos serão coletados na frequência alternada, 03 (três) vezes por semana, as segundas, quartas e sextas feiras, no turno noturno e a cor padrão é vermelho;
- Setores F (de 01F até 6F): Os resíduos serão coletados na frequência alternada, 03 (três) vezes por semana, as terças, quintas e sábados, no turno noturno e a cor padrão é vermelho;
- Setores G (de 01G até 3G): Os setores G chamados de coleta especial consistem na coleta em pontos específicos, que por algum motivo possa atrapalhar o andamento da coleta convencional, e visa realizar a coleta diurna nas principais avenidas da cidade, a frequência é variada a depender da demanda, sendo realizada de segunda a sábado, no turno diurno (LIMPEBRÁS, 2019).

Quadro 18 - Setores da coleta de resíduos domiciliares em Uberlândia-MG

<b>Setores</b>	<b>Dias</b>	<b>Turno</b>	<b>Frequência</b>
1A até 24A	2 <sup>a</sup> ,4 <sup>a</sup> ,6 <sup>a</sup> feira	Diurno	Dias alternados
1B até 24B	3 <sup>a</sup> , 5 <sup>a</sup> e sábado	Diurno	Dias alternados
1D até 8D	2 <sup>a</sup> a sábado	Noturno	6 vezes na semana
1E até 12E	2 <sup>a</sup> ,4 <sup>a</sup> ,6 <sup>a</sup> feira	Noturno	Dias alternados
1F até 8F	3 <sup>a</sup> ,4 <sup>a</sup> ,6 <sup>a</sup> feira	Noturno	Dias alternados
1G até 2G	2 <sup>a</sup> a sábado	Diurno	6 vezes na semana
1H	2 <sup>a</sup> e 4 <sup>a</sup>	Diurno	2 vezes na semana

Fonte: (LIMPEBRÁS, 2019).

A coleta de Resíduos Domiciliares (Óleo vegetal): a Prefeitura utiliza dos caminhões da coleta seletiva para recolhimento do óleo vegetal domiciliar usado, e possui armazenamento em recipientes adequados nos Eco pontos para recebimento voluntário, e todo o volume coletado é doado. A adesão da população é insignificante, devido em grande parte, alguns fazerem o reuso na fabricação de sabão caseiro. Para os grandes geradores empresas de Uberlândia coletam em

porta a porta. Não há monitoramento pelo poder público; uma equipe técnica atua na preparação, divulgação e distribuição de material didático relativo a preservação do meio ambiente e responsabilidade ambiental, tais como: coleta seletiva, formas adequadas de acondicionamento dos resíduos, conscientização sobre os dias e horários da coleta tradicional, conscientização sobre os problemas causados pelo descarte dos resíduos nas ruas, bueiros e bocas de lobo. A equipe é composta por seis estagiários e desenvolvem a divulgação dos serviços de coleta seletiva e coleta domiciliar orientando sobre dias, horários e roteiros de coleta, tipo de material reciclável junto às residências, escolas e empresas (LIMPEBRÁS, 2019). O gerenciamento integrado da Coleta Seletiva em Uberlândia é um conjunto articulado de ações normativas, operacionais, financeiras e de planejamento que se desenvolve para coletar, separar, tratar e dispor os resíduos sólidos para posterior comercialização, por parte de associações e cooperativa de catadores conveniados com a PMU e cujas operações são coordenadas pelo Núcleo de Coleta Seletiva. O método utilizado para coleta é de porta a porta, em que o caminhão percorre as residências em dias e horários específicos não coincidentes com a coleta comum. Os moradores colocam seus materiais recicláveis nas calçadas, acondicionados em sacos comuns. O caminhão também recolhe pilhas e baterias, óleo de cozinha que são acondicionados em recipientes adequados (LIMPEBRÁS, 2019).

O sistema operacional disponibilizado para o processo de reciclagem dos resíduos domiciliares é mantido pela Prefeitura de Uberlândia. A infraestrutura dos barracões, equipamentos, catadores, recicladores e gerenciamento, são de responsabilidade das Secretarias Municipal do Meio Ambiente e Serviços Urbanos sem ônus para as associações e cooperativa. Atualmente as entidades estão assim reconhecidas: Associação de Coletores de Plástico, PET, PVC e outros Materiais Recicláveis –ACOPPPMAR; Associação de Catadores e Recicladores de Uberlândia – ACRU; Associação dos Catadores e Recicladores do Bairro Taiaman – ASSOMAN; Associação Brasileira de Reciclagem e Coleta Seletiva – ABRCS e Cooperativa de Recicladores de Uberlândia – CORU (SMSU, 2019).

### 3.9 RESÍDUOS DOS SERVIÇOS DE SAÚDE (RSS)

#### 3.9.1 Definição dos Resíduos de Serviços de Saúde

A Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) e Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) 222/2018 e o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) 358/2005, definem os RSS como resíduos:

Provenientes de atendimento à saúde humana ou animal, inclusive os serviços de assistência domiciliar e de trabalhos de campo; laboratórios analíticos de produtos para saúde; necrotérios, funerárias e serviços onde se realizem atividades de embalsamamento; serviços de medicina legal; drogarias e farmácias inclusive as de manipulação; estabelecimentos de ensino e pesquisa na área de saúde; centros de controle de zoonoses; distribuidores de produtos farmacêuticos; importadores, distribuidores e produtores de materiais e controles para diagnóstico in vitro; unidades móveis de atendimento à saúde; serviços de acupuntura; serviços de tatuagem, entre outros similares (BRASIL, 2018; 2005).

Os RSS constituem uma categoria especial entre os resíduos sólidos devido ao seu risco potencial de transmissão de doenças. O gerenciamento dos RSS é regulado ao mesmo tempo pela RDC no 222 de 2018 da Anvisa e pela Resolução no 358 de 2005 do Conama.

Estas resoluções foram elaboradas em parceria pelos dois órgãos, como objetivo de harmonizar as exigências sanitárias e ambientais (SOUTO; POVINELLI, 2013).

A definição de geradores de resíduos de serviços de saúde é apresentada no texto da RDC no 222/2018 como:

Todos os serviços relacionados com o atendimento à saúde humana ou animal inclusive os serviços de assistência domiciliar e de trabalhos de campo; laboratórios analíticos de produtos para saúde; necrotérios, funerárias e serviços onde se realizem atividades de embalsamamento (tanatopraxia e somatoconservação); serviços de medicina legal; drogarias e farmácias inclusive as de manipulação; estabelecimentos de ensino e pesquisa na área de saúde; centros de controle de zoonoses; distribuidores de produtos farmacêuticos, importadores, distribuidores de materiais e controles para diagnóstico in vitro; unidades móveis de atendimento à saúde; serviços de acupuntura; serviços de tatuagem, dentre outros similares (BRASIL, 2018).

### 3.9.2 Classificação dos Resíduos de Serviços de Saúde

Ambas as resoluções classificam os RSS de acordo com suas características, em cinco grupos: Grupo A: resíduos com a possível presença de agentes biológicos; Grupo B: resíduos contendo produtos químicos que podem apresentar risco à saúde pública ou ao meio ambiente; Grupo C: rejeitos radioativos; Grupo D: resíduos que não apresentam risco biológico, químico ou radiológico; e, Grupo E: resíduos perfuro cortantes (BRASIL, 2018).

A classificação que tem sido utilizada para os resíduos dos serviços de saúde é (BRASIL, 2018):

- Infectantes: referem-se aos resíduos perigosos gerados durante as diferentes etapas de atendimento de saúde que contêm agentes patogênicos. São classificados em seis tipos: biológico; sangue e hemoderivados; cirúrgico, anatomopatologia e exsudado; perfurante ou cortante; animal contaminado; assistência ao paciente. Esses resíduos representam diferentes

níveis de perigo potencial, conforme o grau de exposição aos agentes infectantes que provocam doenças. Em geral, não podem ser dispostos em aterros sanitários ou em locais inadequados.

- **Especiais:** são aqueles gerados durante as atividades auxiliares dos estabelecimentos de saúde. Podem ser de três tipos: rejeito radioativo; resíduo farmacêutico; resíduo químico perigoso. Esses resíduos são classificados como perigosos à saúde humana em função das suas características, como: patogenicidade, corrosividade, reatividade, inflamabilidade, toxicidade, explosividade e radioatividade.

- **Comuns:** referem-se aos resíduos gerados pelas atividades administrativas, que não correspondem a nenhuma das categorias anteriores. Não representam perigo para a saúde e suas características são similares às dos RD, podendo, portanto, ser dispostos em aterros sanitários.

Devido à heterogeneidade dos RSS, tanto a Anvisa RDC nº 222/2018 como a Conama no 358/2005 classificaram esses resíduos em cinco grupos, para auxiliar no seu gerenciamento de acordo com os Quadros 19, 20 e 21.

Quadro 19 – Classificação dos Resíduos de Serviços de Saúde segundo a RDC 222/18

<b>GRUPO A</b>	Engloba os componentes com possível presença de agentes biológicos que, por suas características de maior virulência ou concentração, podem apresentar risco de infecção. Exemplos: placas e lâminas de laboratório, carcaças, peças anatômicas, tecidos, bolsas transfusionais contendo sangue, dentre outras.
<b>GRUPO B</b>	Contém substâncias químicas que podem apresentar risco à saúde pública ou ao meio ambiente, dependendo de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade. Exemplo: medicamentos apreendidos, reagentes de laboratório, resíduos contendo metais pesados.
<b>GRUPO C</b>	São quaisquer materiais resultantes de atividades humanas que contenham radionuclídeos em quantidades superiores aos limites de eliminação especificados nas normas da Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN, como, por exemplo, serviços de medicina nuclear e radioterapia.
<b>GRUPO D</b>	Compostos que não apresentam risco biológico, químico ou radiológico à saúde ou ao meio ambiente, podendo ser equiparados aos resíduos domiciliares. Exemplo: sobras de alimentos e do preparo de alimentos, resíduos das áreas administrativas, papel de uso sanitário e fralda, absorventes higiênicos, resto alimentar de paciente, material utilizado em antissepsia e hemostasia de venoclise, equipo de soro e outros similares não classificados como A1.
<b>GRUPO E</b>	São materiais perfuro-cortantes ou escarificantes, como exemplo lâminas de barbear, agulhas, ampolas de vidro, pontas diamantadas, lâminas de bisturi, lancetas, espátulas e placas de petri.

Fonte: Adaptado de (ANVISA RDC 222; BRASIL, 2018).

Quadro 20 – Classificação dos subgrupos do Grupo A dos Resíduos de Serviços de Saúde segundo a RDC 222/18

SUBGRUPO	MATERIAIS
A1	Culturas e estoques de micro-organismos; resíduos de fabricação de produtos biológicos, exceto os hemoderivados; descarte de vacinas de microrganismos vivos ou atenuados; meios de cultura e instrumentais utilizados para transferência, inoculação ou mistura de culturas; resíduos de laboratórios de manipulação genética; Resíduos resultantes da atenção à saúde de indivíduos ou animais, com suspeita ou certeza de contaminação biológica por agentes da classe de risco 4, microrganismos com relevância epidemiológica e risco de disseminação, causadores de doença emergente que se torne epidemiologicamente importante ou cujo mecanismo de transmissão seja desconhecido. Bolsas transfusionais contendo sangue ou hemocomponentes rejeitadas por contaminação ou por má conservação, ou com prazo de validade vencido, e aquelas oriundas de coleta incompleta; Sobras de amostras de laboratório contendo sangue ou líquidos corpóreos, recipientes e materiais resultantes do processo de assistência à saúde, contendo sangue ou líquidos corpóreos na forma livre.
A2	Carcaças, peças anatômicas, vísceras e outros resíduos provenientes de animais submetidos a processos de experimentação com inoculação de microrganismos, bem como suas forrações, e os cadáveres de animais suspeitos de serem portadores de micro-organismos de relevância epidemiológica e com risco de disseminação que foram submetidos ou não a estudo anatomopatológico ou confirmação diagnóstica.
A3	Peças anatômicas (membros) do ser humano; produto de fecundação sem sinais vitais, com peso menor que 500 gramas ou estatura menor que 25 centímetros ou idade gestacional menor que 20 semanas, que não tenham valor científico ou legal e não tenha havido requisição pelo paciente ou familiares.
A4	Kits de linhas arteriais, endovenosas e dialisadores, quando descartados; Filtros de ar e gases aspirados de área contaminada; membrana filtrante de equipamento médico hospitalar e de pesquisa, entre outros similares. Sobras de amostras de laboratório e seus recipientes contendo fezes, urina e secreções, provenientes de pacientes que não contenham e nem sejam suspeitos de conter agentes classe de risco 4, e nem apresentem relevância epidemiológica e risco de disseminação, ou microrganismo causador de doença emergente que se torne epidemiologicamente importante ou cujo mecanismo de transmissão seja desconhecido ou com suspeita de contaminação com príons. Resíduos de tecido adiposo proveniente de lipoaspiração, lipoescultura ou outro procedimento de cirurgia plástica que gere este tipo de resíduo. Recipientes e materiais resultantes do processo de assistência à saúde, que não contenham sangue ou líquidos corpóreos na forma livre. Peças anatômicas (órgãos e tecidos) e outros resíduos provenientes de procedimentos cirúrgicos ou de estudos anatomopatológicos ou de confirmação diagnóstica. Carcaças, peças anatômicas, vísceras e outros resíduos provenientes de animais não submetidos a processos de experimentação com inoculação de microrganismos, bem como suas forrações. Bolsas transfusionais vazias ou com volume residual pós-transfusão.
A5	Órgãos, tecidos, fluidos orgânicos, materiais perfuro cortantes ou escarificantes e demais materiais resultantes da atenção à saúde de indivíduos ou animais, com suspeita ou certeza de contaminação com príons.

Fonte: Adaptado de (ANVISA RDC 222; BRASIL, 2018).

Quadro 21 - Classificação de Risco dos Resíduos de Serviços de Saúde segundo a RDC 222/18

<b>Classe de Risco 1 - (Baixo Risco Individual e para a Comunidade)</b>	Inclui agentes biológicos conhecidos por não causarem doenças no homem ou nos animais adultos saudáveis.
<b>Classe de Risco 2 - (Moderado Risco Individual e Limitado Risco para a Comunidade)</b>	Inclui os agentes biológicos que provocam infecções no homem ou nos animais, cujo potencial de propagação na comunidade e de disseminação no meio ambiente é limitado, e para os quais existem medidas terapêuticas e profiláticas eficazes.
<b>Classe De Risco 3 - (Alto Risco Individual e Moderado Risco para a Comunidade)</b>	Inclui os agentes biológicos que possuem capacidade de transmissão por via respiratória e que causam patologias humanas ou animais, potencialmente letais, para as quais existem usualmente medidas de tratamento ou de prevenção. Representam risco se disseminados na comunidade e no meio ambiente, podendo se propagar de pessoa a pessoa.
<b>Classe De Risco 4 - (Elevado Risco Individual e Elevado Risco para a Comunidade)</b>	Inclui agentes biológicos que representam grande ameaça para o ser humano e para os animais, implicando grande risco a quem os manipula, com grande poder de transmissibilidade de um indivíduo a outro, não existindo medidas preventivas e de tratamento para esses agentes.

Fonte: Adaptado de (ANVISA RDC 222; BRASIL, 2018).

O trabalho de Diaz *et al.* (2007) discute sobre a necessidade de se chegar em um consenso mundial sobre os termos e características usados para descrever os tipos de resíduos gerados em unidades de saúde. Uma das razões para resolver esse problema é que fazer análises comparativas assim como trocar informações, são severamente comprometidas por termos que são mal definidos e ambíguos.

A classificação dos Resíduos de Serviços de Saúde é objeto de muitas discussões, pela dificuldade de enquadramento dos diferentes constituintes em classes de resíduos. Esta classificação vem sofrendo um processo de evolução contínuo, com a introdução de novos tipos de resíduos nas unidades de saúde e como resultado do conhecimento do comportamento destes perante o meio ambiente e a saúde. Desta forma, sugere-se a necessidade constante da atualização e padronização das legislações e normas técnicas referentes à classificação dos RSS (PUGLIESI, 2009; MESSAGE, 2019).

### 3.9.3 Aspectos Legais e Normativos dos Resíduos de Serviços de Saúde

As políticas referentes ao gerenciamento de resíduos de serviços de saúde no Brasil, definidas pela Conama, Anvisa, ABNT e Centro de Vigilância Sanitária (CVS), seguiam por caminhos independentes que muitas vezes divergiam entre si e não se agregavam, já que cada instituição determinava sua norma de maneira isolada das demais. Exemplo dessa divergência, o CVS em 1989 classificou os RSS em três grandes grupos. Já o Conama em 1993 definiu normas de classificação de resíduos de serviços de saúde onde os RSS foram divididos em quatro grupos e a Anvisa em 2003 classificou os RSS em cinco grandes grupos (MESSAGE, 2019).

O desencontro entre estes órgãos os levou a buscarem a harmonização das regulamentações. O entendimento foi alcançado com a revogação das Resoluções Conama no 283/2001, Conama no 005/1993 e RDC ANVISA no 33/2003 e com a publicação da RDC Anvisa no 306/2004 (que foi revogada e substituída pela RDC Anvisa no 222/2018) e da Resolução Conama no 358/2005.

A seguir, algumas das principais leis, normas e orientações técnicas vigentes relacionadas a problemática dos Resíduos de Serviços de Saúde são:

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT):

-NBR 12.235/1992: Dispõe sobre as condições exigíveis para o armazenamento de resíduos sólidos perigosos de forma a proteger a saúde pública e o meio ambiente.

-NBR 9.191/2008: Dispõe sobre os requisitos e métodos de ensaio para sacos plásticos destinados exclusivamente ao acondicionamento de lixo para coleta.

-NBR 14.725-2/2009: Dispõe sobre os critérios para o sistema de classificação de perigos de produtos químicos, sejam eles substâncias ou misturas, de modo a fornecer ao usuário informações relativas à segurança, à saúde humana e ao meio ambiente.

-NBR 14.652/2013: Dispõe sobre os requisitos mínimos de construção e de inspeção dos coletores transportadores de resíduos de serviços de saúde.

-NBR 12.807/2013: Dispõe sobre os termos empregados em relação aos resíduos de serviços de saúde.

-NBR 12.809/2013: Dispõe sobre os procedimentos necessários ao gerenciamento intraestabelecimento de resíduos de serviços de saúde os quais exigem formas de manejo específicos, a fim de garantir condições de higiene, segurança e proteção à saúde e ao meio ambiente.

-NBR 12.808/2016: Dispõe sobre a classificação dos resíduos de serviços de saúde quanto aos riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, para que tenham gerenciamento adequado.

-NBR 12.810/2016: Dispõe sobre os requisitos aplicáveis às atividades de gerenciamento de resíduos de serviços de saúde realizadas fora do estabelecimento gerador.

-NBR 16.457/2016: Dispõe sobre os requisitos aplicáveis às atividades de logística reversa de medicamentos descartados pelo consumidor.

-NBR 14.725-3/2017: Dispõe sobre as informações de segurança relacionadas ao produto químico perigoso a serem incluídas na rotulagem, não definindo um formato fixo.

-NBR 13.853-1/2018: Dispõe sobre os requisitos para os recipientes descartáveis destinados ao acondicionamento de resíduos de serviços de saúde perfurantes ou cortantes, para sua coleta e encaminhamento a tratamento.

-NBR 7.500/2018: Dispõe sobre a simbologia convencional e o seu dimensionamento para identificar produtos perigosos, a ser aplicada nas unidades e equipamentos de transporte e nas embalagens/volumes, a fim de indicar os riscos e os cuidados a serem tomados no transporte terrestre, manuseio, movimentação e armazenamento.

Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA):

-RDC 50/2002: Dispõe sobre o Regulamento Técnico para planejamento, programação, elaboração e avaliação de projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde.

-RDC 222/2018: Dispõe sobre as boas práticas de gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde e dá outras providências.

Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA):

-Conama 006/1991: Dispõe sobre o tratamento de resíduos sólidos provenientes de estabelecimentos de saúde, portos e aeroportos.

-Conama 358/2005: Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências.

-Conama 316/2002: Dispõe sobre procedimentos e critérios para o funcionamento de sistemas de tratamento térmico de resíduos.

Ministério do Trabalho e Emprego:

-NR 32/2005: Dispõe sobre a segurança e saúde no trabalho em serviços de saúde

Alguns anos mais tarde, a Resolução Conama nº283/2001, publicada em 12/07/2001, alterou o termo “Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos” para “Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde” e para sua implementação, definiu normas para os estabelecimentos de saúde, determinando as diretrizes gerais sobre o manejo de resíduos. Em

2004, a Anvisa publicou a RDC n° 306/2004, de 07/12/2004. Essa Resolução determinava o regulamento técnico para o gerenciamento de RSS e determinava a validade do mesmo em todo o território nacional, devendo ser consultado para a execução do gerenciamento de RSS tanto na área pública como na área privada (BRASIL, 2004). Atualmente, a Anvisa publicou a RDC n° 222/2018, de 28/03/2018, que regulamenta as boas práticas de gerenciamento de RSS.

Nesse contexto, a RDC n° 222/2018 da Anvisa determina o regulamento das etapas relacionadas ao manejo, tratamento e disposição final dos RSS, e ainda determina os procedimentos operacionais em função dos riscos. A Resolução 358/2005 do Conama é voltada aos critérios de licenciamento ambiental dos sistemas de tratamento e disposição final dos RSS, visando à preservação dos recursos naturais e do meio ambiente (BRASIL, 2005; 2018).

#### 3.9.4 Plano de Gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS)

No Brasil, vale ressaltar que segundo a Resolução 358/2005 e RDC n° 222/2018, compete a todo gerador de RSS elaborar o seu próprio Plano de Gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS), que consiste em um documento que descreve as etapas do manejo referentes à geração, segregação, acondicionamento, identificação, coleta interna, armazenamento, tratamento, coleta e transporte externos e disposição final, bem como as ações de proteção à saúde pública e ao ambiente (BRASIL, 2005; 2018).

A segregação dos RSS é o primeiro passo para um manejo adequado, sendo de responsabilidade de todos os trabalhadores da saúde. A segregação é considerada a etapa mais importante e determinante para as etapas subsequentes.

De acordo com a RDC n° 222/2018, os RSS devem ser segregados no momento e local de sua geração, de acordo com as características físicas, químicas, biológicas, estado físico e riscos envolvidos (BRASIL, 2018).

Com base na NBR 9.191/2008 da ABNT, os resíduos segregados devem ser acondicionados em saco constituído de material resistente a vazamento, punctura e ruptura, devendo ser respeitada a capacidade dos recipientes e proibido o seu esvaziamento e reaproveitamento (ABNT, 2008).

Os sacos devem estar contidos em recipiente de material lavável e resistente a vazamento, punctura e ruptura, com cantos arredondados, resistente ao tombamento e com tampa provida de sistema de abertura sem o contato manual (BRASIL, 2018).

O manejo adequado dos RSS exige ainda que tanto os sacos como as lixeiras destinadas ao acondicionamento dos RSS sejam identificados de acordo com o grupo de resíduo e

permaneçam em local visível, tendo em vista que a falta de identificação pode comprometer todo o manejo dos RSS (PEREIRA *et al.*, 2016).

O Brasil possui normas e legislações suficientes para a execução de um gerenciamento adequado dos RSS, porém, dificilmente são cumpridas, isso ocorre devido aos escassos recursos financeiros dos estabelecimentos de saúde e à ausência de fiscalização contínua do gerenciamento dos RSS por órgãos competentes (PEREIRA *et al.*, 2016).

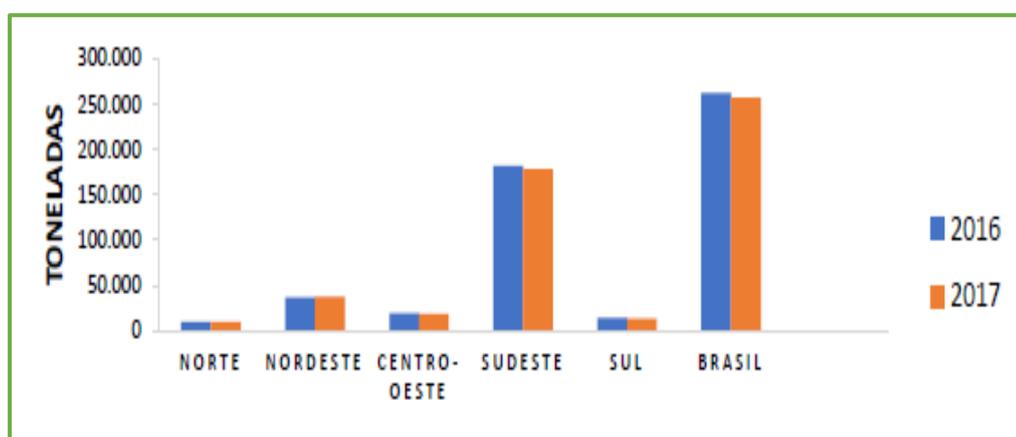
A segregação é fundamental quando a discussão se trata sobre a periculosidade ou não dos RSS, visto que apenas uma parcela é potencialmente infectante, porém se ela não for segregada, todos os resíduos que estão misturados também deverão ser tratados como infectantes. Já a reciclagem é resultado de uma segregação adequada que traz de volta ao ciclo produtivo materiais que seriam descartados.

O ponto inicial básico de todo processo de gerenciamento é a caracterização dos resíduos gerados no estabelecimento de saúde, pois ela influencia todas as etapas de gerenciamento envolvidas posteriormente e permite identificar com precisão os tipos de problemas e os locais responsáveis por eles.

Além disto, a caracterização serve como base para cálculos dos custos relacionados com o tratamento dos RSS (SCHNEIDER *et al.*, 2013).

Segundo a publicação feita pela ABRELPE (2018), a respeito da geração de RSS no Brasil, os dados mostram que foram recolhidos em 2016 e 2017, respectivamente 257.038 e 256.941 toneladas de RSS. Com base nesses dados, de 2016 para 2017, ocorreu uma diminuição de 0,04% na coleta de RSS nos municípios brasileiros (Figura 32).

Figura 32- Quantidade total coletada de RSS por regiões e no Brasil



Fonte: Adaptado de (ABRELPE, 2018).

As ações relativas ao manejo dos RSS (segregação, acondicionamento, identificação, coleta e transporte interno e externo, destinação e disposição final) são apontadas e descritas pelo Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS) que foi definido como obrigatório pela Resolução Conama no 283/01. A implementação e execução do PGRSS, além de auxiliar na minimização dos riscos e impactos ambientais causados pelos estabelecimentos de saúde, reduz o número de acidentes de trabalho ocasionados no manejo dos RSS, os custos de manejo dos resíduos e o número de infecções hospitalares. Além disto o PGRSS contribui para o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) do município (MESSAGE, 2019, p. 24).

A referida resolução contempla o seguinte no PGRSS: caso adote a reciclagem de resíduos para os Grupos B ou D, a elaboração, o desenvolvimento e a implantação de práticas, de acordo com as normas dos órgãos ambientais e demais critérios de acordo com a legislação vigente; as medidas preventivas e corretivas de controle integrado de insetos e roedores; as rotinas e processos de higienização e limpeza em vigor no serviço, definidos pela Comissão de Controle de Infecção Hospitalar-CCIH ou por setor específico; o atendimento às orientações e regulamentações estaduais, municipais ou do Distrito Federal, no que diz respeito ao gerenciamento de resíduos de serviços de saúde; as ações a serem adotadas em situações de emergência e acidentes; as ações referentes aos processos de prevenção de saúde do trabalhador; para serviços com sistema próprio de tratamento de RSS, o registro das informações relativas ao monitoramento desses resíduos, de acordo com a periodicidade definida no licenciamento ambiental.

Os resultados devem ser registrados em documento próprio e mantidos em local seguro durante cinco anos; o desenvolvimento e a implantação de programas de capacitação abrangendo todos os setores geradores de RSS, os setores de higienização e limpeza, a Comissão de Controle de Infecção Hospitalar (CCIH), Comissões Internas de Biossegurança, os Serviços de Engenharia de Segurança e Medicina no Trabalho (SESMT), Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA), e com as legislações de saúde, ambiental e de normas da CNEN, vigentes (BRASIL, 2018).

Os dirigentes ou responsáveis técnicos dos serviços de saúde podem ser responsáveis pelo PGRSS, desde que tenha registro ativo junto ao seu Conselho de Classe, com apresentação de Anotação de Responsabilidade Técnica-ART, ou Certificado de Responsabilidade Técnica ou documento similar. Quando a formação profissional não abranger os conhecimentos necessários, este poderá ser assessorado por equipe de trabalho que detenha as qualificações correspondentes.

As etapas do gerenciamento dos RSS de acordo RDC 222/2018 (BRASIL, 2018) compõem-se em:

- Cuidados no manuseio: para minimizar a exposição aos agentes biológicos, os procedimentos padrão devem ser seguidos: uso de EPI, lavagem das mãos, segregação adequada dos resíduos, acondicionamento seguro (barreira de contenção). A imunização dos profissionais envolvidos na cadeia também é prevista e importante;
- Segregação na origem: os resíduos do grupo A são divididos em cinco subgrupos (A1, A2, A3, A4 e A5), estabelecidos em função dos riscos que apresentam. A forma de segregação aqui proposta é em função da destinação que deve ser dada aos resíduos de cada subgrupo. Para cada tipo de destinação, foram alocados os subgrupos e citados os resíduos pertencentes aos mesmos, de acordo com a RDC ANVISA nº 222/2018;
- Acondicionamento e identificação: os sacos brancos leitosos e vermelhos utilizados para o acondicionamento dos resíduos sólidos do grupo A devem ser substituídos quando atingirem 2/3 de sua capacidade ou pelo menos 1 vez, a cada 24 horas. Para os resíduos do subgrupo A5, devem ser utilizados dois sacos vermelhos como barreira de proteção, com preenchimento somente até 2/3 de sua capacidade, sendo proibido o esvaziamento ou reaproveitamento;
- Coleta e transporte internos: os recipientes contendo resíduos do grupo A podem ser coletados e transportados no mesmo carro utilizado na coleta dos resíduos do grupo E;
- Tratamento interno: na prática, somente os resíduos dos subgrupos A1, A2 e A5 são, obrigatoriamente, passíveis de tratamento. Os resíduos dos subgrupos A3 e A4 não necessitam de tratamento. Dependendo do subgrupo e resíduo, o tratamento: obrigatoriamente deve ser feito dentro da unidade de geração; pode ser feito fora da unidade de geração, porém ainda dentro do estabelecimento e pode ser feito fora do estabelecimento gerador, em sistemas terceirizados ou não. Nesse caso, devem-se obedecer às regras aplicáveis para o transporte seguro entre o estabelecimento gerador e o local de tratamento;
- Coleta e transporte externos: resíduos tratados e com descaracterização física das estruturas: serviço de coleta urbana; - resíduos tratados e sem descaracterização física das estruturas: serviço de coleta especial para resíduos do grupo A; - resíduos não-tratados do subgrupo A4: serviço de coleta especial para resíduos do grupo A; as embalagens não podem ser violadas durante o transporte;
- Disposição final: Conforme as resoluções da ANVISA e do CONAMA e pela Portaria FEAM nº 361/2008, a disposição final deve ser em local licenciado (aterro sanitário ou outro), tanto a fração que obrigatoriamente é tratada (subgrupos A1 e A2) como aquela que não necessita ser tratada (subgrupo A4) (BRASIL, 2018).

As etapas de gerenciamento dos RSS do grupo D de acordo com a RDC 222/2018 (BRASIL, 2018):

- Segregação na origem: os resíduos do grupo D devem ser segregados dos outros grupos e também entre eles, ou seja, a fração reciclável deve ser segregada da fração de rejeito;
- Acondicionamento e identificação: os resíduos do grupo D devem ser acondicionados em saco plástico impermeável, de preferência de cor clara, colocado dentro do recipiente (lixeira). Todos os recipientes devem ser identificados como “RESÍDUO COMUM” e “RESÍDUO RECICLÁVEL”;
- Os papéis devem ser acondicionados em recipientes exclusivos para evitar que molhem ou sujem. Se a opção for utilizar recipientes de acondicionamento diferenciados para os resíduos recicláveis, as cores devem ser as estabelecidas na Resolução CONAMA nº 275/2001 (BRASIL, 2001).

Citam-se, no Quadro 22 abaixo, o que pode e o que não pode ser encaminhado, para a reciclagem.

Quadro 22 – Classificação das cores dos recipientes para acondicionamento dos resíduos do Grupo D

Material reciclável	Pode	Não pode
Papel	Folhas de formulário, caderno, rascunhos, revistas, listas telefônicas, envelopes, aparas de papel, papelão e embalagens longa-vida	Papéis metalizados, parafinados e carbono, papéis diversos sujos, sanitário, etiquetas, guardanapos usados, fita crepe, fotografias e toco de cigarro
Plástico	Tampas, recipientes, copos, sacos, potes, brinquedos, garrafas, embalagens, peças, canos	Espuma, adesivos isopor, ebonite (tomadas e cabos de panela), embalagens metalizadas, fraldas descartáveis
Metal	Latas de aço e de alumínio, canos, painéis, tampas, perfis e canos	Latas de tinta, vernizes, inseticidas, esponjas de aço, solventes químicos, pilhas, cliques, aerossóis
Vidro	Frascos, copos, garrafas, cacos de vidro de modo geral	Ampolas de injeção, vidros aramados, temperados (box), de pára-brisa (laminados), travessas (refratários), planos (portas, janelas, tampos de mesa), louças, óculos, lâmpadas, espelhos, cerâmicas, cristais e tubos de TV
Orgânico	Flores, resíduos de podas de árvore e jardinagem, sobras de alimento e de pré-preparo desses alimentos, restos alimentares de refeitórios e de outros que não tenham mantido contato com secreções, excreções ou outro fluido corpóreo	Resíduos orgânicos que tenham mantido contato com secreções, excreções ou outro fluido corpóreo

Fonte: Adaptado (Resolução CONAMA nº 275/2001; BRASIL, 2001).

Para os demais resíduos do grupo D, deve ser utilizada a cor cinza nos recipientes. Caso não se adote a segregação/coleta seletiva para encaminhar os resíduos para a reciclagem, não existe exigência para a padronização de cor desses recipientes (CONAMA, 2001):

- A Coleta e transporte internos: os recipientes contendo resíduos do grupo D devem ser coletados e transportados separadamente dos resíduos dos outros grupos. Para o transporte, pode ser o mesmo carro, desde que não misture a fração “reciclável” com a fração “rejeito”;
- Armazenamento temporário e externo: o armazenamento temporário dos resíduos do grupo D pode ser na sala de resíduo, porém em recipientes exclusivos e identificados, para manter a segregação. O armazenamento externo dos resíduos do grupo D deve ser em abrigo com, no mínimo, um ambiente separado para atender ao armazenamento de recipientes contendo resíduos do grupo D e outro ambiente para os grupos A e E. As normas locais devem ser consultadas para ver se não há restrições quanto ao armazenamento dos resíduos do grupo D no mesmo abrigo dos grupos A e E;
- Tratamento: os resíduos orgânicos, flores, resíduos de podas de árvore e jardinagem, sobras de alimento e de pré-preparo desses alimentos, restos alimentares de refeitórios e de outros que não tenham mantido contato com secreções, excreções ou outro fluido corpóreo, podem ser encaminhados para o processo de compostagem;
- Registros para controle: manter registro de operação de venda ou de doação dos resíduos destinados à reciclagem, compostagem e alimentação de animais. Os registros devem ser mantidos até a inspeção subsequente;
- Coleta e transporte externos: a coleta e o transporte externo devem ser feitos em sistemas licenciados e;
- Disposição final: a fração de rejeitos deve ter disposição final em aterro sanitário licenciado (BRASIL, 2018).

### 3.10 ECOLOGIA MICROBIANA

#### 3.10.1 Diversidade Microbiana

Rosado e Duarte (2002) afirmam que a diversidade microbiana é tão vasta quanto desconhecida. “Os microrganismos são o grupo mais diversificado e abundante de organismos na Terra e com a mais longa história evolucionária” (cerca de 3,5 bilhões de anos).

Na análise da comunidade microbiana de composto oriundo de diversos materiais, como resíduos orgânicos, lodo de esgoto, fezes de animais e resíduos sólidos urbanos, Klammer

*et al.*, (2008) concluíram que os métodos moleculares provaram ser uma poderosa ferramenta na análise comparativa de amostras de resíduos orgânicos em decomposição.

De acordo com Santos *et al.* (2010), microbiologia é o ramo da ciência que estuda os seres microscópios, chamados microrganismos. Tais seres recebem essa denominação porque não podem ser vistos a olho nu, sendo necessário um microscópio óptico ou microscópio eletrônico para sua visualização. Incluem bactérias, vírus, protozoários e fungos.

É importante entender a relação dos microrganismos com o homem. Aqueles que são benéficos e também ajudam no equilíbrio do meio ambiente são chamados não patogênicos, enquanto aqueles que são prejudiciais e causam doenças são chamados patogênicos. Além dessa divisão, os microrganismos podem ser saprófitas ou oportunistas. Microrganismos Saprófitas: Obtêm seus nutrientes a partir de tecidos mortos e/ou em decomposição de plantas ou animais. Também são chamados decompositores. Microrganismos Oportunistas: Fazem parte da microbiota ou microflora endógena, normalmente não causam danos ao homem, mas causam doenças, dependendo da resistência do hospedeiro e de condições favoráveis para seu desenvolvimento e crescimento (SANTOS *et al.*, 2010).

Assim, conforme Santos *et al.* (2010), a microbiota ou flora normal pode ser residente ou transitória. A flora residente é composta por microrganismos que vivem e se multiplicam nas camadas mais profundas da pele, nas glândulas sebáceas e no folículo piloso. Já a flora transitória compreende os microrganismos adquiridos por contato direto com o meio ambiente, que contaminam a pele temporariamente e não são considerados colonizantes; podem ser removidos facilmente pela ação mecânica e pela lavagem das mãos com água e sabão. Exemplificado no Quadro 23 a seguir.

Quadro 23 – Influência dos fatores ambientais sobre os microrganismos

Fatores ambientais	Influência sobre os microrganismos
Oxigênio	Os microrganismos <b>aeróbios</b> crescem e se multiplicam na presença de oxigênio [p. ex., <i>Staphylococcus</i> (pele)].
	Os microrganismos <b>anaeróbios</b> vivem e se multiplicam na ausência de oxigênio [p. ex., <i>Clostridium tetani</i> (tétano)].
Luminosidade	Alguns microrganismos se desenvolvem melhor em locais com baixa iluminação (p. ex., fungos).
Temperatura	Calor moderado favorece o crescimento de alguns microrganismos, enquanto altas temperaturas (+ de 127 °C) podem destruí-los.
Umidade	Alguns microrganismos crescem na presença de umidade (p. ex., fungos).

Fonte: (SANTOS, 2010).

Sob o aspecto sanitário, os resíduos sólidos constituem graves problemas na proliferação de doenças, provindas de microrganismos patogênicos em; insetos (moscas, baratas, formigas, mosquitos), ratos, animais (cães, gatos, aves, suínos, equinos e bovinos), água, solo, ar, e flora poluídos, que através do contato possibilitam a sua transmissão (PEREIRA, 2016).

### 3.10.2 Microrganismos Patogênicos

Microrganismo Patogênico é aquele capaz de desencadear doença (BURTON e ENGELKIRK, 2005), sendo patógenos primários, secundários ou oportunistas. Patógenos primários são microrganismos que causam doenças infecciosas independentes dos fatores do hospedeiro, causa infecções comunitárias e raramente infecções hospitalares. Já os secundários desenvolvem infecção, quando existe desequilíbrio na relação parasito-hospedeiro, principalmente em casos de imunoresistência do hospedeiro (VERMELHO *et al.*, 2006).

Conforme Trabulsi e Toledo (2002), as infecções bacterianas podem ser divididas em exógenas (infecções cujos agentes atingem o hospedeiro a partir de um reservatório ou fonte externa) e endógenas (os agentes são constituintes da microbiota normal humana). As fontes dos agentes exógenos, por exemplo, *Mycobacterium leprae* (agente da lepra), *Mycoplasma pneumoniae* (agente da pneumonia), *Streptococcus pyogenes* (agente da faringite), entre muitos outros.

#### 3.10.2.1 Patogenicidade

Os resíduos que contêm microrganismos associados a doenças, proteínas virais, ácidos desoxirribonucleicos (DNA) ou ribonucleicos (RNA), organismos geneticamente modificados, plasmídeos, cloroplastos, mitocôndrias e/ou toxinas capazes de alterar as condições normais de saúde em seres humanos, animais e vegetais são considerados resíduos patogênicos (PEREIRA, 2016).

Ainda de acordo com esse autor, agente patogênico, também conhecido como agente infeccioso, é um organismo capaz de produzir doenças infecciosas aos seus hospedeiros sempre que estejam em circunstâncias favoráveis, inclusive do meio ambiente. Podem ser bactérias, vírus, protozoários, fungos ou helmintos. O agente patogênico pode se multiplicar no organismo do seu hospedeiro, podendo causar infecções ou outras complicações.

As condições físicas para o cultivo de microrganismos são: Temperatura, pH, atmosfera gasosa e pressão osmótica, são as quatro condições principais que influenciam o meio físico de um microrganismo, sendo o pH ótimo normalmente bem definido para cada espécie, mas as diferentes espécies são adaptadas ao crescimento em vários valores de pH (SOUZA, 2005).

Segundo Souza (2005) para se multiplicar adequadamente em um meio ácido ou básico, um microrganismo deve ser capaz de manter o seu pH intracelular em torno de 7,5, não importando qual o valor do pH do meio externo. Isso é possível, pois as células possuem, dentro de limites próprios, a habilidade de manter o pH interno constante pela expulsão ou absorção de íons hidrogênio pela célula.

Para a maioria das bactérias, o valor mínimo de pH está em torno de 4, com pH igual a 9 como máximo para o crescimento. Existem exceções, no entanto (PELCZAR & CHAN, 1997).

De acordo com Bidone (2001) são diversos os microrganismos que podem ser encontrados nos RSS. Alguns deles poderão vir a causar infecções em pessoas que entrem em contato com eles. Destacam-se *Salmonella*, *Shigella spp*, *Vibrio cholerae*, helmintos, *Mycobacterium tuberculosis*, *Streptococcus pneumoniae*, vírus do herpes, *Neisseria gonorrhoeae*, *Bacillus anthracis*, vírus da imunodeficiência humana, *Staphylococcus spp*, *Enterococcus*, *Klebsiella*, *Candida albicans* e os vírus das hepatites A, B e C.

Considerando que, nos resíduos urbanos, é possível encontrar material fecal de várias origens, e que por esse motivo nesse material poderá também haver patógenos entéricos, um estudo feito a partir de vinte e duas amostras de lixiviado, levou à pesquisa da presença de vírus entéricos (SOUZA, 2005).

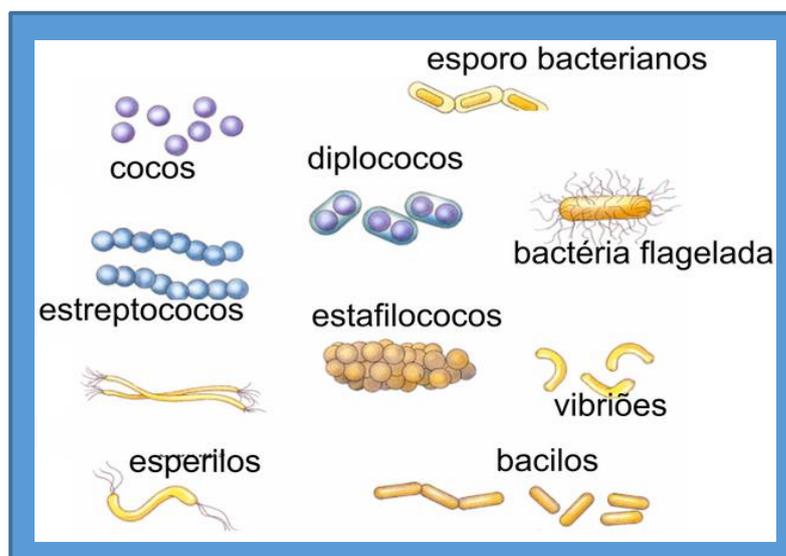
### 3.10.2.2 Bactérias

As bactérias são seres procariontes, isto é, não apresentam envoltório nuclear que delimita o DNA dentro de uma estrutura denominada núcleo. De acordo com a classificação de Cavalier-Smith (2003), as bactérias, assim como as cianobactérias (algas azuis) estão incluídas no Reino Monera. Uma nova classificação reconhecendo dois domínios, o domínio *Prokaryota*, que engloba os reinos *Archaea* e *Bacteria*, e o domínio *Eukaryota*, que envolve tanto os seres unicelulares como pluricelulares. Nem todas as bactérias são benéficas ao homem. Há uma série de bactérias patogênicas, como exemplo, algumas destas patologias: tuberculose, hanseníase, difteria, coqueluche, pneumonia, meningite meningocócica, tétano,

leptospirose, cólera, gonorreia, sífilis, botulismo, febre tifoide, dentre outras (CAVALIER SMITH 2003).

De acordo com a morfologia, as bactérias podem ser classificadas como cocos, bacilos, vibriões e espirilos. Os cocos podem se agrupar e formarem colônias, nas quais dois cocos formam um diplococo. Quando enfileirados, formam um estreptococo e, em cachos, um estafilococo como apresenta na Figura 33 (CAVALIER SMITH, 2003).

Figura 33 – Classificação das Bactérias



Fonte: (CAVALIER SMITH, 2003).

As bactérias não apresentam núcleo, desta forma, o DNA fica espalhado no citoplasma da célula. A região que abriga o material genético é chamada nucleóide. Além desse DNA, há pequenos DNAs circulares denominados plasmídeos e são nessas regiões que se encontram os genes de resistência aos antibióticos e que são transferidos para outra bactéria através da conjugação (SOUZA, 2005).

As bactérias são geralmente microscópicas ou submicroscópicas (detectáveis apenas com uso de um microscópio eletrônico). Suas dimensões geralmente não excedem poucos micrômetros, podendo variar entre cerca de 0,2  $\mu\text{m}$ , nos micoplasmas, até 30  $\mu\text{m}$ , em algumas espiroquetas. A maioria das bactérias são seres heterotróficos, entretanto existem também bactérias autotróficas aeróbias (dependem do oxigênio), anaeróbias facultativas (podem viver com ou sem oxigênio, como por exemplo, os lactobacilos que realizam fermentação láctica usada na produção de iogurtes, queijos, entre outros) e anaeróbias obrigatórias ou estritas (morrem na presença do oxigênio). Em condições adversas, como

temperatura muito alta ou baixa, presença de substâncias tóxicas, entre outros, as bactérias formam esporos (PELCZAR *et al.*, 1997).

A transmissão indireta se dá pelos vetores que encontram nos resíduos condições adequadas de sobrevivência e proliferação. Entre os resíduos com presença de microrganismos, merecem ainda ser mencionados os resíduos infecciosos dos serviços de saúde que, pela falta de uma melhor compreensão dos modos de transmissão dos agentes associados a doenças infecciosas, têm sido alvo de receios exagerados da população em geral (FERREIRA, 1995; REINHARDT *et al.*, 1996; RUTALA; MAYHALL, 1992).

Silva *et al.* (2002) salientam que diferentes microrganismos patogênicos presentes nos RSS apresentam capacidade de persistência ambiental, entre eles *Mycobacterium tuberculosis*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, vírus da hepatite A e da hepatite B, *Pseudomonas aeruginosa* e *S. aureus* são microrganismos de grande interesse por estarem geralmente envolvidos na infecção hospitalar.

Os patógenos mais frequentes causadores de infecções são os seguintes: *Escherichia coli*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus e Enterococcus*, os quais serão abordados a seguir. As espécies de enterobactérias causadoras de infecções hospitalares incluem *E. coli*, *Klebsiella sp*, *Proteus sp*, *Enterobacter sp e Serratia marcescens*, representando 80% de todos os bastonetes Gram negativos. A *E. coli* é responsável pela maioria das infecções produzidas por este grupo de bactérias (ALTERTHUM, 2004).

A seguir serão apresentados os patógenos encontrados com mais frequência nos resíduos domiciliares de acordo com as Figuras 34, 35, 36, 37, 38 e 39 (CHAYB, 2014).

#### 1) A *Escherichia coli*

Figura 34 – Bactéria (*Escherichia coli*)



Fonte: (CDC, 2012)

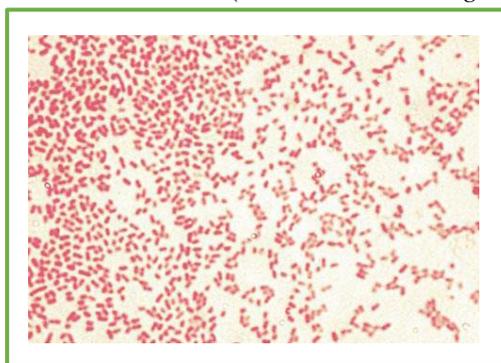
Um dos microrganismos mais prolíficos no trato intestinal humano. Normalmente é inofensivo, mas certas amostras podem ser patogênicas (TORTORA *et al.*, 2012). São bacilos Gram-negativos, anaeróbios facultativos e não-esporulados, formam colônias lisas, e com bordas bem definidas. Têm uma temperatura de crescimento ótima variando de 30 a 37°C.

Encontrada mais abundante no cólon e nas fezes. Causando patologias como infecções do trato urinário, septicemia, meningite neonatal. Como parte da microbiota fecal humana, esse microrganismo tem papel importante na contaminação fecal dos alimentos. Algumas cepas patogênicas de *E.coli* podem causar diarreias severas em todos os grupos etários e produzir uma potente endotoxina, pois a infecção pode levar o indivíduo à morte (TORTORA *et al.*, 2012).

A *E.coli* está entre as principais causas de: Toxinfecção alimentar: é uma causa importante de Gastroenterites; Infecção do Tracto Urinário (ITU): é a mais frequente (cerca de 80% dos casos) causa desta condição em mulheres jovens, podendo complicar em pielonefrite; Colecistite; Apendicite; Peritonite: se perfurarem a parede intestinas ou do trato urinário. A mortalidade é alta; Meningite: a maioria dos casos de meningite em neonatos é causada pela *E.coli*; Infecções de feridas; Septicemia: causam 15% dos casos da multiplicação sanguínea frequentemente fatal; contra 20% por *Staphylococcus aureus*. É uma complicação de estágios avançados não tratados de doença nas vias urinárias ou gastrointestinais. A mortalidade é relativamente alta (MURRAY, 2004; CDC, 2012).

## 2) *Pseudomonas aeruginosa*

Figura 35 – Bactéria (*Pseudomonas aeruginosa*)



Fonte: (CDC, 2012).

É a espécie patogênica mais comum. Bacilo gram-negativo, é um patógeno oportunista que ocorre amplamente no ambiente: no solo, na água, no esgoto e nas plantas, entre outros. Pode ocorrer em recipientes de água, vaso de flores, aparelhos de respiração, tubos de aquecimento, esponjas, pias, umidificadores, loções para o corpo, creme para as mãos, curativos

contaminados, roupas de camas, urina contaminada e muitos outros itens. Causa principalmente infecções hospitalares, particularmente infecções de queimaduras, feridas e infecções do trato urinário. O risco aumenta muito em pacientes imunocomprometidos (PELCZAR *et al.*, 1997).

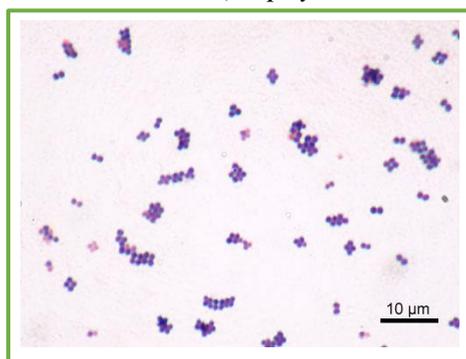
A *Pseudomonas aeruginosa* é um microrganismo de vida livre e muito encontrado em ambientes úmidos. Este microrganismo cresce bem em temperaturas variando de 25 a 37°C, mas cresce lentamente em temperatura muito baixas ou muito altas. No entanto, a habilidade de crescer a 42°C a diferencia de muitas outras espécies de *Pseudomonas* (TORTORA *et al.*, 2012; TRABULSI, 2004).

*Pseudomonas aeruginosa*, essa espécie microbiana apresenta pH ótimo entre 6,6 a 7,0, e os valores mínimo e máximo para sua sobrevivência são 5,6 e 8,0 respectivamente (BIDONE, 2001). A mesma forma, sua melhor adaptação nos resíduos domiciliares que apresentava pH 7 veio confirmar os dados da bibliografia (LINCOPAN; TRABULSI, 2004).

As principais infecções causadas pela *P. aeruginosa* são: bacteremia, endocardite, traqueobronquite, broncopneumonia, otite, infecções nas feridas, infecções urinárias, gastroenterites e septicemias fatais em crianças. A *P. aeruginosa* resiste a altas concentrações de sal, corantes, muitos antissépticos e aos antibióticos mais comumente utilizados. Estas propriedades ajudam a contribuir para a sua alta incidência em infecções hospitalares. (LINCOPAN; TRABULSI, 2004; LEVINSON; JAWETZ, 2005).

### 3) *Staphylococcus aureus*

Figura 36 – Bactéria (*Staphylococcus aureus*)



Fonte: (CDC, 2012).

As bactérias pertencentes ao gênero *Staphylococcus* são patógenos humanos distribuídos na natureza e fazem parte da microbiota normal da pele e mucosas. O gênero *Staphylococcus* é composto por 27 espécies, sendo que algumas espécies são associadas a uma variedade de infecções de caráter oportunista em seres humanos e animais. As espécies que causa

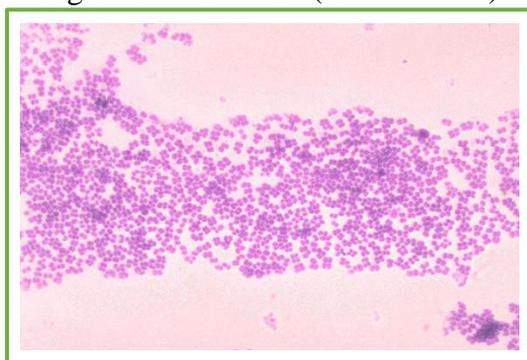
patologia em humanos são: *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus saprophyticus* e *Staphylococcus haemolyticus* (LINCOPAN; TRABULSI, 2004; LEVINSON; JAWETZ, 2005).

Os estafilococos são divididos em duas categorias com base na sua habilidade de coagular o plasma, estafilococos coagulase positivos e coagulase negativos. Entre os coagulase positivos, o *Staphylococcus aureus* representa a espécie geralmente envolvida em infecções humanas, tanto de origem comunitária quanto hospitalar. São encontrados na orofaringe, trato gastrointestinal e trato urogenital sendo transportados na superfície cutânea e na nasofaringe (LEVINSON; JAWETZ, 2005).

*Staphylococcus aureus* causadores de infecção de feridas, são cocos Gram-positivos, facultativos, arranjados em forma de cachos irregulares. Habitam comumente a superfície da pele e a nasofaringe. Podem causar infecções, se entrarem no corpo por meio de soluções de continuidade na pele, sendo uma causa comum de infecções pós-cirúrgicas (PELCZAR *et al.*, 1997). Apesar de ser bem compreendida a patogênese das intoxicações estafilocócicas, não se sabe exatamente quais os fatores que determinam sua capacidade em invadir, proliferar e lesar tecidos do organismo humano (BIDONE, 2001). É um indicador de interesse nos alimentos que sofrem manipulação. As infecções profundas são de caráter mais grave e ocorrem particularmente em indivíduos debilitados devido a doenças crônicas, ferimentos traumáticos, queimaduras ou imunocomprometidos (TORTORA *et al.*, 2012).

#### 4) *Micrococcus*

Figura 37 – Bactéria (*Micrococcus*)



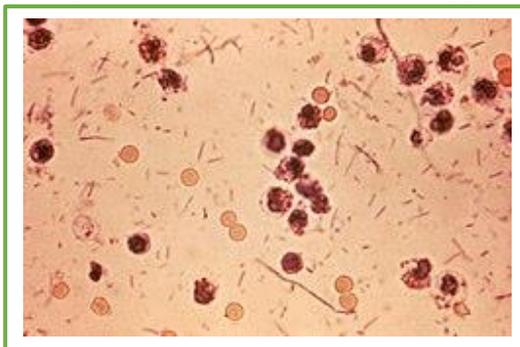
Fonte: (CDC, 2012).

É um gênero de bactérias gram-positivas, possuem formato esférico, são aeróbicas, pertencente à família *Micrococcaceae*, são comumente não móveis não formadoras de esporos e são geralmente encontradas nos solos próximos a águas frescas e/ou frequentemente, sobre a pele do homem e de outros animais são geralmente consideradas como não patogênicas

comensais que colonizam a mucosa, pele e orofaringe. No entanto, reconhece-se agora que *Micrococcus* spp. podem ser agentes patogênicos oportunistas em pacientes imunodeprimidos. (Indivíduo que tem as suas defesas imunológicas fracas) (TRABULSI, 2005).

### 5. *Shigella* spp

Figura 38 – Bactéria (*Shigella* spp)



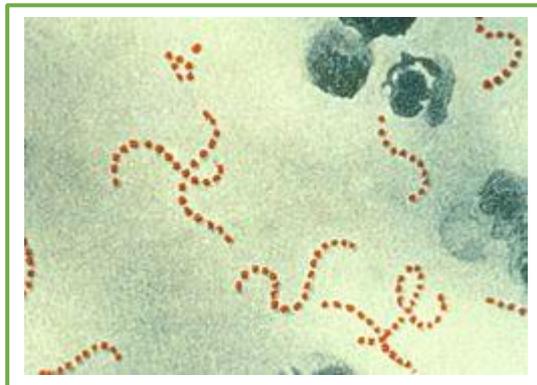
Fonte: (CDC, 2012)

É um gram-negativo, tipo bacilo, não mótil, e não formador de esporos. Espécies de *Shigella*, que incluem *Shigella sonnei*, *S. boydii*, *S. flexneri*, e *S. dysenteriae*, são agentes altamente infecciosos. Aproximadamente 2% dos surtos de Doenças Transmitidas por Alimentos/Água notificados ao CVE são por *Shigella*, envolvendo em média, 396 pessoas por ano (CDC, 2012).

Causa a Shigelose, que é uma doença infecciosa causada por um grupo de bactérias chamadas *Shigella*. Caracteriza-se por dor abdominal e cólica, diarreia com sangue, pus ou muco; febre, vômitos e tenesmo, em geral, iniciam-se, um ou dois dias após a exposição às bactérias. O principal reservatório são os seres humanos, raramente ocorre em animais. A via fecal-oral é a principal forma de transmissão da *Shigella* entre humanos. No que diz respeito aos alimentos, a contaminação é muitas vezes devido a um manipulador de alimentos contaminado, por falta de higiene pessoal. Moscas carregam o patógeno para os alimentos a partir de latrinas e de disposição inadequada de fezes e esgotos. Alimentos expostos e não refrigerados constituem um meio para sua sobrevivência e multiplicação. Ambientes fechados como creches, hospitais e similares são propícios para a disseminação da doença. *Shigella* geralmente é transmitida através de alimentos crus, como alface e produtos não processados. Saladas (batata, atum, camarão, macarrão e frango), leite/derivados e aves também estão entre os alimentos que tem sido associado com sigeloses (CDC, 2012).

## 6) *Streptococcus pyogenes*

Figura 39 - Bactéria (*Streptococcus pyogenes*)



Fonte: (CDC, 2012).

É uma espécie de bactérias Gram-positivas com morfologia de coco, pertencentes ao género *Streptococcus*, elas causam uma variedade de doenças, desde uma faringite bacteriana comum até doenças mais graves como a escarlatina. Responsáveis por dermatites. A transmissão indireta se dá pelos vetores que encontram nos resíduos condições adequadas de sobrevivência e proliferação (GARRITY *et al.*, 2007).

*Streptococcus pyogenes*, um dos agentes patogénicos mais comuns a nível mundial, pode provocar uma grande variedade de patologias como faringites, amigdalites, infecções da pele e tecidos moles ou patologias mais graves como a escarlatina e a síndrome do choque tóxico (GARRITY *et al.*, 2007).

O género *Streptococcus* caracteriza-se por incluir espécies anaeróbias facultativas, grampositivas. Crescem a uma temperatura óptima de 37 °C e são inibidos por altas concentrações de glicose. Embora sejam frequentemente encontrados como agentes patogénicos de humanos, algumas estirpes são apenas colonizadoras assintomáticas. Os estreptococos colonizam a pele e as mucosas e podem ser isolados da microbiota alimentar, respiratória e do tracto genital. Atualmente encontram-se identificadas cerca de 60 espécies e inúmeras subespécies do género *Streptococcus* (GARRITY *et al.*, 2007).

É frequente colonizarem assintomaticamente a laringe (fazem-no em 10-20% da população). Não infectam mais nenhum animal. Por vezes podem colonizar as tonsilas e soltar-se às vezes colónias de mau cheiro. A transmissão de pessoa a pessoa é por contato direto ou via secreções (espirros, tosse). Doenças causadas: Faringite: A maioria dos casos é causada por vírus porém dos casos ocasionados por bactérias, 90% são devido às da espécie *Streptococcus pyogenes*. Após 2-4 dias de incubação, aparece subitamente febre, dores de garganta, mal-estar

e dores de cabeça (cefaléia). É frequente a inflamação vermelha e edematosa da faringe ser visível, observando através da boca. Síndrome de choque tóxico: devida à disseminação no sangue, com febre, mal-estar e outros sintomas inespecíficos seguidos de hipotensão, choque séptico e insuficiência de múltiplos órgãos. A taxa de mortalidade é alta (chegando a até 50%) (GARRITY *et al.*, 2007).

### 3.10.2.3 Fungos

Os fungos são encontrados em quase todos os lugares da terra, alguns vivem da matéria orgânica, na água e no solo e outros vivem na superfície ou no interior de animais e vegetais. Pertencem ao Reino *Fungi*, sendo unicelulares ou multicelulares e prejudiciais, enquanto outros são benéficos. As colônias leveduriformes, em geral, são pastosas ou cremosas e caracterizam o grupo das leveduras. As colônias filamentosas identificam os bolores podem ser algodonosas, aveludadas, pulverulentas, com os mais variados tipos de pigmentação (BURTON e ENGELKIRK, 2005).

Tortora *et al.* (2012); Trabulsi *et al.* (2005), inferem que fungos são organismos cujas células possuem um núcleo definido que contém material genético da célula (DNA), circundado por uma membrana celular, o qual os mais típicos são bolores composto de longos filamentos que se ramificam e se expandem, algumas vezes encontradas sobre os pães e frutas.

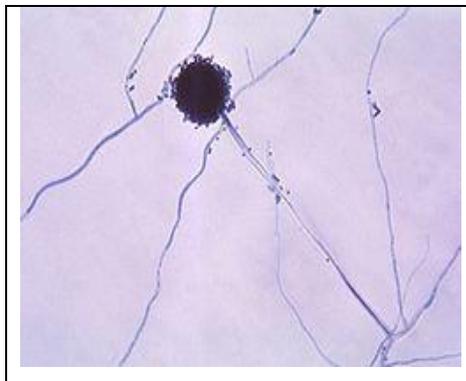
Diversos fungos importantes são chamados de dimórficos, ou seja, eles formam estruturas diferentes quando submetidos a diferentes temperaturas. São fungos filamentosos quando estão em vida livre e em temperatura ambiente, e como leveduras nos tecidos do hospedeiro em temperatura corpórea. O habitat natural da maioria dos fungos é o meio ambiente, a exceção com a *Candida albicans*, no qual faz parte da flora humana normal (LEVINSON; JAWTZ, 2005).

Os fungos estão presentes em lagos, rios, ambientes marinhos, águas residuárias, lodos, resíduos, águas de chuva rurais e urbanas, etc. Algumas espécies não requerem luz (SOUZA, 2003).

A seguir serão apresentados alguns fungos presentes nos resíduos domiciliares de acordo com as Figuras 40, 41, 42, 43, 44 e 45 (CHAYB, 2014).

### 1) *Aspergillus niger*

Figura 40 – Fungo (*Aspergillus niger*)



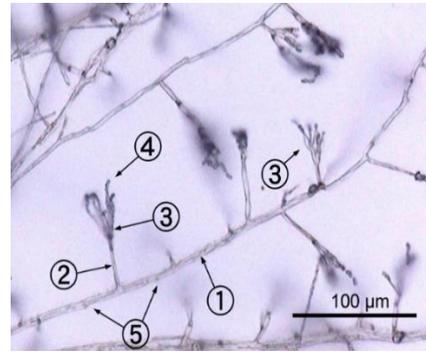
Fonte: (CDC,2012).

É um fungo das espécies mais comuns do gênero *Aspergillus*. Ela provoca uma doença chamada mofo-preto em algumas frutas e legumes como uvas, cebolas e amendoim, e é um contaminante comum de alimentos. Ele é onipresente no solo e é comumente relatado em ambientes internos, onde suas colônias pretas podem ser confundidas com as de *Stachybotrys* (cujas espécies são também chamadas de "bolor-negro"). Evidências recentes sugerem algumas cepas de *A. niger* produzem ocratoxina (TORTORA *et al.*,2012).

O gênero *Aspergillus* spp. é um fungo cujos conídios estão presentes no ar, mas normalmente não causam doenças muito sérias. Entretanto, um indivíduo com um status imunológico debilitado pode apresentar reação a este fungo. Este táxon possui mais de 200 espécies 11 variedades e 9 formas especiais válidas na literatura e distribuídas na natureza (TRABULSI *et al.*, 2005).

Segundo Tortora *et al.* (2012), as espécies de *Aspergillus* são aeróbicas e encontradas em ambientes ricos em oxigênio, onde geralmente crescem na superfície onde vivem. Contaminam restos de comidas (como pães e batatas) e crescem em muitas plantas e árvores.

Entretanto, de acordo com Tortora *et al.* (2012) cerca de 16-20 espécies podem infectar o homem causando morte, sendo as mais comuns *A. fumigatus*, *A. flavus* e *A. niger*. As manifestações clínicas incluem micetomas (infecção subcutânea), reação de hipersensibilidade (aspergilose alérgica), aspergilose pulmonar (que pode conter aspergiloma e ser necrosante crônica) e sua forma mais letal: invasiva generalizada em imunocomprometidos. *Aspergillus Micheli*, é um gênero de fungos que apresenta coloração branca ou amarelada com formação de pedúnculos e uma ponta colorida. São importantes agentes decompositores de alimentos.

2) *Penicillium* sppFigura 41 – Fungo (*Penicillium* spp)Figura 42 – Microfotografia de *Penicillium*

\* 1 - hifa; 2 - conidióforo; 3 - fiálide; 4 - conídio; 5 - septo.

Fonte: (CDC, 2012).

O *Penicillium* (lat. penicillus=pincel) é um gênero de fungos, o comum bolor do pão, que cresce em matéria orgânica especialmente no solo e outros ambientes húmidos e escuros. Por contágio, contaminam frutas e sementes e chegam a invadir habitações, sendo responsáveis pelos bolores que se instalam em alimentos para consumo humano (TORTORA *et al.*, 2012).

Os fungos conidiais sapróbios muito comuns, agentes dos mofos ou bolores azuis que ocorrem em diferentes substratos o *Penicillium* e o agente causador de bolores em *citrus*, podridões de fruto muito comuns na fase de pós-colheita. São patógenos fracos que atacam órgãos de reserva, como sementes e frutos e podem produzir micotoxinas em sementes. O ascoma e cleistotecial, com os ascos esparramados na sua cavidade, sem formar himênio. Os ascos são arredondados e sua parede se decompõe quando os ascósporos amadurecem (TORTORA *et al.*, 2012).

O fungo *Penicillium* sp., é conhecido como o fungo dos bolores, bolor verde ou azul é uma característica específica dos gêneros *Penicillium* e *Aspergillus*, essa e a única estrutura que pode ser vista a olho nu. É um gênero de fungos, o comum bolor do pão, que cresce em matéria orgânica especialmente no solo e outros ambientes húmidos e escuros (TRABULSI *et al.*, 2005).

Algumas espécies de *Penicillium* sp. têm grande valor econômico sendo utilizados na produção de queijos e vinhos.

3) *Fusarium* sppFigura 43 – Fungo (*Fusarium* spp)

Fonte: (CDC, 2012).

É um género de fungos da classe *Sordariomycetes*, em geral agrupando espécies que formam anamorfos filamentosos que produzem manchas brancas, rentes ao substrato, agrupadas em aglomerados de reprodução com esporos facilmente reconhecíveis ao microscópio pela sua forma de meia-lua ou de canoa. A maioria das espécies são saprófitos amplamente distribuídos no solo, constituindo membros relativamente abundantes do microbiota do solo das regiões temperadas e subtropicais. Estes fungos são frequentemente patógenos facultativos, capazes de sobreviver na água e solo alimentando-se de materiais em decomposição, mas que podem infectar plantas e animais, incluindo os humanos, causando as doenças conhecidas como fusarioses. Algumas espécies produzem micotoxinas nos cereais e podem, por esta via, entrar na cadeia alimentar e afectar a saúde de pessoas e animais. As principais toxinas produzidas por estas espécies são as fumonisinas e os tricotecenos (TRABULSI *et al.*, 2005).

5) *Rhizopus* sppFigura 44 – Fungo (*Rhizopus* spp)

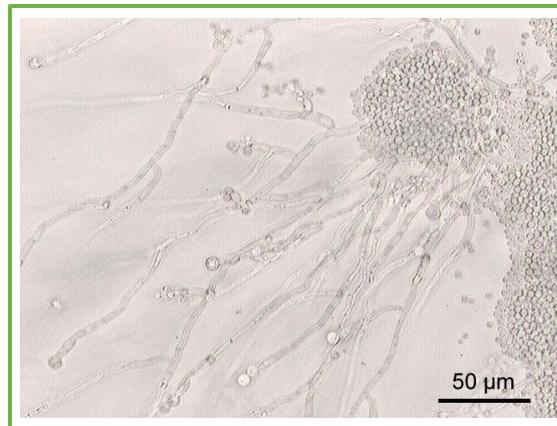
Fonte: Fonte: (CDC, 2012).

É um "sapróbio comum e parasita facultativo de frutos e vegetais maduros" . É um género de bolores que inclui fungos filamentosos cosmopolitas encontrados no solo, frutos e vegetais em decomposição, fezes de animais e pão velho. Podem causar infeccções sérias (e muitas vezes fatais) em humanos e animais devido à sua elevada taxa de crescimento e por poderem desenvolver-se a temperaturas relativamente elevadas. Algumas espécies são patógenos vegetais. Duas são utilizadas na fermentação de alimentos: *Rhizopus oligosporus*, é usada na produção de tempero, um alimento fermentado derivado de grãos de soja *R. oryzae* é usado na produção de bebidas alcoólicas em partes da Ásia e África (TORTORA *et al.*,2012).

Algumas espécies de *Rhizopus* são agentes infecciosos oportunistas da zigomicose humana. Podem causar infeccções sérias (e muitas vezes fatais) em humanos e animais devido à sua elevada taxa de crescimento e por poderem desenvolver-se a temperaturas relativamente elevadas (TRABULSI *et al.*, 2005).

#### 6) *Candida albicans*

Figura 45 – Fungo (*Candida albicans*)



Fonte: (CDC, 2012).

É uma levedura quando localizada na membrana da mucosa, do trato gastrointestinal e pele, na qual faz parte da flora normal, porém forma pseudo-hifas e hifas quando invade o tecido. Não há transmissão pessoa a pessoa, é um patógeno oportunista, fatores que predispõem à infecção incluem; imunidade reduzida mediada por células, alterações na pele e nas mucosas, supressão da flora normal e presença de corpo estranho. A *Candida albicans* pode desencadear candidíase oral, candidíase disseminada e candidíase mucocutânea crônica. Em pacientes imunossuprimidos e usuários de drogas intravenosas ocorre a infecção disseminada (LEVINSON; JAWETZ, 2005).

### 3.10.3 Doenças associadas aos Microrganismos Patogênicos presentes nos Resíduos Domiciliares

As primeiras concepções sobre a origem das doenças acreditavam que elas estavam diretamente relacionadas aos “miasmas”. Ou seja, a todo o ar parado ou fétido proveniente da decomposição de matéria orgânica, os quais comprometiam a qualidade do ar e acabavam por gerar doenças nos seres humanos. Em função disso, tudo que ficasse muito tempo parado representava um perigo à saúde pública. Em princípio, era o ar que não podia ficar parado, o qual foi seguido pela água. Não demorou muito e os sanitaristas atentaram que os resíduos e os dejetos também deveriam ser removidos constantemente (COSTA, 2013).

A *U.S. Environmental Protection Agency* (EPA) define como resíduo infeccioso aquele capaz de causar doença infecciosa, sendo necessário que ocorra o contato da pessoa com o microrganismo patogênico e que o patógeno seja suficientemente virulento e em quantidade suficiente para causar uma doença infecciosa. Uma definição semelhante é proferida pela Organização Mundial da Saúde (OMS), a qual considera resíduo infeccioso aquele que contém patógenos em concentração ou quantidade suficiente para causar doença em caso de exposição (COSTA, 2013).

De acordo com Souza (2005), além dos microrganismos inofensivos ao homem normalmente encontrados no ambiente e no próprio organismo humano e nos animais, existem os denominados microrganismos patogênicos ou patogênicos oportunistas, os quais são capazes de provocar doenças, sendo a flora normal do organismo uma forma de defesa contra a infecção por patógenos em potencial.

Assim, excreções, secreções ou quaisquer tipos de matéria orgânica úmida proveniente do corpo humano podem ser potencialmente infectantes, mas escamas secas de pele podem também conter e transmitir microrganismos. A microbiota encontrada em pessoas doentes, no caso de infecções, é diferente da microbiota normal, principalmente, porque, em muitos casos, poderá vir acompanhada de leucócitos mortos que caracterizam a formação de pus (SOUZA, 2005).

No caso de existir alguma debilidade no sistema imunológico do organismo, os microrganismos que constituem a flora normal ou a flora transitória poderão, ao colonizar o organismo, se reproduzir desordenadamente e vir a causar doença. Nesse caso, serão denominados patogênicos oportunistas. Surge, por conseguinte, o conceito de patogenicidade, devido ao fato de uma mesma espécie de microrganismo em situações diferentes apresentar

comportamentos diferenciados em relação à capacidade de causar doença (PELCZAR *et al.*, 1997; SOUZA, 2005).

Para que uma infecção venha a se manifestar em uma pessoa a partir de um contato com resíduo, cada um dos seguintes eventos deverá acontecer em sequência:

- O resíduo deverá conter um patógeno humano viável;
- O indivíduo deverá entrar em contato direto com o resíduo;
- Uma lesão deverá ocorrer após este contato, criando uma porta de entrada, ou a mesma já deverá existir;
- Um número suficiente de agentes infecciosos viáveis deverá penetrar em um hospedeiro suscetível via esta porta de entrada;
- O agente causa a infecção que poderá ou não resultar em uma doença clínica (PELCZAR *et al.*, 1997).

Garcia & Ramos (2004) apresenta na Tabela 13 o tempo de sobrevivência de alguns microrganismos em resíduos sólidos.

Tabela 13 – Tempo de sobrevivência de alguns microrganismos em Resíduos Sólidos

<b>Microrganismos</b>	<b>Doenças</b>	<b>Resíduos sólidos (dias)</b>
<i>Bactérias</i>	-	-
<i>Salmonella Typhi</i>	Febre Tifóide	<b>29-70</b>
<i>Salmonella Paratyphi</i>	Febre paratifoide	<b>29-70</b>
<i>Salmonella sp</i>	Salmoneloses	<b>29-70</b>
<i>Shigella</i>	Desinteria Bacilar	<b>02-07</b>
<i>Escherichia Coli</i>	Gastroenterites	<b>35</b>
<i>Leptospira</i>	Leptospirose	<b>15-43</b>
<i>Mycobacterium Tuberculosis</i>	Tuberculose	<b>150-180</b>
<i>Vibria Chelerae</i>	Cólera	<b>1-13</b>
<i>Enterovírus</i>	Poliomielite	<b>20-70</b>
<i>Ascaris Lumbricóides</i>	Ascariíase	<b>2000-2500</b>
<i>Trichuris Trichiura</i>	Trichiuríase	<b>1800</b>
<i>Larvas de Ancilóstomos</i>	Ancilostomose	<b>35</b>

**Fonte:** Adaptado de (GARCIA & RAMOS, 2004).

E na Tabela 14, Lima (1995) traz alguns microrganismos presentes nos resíduos sólidos relacionando às doenças que podem causar ao homem.

Tabela 14 – Microrganismos presentes nos Resíduos Sólidos Urbanos que acometem algumas doenças

<b>Bactérias</b>	<b>Doenças</b>	<b>Reservatórios</b>
<i>Campylobacter jejuni/coli</i>	Diarreia	Homem e animal
<i>Escherichia coli</i>	Diarreia	Homem
<i>Salmonella</i>	Salmonella	Homem e animal
<i>S. typhi</i>	Febre tifoide	Homem
<i>S. Paratyphi</i>	Febre paratifoide	Homem
<i>Outras salmonelas</i>	Salmonelose	Homem e animal
<i>Shigella spp.</i>	Disenteria bacilar	Homem
<i>Vibrio</i>	Vibrio	Homem
<i>V. cholerae O:1 e O:139</i>	Cólera	Homem
<i>Outros vibrios</i>	Diarreia	Homem
<i>Leptospira</i>	Leptospirose	Homem e animal
<i>Helicobacter pylori</i>	Gastrite, úlcera	Homem

Fonte: Adaptado de (LIMA, 1995).

Assim, o risco de transmissão de doenças infecciosas não pode ser estabelecido somente pela verificação da presença de microrganismos patogênicos nos resíduos, sendo necessário considerar aspectos epidemiológicos envolvidos em cada situação de risco (RUTALA *et al.*, 1992; SOUZA, 2005).

A seguir as Tabelas 15 e 16 apresentam os vetores que os resíduos sólidos atraem e que indiretamente podem causar doenças ao homem e os sintomas relacionados.

Tabela 15 – Doenças relacionadas aos Resíduos Sólidos Urbanos transmitidas por Vetores

<b>Doenças</b>	<b>Vetor</b>	<b>Sintoma</b>
Febre tifoide	Moscas	Febre, manchas no tórax, cefaleia e diarreia.
Ancilostomose	Moscas	Distúrbios intestinais, vômitos e dores abdominais.
Amebíase	Moscas e baratas	Desintéria (fezes com sangue).
Poliomielite	Baratas	Febre, náuseas, cefaleia, vômitos, paralisia.
Gastroenterites	Baratas	Diarreia, vômitos e febre.
Elefantíase	Mosquitos	Aumento dos vasos e edema linfático.
Febre amarela	Mosquito	Febre, calafrios, náusea, vômitos, icterícia.
Leptospirose	Ratos	Febre alta, coriza, hemorragia e icterícia.
Peste	Ratos	Inflamações hemorrágicas
Toxoplasmose	Cão e gato	Calcificações intracerebrais

**Fonte:** Adaptado de (CUSSIOL, 2005).

Tabela 16 – Doenças relacionadas com Resíduos Sólidos Urbanos, transmitidas por macrovetores e reservatórios

<b>Vetores</b>	<b>Forma de transmissão</b>	<b>Enfermidades</b>
Rato e Pulga	Mordida, urina, fezes e picada	Leptospirose Peste bubônica Tifo murino
Mosca	Asas, patas, corpo, fezes e saliva	Febre tifóide Cólera Amebíase Disenteria Giardíase Ascaridíase
Mosquito	Picada	Malária Febre amarela Dengue Leishmaniose
Barata	Asas, patas, corpo e fezes	Febre tifóide Cólera Giardíase
Gado e Porco	Ingestão de carne contaminada	Teníase Cisticercose
Cão e Gato	Urina e fezes	Toxoplasmose

**Fonte:** Adaptado de (BARROS, 1995).

De acordo com a Secretaria de Vigilância em Saúde do Ministério da Saúde (2010), a Tabela 17 apresenta as principais doenças relacionadas aos microrganismos patogênicos presentes em alguns alimentos e os sintomas após consumir o alimento contaminado.

Tabela 17 - Doenças relacionadas aos microrganismos patogênicos presentes em alguns alimentos

<b>Doença</b>	<b>Microrganismo</b>	<b>Principais Alimentos envolvidos</b>	<b>Sintomas comuns</b>
<b>Intoxicação estafilocócica</b>	<i>Staphylococcus aureus</i>	<b>Bolos, tortas e similares com recheio e/ou cobertura, produtos de confeitaria, doces e salgados.</b>	<b>Náusea e vômitos, cólicas abdominais, abatimentos sem febre e diarreia.</b>
<b>Salmonelose</b>	<i>Salmonella sp.</i>	<b>Carne de boi, porco e aves; alimentos com ovos que permanecem crus até o consumo.</b>	<b>Dores abdominais, diarreia, calafrios, náusea, vômito e febre.</b>
<b>Clostridiose</b>	<i>Clostridium perfringens</i>	<b>Carnes mal cozidas, caldos, molhos sopas e massas.</b>	<b>Náusea e vômitos, cólicas abdominais, diarreia e febre.</b>
<b>Botulismo</b>	<i>Clostridium botulinum</i>	<b>Conservas caseiras pouco ácidas, palmitos em conserva, carne enlatada, carne conservada na banha, tofu em conserva, pescados a vácuo.</b>	<b>Tontura, visão dupla ou turva, boca seca, dificuldade para falar, engolir e andar.</b>
<b>Intoxicação ou infecção por bacilo cereus</b>	<i>Bacillus cereus</i>	<b>Produtos à base de cereais, amido, arroz, molhos, almôndegas e massas.</b>	<b>Náusea e vômito sem febre (intoxicação), diarreia e dores abdominais.</b>
<b>Shigelose</b>	<i>Shigella sp</i>	<b>Qualquer alimento contaminado, principalmente saladas, mariscos e água.</b>	<b>Cólicas abdominais, febre, diarreia, fezes com muco e sangue.</b>
<b>Colbacilose</b>	<i>Escherichia coli</i>	<b>Saladas cruas e água contaminada.</b>	<b>Diarreia com sangue, vômito, cólicas abdominais, náuseas, febre e dor de cabeça.</b>
<b>Infecção por rotavírus</b>	<i>Rotavírus</i>	<b>Qualquer alimento, água, objetos contaminados ou contato com pessoas infectadas.</b>	<b>Diarreia, desidratação, febre e vômitos.</b>

**Fonte:** Adaptado de (Manual Integrado de Prevenção e Controle das Doenças Transmitidas por Alimentos - (DTA) Secretaria de Vigilância e Saúde (SVS) – Ministério da Saúde (2010).

*The American Collegiate Hockey Association* (ACHA, 1989) e *American Public Health Association* (APHA, 2005) publicaram que os agentes biológicos presentes nos resíduos sólidos podem ser responsáveis pela transmissão direta e indireta de doenças. E a maioria das doenças transmitidas por alimentos são causadas por bactérias (principalmente por *Salmonella*, *Escherichia coli* e *Staphylococcus*). No entanto, há também surtos de Doenças Transmitidas por Alimentos (DTA) causados por vírus (rotavírus e norovírus) e, em menor proporção, por substâncias químicas.

Dessa forma, os principais causadores das doenças transmitidas por alimentos são: *Salmonella*; *Escherichia coli*; *Staphylococcus aureus*; Coliformes; *Bacillus cereus*; *Rotavírus*; Norovírus.

O sistema de análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (HACCP: *Hazard Analysis And Critical Control Points*) dá um enfoque sistemático para identificar perigos e calcular os riscos que podem afetar a inocuidade de um alimento, com a finalidade de estabelecer as medidas para controlá-los.

O Sistema HACCP vem sendo utilizado mundialmente de forma a otimizar o trabalho desenvolvido pelos serviços de fiscalização que, atuando nos pontos de maior risco, identificam e reduzem efetivamente a contaminação e conseqüentemente a transmissão de várias doenças (MMA, BRASIL, 2010).

O perfil epidemiológico das doenças transmitidas por alimentos no Brasil ainda é pouco conhecido. Somente alguns estados e/ou municípios dispõem de estatísticas e dados sobre os agentes etiológicos mais comuns, alimentos mais frequentemente implicados, população de maior risco e fatores contribuintes. Distribuição geográfica e universal, a incidência varia de acordo com diversos aspectos: educação, condições socioeconômicas, saneamento, fatores ambientais, culturais e outros (MMA, BRASIL, 2010).

Para Barles (2005), Melosi (2004), as primeiras diretrizes da gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, após a industrialização, foram motivadas por questões sanitárias e estéticas/paisagísticas. Com o incremento dos serviços sanitários, dentre eles a gestão de RSU, em associação com os avanços da medicina, houve a diminuição de uma série de moléstias, direta e indiretamente ligadas à má gestão de resíduos sólidos de acordo com a Tabela 18. Todavia, os resíduos eram apenas retirados da área urbana, sem qualquer preocupação com o local de disposição final (AMARO, 2018).

Tabela 18 – Doenças ligadas direta ou indiretamente a gestão inadequada de RSU

<b>Amebíase</b>	<b>Escabiose</b>	<b>Hepatites</b>	<b>Teníase</b>
Ancilostomose	Esquistossomose	Leishmaniose	Tétano
Ascaridiase	Febre amarela	Leptospirose	Tifo murino
Cisticercose	Febre paratifoide	Malaria	Toxoplasmose
Cólera	Febre tifoide	Peste bubônica	Tracoma
Dengue	Filariose	Poliomielite	Trichiuríase
Diarreia aguda	Gastrenterites	Raiva	Triquinose
Disenteria bacilar	Giardíase	Salmoneloses	Tuberculose

Fonte: Adaptado de (FUNASA, 2007)

Abordando especificamente a questão dos resíduos sólidos, já se sabia, à época, que os micróbios não resistiam às altas temperaturas. Por estarem atrelados a doenças, prezava-se pela máxima eliminação do lixo gerado nas cidades. As principais cidades europeias geralmente tinham a prática de queimar os resíduos em incineradores. Seguindo essa tendência, os sanitaristas brasileiros, em conformidade com os recursos financeiros disponíveis, buscaram implantar a tecnologia (AMARO, 2018).

Há poucos estudos epidemiológicos que possam ter seunexo causal nos resíduos sólidos urbanos em geral e nos resíduos domiciliares em particular. Visto sob esse prisma, conhecer as comunidades microbianas e as relações biológicas que tomam parte nos resíduos sólidos pode ser útil também quando se coloca a questão sobre a periculosidade ou não dos Resíduos Domiciliares dispostos em aterro, sem tratamento prévio. Embora essa seja uma questão não resolvida, os países desenvolvidos adotam uma política cautelosa e consideram tais resíduos como resíduos que exigem tratamento especial (perigosos, patogênicos, patológicos, entre outras denominações). A recomendação de incineração dos resíduos, ou de parte deles, é uma constante (AMARO, 2018).

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

A proposta da abordagem de classificação para os resíduos domiciliares potencialmente infectantes apresentada nessa tese foi elaborada com parâmetros na Lei 12.305/2010 e Decreto 7.404/2010 e na Resolução RDC 222/2018 da ANVISA. A pesquisa foi desenvolvida com os dados relativos aos resíduos domiciliares da cidade de Uberlândia, localizada no Estado de Minas Gerais, na região do Triângulo Mineiro.

Esta pesquisa foi desenvolvida por meio da abordagem analítica e descritiva, de cunho qualitativo, com a coleta de dados por meio de pesquisas bibliográficas e documentais. Em que o método escolhido para a interpretação e explicação desses dados foi uma investigação indutiva, isto é, partindo-se de premissas particulares quanto à delimitação dos resíduos domiciliares e foi estabelecida uma nova classificação dos mesmos, dado seu potencial infectante, a fim de gerar um impacto macroestrutural na realidade do gerenciamento de Resíduos Domiciliares no Brasil.

Na pesquisa qualitativa, os termos correspondentes à validade e confiabilidade são credibilidade e capacidade de confirmação. O fato da realidade ser construída a partir do padrão de referência dos sujeitos de estudo (ou seja, os dados são naturais) aumenta a validade do estudo. Os pesquisadores qualitativos preocupam-se, sobretudo com uma interpretação holística, percebendo os fatos e os valores como fenômenos que são intrinsecamente interligados. A apresentação dos dados se baseia fundamentalmente na descrição narrativa (LAKATOS; MARCONI, 2008).

Ressalta-se que na pesquisa qualitativa, especialmente na análise de conteúdo, no que tange à amostra de sujeitos, “[...] o foco não está na quantificação, mas na análise do fenômeno em profundidade, elencando as subjetividades, suas relações, bem como interlocuções na malha social” (CALIXTO; PINHEIRO, 2014, p. 17). Reitera-se que a análise de conteúdo é uma análise de dados rica, importante e com potencial para o desenvolvimento teórico, principalmente em estudos de abordagem qualitativa (MAIA *et al*, 2016).

### 4.1 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

As etapas da metodologia da pesquisa se sucederam em cinco momentos, dispendo-se de uma fase introdutória com uma coletânea profunda e concisa da literatura acerca do tema, e uma fase de disposição e proposta de intervenção pertinente para sociedade.

#### 4.1.1 Primeira Etapa

Primeiramente, classificou-se os resíduos domiciliares com foco no seu potencial infectocontagioso respaldados nos conceitos e nas classificações: da Lei 12.305/2010 que abarca a PNRS; e também, as concepções da ANVISA referenciadas pela RDC 222/2018; assim como, as concepções da ABNT com as normas: ABNT NBR 10.004:2004; ABNT NBR 12.808:2016.

Em seguida, realizou-se uma seleção dentre as normativas, quanto às classificações dos RS, priorizando sua natureza (seco e molhado); origem (domicílios) e composição química (matéria orgânica e inorgânica), periculosidade: com a característica em função de suas propriedades infectocontagiosas, que de acordo com a ABNT NBR 10.004:2004, sendo que, a patogenicidade se dá quando uma amostra representativa de um resíduo, segundo a ABNT NBR 10.007, contiver ou se houver suspeita de conter, microrganismos patogênicos.

Como também, a fim de comparação, foi utilizado o Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviço de Saúde (PGRSS), por meio da RDC 222/18 da ANVISA, extraíndo-se de forma sucinta as partes importantes deste plano no que diz respeito à classificação desses resíduos em: infectantes (Grupo A, e seus subgrupos: A1, A2, A3, A4, A5). E a título de comparação, foi utilizado também, as Classes de Risco (de 1 a 4).

Posteriormente, realizou-se uma contraposição entre o teor patogênico dos RD com os RSS para a elaboração de um gráfico comparativo (utilizando o *Microsoft Excel*), considerando as características destes, por meio de produções científicas.

A fim de se fazer afirmações a respeito da real periculosidade advinda do manejo inadequado dos RD com potencial patogênico, algumas questões foram formuladas e suas resoluções e sínteses organizadas em gráficos, tabelas e quadros explicativos a partir do fechamento das células, tais como:

- Quais são os microrganismos patogênicos presentes nos RD e quais são seus percentuais (%) do município de Uberlândia-MG?
- Quais são as formas de contaminação por RD infectados por microrganismos patogênicos? -
- Quais são as doenças que os microrganismos patogênicos presentes nos RD podem causar na saúde humana?
- Qual o tempo de sobrevivência dos microrganismos patogênicos nos RD?

#### 4.1.2 Segunda Etapa

Foi proposto uma abordagem de classificação para os Resíduos Potencialmente Infectantes (RDPI) baseada nas características de patogenicidade e na classificação de seus constituintes. O processo da classificação dos RDPI foi elaborado de acordo com as seguintes fases:

- Primeira Fase: Elaborou-se uma classificação de risco quanto ao grau de periculosidade para os RDPI, de acordo com as características de patogenicidade;
- Segunda Fase: Foram criados cinco grupos dos RDPI, descritos por meio de letras gregas e codificados por dois dígitos;
- Terceira Fase: Foi feita uma classificação dos RD e seus constituintes, que foram divididos em cinco grupos dos RDPI, de acordo com o grau de risco de periculosidade baseados nas características de patogenicidade e dispostos em um quadro.

#### 4.1.3 Terceira Etapa

Evidenciou-se os impactos da contaminação e os riscos inerentes ao gerenciamento que os RDPI podem ocasionar quando não segregados, acondicionados, identificados adequadamente nos domicílios, por meio produções científicas que demonstraram quantitativamente e qualitativamente a contaminação por microrganismos patogênicos nos RD.

Neste sentido, o presente estudo viabilizou medidas de segregação, acondicionamento e identificação adequados, a fim de minimizar os riscos inerentes ao gerenciamento dos mesmos. Para isso foi feito uma comparação no que diz respeito as diretrizes do manejo adequado dos RSS quanto ao risco infeccioso constante na RDC 222/18 da ANVISA, priorizando esses três processos. Dessa forma, foram identificadas as formas de manuseio desses resíduos: sendo as principais razões para preocupar-se com esses três processos no gerenciamento dos RDPI: a segregação na fonte, o acondicionamento e a identificação dos resíduos. Caso haja mistura dos RDPI de grupos diferentes, um resíduo não perigoso poderá ser contaminado e tornar-se perigoso, dificultando seu gerenciamento e aumentando os riscos à saúde humana, animal e ao meio ambiente e aos custos associados.

#### 4.1.4 Quarta Etapa:

Foram elaboradas três ferramentas informativas sendo: um mapa conceitual da abordagem de classificação; um fluxograma do manejo dos RDPI e etiquetas autoadesivas.

#### 4.1.4.1 Mapa conceitual da abordagem de classificação

Para auxiliar a dispersão e padronizar a abordagem de classificação dos RDPI nos domicílios, foi elaborada uma ferramenta informativa com a colaboração do *software Cmap Tools*, que poderá ser compartilhada em plataformas digitais e impressa.

#### 4.1.4.2 Fluxograma do manejo dos RDPI

O Fluxograma também é outra ferramenta elaborada meio do programa *Microsoft Office Word* com a ferramenta *Smart Art*. Tem como conteúdo a abordagem do manejo adequado dos RDPI, desde a sua produção à destinação final. E auxiliará na dispersão e padronização da abordagem de classificação dos RDPI nos domicílios, e poderá ser compartilhada em plataformas digitais e impressa.

#### 4.1.4.3 Produção de etiquetas autoadesivas

Para a identificação dos RDPI foi elaborada a terceira ferramenta por meio do *software Label Printer*, que são etiquetas autoadesivas com as simbologias dos RDPI, de acordo com a abordagem de classificação, a fim de serem colocadas nos sacos plásticos dos referidos resíduos, quando forem acondicionados nos domicílios. As etiquetas ilustrativas são da cor rosa, trazendo os cinco grupos de risco, divididos por letras gregas e com seus respectivos códigos que permitem a descrição do resíduo e o grau de risco.

#### 4.1.5 Quinta Etapa

Foi apresentado um manejo adequado de gerenciamento dos RDPI a partir da abordagem de classificação, por meio de um quadro com a descrição das etapas de: segregação; acondicionamento; identificação; coleta; transporte e destinação final.

Esta nova abordagem foi pautada e implementada a partir de bases científicas, no conjunto de leis, regras e normas técnicas que serviram para padronizar, organizar e qualificar os procedimentos quanto ao seu manejo adequado na realidade cotidiana dos domicílios, com o propósito de contribuir com os Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS). Como também, a nova classificação propõe o encaminhamento seguro dos RDPI, de forma preventiva e eficiente, por meios dos termos e símbolos, que facilitarão a compreensão da sociedade na aplicabilidade deste estudo.

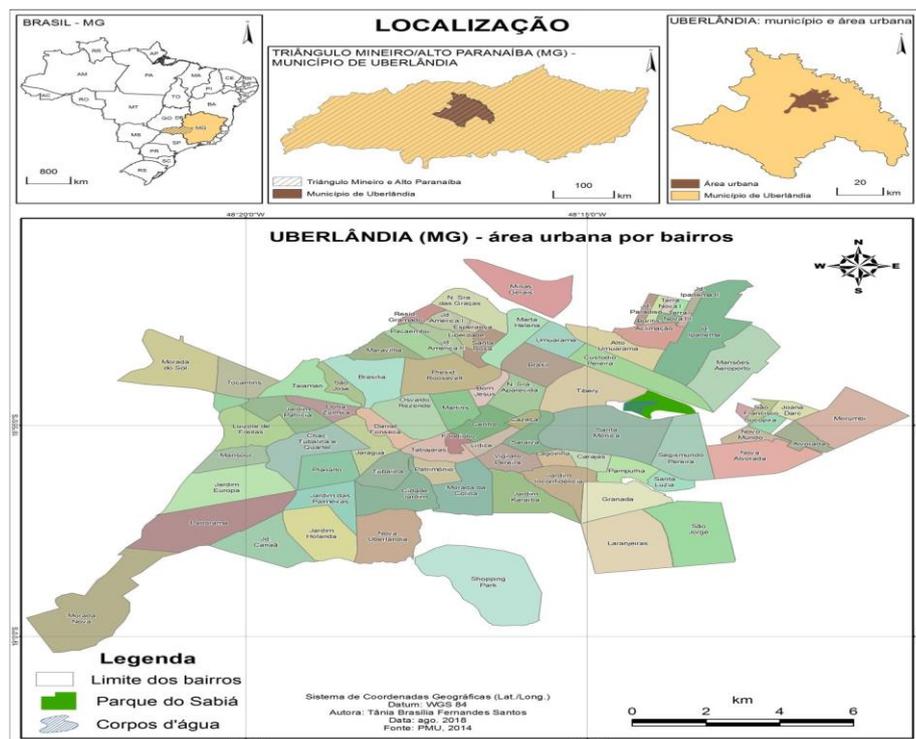
## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para validação dos dados da pesquisa, utilizou-se o município de Uberlândia. Esta cidade encontra-se localizada na mesorregião do Triângulo Mineiro, Estado de Minas Gerais, conforme (Figura 46). Sua população, segundo estimativas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), era de 683.247 habitantes em 2018. O sexto maior de todo estado de Minas Gerais (853 Municípios), e o 123º de todo o Brasil (entre 5.507 Municípios). O índice da saúde é de 0,910 (brasileiro é 0,787) e o de renda é de 0,725 (Brasil é 0,723). Com uma taxa de urbanização da ordem de 97,56 por cento. O Clima tem uma temperatura média anual de 22,3 graus centígrados, umidade relativa de 29°C (IBGE, 2018; PMU, 2018).

No ano de 2015, a cidade tinha 144.461 domicílios entre apartamentos, casas, e cômodos. O município conta com água tratada, energia elétrica, esgoto, limpeza urbana, telefonia fixa e telefonia celular. Em 2015, 98,68% dos domicílios eram atendidos pela rede geral de abastecimento de água; 98,38% das moradias possuíam coleta de lixo e 96,10% das residências possuíam escoadouro sanitário (PMU, 2018).

Cidade atraiu a instalação de várias empresas, instituições de educação e, em especial, no setor de agronegócios. Por esta razão, com o crescimento demográfico da cidade, houve um aumento na quantidade de volume de resíduos sólidos urbanos (PMU, 2018).

Figura 46 – Mapa da Localização da Cidade de Uberlândia



Fonte: (PMU, 2018).

## 5.1 CLASSIFICAÇÃO DOS RD COM FOCO NO SEU POTENCIAL INFECTOCONTAGIOSO BASEADO NA LACUNA DAS NORMATIVAS TÉCNICAS, NO QUE DIZ RESPEITO AO GERENCIAMENTO DESSES RESÍDUOS NO BRASIL E EM OUTROS PAÍSES

Classificou-se os RD com foco no seu potencial infectocontagioso respaldados nos conceitos e nas classificações: da Lei 12.305/2010 que abarca a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS); e também, as concepções da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) referenciadas pela Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) 222/2018; assim como, as concepções da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) com as Normas Brasileira Regulamentadas (NBR): ABNT NBR 10.004:2004; ABNT NBR 12.808:2016.

### 5.1.1 Discussão e análise das leis, resoluções, portarias e normas técnicas em relação ao gerenciamento dos RSU (Domiciliares) no Brasil

Foram analisadas as referências legais, estabelecidas nas esferas federal, estadual e municipal, sobre como estas contribuem para o gerenciamento correto dos RSU e especificamente os RD.

A Lei 12.305/2010/PNRS, elucidou vários conceitos de grande importância para o entendimento das questões ambientais relacionadas aos resíduos sólidos, tais como o conceito de gerenciamento de resíduos sólidos (RS) previsto no art. 3º, inciso X, da referida lei, o qual corresponde ao 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 (BRASIL, 2010).

Observou-se que, para que se concretize a PNRS, é fundamental que toda a sociedade participe. Desta forma, é notável que a todo momento os aspectos relacionados à participação social aparecem com merecido destaque pelos artigos da Lei da PNRS. Tal princípio, qual seja, o da participação social, pode ser observado no inciso X do art. 6º da Lei 12.305/10: “O direito da sociedade à informação e ao controle social” (BRASIL, 2010).

No art. 18 têm-se os delineamentos para a elaboração do PMGIRS que é condição para que os municípios e o Distrito Federal tenham acesso a verbas da União. Nesta etapa também há na lei o incentivo e insistência no aspecto da participação social (BRASIL, 2010). Elaboração e fiscalização dos planos de gestão integrada municipais são os mais próximos da

realidade das pessoas, tendo em vista que as pessoas habitam, trabalham, consomem e vivem nos municípios. Desta forma, o convite à participação social é antes de tudo um direito de cada cidadão, assegurado pela Constituição Federal em seu art. 5º.

O referido PMGIRS deverá conter, em seu conteúdo, ao menos o mínimo exigido pela lei. O ponto de partida é o diagnóstico, que deverá retratar a realidade do município quanto à situação dos resíduos domiciliares gerados, sua origem, volume e características, além das possibilidades mais adequadas para a destinação e deposição final (BRASIL, 2010).

Além disso, deve-se observar a necessidade de adotar estratégias adequadas para a limpeza urbana e manejo dos RD. A Lei nº 12.305/2010 institui, de fato, um novo marco regulatório para os RS, tendo como diretriz basilar a não geração, a redução, a reciclagem, o tratamento dos resíduos sólidos e a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. Nela são consideradas as variáveis ambiental, social, cultural, econômica, tecnológica e de saúde pública, bem como a promoção do desenvolvimento sustentável e do eco eficiência.

A PNRS determina que os RS devam ser tratados e recuperados por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, antes de sua disposição final. De maneira bastante sintética, pode-se afirmar que a PNRS tem por objetivos a eficiência nos serviços e o estabelecimento de um sistema de gestão integrada de RS, voltada para seu aproveitamento como recurso. Com a diferenciação entre resíduos sólidos e rejeitos, trazida pela PNRS, aliada às definições de destinação e disposição final ambientalmente adequada, uma nova fase deverá ser iniciada na execução dos serviços de limpeza urbana, com a substituição do sistema linear de gestão de resíduos, até então adotado, por um sistema cíclico.

Tal sistema garante o cumprimento das diretrizes da PNRS, em especial da determinação de aplicação de uma ordem de prioridade de ações, veiculada pelo dispositivo que estabelece a hierarquia na gestão e no gerenciamento dos RS.

Segundo o Plano Nacional de Resíduos Sólidos, para se atingir as metas propostas pelo mesmo, é fundamental a busca por melhorias na segregação de RSU (BRASIL, 2010). Sem a separação dos resíduos por tipo de material no nível residencial, o tratamento de resíduos orgânicos por meio da compostagem não se mostra economicamente viável.

Contudo, a PNRS, perpassam por toda a gestão ambiental, como a educação ambiental o monitoramento e fiscalização, por exemplo. Há instrumentos específicos à Lei de RS, que não são detalhados na lei, apenas citados, como os inventários de RS, o desenvolvimento de pesquisas de novos produtos, métodos, processos e tecnologias de gestão, reciclagem, reutilização, tratamento de resíduos e disposição final ambientalmente adequada de rejeitos.

De acordo com a PNRS no art. 3, item XI, a gestão integrada de RS deverá de considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável. E ainda, no art. 6, Princípios da PNRS nos itens; I – a prevenção e a precaução; II – O Desenvolvimento Sustentável. E por fim, no art. 7, objetivos da PNRS, no item I – Proteção da saúde pública e da qualidade ambiental.

Contudo, na perspectiva da PNRS, de acordo com o item acima, que diz respeito à proteção da saúde pública em relação ao gerenciamento adequado dos RD, realizou-se uma seleção dentre as normativas, quanto às classificações dos Resíduos Sólidos (RS), priorizando sua natureza (seco e molhado); origem (Domicílios); composição química (matéria orgânica e inorgânica) e periculosidade. Conforme apresenta o Quadro 24.

Quadro 24 - Classificação dos Resíduos Sólidos quanto à periculosidade

<b>Resíduos Perigosos</b>	Aqueles que, em razão de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, <b>patogenicidade</b> , carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental, de acordo com lei, regulamento ou norma técnica.
Resíduos Não Perigosos	Aqueles não enquadrados nos perigosos.

**Fonte:** Adaptado de (BRASIL, 2010).

A ABNT NBR 10.004:2004, conceitua a periculosidade de um resíduo como uma “característica apresentada por um resíduo, que, em função de suas propriedades físicas, químicas ou infectocontagiosas que podem apresentar risco à saúde pública, provocando ou acentuando, de forma significativa, um aumento de mortalidade por incidência de doenças, e ou; riscos ao meio ambiente, quando o resíduo é manuseado ou destinado de forma inadequada”.

Para os efeitos desta Norma, aplicam-se as definições como; a Patogenicidade é um resíduo é caracterizado como patogênico (código de identificação D004) se uma amostra representativa dele, obtida segundo a ABNT NBR 10007, contiver ou se houver suspeita de conter, microrganismos patogênicos, proteínas virais, ácido desoxirribonucléico (ADN) ou ácido ribonucléico (ARN) recombinantes, organismos geneticamente modificados, plasmídios, cloroplastos, mitocôndrias ou toxinas capazes de produzir doenças em homens, animais ou vegetais (BRASIL, 2004).

Assim, esta norma apresenta também o processo de classificação de resíduos, que envolve a identificação ou atividade que lhes deu origem e de seus constituintes e características e a comparação destes constituintes com listagens de resíduos e substâncias cujo impacto à saúde e ao meio ambiente é conhecido. A identificação dos constituintes a serem avaliados na caracterização do resíduo deve ser criteriosa e estabelecida de acordo com as matérias-primas, os insumos. E, o Laudo de classificação pode ser baseado exclusivamente na identificação do processo produtivo, quando do enquadramento do resíduo deve constar no laudo de classificação a indicação da origem do resíduo, descrição do processo de segregação e descrição do critério adotado na escolha de parâmetros analisados.

A RDC 222/2018 da ANVISA, classifica os Resíduos de Serviços de Saúde (RSS) em cinco grupos: Grupo A: resíduos com possível presença de agentes biológicos; Grupo B: resíduos contendo produtos químicos que podem apresentar risco à saúde pública ou ao meio ambiente; Grupo C: rejeitos radioativos; Grupo D: resíduos que não apresentam risco biológico, químico ou radiológico, podendo ser equiparado aos resíduos domiciliares; e, Grupo E: resíduos perfuro cortantes e/ou escarificantes (BRASIL, 2018).

Ressalta-se que, segundo a Resolução 358/2005 e RDC nº 222/2018, compete a todo gerador de RSS elaborar o seu próprio Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS), que consiste em um documento que descreve as etapas do manejo referentes à geração, segregação, acondicionamento, identificação, coleta interna, armazenamento, tratamento, coleta e transporte externos e disposição final, bem como as ações de proteção à saúde pública e ao ambiente (BRASIL, 2005; 2018).

A ABNT NBR 12.808:2016, ANVISA RDC 222/2018 e a Resolução CONAMA 358/05, classificam os RSS quanto aos riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, para que tenham gerenciamento adequado, seguindo grupos distintos de risco que exigem formas de manejo específicas: Classe de Risco 1: (Baixo Risco Individual e para a Comunidade), inclui agentes biológicos conhecidos por não causarem doenças no homem ou nos animais adultos saudáveis; Classe de Risco 2 - Moderado Risco Individual e Limitado Risco para a Comunidade), inclui os agentes biológicos que provocam infecções no homem ou nos animais, cujo potencial de propagação na comunidade e de disseminação no meio ambiente é limitado, e para os quais existem medidas terapêuticas e profiláticas eficazes; Classe De Risco 3 - (Alto Risco Individual e Moderado Risco para a Comunidade), inclui os agentes biológicos que possuem capacidade de transmissão por via respiratória e que causam patologias humanas ou animais, potencialmente letais, para as quais existem usualmente medidas de tratamento ou de prevenção. Representam risco se disseminados na comunidade e no meio ambiente, podendo se propagar de pessoa a

pessoa; Classe De Risco 4 - (Elevado Risco Individual e Elevado Risco para a Comunidade), inclui agentes biológicos que representam grande ameaça para o ser humano e para os animais, implicando grande risco a quem os manipula, com grande poder de transmissibilidade de um indivíduo a outro, não existindo medidas preventivas e de tratamento para esses agentes.

### 5.1.2 Análise comparativa do Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS) em relação ao grau de periculosidade e as classes de Risco

Verificou-se a importância dos assuntos pertinentes ao meio ambiente, principalmente se a saúde pública estiver diretamente envolvida, no que concerne aos RD versus RSS desde a sua geração, seu tratamento até sua adequada disposição final, ou seja, a relação existente entre o correto manejo desses tipos de resíduos, o meio ambiente e a sociedade.

Para o CONAMA (BRASIL, 2005), o PGRSS é um documento integrante do processo de licenciamento ambiental e nele estão descritas as ações relativas ao manejo dos RSS. Já sua disposição final é “a prática de dispor os resíduos sólidos no solo previamente preparado para recebê-los, de acordo com critérios técnico-constructivos e operacionais adequados, em consonância com as exigências dos órgãos ambientais competentes” (BRASIL, 2005).

A ANVISA dá ênfase à prevenção que passa a ser eixo principal e o tratamento é visto como uma alternativa para dar destinação adequada aos resíduos. Ademais, os RSS possuem classificação e definição em várias legislações e atos normativos de diversos órgãos. Enquanto os RD não constam classificações específicas quanto à patogenicidade na legislação brasileira.

Assim, diante disto, este estudo fez uma comparação com o referido PGRSS, por meio da RDC 222/18 da Anvisa, extraindo-se de forma sucinta as partes importantes no que diz respeito à classificação desses resíduos em: infectantes (Grupo A, e seus subgrupos: A1, A2, A3, A4, A5).

E também, comparou-se com a referida Resolução no art.3, os seguintes itens: XI. Classe de Risco 1 (baixo risco individual e para a comunidade); XII. Classe de Risco 2 (moderado risco individual e limitado risco para a comunidade); XIII. Classe de Risco 3 (alto risco individual e moderado risco para a comunidade); XIV. Classe de Risco 4 (elevado risco individual e elevado risco para a comunidade). A fim de propor uma nova abordagem de classificação dos RD, considerando o seu risco infectocontagioso, foi criada uma classificação de acordo com os grupos de risco, relacionando seus constituintes com os possíveis microrganismos patogênicos presentes nesses resíduos.

### 5.1.3 Apresentação e análise dos principais microrganismos patogênicos presentes nos resíduos domiciliares, suas principais doenças e tempo de sobrevivência (dias)

Os RD constituem graves problemas na proliferação de doenças, provindas de microrganismos patogênicos, insetos (moscas, baratas, formigas, mosquitos), ratos, animais (cães, gatos, aves, suínos, equinos e bovinos), água, solo, ar, e flora poluídos, que por meio do contato possibilitam a sua transmissão. A crescente quantidade de resíduos domiciliares provém do crescimento populacional na medida em que se aproxima dos padrões de consumo de países desenvolvidos, como também a rápida urbanização, a gestão inadequada e o estilo de vida contribuem para esta elevada quantidade de resíduos.

De acordo com ANVISA (2004), dentre os microrganismos patogênicos presentes nos RD destacam-se os biológicos (infectantes), destacam-se alguns como: *Escherichia coli*, *Klebsiella sp.*, *Enterobacter sp.*, *Proteus sp.*, *Staphylococcus sp.*, *Enterococcus*, *Pseudomonas sp.*, *Bacillus sp.*, *Candida sp.*

Estudos de Rutala e Mayhall (1992), Garcia e Ramos (2004) mostram que o RD pode conter microrganismos com um grande potencial patogênico, e em especial em alguns casos, podem até ser mais nocivos do que resíduos considerados perigosos como os de origem hospitalar.

Tais microrganismos podem estar presentes nos lenços descartáveis, nas fezes de animais domésticos, fraldas descartáveis, absorventes higiênicos e alimentos perecíveis isto a possibilidade que este resíduo passe a configurar-se como abrigo para ratos, moscas e baratas, etc. Nesse contexto, a capacidade de liberar microrganismos e substâncias que comprometem o meio ambiente não é inerente aos resíduos originários dos estabelecimentos relacionados à assistência à saúde.

De acordo com Chayb (2014) os resíduos gerados nos domicílios, contém microrganismos de diferentes fontes de contaminação, como fraldas, preservativos, absorventes e papéis sanitários, restos de alimentos estragados, frutas e verduras em decomposição, etc.

Ainda como, Collins & Kenedy (1992); Ferreira (1995), os microrganismos patogênicos ocorrem nos resíduos sólidos municipais mediante a presença de lenços de papel, curativos, fraldas descartáveis, papel higiênico, absorventes, agulhas e seringas descartáveis e camisinhas, originados da população; na maioria dos casos, resíduos hospitalares, misturados aos resíduos domiciliares.

Dessa forma, a transmissão indireta se dá também, pelos vetores que encontram nos resíduos condições adequadas de sobrevivência e proliferação. E pela falta de uma melhor

compreensão dos modos de transmissão dos agentes associados a doenças infecciosas, têm sido alvo de preocupação por parte da população em geral (FERREIRA, 1995; REINHARDT *et al.*, 1996; RUTALA & MAYHALL, 1992).

Portanto, serão apresentados no quadro 25 os principais microrganismos patogênicos presentes nos RD e suas principais doenças, bem como seus reservatórios.

Quadro 25 - Principais microrganismos patogênicos presentes nos RD e suas principais doenças

<b>Microrganismos</b>	<b>Doenças</b>
<b>Bactérias</b>	
<i>Bacillus cereus</i>	Síndrome Emética
<i>Clostridium</i>	Botulismo
<i>Salmonella sp</i>	Salmoneloses
<i>Shigella</i>	Desinteria Bacilar
<i>Escherichia Coli</i>	Gastroenterites
<i>Streptococcus pyogens</i>	Escarlatina
<b>Fungos</b>	
<i>Aspergillus niger</i>	Mofo preto
<i>Rhisopus spp</i>	Zigomicose
<i>Fusarium spp</i>	Dermatites

**Fonte:** Adaptado de (Klammer *et al.* 2008; Autora, 2019).

É importante compreender o tempo de sobrevivência de alguns microrganismos em patogênicos nos RD, conforme Tabela 19.

Tabela 19 - Tempo de sobrevivência (dias) dos microrganismos patogênicos nos RD

MICROORGANISMOS	RESÍDUOS DOMICILIARES (DIAS)
<b>BACTÉRIAS</b>	
<i>Shigella spp.</i>	<b>150</b>
<i>Escherichia Coli</i>	<b>35</b>
<i>Streptococcus pyogenes</i>	<b>3 dias a 6 meses</b>
<i>Staphylococcus aureus</i>	<b>20</b>
<i>Klebsiella spp</i>	<b>90</b>
<i>Coliformes totais</i>	<b>35</b>
<b>FUNGOS</b>	
<i>Aspergillus niger</i>	<b>120</b>
<i>Penicillium spp</i>	<b>30</b>
<i>Fusarium spp</i>	<b>120</b>
<i>Rhisopus spp.</i>	<b>15</b>

**Fonte:** Adaptado de (Klammer *et al.* 2008; Autora, 2019).

#### 5.1.3.1 As formas de contaminação por RD infectados por microrganismos patogênicos

Os resíduos domiciliares constituem problema sanitário de importância, quando não recebe os cuidados convenientes. As medidas tomadas para a solução adequada do problema dos RDPI têm como objetivo comum à de outras medidas de saneamento: de prevenir e controlar doenças a eles relacionadas. Além desse objetivo, visa-se ao efeito psicológico que uma comunidade limpa exerce sobre os hábitos da população em geral.

Nota-se também a possibilidade de contaminação do homem pelo contato direto com os RD, por serem fontes contínuas de microrganismos patogênicos, tornam-se uma ameaça real. Para que o patógeno entre no organismo do homem e causa infecção, são necessárias portas de entrada como a inalação, a ingestão, a penetração através da pele e o contato com as mucosas dos olhos, o nariz e a boca. De uma forma geral, a transmissão dos agentes biológicos ocorre por contato direto ou indireto, transmissão por vetor biológico ou mecânico, e pelo ar (FERREIRA E ANJOS, 2001).

*The American Collegiate Hockey Association (ACHA, 1989) e American Public Health Association (APHA, 2005)* publicaram que os agentes biológicos presentes nos RSU podem ser responsáveis pela transmissão direta e indireta de doenças. E a maioria das doenças

transmitidas por alimentos são causadas por bactérias (principalmente por *Salmonella*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Shigella spp*, *Bacillus cereus*, *Clostridium perfringens e coliformes*; (ACHA, 1989; APHA, 2005).

Segundo essas duas Associações a doença transmitida por alimento é um termo genérico, aplicado a uma síndrome geralmente constituída de anorexia, náuseas, vômitos e/ou diarreia, acompanhada ou não de febre, atribuída à ingestão de alimentos. No entanto, não são as únicas manifestações dessas doenças, podem ocorrer ainda afecções extra intestinais, em diferentes órgãos e sistemas como: meninges, rins, fígado, sistema nervoso central, terminações nervosas periféricas e outros, de acordo com o agente envolvido. O Quadro 26 apresenta os agentes bacterianos, as doenças e fatores contribuintes.

Quadro 26 - Agentes bacterianos, fatores contribuintes, alimentos incrimináveis e sinais e sintomas mais comuns

Doença	Microrganismo	Principais Alimentos envolvidos	Sintomas comuns
<b>Intoxicação estafilocócica</b>	<i>Staphylococcus aureus</i>	Bolos, tortas e similares com recheio e/ou cobertura, produtos de confeitaria, doces e salgados.	Náusea e vômitos, cólicas abdominais, abatimentos sem febre e diarreia.
<b>Salmonelose</b>	<i>Salmonella sp.</i>	Carne de boi, porco e aves; alimentos com ovos que permanecem crus até o consumo.	Dores abdominais, diarreia, calafrios, náusea, vômito e febre.
<b>Clostridiose</b>	<i>Clostridium perfringens</i>	Carnes mal cozidas, caldos, molhos sopas e massas.	Náusea e vômitos, cólicas abdominais, diarreia e febre.
<b>Botulismo</b>	<i>Clostridium botulinum</i>	Conservas caseiras pouco ácidas, palmitos em conserva, carne enlatada, carne conservada na banha, tofu em conserva, pescados a vácuo.	Tontura, visão dupla ou turva, boca seca, dificuldade para falar, engolir e andar.
<b>Intoxicação ou infecção por bacilo cereus</b>	<i>Bacillus cereus</i>	Produtos à base de cereais, amido, arroz, molhos, almôndegas e massas.	Náusea e vômito sem febre (intoxicação), diarreia e dores abdominais.
<b>Shigelose</b>	<i>Shiguella sp</i>	Qualquer alimento contaminado, principalmente saladas, mariscos e água.	Cólicas abdominais, febre, diarreia, fezes com muco e sangue.
<b>Colbacilose</b>	<i>Escherichia coli</i>	Saladas cruas e água contaminada.	Diarreia com sangue, vômito, cólicas abdominais, náuseas, febre e dor de cabeça.

Fonte: Adaptado de (ACHA, 1989; APHA, 2005).

### 5.1.3.2 Apresentação dos microrganismos patogênicos e suas contagens presentes nos RD do município de Uberlândia-MG

De acordo com Chayb (2014), o estudo proposto para comparar e avaliar a contaminação por microrganismos patogênicos dos RD e de Saúde RSS do município de Uberlândia-MG, foi iniciado a partir da coleta dos resíduos em quatro diferentes bairros do município. Como: Morada da Colina, Karaíba, (bairros de classe média alta/categorizados AB); Santa Mônica e São Jorge, (bairros de classe média baixa/categorizados CD). Os RD eram caracterizados por: restos de alimentos; cascas e bagaços de frutas, verduras, restos de carnes e ossos; papel higiênico, absorvente higiênico, fralda descartável, preservativo e embalagens plásticas e papéis. A coleta dos RD foi feita em caminhão do tipo caçamba aberta, da Limpebrás da Secretaria Municipal de Serviços Urbanos (SMSU/PMU), partindo-se do início do trecho normal de coleta, antes do caminhão compactador regular da Limpebrás passar para a coleta habitual, de acordo com a Figura 47.

Figura 47. Coleta do resíduo domiciliar no caminhão da Limpebrás em Uberlândia-MG



Fonte: (CHAYB, 2014)

Após a cada coleta, todo RD proveniente do grupo D, foi recolhido aleatoriamente em torno de 5 kg de RD, acondicionados e resfriados em caixas isotérmicas, e em seguida transportados ao laboratório de Microbiologia para análise microbiológica. O resultado se deu com as presenças de mesófilos totais, coliformes totais e termotolerantes, e outras enterobactérias, *Staphylococcus*, *Pseudomonas*, fungos filamentosos e leveduriformes, entre outros. As bactérias foram caracterizadas pela coloração de Gram e os fungos pelo Azul de

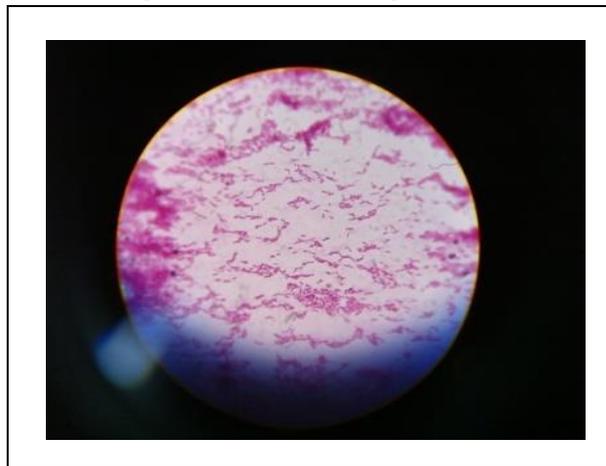
algodão, e identificados por métodos bioquímicos utilizados por Cappuccino e Sherman (1996), como mostra as Figuras 48 e 49 (CHAYB, 2014).

Figura 48 - Meios de cultura/37 °.



Fonte: (CHAYB, 2014)

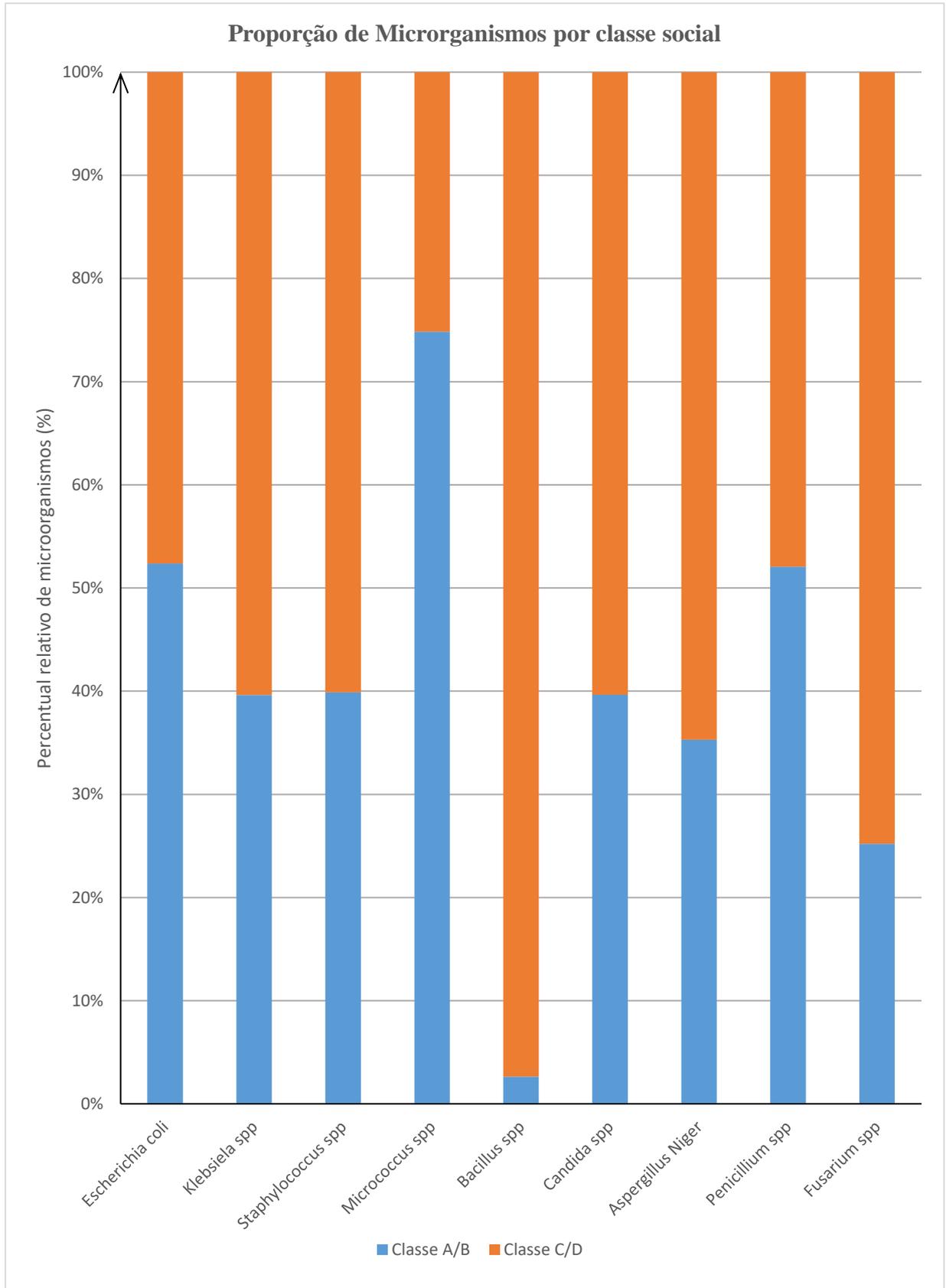
Figura 49 - Identificação da bactéria.



Fonte: (CHAYB, 2014)

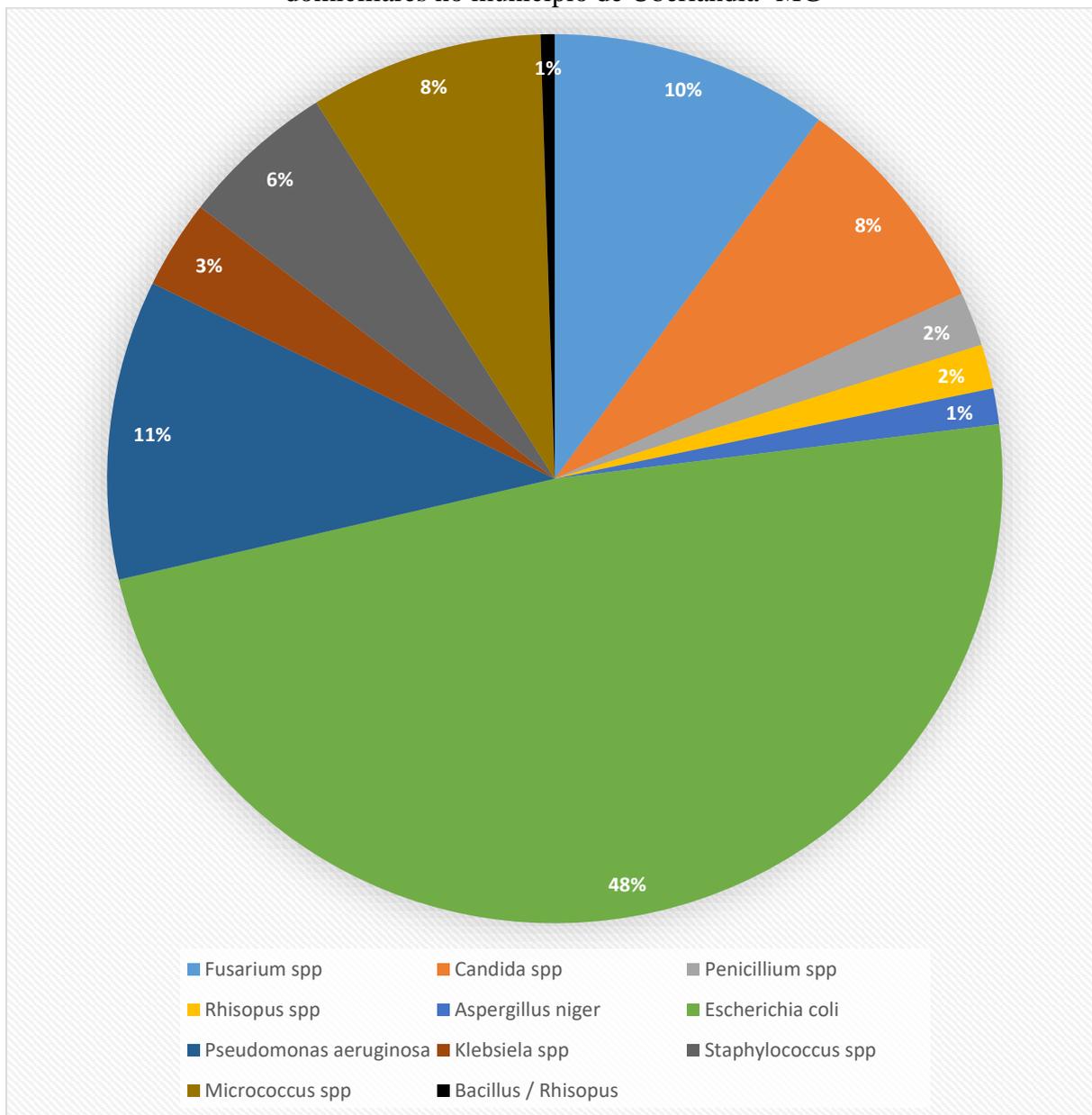
Segundo Chayb (2014), as maiores contagens de coliformes totais foram verificadas nos RD, independentemente da classe avaliada, sendo que os termotolerantes apresentaram contagem superior nos RD das classes C e D (RD CD). Foram encontrados *Micrococcus spp* nos RD das classes A e B (RD AB). *Bacillus spp* apresentou-se com maior contagem nos RD classes C e D. Nas Figuras 50 e 51 apresentam um resumo sobre a ocorrência das maiores e menores contagens microbianas dentre os RD avaliados por microrganismos patogênicos.

Figura 50 – Tipos de Microrganismos Patogênicos por classe social (em %)



Fonte: Adaptado de (CHAYB, 2014).

Figura 51 – Percentual dos tipos de Microrganismos Patogênicos presentes nos resíduos domiciliares no município de Uberlândia- MG



Fonte: Adaptado de (CHAYB, 2014).

### 5.1.3.3 Análise e discussão da contraposição entre o Teor Patogênico dos Resíduos Domiciliares com os de Saúde no município de Uberlândia-MG

O potencial de risco para a saúde humana e para o meio ambiente associado aos RD tem sido motivo de discussões e controvérsias. No que concerne aos RSS, a questão central que se coloca é sobre a periculosidade de parte deste resíduo, a qual é considerada perigosa e potencialmente infectante. Essa fração, conhecida também por resíduo biológico (RSS do

Grupo A), representa em torno de 10% dos RSS. Porém, havendo segregação adequada, esses resíduos podem ser reduzidos de 1 a 5% daqueles gerados em estabelecimentos de saúde (UNEP, 2003). É de se esperar que uma fração dos RD seja composta por resíduos infectantes, já que fezes, sangue, exsudatos e secreções estão presentes em papéis higiênicos, absorventes, fraldas descartáveis, lenços de papel e curativos. Esses substratos contêm alta concentração de microrganismos, de diferentes níveis de virulência e grau de infectividade (CUSSIOL, 2005).

No Brasil os resultados das análises microbiológicas em amostras de RSS e RD na pesquisa de Ferreira (2001), apontam para uma razoável semelhança entre eles, a ponto de permitir colocá-los, do ponto de vista gerencial, numa mesma categoria de risco.

Há falta de evidências científicas sobre o risco à saúde oferecido pelos RSS quando comparados aos RD. Vários pesquisadores (FERREIRA, 1997; RUTALA; MAYHALL, 1992; CUSSIOL *et al.*, 2005) consideram desnecessária a inativação dos primeiros, geralmente realizada por processos dispendiosos, inapropriados e muitas vezes geradores de poluição, por ambos resíduos apresentarem muitas mais semelhanças do que diferenças quanto a suas características. O risco à saúde pública, conferido pelos RSS, excetuado à fração perfuro cortante, não é maior do que os resíduos domiciliares e, portanto, no que tange à legislação, deveria ser tratado igualmente (DUGAN, 1992).

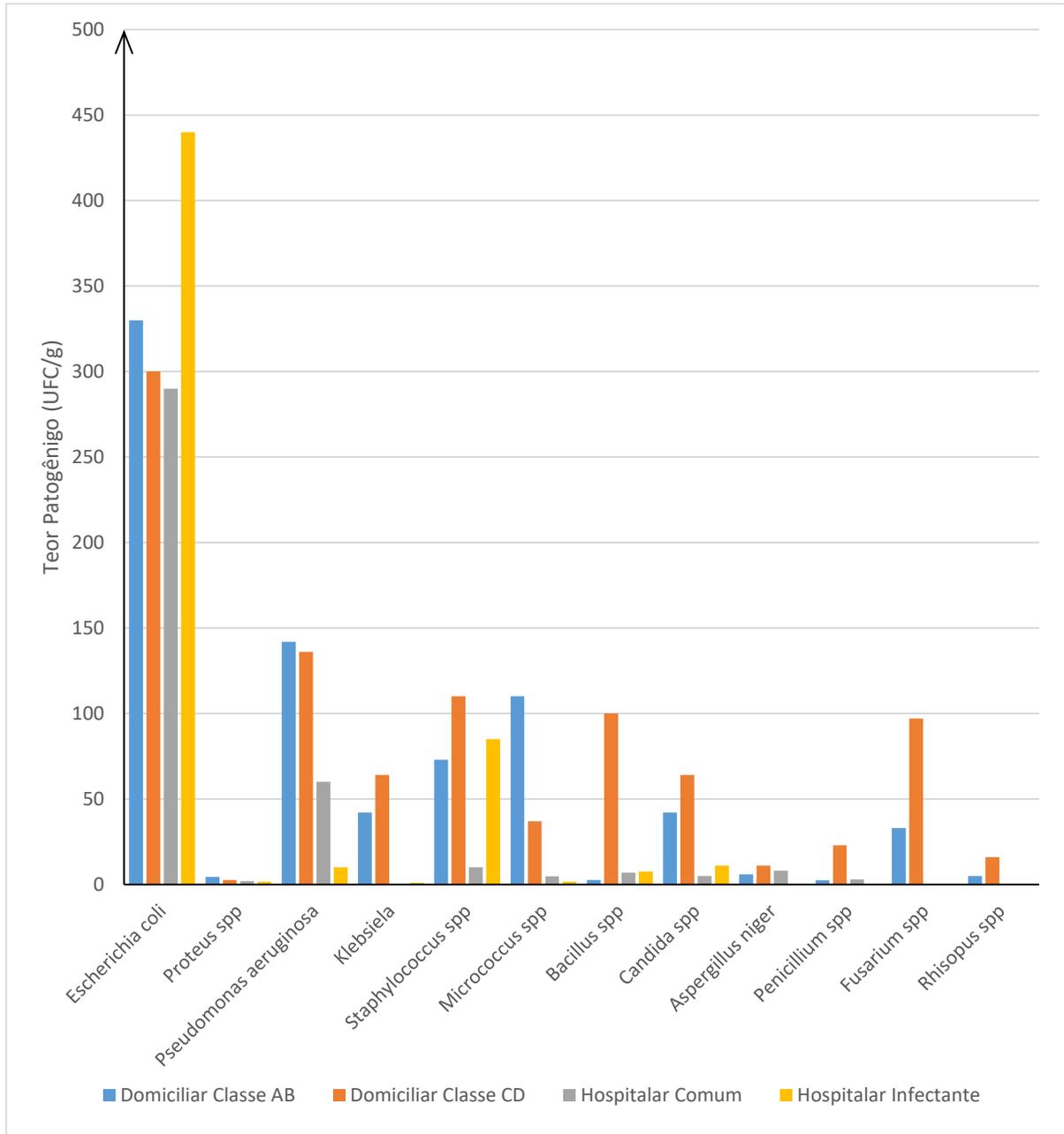
Os procedimentos das análises microbiológicas baseados nas metodologias preconizadas pela *Environmental Protection Agency* (EPA), *American Public Health Association* – APHA (2005). E constatou-se a identificação das espécies de *Enterococcus*; de *Salmonella* e de outras *Enterobacteriaceae*. A suscetibilidade das estirpes bacterianas isoladas dos lixiviados de RSS e RD foi avaliada pela técnica de disco-difusão em ágar, que consiste num teste *in vitro* amplamente utilizado na rotina clínica.

Hoje se sabe que a maioria dos microrganismos encontrados nos RSS pertence à microbiota normal do corpo humano. Estão presentes na pele, nas mucosas e mesmo no interior do corpo, desde o nascimento até a morte. Além disso, são encontrados frequentemente em todos os resíduos da atividade humana, já existindo trabalhos que demonstram que os RD são mais contaminados do que os RSS (SOUZA, 2005).

Os resultados obtidos no trabalho de Silva *et al.* (2011) permitem afirmar que ambos os resíduos RSS e RD apresentam potencial de risco à saúde humana e ao ambiente, se gerenciados e dispostos inadequadamente. Dessa forma, não foram obtidos elementos comprovando que os RSS sejam mais perigosos ou mais contaminados do que os RD. Por isso, tornam-se improcedentes as exigências em relação aos RSS no tocante à necessidade de tratamento e disposição final de maneira particular em aterros especiais ou separada dos RD.

Portanto, diante desses estudos, a fim de se fazer afirmações a respeito da real periculosidade advinda da inadequação de RD com potencial patogênico, foi realizada uma contraposição entre o teor patogênico dos RD com os de saúde, com a elaboração de um gráfico considerando as características destes, por meio de produções científicas que estabelecem a especificação dos resíduos, conforme a Figura 52.

Figura 52 – Teor Patogênico dos Resíduos Domiciliares com os de Saúde



\* Porcentagem é obtida em relação ao valor total analisado.

Fonte: Adaptado de (CHAYB, 2014).

Dessa forma, constatou-se que a pesquisa de Chayb (2014), por meio de um estudo comparativo da contaminação por microrganismos patogênicos em RD com os RSS no município de Uberlândia-MG, os resultados mostraram a existência de diferenças significativas na contagem microbiana de todos os microrganismos avaliados, quando os tipos de resíduos foram comparados (RD x RSS), evidenciou-se que, os RSS infectante como o comum, apresentaram as menores contagens para a grande parte dos microrganismos avaliados, as maiores contagens foram verificadas nos RD, pois neles a contaminação foi maior e mais diversificada.

Contudo, os RD apresentaram maior contaminação com riscos à saúde pública e ao meio ambiente. Daí a importância de se classificar os resíduos domiciliares potencialmente infectantes. Assim, mostrou-se a necessidade dessa abordagem de classificação dos RDPI, a fim de evitar os agravos na saúde humana, animal e ao meio ambiente.

Esta pesquisa comprovou por meio de trabalhos científicos, que em vários países e no Brasil há um arcabouço técnico-legal vigente, com modelos de gestão de RD e/ou municipais com propostas excelentes de gerenciamento, porém, há lacunas normativas quanto à classificação dos RDPI, bem como o seu manejo adequado.

Não existe diferenças significativas, entre o Brasil e os países desenvolvidos, no tocante a forma como as normas jurídicas tornam-se públicas no meio social, pois em vários países analisados, as ações voltadas à problemática dos RSU são impostas por leis, decretos, resoluções ou diretivas. O mesmo acontece quanto a responsabilidade pela gestão desses materiais, a qual se faz de forma compartilhada entre sociedade, indústria, poder público e consubstanciada na sensibilização, na redução, reutilização, reciclagem e disposição final adequada.

Semelhantemente aos países desenvolvidos, as normas ambientais brasileiras determinam que a responsabilidade pelos RSU gerados seja compartilhada entre poder público, setor privado e sociedade. Entretanto, a execução da legislação esbarra na inércia de se desenvolver políticas públicas eficientes, que se desencadeiam a perpetuação da nociva política de degradação ambiental, do retrocesso social, econômico e ambiental.

Deve-se considerar que, mesmo contrariando a legislação, atualmente a ausência de uma classificação para resíduos domiciliares no que tange ao seu potencial infectocontagioso, é um fato que não pode ser preterido. Considerando todas as condições necessárias para o estabelecimento de doenças causadas por microrganismos patogênicos por meio do contato com RD, o estudo apresentou a presença desses microrganismos patogênicos em determinado meio, que poderá levá-los a entrar em contato com a pessoa.

## 5.2 PROPOSTA DE UMA ABORDAGEM DE CLASSIFICAÇÃO PARA OS RESÍDUOS POTENCIALMENTE INFECTANTES (RDPI) DE ACORDO COM AS CARACTERÍSTICAS DE PATOGENICIDADE E NA CLASSIFICAÇÃO DE SEUS CONSTITUINTES

Na literatura, observou-se que os resíduos sólidos (RS) podem ser classificados de várias maneiras, como por exemplo, segundo a natureza física ou pelo grau de biodegradabilidade, que transita entre alta, média e baixa degradação (BIDONE & POVINELLI, 1999), ou ainda em função composição química do resíduo, podendo identificá-lo com mais facilidade, quando dividida ou classificada a sua matéria em orgânica e inorgânica.

Pode-se classificá-los também em função da sua origem, embora a classificação em função do seu grau de periculosidade também seja bastante utilizada (BAI e SUTANTO, 2002).

Conforme Schalch (2002), Bidone e Povinelli (1999), classifica-se os RS, quanto à fonte geradora, em três categorias: resíduos urbanos, resíduos sólidos industriais e resíduos especiais. Entretanto, os RS podem ser classificados de várias formas, e esta classificação envolve a identificação do processo ou atividade que lhe deu origem, a segregação do resíduo na fonte geradora, a identificação de sua origem, dentro do processo produtivo e pós-consumo, e conhecer todos os seus constituintes, ou seja, conhecer tudo de que é constituído o resíduo.

Assim, Silva *et al.* (2011) aborda que os RS são classificados de acordo com sua origem, tipo de resíduo e composição química e periculosidade. Essa classificação é de extrema importância para que se possa fazer o correto gerenciamento do RS e assim minimizar os efeitos danosos à saúde humana e ao meio ambiente.

É ainda necessário identificar e conhecer o tipo de resíduo descartado pela fonte geradora no meio ambiente para que se possa caracterizá-lo. Esta caracterização permite a obtenção de informações referentes às características físicas, químicas e biológicas dos resíduos presentes numa cidade ou região, possibilitando uma maior visualização das suas implicações anteriores e atuais, e gerando subsídios para um correto tratamento e disposição final (SCHALCH *et al.*, 2002).

De acordo com os estudos na revisão de literatura, os RS perigosos Classe I são os que possuem as características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade e por isso apresentam risco a saúde pública, provocando ou contribuindo para o aumento da mortalidade.

E apresentam efeitos adversos ao meio ambiente, quando manuseados ou dispostos de forma inadequada. Devem ter uma segregação, acondicionamento, identificação, coleta,

transporte e destinação final adequados com a finalidade de minimizar os riscos à população e ao meio ambiente.

Como também, se pode entender da definição de resíduo perigoso, descrita no art. 13, II da PNRS os resíduos perigosos são aqueles que possuem as seguintes características: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade e por essa razão são danosos a saúde humana ou ao meio ambiente, quando gerenciados de forma incorreta.

Ressalta-se que, os RD contam com grande parte de matéria orgânica, que entra rapidamente em decomposição ao ar livre, proliferando moscas, baratas, ratos, urubus, além de exalar mau-cheiro.

O fato é que a significativa presença de matéria orgânica em decomposição, encontrada nos RD, determina a necessidade de transporte ágil e destinação imediata (LEITE, 1997).

De acordo com Bezerra (2016) a expressão, rejeitos, refere-se às parcelas contaminadas dos RD: embalagens que não se preservaram secas, resíduos úmidos que não podem ser processados em conjunto com os demais, resíduos das atividades de higiene e outros tipos. Uma das especificidades do RD é a maneira constante com que cada indivíduo, família e domicílio contribuem para a produção de resíduos e conseqüentemente o gradativo aumento dos problemas a eles associados, que de embaraço no espaço domiciliar se transmuta por vezes em transtorno público, crise e até calamidade urbano-ambiental.

Os secos são compostos por materiais potencialmente recicláveis, enquanto os molhados correspondem à parte orgânica dos resíduos (sobras de alimentos, cascas de frutas, restos de poda, entre outros). Essa classificação é muito utilizada nos programas de coleta seletiva por ser facilmente compreendida pela população.

Os resíduos orgânicos, segundo Siqueira *et al.* (2009) são materiais potencialmente perigosos, à medida que além de contaminar e poluir o solo, a água e a atmosfera, também é usado como habitat de agentes potenciais transmissores de doenças.

Comumente, o resíduo orgânico é misturado na origem, seja nas residências, seja nos estabelecimentos comerciais, junto a resíduos recicláveis e rejeitos dentro de sacos plásticos colocados nas ruas a ser coletado pelos garis.

Nesse caso, a fração orgânica se decompõe anaerobicamente (por estar fechado e não ter acesso ao oxigênio atmosférico), gerando mau cheiro, além de atrair organismos indesejados como ratos, baratas, pombos, insetos e cães de rua. Todos esses animais, em contato com a material orgânico, servem de vetores para microrganismos, que podem ser patogênicos (FRESCA, 2007).

Esse resíduo domiciliar produzido nos domicílios pode ser classificado conforme sua composição, e varia muito com base na renda familiar de cada família, além da própria cultura e localização da mesma. De uma forma geral os resíduos neste ambiente encontrado envolvem resíduos sanitários, restos de alimentos, vidros, plásticos, papéis e outros (FRESCA, 2007).

Por isso, é indispensável que os municípios realizem o levantamento da composição gravimétrica dos RD gerados em suas respectivas áreas. Porém, a metodologia para caracterização física dos RD não é padronizada no mundo, o que dificulta a comparação entre diferentes estudos (EDJABOU *et al.*, 2015).

No Brasil, observou-se que diversos trabalhos adotam uma metodologia diferente uma da outra para realizar a análise da composição gravimétrica (KIM, 2018).

Segundo Ferreira (2001) a classificação de resíduos é uma atividade complexa e, em muitos casos, ainda indefinida mesmo nos países desenvolvidos. Quanto mais perigoso é considerado o resíduo, maiores os cuidados necessários e, como consequência, maiores os custos envolvidos.

Portanto, a classificação dos RD é objeto de muitas discussões, pela dificuldade de enquadramento dos diferentes constituintes em classes de resíduos.

Esta classificação vem sofrendo um processo de evolução contínuo, com a introdução de novos tipos de resíduos nas residências e como resultado do conhecimento do comportamento destes perante o meio ambiente e a saúde.

Desta forma, sugere-se a necessidade constante da atualização e padronização das legislações e normas técnicas referentes à classificação dos RD.

Assim, para classificar os resíduos domiciliares potencialmente infectantes, buscou-se em vários estudos citados na revisão de literatura, como por exemplo, na publicação de (CEMPRE, 2018) Compromisso Empresarial para Reciclagem, a classificação dos constituintes dos RD conforme apresentados no Quadro 27.

Quadro 27 – Classificação dos constituintes dos resíduos domiciliares

<b>RESÍDUOS ORGÂNICOS/MOLHADOS</b>	<b>RESÍDUOS INORGÂNICOS/SECOS</b>
Restos de preparo dos alimentos, alimentos estragados, alimentos in natura, produtos deteriorados, cascas e bagaços de frutas e verduras, legumes, restos de arroz e de feijão, ossos, restos de carnes e ovos, macarrão,	Embalagens fabricadas a partir de plásticos, papéis secos, borrachas, vidros e metais (alumínio, ferro) diversos, embalagens plásticas, têxteis, vidros, papéis, latas de alumínio e plásticos em geral.

Continuação

Continuação: Quadro 27 – Classificação dos constituintes dos resíduos domiciliares

<p>sementes, restos de alimentos industrializados, borra de café, chá, plantas, papéis molhados, pelos de animais, cabelos humano, podas de jardim, pães e batatas deteriorados, fezes de animais, queijos em geral, produtos de cereais deteriorados, bolos e similares com recheio e cobertura deteriorados, produtos de confeitaria, doces, salgados, massas salgadas estragados, carne moída e presunto deteriorados, carnes bovinas, carnes de aves, mariscos. Fraldas descartáveis (infantil e adulto) com urina e restos de fezes, absorventes e preservativos sujos, fluidos corpóreos (escarros, catarros, sangue). Caixa de pizza com restos de molhos, queijos engordurados, cabelo, fio dental, cotonetes, papel celofane, plastificado ou carbono. O mesmo vale para papel toalha e guardanapo sujos, palito de fósforo, de dentes, de picolé, fita crepe, durex e isolante, restos de comida, folhas secas, flores, aparas de grama, mato, toalhas de papel molhadas e engorduradas. Lixo de banheiro (papel higiênico, lenços de papel, cotonetes), caixas de papel e papelão sujas, engorduradas (ex: de pizza), plastificados, metalizados ou parafinados (ex: embalagens de salgadinho, biscoito, bolacha e pipoca), esponjas de cozinha, cinzas e pontas de cigarro e poeira de varrição, carne deterioradas, papel carbono e celofane, pó de varrição, esponjas de pia, cadáveres de animais.</p>	<p>Produtos compostos como as embalagens “longa vida”, couros tratados, tecidos, madeiras, isopor, parafina, cerâmicas, porcelanas, espumas, cortiças, latas, guardanapos, toalha de papel, velas, produtos de maquiagem, adesivos, rolhas, grampos, tachinhas e panos de limpeza, bituca de cigarro, espuma, esponja, lã de aço, os pratinhos metalizados e bandejas de isopor sem restos de alimentos, papel laminado, nota fiscal, papel de fax, filme plástico, envelope, sacolinha plástica, jornais, revistas, embalagens de salgadinho e de bolacha, saco de carvão sujo, fotografias, jornais, revistas, garrafas, embalagens em geral, fitas e etiquetas, refratários, louças de porcelana ou cerâmica, cristais, acrílico, tecidos e trapos, pedaços de couro, esponjas de aço, cabos de panela, espuma de colchão.</p>
---	---

**Fonte:** Adaptado de (CEMPRE, 2018).

### 5.2.1 Classificação dos grupos de risco quanto ao grau de periculosidade e de acordo com as características de patogenicidade

Foi criada uma classificação de risco quanto ao grau de periculosidade para os RDPI baseada na RDC 222/18, de acordo com as características de patogenicidade, como apresenta o Quadro 28.

Quadro 28 - Classificação de Risco dos RD de acordo com o Grau de Periculosidade.

<b>PERICULOSIDADE DOS RESÍDUOS</b>	<b>GRAU DE RISCO</b>
<b>Resíduos Domiciliares Não Perigosos Grupo Ómega (<math>\Omega</math> 00)</b>	<b>0</b>
<b>RDPI – Grupo Alfa (<math>\alpha</math> 0I)</b>	<b>I</b>
<b>RDPI – Grupo Beta (<math>\beta</math> 0II)</b>	<b>II</b>
<b>RDPI – Grupo Gama (<math>\gamma</math> 0III)</b>	<b>III</b>
<b>RDPI – Grupo Delta (<math>\Delta</math> 0IV)</b>	<b>IV</b>

\*RDPI: Resíduos Domiciliares Potencialmente Infectantes

Fonte: Autora, 2019.

5.2.2 Classificação dos RD e seus constituintes divididos por cinco grupos descritos por meio de letras gregas e codificados por dois dígitos

Foi elaborada uma classificação dos RD e seus constituintes, que foram divididos por cinco grupos descritos por meio de letras gregas e codificados por dois dígitos, de acordo com o grau de risco de periculosidade baseados nas características de patogenicidade, como:

a) **Grupo Ómega ( $\Omega$  00)** - Não há material infectocontagioso; Sem Riscos. São compostos por:

- Resíduos Secos/Inorgânicos:

**Constituintes:**

- Embalagens fabricadas a partir de plásticos, papéis, papelão, vidros, metais diversos, embalagens de “longa vida de leite, sucos, etc.”, e de produtos de limpeza, garrafas pet,

sacolas de plástico, latinhas de alumínio, papéis coloridos (jornais, revistas, embalagens de balas e/ou biscoitos), isopor, parafina, cortiças, porcelanas, couros tratados e peças de vestuário.

b) **Grupo Alfa ( $\alpha$  0I)** - Há material potencialmente infectante quanto à sua patogenicidade, baixo risco individual e coletivo, não causa doença; São compostos por:

- Resíduos Molhados/Orgânicos:

**Constituintes:**

- Restos oriundos dos preparos dos alimentos, partes de alimentos in natura como: folhas, restos de legumes, verduras, cascas, sementes. Restos de alimentos industrializados, borra de café e chá, cabelos e pêlos de animais (cães e gatos), algodão e cotonetes sujos, sobras de podas de jardim (galhos, folhas, flores).

c) **Grupo Beta ( $\beta$  0II)** – Há material potencialmente infectante quanto à sua patogenicidade, com risco moderado e propagação limitada para ocorrência de doença; com riscos à saúde pública e ao meio ambiente. São compostos por:

- Resíduos Molhados/Orgânicos:

**Constituintes:**

- Restos de comida em deteriorados como: carne bovina, suína, aves e seus derivados, leite e queijos não pasteurizados, manteiga e margarina, produtos à base de ovos crus, produtos à base de cereais, amido, e arroz, maionese, restos de bolos, tortas, recheios, doces, salgados, alimentos com ovos, massas e molhos.

**Exemplos de Patógenos: (bactérias)**

➤ *Salmonella spp*

➤ *Bacillus cereus*

**Doenças relacionadas:**

➤ Síndrome emética

➤ Síndrome diarréica.

d) **Grupo Gama ( $\gamma$  0III)** – Há material potencialmente infectante quanto à sua patogenicidade, com risco alto, e propagação ilimitada para ocorrência de doença; com riscos à saúde pública e ao meio ambiente. São compostos por:

- Resíduos Molhados/Orgânicos:

**Constituintes:**

- Restos de carnes malcozidas e putrecidas, embutidos deteriorados (presuntos, salsicha, salames em geral, patês industrializados), saladas com legumes e verduras cruas, pães e derivados, frutas em geral com bolores azul e verde, papel de uso sanitário com fezes, urina e sangue, fluidos fisiológicos como: secreções/escarros humanos, (preservativos usados, absorventes higiênicos utilizados, curativos, fraldas descartáveis usadas (geriátrica e infantil).

**Exemplos de Patógenos: (bactérias)**

- *Staphylococcus aureus*
- *Escherichia coli*

**Doenças relacionadas:**

- Toxi-infecção, gastroenterite, colecistite, peritonite, endocardite, septicemia, infecção de trato urinário.

e) **Grupo Delta ( $\Delta$  0IV)** – Há material potencialmente infectante quanto à sua patogenicidade, com alto risco de letalidade. Com riscos à saúde pública e ao meio ambiente. São compostos por:

- Resíduos Molhados/Orgânicos:

**Constituintes:**

- Bolor preto em (pães, batata, verduras, legumes e frutas em geral, leguminosas como: amendoim, ervilha, soja, grão de bico, lentilha e feijão), restos de alimentos estragados, carnes putrecidas, produtos deteriorados, caldos e sopas vencidos, carnes e ossos

putrecidos, alimentos derivados da soja, com mofos, conservas caseiras, palmito em conserva, carnes enlatadas e conservadas em banha, tofu em conserva, pescados empacotados a vácuo e ovos de peixe fermentados, atum, camarão e mariscos, excrementos de animais, Carcaças de animais e vísceras, peças anatômicas (membros) do ser humano.

**Exemplos de Patógenos: (bactérias)**

- *Clostridium*
- *Shigella spp*

**Doenças relacionadas:**

- Diarréia, Sepsis, Insuficiência renal, erupções cutâneas, confusão mental, botulismo, insuficiência respiratória e morte por parada cardiorrespiratória.

**Exemplos de Patógenos: (fungos)**

- *Aspergillus sp*
- *Rhizopus spp*

**Doenças relacionadas:**

- Aspergilose Broncopulmonar (doença do “Mofo Preto”) e Zicomicose humana.

### 5.2.3 Classificação dos Cinco Grupos dos RDPI de acordo com seus constituintes e o Grau de Risco de periculosidade baseados nas características de patogenicidade

Dessa forma, diante do exposto foi feito um quadro com a classificação dos cinco grupos dos RDPI de acordo com o grau de risco e a classificação dos seus constituintes como apresenta o Quadro 29.

Quadro 29 - Classificação dos Cinco Grupos dos RDPI de acordo com o grau de risco e a classificação de seus constituintes

<b>ORIGEM DO RESÍDUO</b>	A geração é determinada, identificável e específica, cuja fonte geradora é o domicílio.		
<b>PATOGENICIDADE DO RESÍDUO</b>	É o resíduo que tem em sua composição, agentes infecciosos, que uma vez instalados no organismo do homem dos animais, podem produzir sintomas em maior ou menor proporção, dentre os hospedeiros infectados. Assim, o resíduo com a característica patogênica abarca alto grau de periculosidade, por apresentar significativo risco à saúde pública e à qualidade ambiental.		
<b>GRAU DE PERICULOSIDADE DO RDPI</b>	<b>CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO</b>	<b>GRUPOS DOS RDPI</b>	<b>NATUREZA FÍSICA E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS RDPI CONSTITUINTES</b>
			<b>SECOS/ INORGÂNICOS</b>
<b>Não há material infectocontagioso.</b>	<b>(Ω 00)</b>	<b>GRUPO ÓMEGA</b>	Embalagens fabricadas a partir de plásticos, papéis, papelão, vidros, metais diversos, embalagens de “longa vida” e de produtos de limpeza, garrafas pet, sacolas de plástico, latinhas de alumínio, papéis coloridos jornais, revistas, embalagens de balas e/ou biscoitos), isopor, parafina, cortiças, porcelanas, couros tratados e peças de vestuário.

Continuação

Continuação: Quadro 29 - Classificação dos Cinco Grupos dos RDPI de acordo com o grau de risco e a classificação de seus constituintes

<p><b>Há material potencialmente infectante quanto à sua patogenicidade, baixo risco individual e coletivo, não causa doença.</b></p>	<p><b>(<math>\alpha</math> 0I)</b></p>	<p><b>GRUPO ALFA</b></p>		<p>Restos oriundos dos preparos dos alimentos, partes de alimentos in natura como: folhas, restos de legumes, verduras, cascas, sementes. Restos de alimentos industrializados, borra de café e chá, cabelos e pêlos de animais (cães e gatos), algodão e cotonetes sujos, sobras de podas de jardim (galhos, folhas, flores).</p>
<p><b>Há material potencialmente infectante quanto à sua patogenicidade, com risco moderado e propagação limitada para ocorrência de doença.</b></p>	<p><b>(<math>\beta</math> 0II)</b></p>	<p><b>GRUPO BETA</b></p>		<p>Restos de comida em deteriorados como: carne bovina, suína, aves e seus derivados, leite e queijos não pasteurizados, manteiga e margarina, produtos à base de ovos crus, produtos à base de cereais, amido, e arroz, maionese, restos de bolos, tortas, recheios, doces, salgados, alimentos com ovos, massas e molhos.</p>

Continuação

Continuação: Quadro 29 - Classificação dos Cinco Grupos dos RDPI de acordo com o grau de risco e a classificação de seus constituintes

<p><b>Há material potencialmente infectante quanto à sua patogenicidade, com risco alto, e propagação ilimitada para ocorrência de doença.</b></p>	<p><b>(γ 0III)</b></p>	<p><b>GRUPO GAMA</b></p>	<p>Restos de carnes malcozidas e putrecidas, embutidos deteriorados (presuntos, salsicha, salames em geral, patês industrializados), saladas com legumes e verduras cruas, pães e derivados, frutas em geral com bolores azul e verde, papel de uso sanitário com fezes, urina e sangue, fluidos fisiológicos como: secreções/escarros, preservativos usados, absorventes higiênicos utilizados, curativos, fraldas descartáveis usadas (geriátrica e infantil).</p>
--	------------------------	--------------------------	--

Continuação

Continuação: Quadro 29 - Classificação dos Cinco Grupos dos RDPI de acordo com o grau de risco e a classificação de seus constituintes

<p><b>Há material potencialmente infectante quanto à sua patogenicidade, com alto risco de letalidade.</b></p>	<p><b>(Δ 0IV)</b></p>	<p><b>GRUPO DELTA</b></p>	<p>Bolor preto em (pães, batata, verduras, legumes e frutas em geral, leguminosas como: amendoim, ervilha, soja, grão de bico, lentilha e feijão), restos de alimentos estragados, carnes putrecidas, produtos deteriorados, caldos e sopas vencidos, carnes e ossos putrecidos, alimentos derivados da soja, com mofos, conservas caseiras, palmito em conserva, carnes enlatadas e conservadas em banha, tofu em conserva, pescados empacotados a vácuo e ovos de pescado fermentados, atum, camarão e mariscos, excrementos de animais, Carcaças de animais e vísceras, peças anatômicas (membros) do ser humano.</p>
--	-----------------------	---------------------------	--

\*Aqueles que em razão de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade não entraram na presente classificação.

\*Os resíduos domiciliares foram classificados quanto ao seu grau de periculosidade em relação à patogenicidade, de acordo as referências das metodologias analíticas (ACHA, 1989; APHA, 2005); (BRASIL, 2004; BRASIL, 2010; BRASIL, 2018; CEMPRE, 2018).

**Fonte:** Autora, 2019.

### 5.3 IMPACTOS DA CONTAMINAÇÃO E OS RISCOS INERENTES AO GERENCIAMENTO QUE OS RDPI PODEM OCASIONAR QUANDO NÃO SEGREGADOS, ACONDICIONADOS E IDENTIFICADOS ADEQUADAMENTE NOS DOMICÍLIOS

Risco à saúde é a probabilidade da ocorrência de efeitos adversos à saúde relacionados com a exposição humana a agentes físicos, químicos ou biológicos. Tais efeitos adversos podem ser desde uma doença até sérios agravos e morte. Risco ao meio ambiente corresponde a probabilidade da ocorrência de efeitos adversos ao meio ambiente, também decorrentes de agentes físicos, químicos ou biológicos, que em determinadas situações favoreçam a persistência, disseminação e modificação desses agentes no ambiente (ANVISA 2006).

O risco ambiental, de acordo com Schneider (2004), é aquele que ocorre no meio ambiente e pode ser classificado de acordo com o tipo de atividade; exposição instantânea, crônica; probabilidade de ocorrência; severidade; reversibilidade; visibilidade; duração e ubiquidade de seus defeitos.

Schneider (2004), classifica os riscos como: - Risco à saúde; é a probabilidade da ocorrência de efeitos adversos à saúde relacionados com a exposição humana a agentes físicos, químicos ou biológicos, em que um indivíduo exposto a um determinado agente apresente doença, agravo ou até mesmo morte, dentro de um período determinado de tempo ou idade; - Risco para o meio ambiente; é a probabilidade da ocorrência de efeitos adversos ao meio ambiente, decorrentes da ação de agentes físicos, químicos ou biológicos, causadores de condições ambientais potencialmente perigosas que favoreçam a persistência, disseminação e modificação desses agentes no ambiente; E avaliação do risco ambiental é uma ferramenta metodológica essencial para a execução de uma política de "saúde ambiental" (SCHNEIDER, 2004).

Para Schalch (2002), ficou constatado em estudos realizados para avaliação dos riscos à saúde humana, decorrentes do descarte e disposição inadequada dos resíduos sólidos em lixões e aterros controlados, a influência direta na relação "RSU versus Doenças". Estes autores concluíram que os fatores que circundam esta relação compõem o perfil epidemiológico de uma comunidade e que, torna-se crucial para melhoria dos aspectos da qualidade ambiental e das condições de saúde pública, a escolha mais adequada do modelo de gestão aplicada.

Segundo dados do Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2016), dos 5.570 municípios brasileiros, 3.353 dispõem de forma incorreta seus RSU, ou seja, 60% dos

municípios. Por motivos que foram expostos ao longo deste trabalho, tal índice pode ser ainda pior.

Sob o ponto de vista sanitária a eficiência do manejo reduz os perigos decorrentes de mal gerenciamento, da falta de segregação, do mal acondicionamento na fonte. O sistema de coleta deve ser bem organizado a fim de produzir o maior rendimento possível e servir, pela sua pontualidade, de estímulo e exemplo para que a comunidade colabore.

Assim, torna-se importante para a solução do problema mencionado acima, o manejo adequado dos resíduos domiciliares potencialmente infectantes (RDPI), com a correta segregação, acondicionamento, identificação, coleta e destinação final.

A segregação dos RDPI consiste em um ponto crítico no gerenciamento, bem como a identificação nos sacos acondicionados para a coleta, contribui de forma determinante para o sucesso no manejo desses resíduos.

Caso haja mistura de resíduos de grupos diferentes, um resíduo não perigoso pode ser contaminado e tornar-se perigoso, dificultando seu gerenciamento e aumentando os riscos à saúde pública e os custos a ele associados. A separação correta e criteriosa permite o tratamento diferenciado, a prevenção aos agravos à saúde humana, animal e ao meio ambiente e a racionalização de recursos despendidos.

Além da redução de riscos de contaminação no meio ambiente, no trabalhador e na comunidade. É certamente menos oneroso manusear e acondicionar resíduos de forma adequada do que a recuperação de recursos naturais contaminados, bem como o tratamento de saúde da população e do pessoal envolvido com os resíduos.

De acordo com que foi apresentado, manejo adequado dos RDPI também, se faz importante por meio do acondicionamento correto nos sacos plásticos, onde os mesmos deverão ser identificados de acordo com a classificação dos grupos de riscos no que tange a periculosidade dos resíduos, tendo em vista que, a falta de identificação ou mesmo o incorreto processo pode comprometer todo o manejo dos RDPI.

Nesse contexto, o manejo inadequado dos RDPI pode causar situações de risco ambiental, transcendendo os limites da gestão pública, o que pode gerar doenças e prejuízos na qualidade de vida da população. Além disso, a adoção de procedimentos inadequados referentes aos RDPI se constituem uma fonte de riscos para os profissionais envolvidos no manejo desses resíduos.

O gerenciamento adequado dos resíduos depende do envolvimento de cada indivíduo e da comunidade, entende-se que deva ser desenvolvido de forma colaborativa, atribuindo assim corresponsabilidade aos indivíduos envolvidos.

O Brasil possui normas e legislações suficientes para a execução de um gerenciamento adequado dos RSS, porém, para os RDPI, não foi encontrado um manejo específico para esses resíduos, bem como uma classificação pelo grau de periculosidade dos mesmos na legislação brasileira e, também nas legislações de outros países pesquisados conforme apresentados na revisão de literatura desse estudo.

A questão central que se coloca é sobre a periculosidade ou não dos resíduos. Embora esta seja uma questão não-resolvida, os países desenvolvidos adotam uma política cautelosa e consideram tais resíduos como resíduos que exigem tratamento especial (perigosos, patogênicos, patológicos, entre outras denominações). A recomendação de incineração dos resíduos, ou de parte deles, é uma constante (FERREIRA, 2001).

O gerenciamento adequado dos RD se faz necessário, pois segundo Ferreira (2001), as características biológicas dos resíduos são determinadas pela população microbiana e agentes patogênicos presentes no resíduo. O conhecimento dessas características é importante, sobretudo porque contribui na avaliação dos riscos à saúde pública causados pela incorreta manipulação desses resíduos.

O conhecimento dessas características biológicas, juntamente com as características químicas, propicia a seleção dos métodos de tratamento e disposição final mais adequados para cada tipo de resíduo produzido (IBAM, 2001).

Dessa forma, esta pesquisa propôs as principais etapas operacionais do gerenciamento dos RDPI, de acordo com a abordagem de classificação como: a segregação, acondicionamento, identificação, coleta, e destinação final.

Contudo, todas as etapas se dispõem a um mesmo fim: a manutenção da saúde, bem-estar da população e promover a qualidade ambiental, para desenvolver a sustentabilidade (KARAK *et al.*, 2012).

### 5.3.1 Descrição das Etapas do Processo de Gerenciamento pautado na abordagem de classificação dos RDPI

E, para viabilizar a abordagem da classificação dos RDPI no que tange ao seu correto manejo, foi necessário implementar medidas de segregação, acondicionamento, identificação, coleta e destinação final adequados, a fim de minimizar os riscos inerentes ao gerenciamento dos mesmos como foi apresentado no item anterior.

Para isso foi feita uma comparação no que diz respeito as diretrizes do manejo adequado dos SS quanto ao risco infeccioso constante na RDC 222/18 da Anvisa, priorizando a segregação, acondicionamento e identificação.

A responsabilidade pela coleta, o tratamento e a disposição final dos RD é do poder público municipal e, em sua maioria, vem fazendo de forma incorreta, desperdiçando recursos e poluindo o meio ambiente. Isso significa que a caracterização física dos RD é fundamental enquanto subsídio à gestão e ao gerenciamento dos mesmos.

Para o acondicionamento adequado do RD deve-se ter embalagens que apresentem bom desempenho para que atendam a requisitos de acondicionamento local e estático do resíduo. Embora o acondicionamento seja de responsabilidade do gerador, a administração municipal deve exercer funções de regulamentação, educação e fiscalização, visando assegurar condições sanitárias e operacionais adequadas (CEMPRE, 2018).

Assim, acondicionar os RDPI significa prepara-los para a coleta de forma sanitariamente adequada, como ainda compatível com o tipo e a quantidade de resíduos.

Na coleta domiciliar, os moradores devem ser orientados quanto ao horário da coleta e também para não colocarem o material na rua em volumes de massa superior a 20 kg ou em um grande número de pequenos sacos ou sacolas, pois isso dificulta o manuseio. Quando diversas sacolas pequenas são usadas, devem estar amarradas ou colocadas em um saco maior, para manuseio único.

A identificação deve estar aposta nos sacos de acondicionamento, nos recipientes de coleta, e nos locais de armazenamento, em local de fácil visualização, utilizando-se símbolos, cores e frases. A identificação dos sacos de plásticos e dos recipientes poderá ser feita por etiquetas autoadesivas, desde que seja garantida a resistência destes aos processos normais de manuseio dos sacos e recipientes.

A coleta normalmente pode ser classificada em dois tipos de sistemas: sistema especial de coleta de resíduos (resíduos contaminados) e sistema de coleta de resíduos não contaminados. Neste último, a coleta pode ser realizada de maneira regular (resíduos encaminhados para o destino final) ou seletiva (resíduos recicláveis que são encaminhados para locais de tratamento e/ou recuperação).

Dessa forma, foi elaborado o Quadro 30 com a descrição das etapas do Processo de Gerenciamento dos RDPI, pautado na abordagem de classificação.

Quadro 30 – Descrição das Etapas do Manejo dos RDPI

<b>ETAPAS DO MANEJO</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>
<b>SEGREGAÇÃO</b>	<p>Consiste em separar apropriadamente os RD segundo a abordagem de classificação a ser adotada. É uma das operações fundamentais, pois permite o cumprimento dos objetivos de um sistema eficiente de manuseio de resíduos, é uma vantagem a redução dos riscos para a saúde humana e o meio ambiente, impedindo que os RDPI, que geralmente são frações pequenas, contaminem os outros resíduos da fonte, bem como, os indivíduos que o manuseiam. Assim, os RDPI devem ser segregados no momento de sua geração, conforme a classificação dos cinco grupos de riscos. Além disso, no momento da segregação, os indivíduos devem utilizar normas básicas de biossegurança (Biossegurança em saúde, estratégias de ação. Exemplos: a higienização das mãos, uso de luvas, uso de avental, estar de cabelos presos, com unhas aparadas e limpas, não tocar a mucosa oral, nasal ou ocular durante o processo de segregação e por fim, recomenda-se não usar joias, bijuterias e relógios.</p>
<b>ACONDICIONAMENTO</b>	<p>Consiste no ato de embalar os RD segregados, em sacos ou recipientes de acordo com a ABNT NBR 9191:2008. Quanto ao acondicionamento dos RDPI, é sugerida a colocação desses resíduos em lugares higienizáveis, dentro de coletores tampados e em temperatura ambiente. Assim, esses resíduos devem ser dispostos de forma sanitariamente adequada, como ainda compatível com o seu tipo e a sua quantidade, escolhendo assim, o recipiente mais adequado quanto: as características do RD; forma de geração do resíduo; da frequência da coleta; do tipo de edificação. Os sacos plásticos são as embalagens mais adequadas para acondicionar o RD, pois são de fácil manuseio, leves, sem retorno e de baixo ou nenhum custo. Os sacos plásticos devem possuir algumas características como resistência, ter opções de volumes de 20, 30, 50 e 100 litros. Os recipientes adequados para acondicionar os RDPI devem pesar ao máximo 20 kg, incluindo a carga, se a coleta for manual, deverão ser herméticos para evitar derramamento ou exposição dos resíduos, se colocação dos resíduos em embalagens flexíveis (sacos plásticos) essas, devem estar devidamente fechadas, e ao colocar em estruturas como vasilhames, latões e contêineres, estas devem possuir tampas e estabilidade para não tombar facilmente. O acondicionamento adequado dos RD proporciona vantagens, como a facilitação da coleta e transporte, a redução da ocorrência de acidentes aos profissionais de limpeza urbana, e principalmente, evita o mau cheiro, a atração de animais e a proliferação de vetores de doenças.</p>

Continuação

Continuação: Quadro 30 – Descrição das Etapas do Manejo dos RDPI

<p><b>IDENTIFICAÇÃO</b></p>	<p>Consiste no conjunto de medidas que permite o reconhecimento dos RD contidos nos sacos e recipientes, fornecendo informações ao correto manejo dos RDPI. Devem ser identificados em local de fácil visualização, de forma indelével, utilizando os códigos, e frases e cor, relacionadas à identificação do conteúdo e aos riscos específicos de cada grupo de risco, e de acordo com a ABNT NBR 7500:2017. Para a identificação dos RDPI será necessário a colocação de etiquetas autoadesivas ilustrativas da cor rosa, trazendo os grupos de risco de acordo com a abordagem de classificação, divididos por meio de letras gregas, com códigos que permitem a descrição do resíduo e o grau de periculosidade, são eles: Grupo <b>Ômega (Ω 00)</b> - Não há material infectocontagioso; Grupo <b>Alfa (α 0I)</b> - Há material potencialmente infectante, baixo risco individual e coletivo, não causa doença; Grupo <b>Beta (β 0II)</b> - Há material potencialmente infectante, com risco moderado e propagação limitada para ocorrência de doença; Grupo <b>Gama (γ 0III)</b> - Há material potencialmente infectante, com risco alto e propagação ilimitada para ocorrência de doença; <b>Grupo Delta (Δ 0IV)</b> - Há material potencialmente infectante, com risco alto de letalidade.</p>
<p><b>COLETA E DESTINAÇÃO FINAL</b></p>	<p>A coleta domiciliar consiste na coleta dos resíduos gerados em residências, cujos volumes e características sejam compatíveis com a legislação municipal vigente. E o seu transporte para áreas de tratamento ou destinação final são ações do serviço público municipal. Existem duas formas de coleta de resíduo domiciliar, diretamente, nas ruas e em locais pré-determinados (Pontos de Entrega Voluntária), onde a população leva os resíduos até o local de coleta. Quanto à modalidade da coleta, ela se distingue em regular (todos os resíduos vão para um mesmo destino final) ou seletiva (resíduos recicláveis vão para locais de tratamento e/ou recuperação). E quando se tratar dos RDPI, propõe-se que sejam coletados por sistema especial de coleta para resíduos contaminados, respeitando a abordagem de classificação dos cinco grupos de risco e encaminhados ao tratamento para eliminação da patogenicidade conforme cada grupo de risco, que poderá ser por: autolavagem, micro-ondas, incineração, oxidação térmica, pirólise, gaseificação ou processos de plasma, com vistas à redução de volume e periculosidade, de acordo com a Portaria Interministerial nº 274/2019. E por fim, encaminhados ao aterro sanitário. Ressalta-se que, a escolha dos tratamentos dos RDPI, desde que atenda aos requisitos da referida portaria, ficará sob a responsabilidade dos gestores municipais, que escolherá o tratamento mais viável à sua administração, de acordo com sua viabilidade técnica, econômica, financeira, social e ambiental. E que favoreça a sustentabilidade ambiental e a proteção da saúde humana na destinação dos RDPI.</p>

Fonte: Autora, 2019.

5.4 PRODUÇÃO, PADRONIZAÇÃO E DIVULGAÇÃO DE TRÊS FERRAMENTAS INFORMATIVAS SENDO: UMA MAPA CONCEITUAL DA ABORDAGEM DE CLASSIFICAÇÃO; UM FLUXOGRAMA DO MANEJO DOS RDPI E ETIQUETAS AUTOADESIVAS COM A SIMBOLOGIA DESSES RESÍDUOS.

#### 5.4.1 Mapa Conceitual da Abordagem de Classificação dos RDPI

O Mapa Conceitual foi sintetizado, mostrando como se apresenta a abordagem de classificação dos RDPI, no intuito de divulgar de forma dinâmica para a população envolvida. E, ainda ser recomendado e compartilhado à gestão pública no intuito de contribuir com o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS), apresentado na Figura 53.

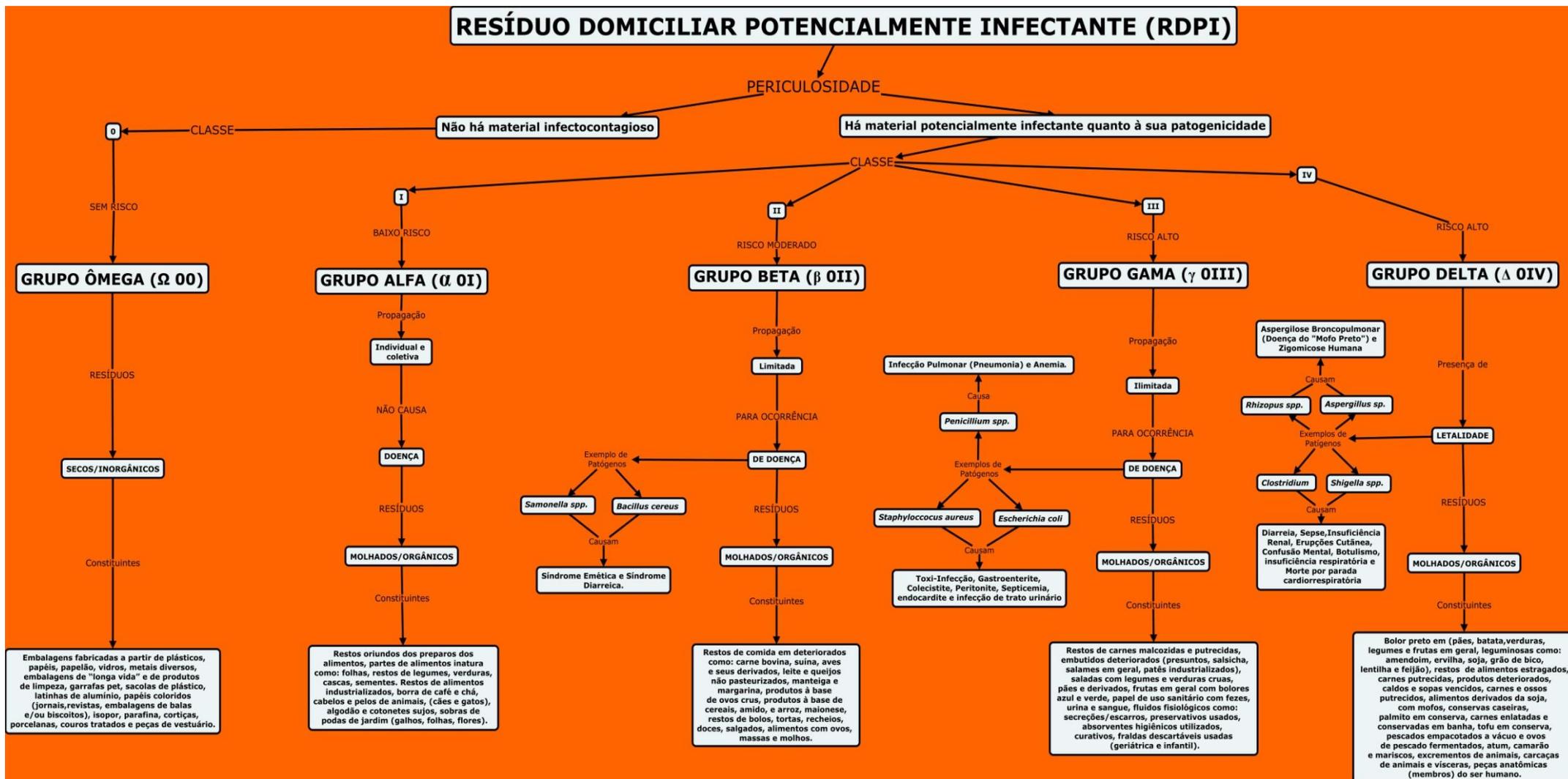
#### 5.4.2 Fluxograma do Manejo dos RDPI

Este fluxograma, tem como conteúdo a abordagem do manejo adequado dos RDPI, desde a sua produção à destinação final, que será recomendado e compartilhado à gestão pública no intuito de contribuir com o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS), ilustrado na Figura 54.

#### 5.4.3 Elaboração de Etiquetas Autoadesivas para colocação nos Sacos Plásticos que acondicionarão os RDPI

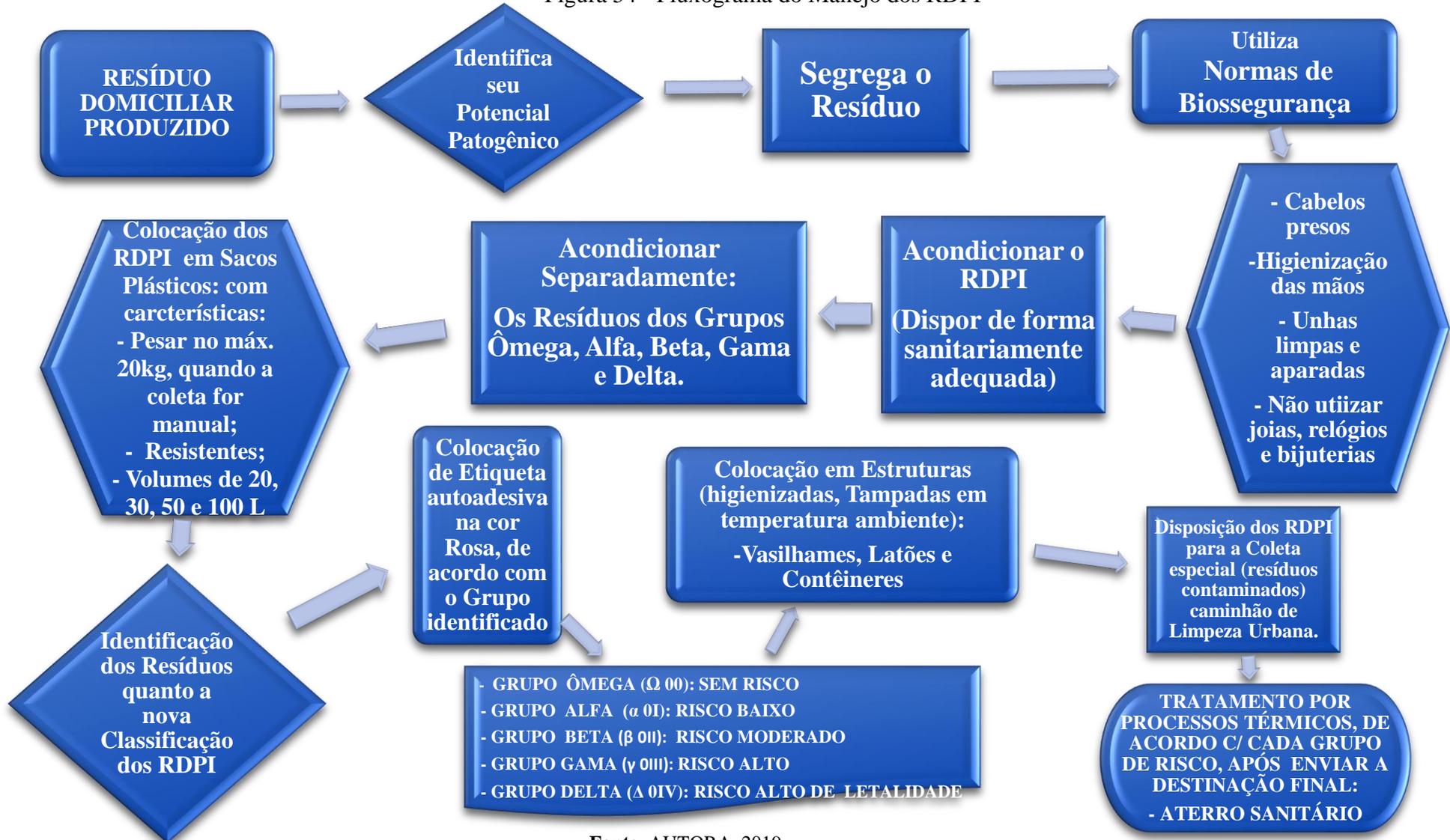
Para a identificação dos RDPI foram elaboradas também, a terceira ferramenta por meio do *software Label Printer*, que são etiquetas autoadesivas com as simbologias dos RDPI, (que trazem letras gregas com dois códigos), de acordo com a abordagem de classificação, a fim de serem colocadas nos sacos plásticos dos referidos resíduos, quando forem acondicionados nos domicílios. As etiquetas ilustrativas são da cor rosa, trazendo os cinco grupos de risco de acordo com o grau de periculosidade que permitam a descrição dos resíduos. Conforme as Figuras 55, 56, 57, 58 e 59.

Figura 53 - Mapa Conceitual da Abordagem de Classificação dos RDPI



Fonte: Autora, 2019.

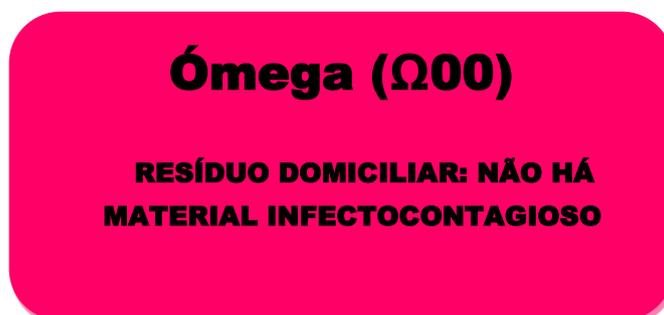
Figura 54 - Fluxograma do Manejo dos RDPI



Fonte: AUTORA, 2019.

1) Grupo Ômega é identificado pelo símbolo da letra grega ( $\Omega$  00) com rótulo de fundo rosa, desenho e contornos pretos. Não há material infectocontagioso.

Figura 55 – Etiqueta autoadesiva do Grupo Ômega ( $\Omega$  00)



Fonte: Autora, 2019.

2) Grupo Alfa é identificado pelo símbolo da letra grega ( $\alpha$  0I) com rótulo de fundo rosa, desenho e contornos pretos. Há material potencialmente infectante quanto à sua patogenicidade, baixo risco individual e para comunidade, causa doença. Com riscos à saúde pública e ao meio ambiente.

Figura 56 – Etiqueta autoadesiva do Grupo Alfa ( $\alpha$  0I)



Fonte: Autora, 2019.

3) Grupo Beta é identificado pelo símbolo da letra grega ( $\beta$  0II) com rótulo de fundo rosa, desenho e contornos pretos. Há material potencialmente infectante quanto à sua patogenicidade, com risco moderado e propagação limitada para ocorrência de doença. Com riscos à saúde pública e ao meio ambiente.

Figura 57 – Etiqueta autoadesiva do Grupo Beta ( $\beta$  0II)

Fonte: Autora, 2019.

4) Grupo Gama é identificado pelo símbolo da letra grega ( $\gamma$  0III) com rótulo de fundo rosa, desenho e contornos pretos. Há material potencialmente infectante quanto à sua patogenicidade, com risco alto, e propagação ilimitada para ocorrência de doença. Com riscos à saúde pública e ao meio ambiente.

Figura 58 – Etiqueta autoadesiva do Grupo Gama ( $\gamma$  0III)

Fonte: Autora, 2019.

e) Grupo Delta é identificado pelo símbolo da letra grega ( $\Delta$  0IV) com rótulo de fundo rosa, desenho e contornos pretos. Há material potencialmente infectante quanto à sua patogenicidade, com alto risco de letalidade. Com riscos à saúde pública e ao meio ambiente.

Figura 59 – Etiqueta autoadesiva do Grupo Delta ( $\Delta$  0IV)

Fonte: Autora, 2019.

## 5.5 PROCESSO DE GERENCIAMENTO DOS RDPI A PARTIR DA ABORDAGEM DE CLASSIFICAÇÃO

Para elaboração da abordagem de classificação dos RDPI e conseqüentemente para a proposta de um processo de gerenciamento desses resíduos, foram realizadas pesquisas bibliográficas em âmbito nacional e internacional, com base em trabalhos acadêmicos e instrumentos legais que contemplam o gerenciamento dos RSU no Brasil. As resoluções da ANVISA (nº 222/2018) e do Conselho Nacional do Meio Ambiente (nº 358/2005) não abordam o gerenciamento para os RDPI, apresentam apenas para os RSS. Em se tratando da segregação na fonte, acondicionamento, identificação, coleta e destinação final dos RDPI, nada foi encontrado na literatura nacional e internacional e, também no arcabouço legal do Brasil.

Mostra-se, portanto, oportuno para a comunidade científica debater aspectos das normativas nacionais. É necessário ampliar as discussões, com informações consolidadas no meio científico, como meio de subsidiar o manejo dos RDPI que favoreça, a proteção da saúde e do meio ambiente.

Sabendo-se que, os RDPI devem ser gerenciados de forma segura por apresentarem potencial infectocontagioso devido à presença de agente biológico (em absorventes higiênicos, preservativos masculinos, fraldas descartáveis infantis e geriátricas, papel higiênico, alimentos deteriorados, fezes, urina, escarros, sangue, etc.).

Os RD podem exercer influência sobre o perfil epidemiológico de comunidades (SIQUEIRA & MORAIS, 2009), em detrimento da presença de agentes patogênicos nos RD. Nesse sentido, a cadeia epidemiológica da infecção se fará por meio de fatores como; a presença do agente infeccioso, como a via de transmissão, a concentração do microrganismo, a porta de entrada e o estado de susceptibilidade do hospedeiro (OPAS, 2010).

O modo de transmissão de cada agente patogênico é distinto e os procedimentos que deverão ser adotados nos domicílios no momento da segregação são de suma importância, como por exemplo: adotar normas de biossegurança como; fazer assepsia das mãos após a manipulação dos resíduos; cabelos presos; unhas aparadas; e se possível usar luvas; etc. No momento da geração, se fizer uma segregação adequada, será possível promover a redução significativa da quantidade dos RDPI que precisarão de tratamento específico, além do mais, não se trata apenas de uma questão de redução de custos, mas sobretudo de reconhecimento do risco associado a cada grupo dos RDPI.

Assim, a forma de gerenciamento dos RDPI, foi pautada e elaborada por meio da Resolução ANVISA N° 222/18, que configura procedimento mais seguro para o gerenciamento de risco de contaminações. Dessa forma, como barreira de proteção, prioriza a segregação dos RDPI no momento da geração, o correto acondicionamento e identificação dos mesmos nos sacos plásticos, de acordo com a colocação das etiquetas autoadesivas, trazendo os cinco grupos de risco conforme o grau de periculosidade que permitam a descrição desses resíduos. Com intuito de proporcionar a redução dos RDPI a serem enviados para possíveis tratamentos térmicos conforme a Portaria Interministerial n° 274/19, que na grande maioria deles é de alto custo, o que poderia aumentar consideravelmente os custos do processo de gerenciamento desses resíduos.

E para isto, a educação e conscientização da população envolvida sobre os efeitos ambientais e na saúde, em detrimento a disposição inadequada dos RDPI, exigirão um esforço muito grande na mudança do paradigma social em relação aos danos que tais resíduos podem acometer à saúde pública e ao meio ambiente. Trazendo a responsabilidade individual no exercício de sua cidadania, contribuirá sobremaneira para uma mudança comportamental coletiva, que irá repercutir diretamente no gerenciamento dos RDPI.

A educação ambiental a que se refere, deve ser trabalhada de forma abrangente e transversal, sendo o cerne de qualquer mudança comportamental necessária para se atingir as metas e atividades estabelecidas pelo Plano Municipal de Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos (PMGIRS) e pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), sendo parte especialmente importante das responsabilidades dos poderes públicos (Políticas Públicas).

Neste diapasão, recomenda-se que à gestão pública, especificadamente aos gestores de limpeza pública, que contemplam nos PMGIRS, a proposta da abordagem de classificação dos RDPI, bem como, o gerenciamento dos mesmos, para que a população possa compartilhar da responsabilidade pelos seus resíduos gerados, relacionados à natureza do resíduo, origem do resíduo ou volume gerado.

Que promova ações de mudanças de hábitos junto à população envolvida quanto ao gerenciamento dos RDPI, e torne efetivamente um processo rotineiro nos domicílios dos municípios, com reconhecimento de sua responsabilidade e coparticipação na saúde ambiental.

Assim, recomenda-se à administração pública dos municípios as seguintes propostas de intervenção no que tange ao gerenciamento dos RDPI:

- a) inserir a proposta de gerenciamento dos RDPI no PMGIRS do município;
- b) propor a Secretaria Municipal de Serviços Urbanos (SMSU), a implantação de um sistema regular de coleta especial para resíduos contaminados;

- c) conscientizar a população da geração e tratamento (responsabilidades das fontes geradoras);
- d) promover a orientação da segregação, disposição, acondicionamento e identificação para a coleta adequada dos RDPI;
- e) promover a implantação de sistemas que visam o tratamento mecânico, biológico e térmico que não gerem impacto a sociedade e ao meio ambiente conforme a Portaria 274/2019;
- f) promover a integração de informações de pesquisas locais epidemiológicas na área de saúde pública relacionada aos RDPI em aterros sanitários. Com monitoramento de agravos a saúde decorrente do impacto causado por esses resíduos;
- g) proporcionar campanhas educativas, orientando à população como separar resíduos potencialmente contaminados (secos e molhados) e (orgânicos e inorgânicos), informar os dias, horários de locais da coleta especial para resíduos contaminados; E também, a colocação dos telefones e horários de passagem dos caminhões de coleta desses resíduos;
- h) sugerir o estabelecimento de um cronograma de atividades de educação permanente sobre o manejo dos RDPI, destinado a toda população e aos profissionais das empresas de limpeza urbana, enfatizando os aspectos sobre a prevenção da contaminação dos patógenos, e das doenças a eles relacionadas;
- i) recomendar a prática do novo gerenciamento dos RDPI nos domicílios; bem como a utilização de tecnologias por meio das plataformas digitais, com a instalação de aplicativos em telefones celulares para disponibilizar as ferramentas informativas propostas nesse trabalho como; o Fluxograma do manejo dos RDPI e o Mapa Conceitual da abordagem de classificação;
- j) recomendar a prática do uso das etiquetas autoadesivas, proposta na abordagem de classificação por grau de risco de periculosidade, a serem colocadas nos sacos plásticos dos domicílios para a devida identificação e acondicionamento correto dos RDPI, a serem coletados pelos profissionais de limpeza urbana do município. (Ressalta-se que tais etiquetas serão disponibilizadas para a administração pública do município, que avaliará a viabilidade econômica e social de se chegar à população envolvida;
- k) incluir nos instrumentos normativos ambientais do município, a abordagem de classificação e seu respectivo manejo (definições, tipo, constituintes e classificação conforme os grupos de risco);
- l) elaborar um manual com orientações sobre biossegurança (biológica) no que diz respeito os RDPI; com medidas de segurança a serem adotadas pela população no caso de ocorrência de incidentes, acidentes e situações emergenciais nos seus domicílios em relação ao manuseio inadequado dos RDPI;

m) promover capacitação para o pessoal de limpeza urbana de maneira cuidadosa, incluindo conhecimentos desse manejo, o impacto da realização inadequada dos serviços no processo de gerenciamento dos RDPI, a fim de proporcionar o encaminhamento seguro e correto para a destinação final dos resíduos;

n) incentivar programas de educação do público externo, neste segmento se incluem as associações comunitárias, bem como os grupos vulneráveis, especialmente os catadores de lixo, tanto crianças como adultos, devem estar conscientes dos perigos que os RDPI representam, para que evitem os riscos, e para que informem as autoridades sobre situações anormais.

Ressalta-se que além da inclusão do gerenciamento dos RDPI, no PMGIRS, é necessário também nortear o referido manejo dos RDPI, sugerindo-se a avaliação e atualização de forma contínua do mesmo, para que a abordagem de classificação seja fidedigna e efetiva com a realidade, indo além de um documento referenciado pelas legislações vigentes como: Lei ABNT NBR 10.004/2004 e ABNT NBR 12.808/2016; ANVISA RDC 222/2018; Portaria 274/2019.

Ademais, para que se faça um bom programa de educação continuada que visa orientar, motivar, conscientizar e informar permanentemente a todos os envolvidos sobre os riscos e procedimentos adequados de manejo de acordo com os preceitos do gerenciamento dos RDPI. O poder público municipal responsável por estes serviços, deverá conclamar a participação consciente e da cooperação de todo o pessoal envolvido nesse processo, como: a população, presidente de associações de bairro, os trabalhadores do serviço de limpeza pública, associações de catadores do município e etc.

Enfim, cada cidadão deve transformar-se em agente multiplicador de informações sobre as questões ambientais vivenciadas no seu dia a dia, levar informações àqueles que não têm, facilitar o desenvolvimento de suas potencialidades, permitindo-lhes a descoberta do meio em que vive e do qual é parte integrante desse processo.

Este é um desafio a ser mitigado pela sociedade, pois quando se almeja viver em um lugar ecologicamente equilibrado, esta deve ser buscada com esforço mútuo de maneira democraticamente negociada entre os diversos atores: econômico, político, social e ambiental, de forma a se caminhar em direção a uma situação de maior equilíbrio de seu conjunto. Estes, como atores sociais do processo, cumprem papel preponderante na qualificação e nas medidas necessárias para o controle, seja ambiental ou social, no que concerne aos problemas gerados pelos resíduos domiciliares vivenciados no município.

## 6 CONCLUSÕES

Nesta etapa serão apresentadas, as conclusões obtidas a partir dos cinco objetivos específicos desenvolvidos no trabalho. Este estudo respaldou-se na literatura científica e em sistemas de informações com base de dados sobre a situação dos resíduos sólidos urbanos (RSU) (domiciliares) a nível nacional e internacional, no que diz respeito à classificação e o gerenciamento dos resíduos domiciliares (RD) quanto ao seu potencial infectocontagioso.

Foi constatado por meio do estudo científico, que não há na literatura e nem no arcabouço legal nacional e internacional, conhecimento sobre normatização dos Resíduos Domiciliares Potencialmente Infectantes (RDPI), sabendo-se que há vários estudos publicados e comprovados que nos RD podem encontrar constituintes contaminados por microrganismos patogênicos como bactérias e fungos. Ainda, os modelos de gestão e gerenciamento de resíduos apresentados por diversos países e no Brasil não incluem um gerenciamento específico de RD com potencial infectocontagioso.

No Brasil, a Lei 12.305/2010 está entre as modernas leis dos países mais avançados nesse campo, como os da União Europeia (EU), do Canadá e do Japão. O avanço consubstanciado na referida Lei é, sem dúvida, a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, de inspiração nos modelos de responsabilidade estendida ou alargado do produtor. Afinal, com a crescente geração e a mudança no teor dos RD, com proporção cada vez maior de resíduos não biodegradáveis, não era socialmente justo fazer recair sobre toda a sociedade, por meio da responsabilização única do poder público, o ônus da correta gestão do resíduo urbano.

Pode-se concluir, de maneira bastante sintética, que o cenário da gestão de resíduos sólidos no Brasil permaneceu praticamente estagnado de 2016 para 2017, com um viés negativo nos seus principais índices e componentes ainda carecem de aplicação prática e efetividade em todas as regiões do país, e a ausência de recursos para custear as mudanças previstas tem perpetuado um considerável e crescente déficit no tocante aos pontos mais caros à lei: maximizar o aproveitamento e a recuperação dos materiais descartados e erradicar as práticas de destinação inadequada, ainda presentes em todas as unidades da federação e com impactos negativos à saúde de milhões de brasileiros.

Ainda, a legislação e política ambiental da EU apresenta-se com a tarefa de evitar a geração de RD, promover a reutilização, reciclagem e valorização de resíduos. Os pontos de referência básicos estabelecidos na Diretiva 2008/98/CE incluem integração das tarefas de

proteção da saúde humana e meio ambiente com medidas para maximizar a utilização do potencial de recursos dos RD.

No que diz respeito ao gerenciamento dos RSU, o Brasil vem seguindo uma hierarquia muito parecida com a de países desenvolvidos, como os da UE e EUA. A PNRS tem como ordem de prioridade a não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e finalmente a disposição final dos rejeitos.

Um dilema percebido no estudo a respeito dos RD está relacionado com o gradativo aumento da sua geração, coleta e transporte, tratamento e disposição final. Este dilema tem consumido elevada dose de recursos humanos, tecnológicos e financeiros. Dito isso, tornou-se imprescindível à gestão e o gerenciamento destes.

Aos países em desenvolvimento não resta alternativa, senão a de uma mudança comportamental em relação aos RD, com redução na sua geração, utilização de tecnologias que estejam dentro das suas capacidades técnicas e de recursos, para gradativamente irem adquirindo maior controle sobre os efeitos ambientais e na saúde, provocados pelos seus próprios resíduos.

Levantou-se por meio de trabalhos científicos que os RD são materiais potencialmente infectantes, à medida que além de contaminar e poluir o solo, a água e a atmosfera, também é usado como habitat para insetos, protozoários, helmintos, fungos, bactérias, e roedores, agentes potenciais transmissores de doenças, o que coloca em risco as comunidades locais. São biodegradados e criam condições favoráveis para a sobrevivência e o crescimento de patógenos microbianos.

Verificou-se na literatura apresentada neste trabalho, que nos RD possuem características com potencial infectocontagiosas. Foram detectadas várias espécies bacterianas e fúngicas nos RD no município de Uberlândia-MG, como: Coliformes totais; Coliformes termotolerantes; *Proteus spp*; *Pseudomonas aeruginosa*; *Klebsiella spp*; *Micrococcus spp*; *Bacillus spp*; *Candida spp*; *Aspergillus niger*; *Penicillium spp*; *Fusarium spp* e *Rhizopus spp*; *Escherichia coli*; *Staphylococcus aureus*; *Shigella spp*. Conforme apresentados nas Figuras 53, 54 e 55 nos resultados e discussão.

Assim, a pesquisa constatou a partir de estudos científicos apresentados na revisão de literatura, que os RD possuem alta carga microbiana, com ampla diversidade de espécies patogênicas, apresentando assim, riscos à saúde pública e ao meio ambiente, quando o RDPI for gerenciado de forma inadequada.

E também que, a contaminação por microrganismos patogênicos nos RD constitui problema sanitário de grande importância, quando não são acondicionados, coletados,

transportados, tratados e dispostos adequadamente. As medidas tomadas para a solução adequada do problema dos RD têm, sob o aspecto sanitário, objetivo comum a outras medidas de saneamento: o de prevenir e controlar doenças a eles relacionadas.

Diante disso, foi observado a necessidade de classificar os RD com potencial infectocontagioso, para propor um correto manejo dos mesmos, principalmente no intuito de evitar sua disposição em locais inadequados, podendo causar danos à saúde do homem, animal e ao meio ambiente.

Nessa perspectiva da análise desse estudo, foi proposto abordagem de classificação dos RDPI, pautada e implementada a partir de bases científicas, no conjunto de leis, regras e normas técnicas que serviram para padronizar, organizar e qualificar os procedimentos quanto ao seu manejo adequado na realidade cotidiana dos domicílios.

A priori foi criada uma classificação de risco quanto ao grau de periculosidade para os RDPI baseada na ANVISA RDC 222/18, de acordo com as características de patogenicidade, após, foi elaborada uma classificação dos RD e seus constituintes, que foram divididos por cinco grupos descritos por meio de letras gregas e codificados por dois dígitos, de acordo com o grau de risco de periculosidade: a. Ómega ( $\Omega$  00); b. Alfa ( $\alpha$  0I); c. Beta ( $\beta$  0II); d. Gama ( $\gamma$  0III); e. Delta ( $\Delta$  0IV).

Com isso, destacou-se a necessidade de um olhar diferenciado para o manejo adequado dos RDPI, visto que as inadequações verificadas no decorrer das etapas de manejo dos RD contribuem para possíveis contaminações por microrganismos patogênicos, com riscos de contrair doenças por parte da população envolvida e dos profissionais de limpeza urbana.

Dessa forma, a abordagem de classificação dos RDPI implicou na proposta do manejo desses resíduos, com descrição das etapas do processo de seu gerenciamento que abarca a segregação, o acondicionamento, a identificação, coleta e destinação final adequados, a fim de minimizar os riscos inerentes ao gerenciamento dos mesmos. Pois, acondicionar tais resíduos significa prepara-los para a coleta de forma sanitariamente adequada, como ainda compatível com o tipo e a quantidade de resíduos.

E, para auxiliar a dispersão e padronizar a abordagem de classificação dos RDPI, fora produzido três ferramentas informativas de fácil compreensão e facilidade de acesso, que poderão ser compartilhadas em plataformas digitais e impressas. Sendo: um Mapa Conceitual que apresentou a classificação dos RDPI; um Fluxograma do manejo dos RDPI no intuito de divulgar e democratizar de forma dinâmica para a população envolvida; e para a identificação dos RDPI, foi elaborada a terceira ferramenta, que são Etiquetas Autoadesivas ilustrativas da cor rosa, (que trazem os cinco grupos de risco de acordo com o grau de periculosidade, que

permitam a descrição dos resíduos por meio de letras gregas com dois códigos), em consonância com a abordagem de classificação, a fim de serem colocadas nos sacos plásticos dos referidos grupos de resíduos, quando forem acondicionados pelos munícipes nos domicílios.

Como também, contribuir para a melhoria do gerenciamento dos RD nos municípios brasileiros por meio dos Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS), a fim de, servir de subsídio na implementação de medidas que visem à adequação do gerenciamento dos RDPI, e que possa suscitar estratégias específicas de cuidado destes resíduos no referido plano, favorecendo na elaboração de diretrizes para sua implementação e aplicabilidade por parte dos gestores municipais e da população, com intuito de colaborar com o desenvolvimento sustentável dos municípios.

Neste sentido a abordagem de classificação dos RDPI tem o propósito de corroborar com os PMGIRS, em que auxiliará na prevenção de doenças de causas evitáveis por infecções de agentes biológicos patogênicos, trazendo a simbologia da responsabilidade individual na saúde coletiva e na preservação do meio ambiente, sob uma ótica conjuntural entre as ciências ambientais e as ciências da saúde.

Espera-se ainda que este trabalho represente um subsídio às novas pesquisas, como um instrumento norteador para futuros estudos na área de classificação dos RD com potencial infectocontagioso, na mudança do paradigma social na conceituação dos RDPI, e que ampare os órgãos competentes com novos parâmetros epidemiológicos caracterizados pela produção e tratamento dos mesmo, na possibilidade de implementar novas normativas técnicas, a fim de propiciar condições para que os gestores municipais possam implementar de forma eficiente e segura o gerenciamento dos RDPI, com a finalidade de prevenir agravos à saúde humana, animal e minimizar o impacto ao meio ambiente.

## 7 SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS

- Sugere-se para futuras pesquisas, estudar sobre o processo da abordagem de classificação dos Resíduos Domiciliares Potencialmente Infectantes (RDPI), de modo que, se busquem alternativas (soluções) que contemplem o campo científico e que se desdobrem em ações mitigadoras no sentido de prevenir a contaminação pelos RDPI;

- Sugere-se ainda, que novas pesquisas contemplem as formas de tratamento por processos térmicos em conformidade com a Portaria interministerial nº 274/2019, de acordo com a classificação dos RDPI dentre os cinco grupos de risco pautado nesta abordagem;

- E na possibilidade de traçar nos novos estudos quanto à inativação microbiana dos RDPI por possuírem patógenos (bactérias e fungos) que, conforme os cinco grupos de risco, dentre dos quais, três grupos trazem a seguinte classificação: Grupo Beta (**β 0II**) com risco moderado e propagação limitada para ocorrência de doença; Grupo Gama (**γ 0III**) com risco alto, e propagação ilimitada para ocorrência de doença e Grupo Delta (**Δ 0IV**) com alto risco de letalidade e propagação ilimitada para ocorrência de doença.

- Deve-se ainda considerar todos os aspectos relacionados dessa problemática às ciências ambientais e sociais, uma vez que envolve atitudes da população. Nesse contexto, as soluções devem ser consideradas com a interdisciplinaridade entre os diversos campos das ciências e áreas de conhecimento trazendo a responsabilidade individual na saúde coletiva e na preservação do meio ambiente.

- Apesar de poucos estudos epidemiológicos sistemáticos que documentem inteiramente os impactos dos resíduos domiciliares (RD) na saúde, os estudos científicos atualmente disponíveis já evidenciam riscos muito significativos. Os problemas ambientais e de saúde associados a tais resíduos estão relacionados aos graves riscos à saúde, afligindo bilhões de pessoas.

- O pouco interesse que os RD despertam nos profissionais e pesquisadores, é decorrente, especialmente, daqueles com nível de conhecimento ineficaz sobre estes resíduos, além da pressão ínfima exercida pela população, no que diz respeito aos problemas decorrentes da gestão dos RD.

- As propostas apresentadas nesta pesquisa sobre a classificação e o manejo dos RDPI, não tem a pretensão de pôr um ponto final à discussão, por se tratar de um tema tão amplo, em relação a sua complexidade e a importância do mesmo. Pelo contrário, os estudos realizados vêm-se somar aos elementos já existentes, a fim de que a discussão possa evoluir, conduzindo a soluções viáveis economicamente, legalmente, socialmente e ambientalmente, além de coerentes em termos de prevenção aos agravos na saúde pública e a proteção ao meio ambiente.

## REFERÊNCIAS

ABRELPE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2006**. São Paulo, 2007.

ABRELPE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2014**. São Paulo, 2015.

ABRELPE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2017**. São Paulo, 2018.

ABRELPE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2018**. São Paulo, 2019.

ACHA – AMERICAN COLLEGE HEALTH ASSOCIATION. **Nation Center for biotechnology Information**, U.S. Nation Library of Medicine 8600 Rockville Pike, Bethesda MD, USA. 1989.

ALBERGARIA, Bruno. **Direito ambiental e responsabilidade civil das empresas**. Belo Horizonte: Fórum, 2005.

ALTERTHUM, F. Classificação dos seres vivos e abrangência da microbiologia. In TRABULSI, L. R.; ALTERTHUM, F. eds. **Microbiologia**. 4ª. Editora Atheneu. São Paulo, S.P, 2004. p. 3-5.

AMARO, Aurélio Bandeira. O processo de dispersão urbana e a questão ambiental: uma comparação da literatura estrangeira com o fenômeno no Brasil. **Revista Formação (Online)**, v. 4, n. set/dez, p. 107-136, 2018.

AMARO, Aurélio Bandeira. **Política Nacional de Resíduos Sólidos, uma lei viável? Estudo de caso a partir dos municípios do âmbito do acordo MPF/MPSP x CESP**. 325 p. (Tese de Doutorado em Geografia). Faculdade de Ciência e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Presidente Prudente - São Paulo, 2018.

ANDRADE, Leandro S. **Uberlândia Projetos e Resultados por Desburocratizar Processos**. Prefeitura Municipal de Uberlândia, Secretaria Municipal de Desenvolvimento Econômico e Turismo, 2010. Disponível em: <[http://www.portaldodesenvolvimento.org.br/upload/apresentacao\\_uberlandia\\_mg.pdf](http://www.portaldodesenvolvimento.org.br/upload/apresentacao_uberlandia_mg.pdf)>. Acesso em: 02/05/18.

ANDRADE, R. M.; F. J. A. A Gestão de resíduos sólidos urbanos no Brasil frente às questões da globalização. **Revista Eletrônica do Prodemá - REDE**, v. 6, n. 1, p. 7–22, 2014.

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. Resolução – RDC nº 306, de 7 de dezembro de 2004 DOU de 10/12/2004. Brasília, DF.

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Ministério do Meio Ambiente e Ministério da Saúde. **Manual de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde. Tecnologia em Serviços de Saúde**. Brasília, 2006. 185p.

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. Resolução – RDC nº 222, de 28 de março de 2018 DOU nº 61 de 28/03/2018. Brasília, DF.

APHA – American Public Health Association; American Water Works Association; Water Environmental Federation. **Standard Methods for the examination of water and wastewater**. Washington, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7500**: Símbolos de riscos e manuseio para o transporte e armazenamento de material. Rio de Janeiro, 2000. 8p.

\_\_\_\_\_. **NBR 9191**: Sacos plásticos para acondicionamento de lixo – Requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2000. 7p.

\_\_\_\_\_. **NBR 10.004**: Resíduos sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, 2004. 71p.

\_\_\_\_\_. **NBR 12.807**: Resíduos de serviços de saúde. Terminologia. Rio de Janeiro, 2013. 15p.

\_\_\_\_\_. **NBR 12.808**: Resíduos de serviços de saúde. Classificação. Rio de Janeiro, 2016. 4p.

\_\_\_\_\_. **NBR 12.810**: Resíduos de serviços de saúde. Gerenciamento extraestabelecimento – Requisitos. Rio de Janeiro, 2016. 12p.

BAI, Renbi.; SUTANTO, Mardina. **The practice and challenges of solid waste management in Singapore**. *Waste management*, 2002.

BARLES, G.; On the boundary ergodic problem for fully nonlinear equations in bounded domains with general nonlinear Neumann boundary conditions. **Annales de l'Institut Henri Poincaré (C) Non Linear Analysis**, 2005.

BARROS, Raphael T. de Vasconcelos. **Resíduos Sólidos**, 1995.

BARROS, RT de V. **Elementos de gestão de resíduos sólidos**. Belo Horizonte: Tessitura, 2012.

BARTHOLOMEU, D. B, CAIXETA-FILHO. J.V. **Logística ambiental de resíduos sólidos**. São Paulo: Atlas, 2017.

BASSI, S., Christensen, T. H., & Damgaard, A. **Environmental performance of household waste management in Europe - an example of 7 countries**. Waste Management, 2017.

BEZERRA, Gabriela Pecorelli Figueiredo. **Avaliação de diferentes modelos de biodigestores para tratamento de resíduos sólidos urbanos gerados no Restaurante Universitário da UFPB**. 2016. 62 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2016.

BIDONE, F. R. A. **Resíduos Sólidos provenientes de coletas especiais: eliminação e valorização**. PROSAB 2. ABES/R.J, 2001, 240p.

BIDONE, Francisco Ricardo Andrade; POVINELLI, Jurandyr. **Conceitos básicos de resíduos sólidos**. São Carlos: EESS/USP, 1999.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal, 1988.

BRASIL. Congresso Nacional. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605 de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Brasília. DF.

BRASIL. Congresso Nacional. Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e dá outras providências. Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010. Brasília. DF.

BRASIL. Ministérios das Cidades. Sistema Nacional de Saneamento Ambiental – SNIS. **Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2016**. Brasília, DF. 2018b. 188 p.

BRASIL. Portaria interministerial nº 274, de 30 de abril de 2019. Disciplina a recuperação energética dos resíduos sólidos urbanos referida no § 1º do art 9º da Lei nº 12.305, de 2010 e no art. 37 do Decreto nº 7.404 de 2010. Brasília. DF.

BURTON, G. R. W.; ENGELKIRK, P.G. **Microbiologia: para as ciências da saúde**. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005.

BUENROSTRO, Otoniel. Los residuos sólidos municipales. **Clasificación de**, 2000.

BOEIRA, Sérgio Luis; CAMPOS DOMINGOS, Diego;. Gerenciamento de resíduos sólidos urbanos domiciliares: análise do atual cenário no município de Florianópolis. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade: GeAS**, v. 4, n. 3, p. 14-30, 2015.

CDC - CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION. Is the leading national public health institute of United State. U. **National Health Report: leading causes of morbidity and mortality and associated behavioral risk and protective factors**. Atlanta, Georgia. USA, 2005.

CDC - CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION "CDC/National Center for Health Statistics". Retrieved October 14, 2012.

CALIXTO, R. B. C.; PINHEIRO, M. M. K. Análise de Conteúdo: considerações gerais, relações com a pergunta de pesquisa, possibilidades e limitações do método. **Inf. & Soc.:Est.**, João Pessoa, v. 24, n. 1, p. 13-18, Jan./abr. 2014.

CAPAZ, R. S.; HORTA NOGUEIRA, L. A. **Ciências ambientais para engenharia**. 1. Ed. – Rio de Janeiro : Elseiver, 2014.

CAPPUCCINO JG, SHERMAN N. **Microbiolohy A laboratory Manual**. 4<sup>a</sup> ed. The Benjamin/CCumings Publishing Company, Inc., 1996. 447p.

CARDOSO G. M. H. S. et al. Política Nacional de Resíduos Sólidos: Perspectivas de Cumprimento da Lei 12.305/2010 pelos municípios brasileiros, paulistas e da região do ABC. **Revista de Administração da UFSM**, v. 7, n. 0, p. 93–110, 2014.

CAVALIER-SMITH, Thomas. Protist phylogeny and the high-level classification of Protozoa. **European Journal of Protistology**, v. 39, n. 4, p. 338-348, 2003.

CEMPRE - COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM; INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS (ITAL). São Paulo: 2018. Disponível em: <http://cempre.org.br/cempre-nforma/m/ano/2018>.

CHAYB, E.F. **Estudo comparativo da contaminação por microrganismos patogênicos em resíduos domiciliares e de saúde em Uberlândia-MG**. 2014. 93f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Camilo Castelo Branco, Fernandópolis-SP.

CHAYB, Edilza Filice; KOZUSNY-ANDREANI, Dora Inês. Estudo comparativo da contaminação por microrganismos patogênicos em resíduos domiciliares e de saúde em Uberlândia (MG). **Revista Brasileira de Ciências Ambientais (Online)**, n. 37, p. 72-87, 2015.

COLLINS, C. H. & KENEDY, D. A., 1992. The microbiological hazards of municipal and clinical wastes. *Journal of Applied Bacteriology*, 1: 01-06. COPPE-UFRJ, 1992. 234p.

CRQ-IV – **Jornal do Conselho Regional de Química IV Região 2015** - bdpi.usp.br Informativo (SP). São Paulo. (SP), n. 131, p. 11, 2015.  
Recuperado de [http://www.crq4.org.br/default.php?p=informativo\\_mat.php&id=1235](http://www.crq4.org.br/default.php?p=informativo_mat.php&id=1235). NLM.

CORRÊA, D. A.; BASSANI, M. A. **Cuidado ambiental e responsabilidade: possível diálogo entre psicologia ambiental e logoterapia**. *Psicologia em Estudo*, v. 20, n. 4, p. 639-649, 2015.

COSTA, Beatriz Souza; RIBEIRO, José Cláudio Junqueira. **Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos**. Rio de Janeiro: **Lumen Juris**, 2013. CUNHA, V. Caixeta Filho. Gerenciamento da coleta de resíduos sólidos urbanos: estruturação e aplicação de modelo não linear de programação por metas. **Revista Gestão e Produção**, v. 9, n. 2, p. 143-161. 2002.

CUSSIOL, N. A. M. A. **Disposição final de resíduos potencialmente infectantes de serviços de saúde em célula especial e por co-disposição com resíduos urbanos**. 2005. 334f. Tese (Doutorado) Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

DIAZ, Leila Santos; Sandra Maria Furiam. Matriz de indicadores de sustentabilidade para a gestão de resíduos sólidos urbanos. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 17, n. 2, p. 203-212, 2012.

DUARTE, A. Ljubljana é a cidade mais verde da Europa. **Revista Agricultura e mar actual**. São Julião do Tojal, 2016. Disponível em: <http://agriculturaemar.com/ljubljana-cidade-verde-da-europa/>. Acesso em: 17 nov. 2018.

DUGAN, Patrick J. (Ed.). **Conservación de humedales: Un análisis de temas de actualidad y acciones necesarias**. IUCN, 1992.

EDJABOU, M. E. et al. Municipal solid waste composition: Sampling methodology, statistical analyses, and case study evaluation. *Waste Management*, v. 36, p. 12–23, 2015a.

EEA (European Environment Agency). **Managing municipal solid waste – a review of achievements in 32 European countries**. Report nº 2/2013. EEA: Copenhagen, 2013.  
ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY - EPA. Disponível em: <www.epa.gov>. Acesso em: 20 dez. 2018.

EPA530-D-02-002. RCRA Waste Sampling Draft Technical Guidance: Planning, Implementation, and Assessment. U. S. Environmental Protection Agency. Washington DC, 2003.

EUROSTAT: Municipal waste recycled. Supplemented with national Austrian data available at <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/trends-in-recycling-of-municipal-waste-latest-available-five-years>, accessed 14th November 2014.

FEAM – FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. **Geração per capita de resíduos sólidos urbanos no Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte: FEAM, 2018.

FEAM – FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. **Panorama da destinação dos resíduos e abatimento de Emissões de gases de efeito estufa**. Rio de Janeiro: Ed. New York: McGraw-Hill, 2002. Ed. Tessitura, 2012. 424 p.

FERREIRA, J. A.; ANJOS, L. A.; BARROS, A. A. et al. Gasto Energético e Carga Fisiológica de Trabalho em Coletores de Lixo Domiciliar no Rio de Janeiro: Um Estudo Piloto. **Relatório de Pesquisa**. Rio de Janeiro: Centro de Estudos da Saúde do Trabalhador e Ecologia Humana, Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz. 1995.

FERREIRA, J. A. **Lixo Hospitalar e Domiciliar: Semelhanças e Diferenças – Estudo de Caso no Município do Rio de Janeiro**. 1997, 218p., Tese de Doutorado (Área Saúde Pública), Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz.

FERREIRA, J.A.; ANJOS L.A., **Uma Revisão das Técnicas de Tratamento de Chorume e a Realidade do Estado do Rio de Janeiro**. In: 21º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 2001, Paraíba. **Anais...** Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2001.

FRÉSCA, F. R. C. **Estudo da geração de resíduos sólidos domiciliares no município de São Carlos, SP, a partir da caracterização física.** Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.

FUNASA – FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. Relatório de gestão elaborado por Coordenação Geral de Planejamento e Avaliação CGPLA/DEPIN. Brasília: Ministério da Saúde. 2007.

GABELLINI, M. **O Que fazer em Liubliana, Eslovênia.** Disponível em: <https://www.euandopelomundo.com/blog/o-que-fazer-em-liubliana/>. Acesso em: 17 nov. 2018.

GARCIA, L. P.; ZANETTI-RAMOS, B. G. Gerenciamento dos resíduos de serviços de saúde: uma questão de biossegurança. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 20, n. 3, p. 744-752, 2004.

GARRITY, G.M.; LILBURN, T.G.; COLE, J.R.; HARRISON, S.H.; ENZEBY, J.; TINDALL, B.J. **Taxonomic outline of bacteria and archaea: TOBA release 7.7.** Michigan: Michigan State University, 2007.

GOBBI, Laurice de Fátima. **Política nacional de resíduos sólidos no Estado do Paraná: a coordenação e gestão da PNRS nos municípios das regiões da AMUSEP e AMOP.** Tese (Doutorado). Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getulio Vargas. São Paulo, 2017.

Hoornweg, G. P., A. T., & Gooijer, C. On the potential of forward-scattering degenerate four-wave mixing detection in capillary electrophoresis. *Analytica chimica acta*, 416(2), 151-155. 2000.

HOORNWEG, Daniel, et al. **What a waste: a global review of solid waste management.** World Bank, Washington, DC, 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL (IBAM), Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República – SEDU/PR. **Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Manual Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos.** Rio de Janeiro: IBAM, 2001. Disponível no site: <http://www.resol.com.br/cartilha4/manual.pdf>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL (IBAM), Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República – SEDU/PR. **Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Manual Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos.** Rio de Janeiro: IBAM, 2013. Disponível no site: <http://www.resol.com.br/cartilha4/manual.pdf>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL (IBAM), Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República – SEDU/PR. Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Manual Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos. Rio de Janeiro: IBAM, 2014. Disponível no site: <http://www.resol.com.br/cartilha4/manual.pdf>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL (IBAM), Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República – SEDU/PR. Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Manual Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos. Rio de Janeiro: IBAM, 2017. Disponível no site: <http://www.resol.com.br/cartilha4/manual.pdf>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Demográfico**: 2015. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 18 set. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Demográfico**: 2016. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 20 jan. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Demográfico**: 2018 Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 8 jun. 2019. IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Pesquisa sobre pagamento por serviços ambientais urbanos para gestão de resíduos sólidos. Brasília (DF): Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República, Diretoria de Estudos e Políticas Regionais, Urbanas e Ambientais (DIRUR).

IPT - Instituto de Pesquisa Tecnológica. **Manual de Gerenciamento Integrado. Lixo Municipal**: 2. ed. São Paulo: 2000. p. 29.

ISWA - INTERNATIONAL SOLID WASTE ASSOCIATION. Waste management, in strategies are needed to: increase the degree of youth participation and include their ideas, basic understanding .... In: Proceedings of ISWA (International Solid Waste Association) Elsevier. Volume 25, Issue 5. Pages 531-537. 2005.

ISWA - INTERNATIONAL SOLID WASTE ASSOCIATION. Waste and Climate Change - ISWA White Paper” JIURGIU, PAULO ADRIANO - Quantificação de emissões anuais de URE e Aterro Sanitário, 2015.

JACOBI, Pedro Roberto; BESEN, Gina Rizpah. Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade. **Estudos avançados**, v. 25, n. 71, p. 135-158, 2011.

JURAS, I. A. G. M. **Legislação sobre Resíduos Sólidos: comparação da Lei 12.305/2010 com a legislação de países desenvolvidos.** Consultoria Legislativa da Câmara de Deputados. Brasília. Abril, 2012.

KARAK, T.; BHAGAT, R. M.; BHATTACHARYYA, P.. Municipal solid waste generation, composition, and management: The World Scenario. **Critical Reviews Environmental Science and Technology**, v.42, n.15, p.1509-1630, 2012.

KIM, V. J. H. et al. Similaridade Entre os Conceitos de Economia Circular e Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). 9º Fórum Internacional de Resíduos Sólidos. Anais. Porto Alegre - RS: Instituto Venturi, 2018. Disponível em:  
<http://www.institutoventuri.org.br/ojs/index.php/firs/article/view/699/563>.

KIM, V. J. H.; CONTE, G. G.; SCHALCH, V. Metodologias para Caracterização Física de Resíduos Domiciliares: Uma Revisão Sistemática. 29º Fórum Internacional de Resíduos Sólidos. Anais. Porto Alegre - RS: Instituto Venturi, 2018. Disponível em:  
<http://www.institutoventuri.org.br/ojs/index.php/firs/article/view/700/564>.

KLAMMER, S.; KNAPP, B.; INSAM, H. Bacterial community patterns and thermal analyses of composts of various origins. **Waste Management Research**, v.26, p.173, 2008.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Técnicas de Pesquisa.** São Paulo: Atlas, 2008. 277p.

LEITE, W. C. A. **Estudo da gestão de resíduos sólidos: uma proposta de modelo tomando a Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI-5) como referência.** 270 p. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo (USP), São Carlos, 1997.

LEVINSON, W.; JAWETZ, E. **Microbiologia médica e imunologia.** 7 ed. Porto Alegre: Artmed, 2005.

LIMA, L. M. Q. **Lixo: tratamento e biorremediação.** 3a ed. São Paulo: Hemus Editora Ltda, 1995.

LIMPEBRAS ENGENHARIA AMBIENTAL LTDA. **Mapa de setores da coleta de resíduos domiciliares e coleta seletiva de Uberlândia.** Uberlândia, 2019.

LINCOPAN, N.; TRABULSI, L. Pseudomonas aeruginosa. **In Microbiologia.** 4ª edição. São Paulo. 2004. Editora Atheneu, p. 359-368.

LYNCH P, JACKSON M.M.: An attempt to make an issue less murky: **A comparison of four systems for infection precaution**. *Infect Control Hosp. Epidemiol* 12:448-450. 1991.

MAGRINHO, Alexandre; DIDELET, Filipe; SEMIAO, Viriato. Municipal solid waste disposal in Portugal. **Waste management**, v. 26, n. 12, p. 1477-1489, 2006.

MAIA, Hérica Juliana Linhares et al. Legislação ambiental da Paraíba: contribuições à gestão integrada de resíduos sólidos. **Revista Monografias Ambientais**, v. 14, n. 1, p. 14-19, 2016.

MANCINI, S. D. **Estudos da hidrólise do PET pós-consumo no estado sólido visando a reciclagem química**. Tese (Doutorado) – Programa de pós-graduação em Ciências e Engenharia de Materiais da UFSCar. São Carlos/SP. 2001.

MANUAL INTEGRADO DE PREVENÇÃO E CONTROLE DAS DOENÇAS TRANSMITIDAS POR ALIMENTOS (DTA). Secretaria de Vigilância e Saúde (SVS) Ministério da Saúde. Brasil. 2010.

MARCHEZETTI, A.; KAVISKI, E.; BRAGA, M. Aplicação do método AHP para a hierarquização das alternativas de tratamento de resíduos sólidos domiciliares. **Ambiente Construído**, v. 11, n. 2, p. 173–187, 2011.

MASSUKADO, L. M. Sistema de Apoio à Decisão: **Avaliação de Cenários de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos Domiciliares**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de São Carlos. 2004.

MAYHALL, C.G., RUTALA, W.A. Medical Waste. **Infection Control and Hospital Epidemiology**, 13, 1: 38-48. 1992.

MEKARO, K. S. **Avaliação do gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde em estabelecimentos da Atenção Básica à Saúde**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Enfermagem da Universidade Federal de São Carlos, 2019.

MELO, A. J. M. A experiência das Agências Reguladoras na regulamentação técnica dos serviços de saneamento básico no Brasil e o advento da Lei nº 11.445/07. In: GALVÃO JUNIOR, A. C.; XIMENES, M. M. A. F. (Eds). **Regulação: normatização da prestação dos serviços de água e esgoto**. Fortaleza: Pouchain Ramos, 2015.

MENGUE, DEIVIS et al. Caracterização dos Resíduos Sólidos gerados em um município de médio porte com o intuito da incorporação em massa cerâmica. **Seminário de Iniciação Científica**, p. 244, 2014.

MELOSI, M. **Garbage In The Cities: Refuse Reform and the Environment**. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press. 2004.

MESSAGE, L. B. **Diagnóstico e avaliação do gerenciamento dos resíduos de serviços de saúde: estudo comparativo entre hospitais do município de São Carlos-SP**. 2019. 256 f. Dissertação (Mestrado em Ciência). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2019.

METIN, E., EROZTURK, A., NEYIM, C. Solid waste management practices and review of recovery and recycling operations in Turkey. **Waste Management**, v.23, n.5, p. 425-532, 2003.

MICHAELIS. **Moderno Dicionário da Língua Portuguesa**. 1. ed. São Paulo: Melhoramentos, 2004.

MILANEZ, B.; T. BÜHRS. "**Aprendendo com a experiência dos outros: responsabilidade estendida do produtor na Alemanha e Países Baixos.**" **VII Seminário Nacional de Resíduos Sólidos**. Projetos Sócio-Econômicos/2004.

MILARÉ, E. **Direito do ambiente: a gestão ambiental em foco**. 6. ed. rev., atual. e ampl. São Paulo: Revistas dos Tribunais, 2009.

MILIOS, L. **Municipal waste management in Sweden**Etc/Scp. [s.l: s.n.]. 2013.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA) Governo Federal. Esplanada dos Ministérios, Bloco B (5º ao 9º andar) 2016. [www.mma.gov.br](http://www.mma.gov.br)

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Organização Pan-Americana da Saúde. **APS Forte para o SUS: Acesso Universal**. Série técnica Navegador SUS. Brasília, DF.: OPAS; 2019.

MONTEIRO, J.H.P. ; FIGUEIREDO, C.E.M.; MAGALHÃES, A.F.; MELO, M.A.F.; BRITO, J.C.X.; ALMEIDA, T.P.F.; MANSUR, G.L. **Manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: IBAM 2001.

MURRAY, R. W. et al. Integrated waste management/water system using radioisotopes for thermal energy in 180-day space mission life support system. **NASA, ASME paper 71-AV-4, pp. 9.**, 2004.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO (OCDE) In: documento: Artigo. ([https://read.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/oslo-manual-2018\\_9789264304604-en](https://read.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/oslo-manual-2018_9789264304604-en)) - OECD and Eurostat 2004.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). Relatório sobre os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio. 2015. Disponível em: [https://www.unric.org/pt/images/stories/2015/PDF/MDG2015\\_PT.pdf](https://www.unric.org/pt/images/stories/2015/PDF/MDG2015_PT.pdf).

PELCZAR, M. J. Jr; CHAN, E. C. S.; KRIEG, N. R. Microbiologia: conceitos e aplicações 2. ed. São Paulo: Makron Books. v. 2. 517p. 1997.

PEREIRA NETO, J.T. **Gerenciamento do lixo urbano**: aspectos técnicos e operacionais. Viçosa. Ed. UFV, 2007.

PEREIRA, B. C. J Organizadora; GOES, Fernanda Lira Organizadora. Catadores de materiais recicláveis: um encontro nacional. 2016.

PETRUK, V. G. et al. PM Turchyk, SM Kvaternyuk, MI Shyrnin, VV Volovodiuk. **Household waste management. The European experience**. – Vinnytsia: «Nilan-Ltd.», 184 p. 2016.

POLZER, Verônica Rosária et al. **Desafios e perspectivas rumo ao gerenciamento integrado de resíduos sólidos nas cidades brasileiras: contribuições a partir de estudos de caso europeus**. Tese (Doutorado) Universidade Presbiteriana Mackenzie, 2017.

POTT, C. M.; ESTRELA, C. C. Histórico ambiental: desastres ambientais e o despertar de um novo pensamento. Estudos avançados, v. 31, n. 89, 2017. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ea/v31n89/0103-4014-ea-31-89-0271.pdf>>. Acesso em: 02 jan. 2018.

PREFEITURA MUNICIPAL DE UBERLÂNDIA. **Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Urbanos**. Secretaria Municipal de Serviços Urbanos. Prefeitura Municipal de Uberlândia. 09/04/18.

\_\_\_\_\_. Secretaria Municipal de Serviços Urbano (SMSU). **Registros e Documentos**, 2018.

PREFEITURA MUNICIPAL DE UBERLÂNDIA. Secretaria Municipal de Serviços Urbano (SMSU). **Registros e Documentos**, 2019.

PUGLIESI, Erica. Caracterização qualitativa e quantitativa dos Resíduos de Serviços de Saúde gerados em Hospitais de médio porte do município de São Carlos-SP. **Revista Minerva - Pesquisa e Tecnologia**. v. 97, p. 529-533, 2009.

REINHARDT, PETER, A.; GORDON, JUDITH; ALVARADO, CARLA, J. Medical Waste Management. In: **Hospital Epidemiology and Infection Control** (MayHall, C., Glen, editor), pp. 1099-1108. Baltimore: WILLIAMS & WILKINS. 1996.

ROSADO, A.S.; DUARTE, G.F. Utilização de eletroforese em gel com gradientes de desnaturantes (DGGE) e gel com gradiente de temperatura para estudar a diversidade microbiana. In: **Genética e melhoramento de microrganismos**. Mello, I.S., Ed. EDUSP: São Paulo, 2002.

ROVIRIEGO, Lucas Fernando Vaquero. **Proposta de uma metodologia para a avaliação de sistemas de coleta seletiva de resíduos sólidos domiciliares**. 2005. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

RUTALA, W.A. e MAYHALL, C.G. Medical Waste. **Infection Control and Hospital Epidemiology**, 13, 1: 38-48. 1992.

SANTOS, A. L. **Diversidade molecular microbiana de lixiviados de aterros**. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Ciências (Microbiologia), Instituto de Microbiologia Prof. Paulo de Góes da Universidade Federal do Rio de Janeiro. 98 p. 2010.

SARTORI, H. J. F. **Discussão sobre a caracterização física de resíduos sólidos domiciliares**. Belo Horizonte/MG. Dissertação (Mestrado.) Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Minas Gerais. 1995.

SCHALCH, V. et al. **Gestão e gerenciamento de resíduos sólidos**. São Carlos. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2002.

SCHNEIDER, V. E. et al. Sistema de Informações Gerenciais (SIG): Ferramenta de Monitoramento do Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (RSS) e dos Custos de Tratamento. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade-GeAS**, v. 2, n. 1, p. 166-188, 2013.

SILVA, ACN, BERNARDES, RS, MORAES LRS, REIS JDP. Critérios adotados para seleção de indicadores de contaminação ambiental relacionados aos resíduos dos serviços de saúde: uma proposta de avaliação. **Cad Saúde Pública**; 18:1401. 2002.

SILVA FILHO, C.R.V. Os serviços de limpeza urbana e a PNRS. In: JARDIM, A.; OSHIDA, C.; FILHO, J. V. M.. **Política Nacional, Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos**. Barueri: Editora Manolo, 2012.

SILVA, C. B.; LIPORONE, F. Deposição irregular de resíduos sólidos domésticos em Uberlândia: algumas considerações. **OBSERVATORIUM: Revista Eletrônica de Geografia**, v. 2, n. 6, 2011.

SILVA, L. R. M.; MATOS, E. T. A. R.; FISCILETTI, R. M. D. S. Resíduo Sólido Ontem e Hoje: Evolução Histórica dos Resíduos Sólidos na Legislação Ambiental Brasileira. **Revista AREL FAAR. Amazon's Research na Environmental Law**, 5 (2), 126-142. 2017.

SINIR: SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE A GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS. Disponível em <https://sinir.gov.br/planos-de-residuos-solidos> Acesso em: 17 dez. 2016.

SINIR: SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE A GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS. Disponível em <https://sinir.gov.br/levantamento-de-informacoes-das-unidades-da-federacao> Acesso em: 17 jun. 2017.

SINIR: SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE A GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS. Disponível em [https://sinir.gov.br/tipos-de-residuos/consulta-de-indicadores-de-residuos-solidos/index.php?option=com\\_indicadorresiduo](https://sinir.gov.br/tipos-de-residuos/consulta-de-indicadores-de-residuos-solidos/index.php?option=com_indicadorresiduo) Acesso em: 13 jan. 2018.

SIQUEIRA, M. M.; MORAES, M. S. de. Saúde coletiva, resíduos sólidos urbanos e os catadores de lixo. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 14, n. 6, p. 2115-2122, 2009.

SOUTO, G. D. B.; POVINELLI, J. Resíduos Sólidos. In: DO CARMO CALIJURI, M. C.; D. G. F. **Engenharia Ambiental: conceitos, tecnologia e gestão**. Elsevier Brasil. Cap 22 p, 565. 2013

SOUZA, E. L. **Medidas para prevenção e minimização da contaminação ambiental e humana causada pelos RSS gerados em estabelecimento hospitalar** – estudo de caso. 2005. 150 f. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.

SOUZA, J. D. Pensar a relação do homem com o meio ambiente: contribuições geográficas para a regulamentação proposta pelo direito ambiental. *Acta Geográfica, Boa Vista*, v. 11, n. 26, p. 1-18, 2017. Disponível em: <<https://revista.ufrr.br/actageo/article/view/3505/2328>>. Acesso em: 09 abr. 2018.

TAKAYANAGUI, A. M. M. Gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. In: PHILIPPI JÚNIOR, A. (Ed.). **Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável**. Barueri, SP. Manole, p. 324-374, 2005.

TCHOBANOGLIOUS, G.; KREITH, F. **Handbook of Solid Waste Management**. New York: McGraw-Hill, 2ªed. 1993.

TOJO, N., & C. FISCHER, 2010, ' Europe as a Recycling Society-The European Recycling Map', ETC/SPC working paper 5/2010, available at: [http://eea.eionet.europa.eu/Public/irc/eionetcircle/etc\\_waste/library?l=/european\\_recycling/200810\\_etc-scp-/\\_EN\\_1.0\\_&a=d](http://eea.eionet.europa.eu/Public/irc/eionetcircle/etc_waste/library?l=/european_recycling/200810_etc-scp-/_EN_1.0_&a=d) , accessed 14th November 2018.

TOLEDO, M. R. F. **Edwardsiella-Citrobacter-Klebiella-Enterobacter-Hafnia-Serratia-Morgarella-Providencia**. In: TRABULSLI, L. R. et al. **Microbiologia**. 3 ed. São Paulo, Atheneu, p. 247-249. 2002.

TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R. CASE, C. L. **Microbiologia**. 10 ed. Porto Alegre: Artmed, 2012, 934 p. 2012.

TRENTINELLA, T. Gestão de resíduos: o exemplo do Japão. Geração Sustentável. 09 de junho de 2010. Disponível em: <http://revistageracaosustentavel.blogspot.com.br/2010/06/gestao-de-residuos-exemplo-do-japao.html> Acesso em: 24 ago. 2019.

UN-HABITAT. **Solid Waste Management in the World's Cities United Nations Habitat**. Nairobi (Quênia): United Nations Settlement Program. 2010;

UNITED NATIONS. **2015 Revision of World Population Prospects**. Available in: <https://esa.un.org/unpd/wpp/>. Access: November 25, 2017.

UNITED STATES CENSUS BUREAU. **QuickFacts San Francisco County, California**. Disponível em: <https://www.census.gov/quickfacts/sanfranciscocountycalifornia> Acesso em: 15 dez. 2018.

VERMELHO, A. B. **Práticas de Microbiologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006.

VILELA JR, A. J. DEMAJOROVIC. "**Modelos e ferramentas de Gestão Ambiental: Desafios e perspectivas para as organizações**. São Paulo: Senac, 2010. 396 p. 3. Campinas: Instituto de Economia, UNICAMP (2010).

VILHENA, A. (Coord.). Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado. 3. ed. São Paulo: CEMPRE, 2010.

WALDMAN, M. **Lixo Domiciliar no Brasil: Dinâmicas Sócio Espaciais, Gestão de Resíduos e Ambiente Urbano** - Relatório de Pesquisa de Pós-Doutorado. Campinas: UNICAMP-CNPq. 2013.

WORLD BANK - Urban Development & Local Government Unit. **What a Waste: a Global Review of Solid Waste Management**. Washington-DC: 2012

WORLD ORGANIZATION HEALTH (WHO). Safe management of wastes from health care activities. Geneva: WHO, 2014.

WASTE ATLAS T.M.D – Waste, 2017 disponível em: <http://www.atlas.d-waste.com/> Acesso em 20 de dez. 2017.

ZANETI, I.C.B.B.; **Educação Ambiental, Resíduos Sólidos Urbanos e Sustentabilidade: Um estudo de caso Porto Alegre, RS**, Tese de Doutorado, Centro de Desenvolvimento Sustentável-UNB. Brasília, 2003.

ZANON, U., Riscos infecciosos imputados ao lixo hospitalar: Realidade epidemiológica ou ficção sanitária? **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, 23:163-170. 1990.