



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
INSTITUTO DE GEOGRAFIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

**ANÁLISE E PROPOSIÇÕES ECONÔMICAS SOBRE  
OPÇÕES GERENCIAIS PARA RESÍDUOS  
BIODEGRADÁVEIS NA CIDADE DE UBERLÂNDIA/MG**

CYNTIA ANDRADE ARANTES

UBERLÂNDIA

2018

CYNTIA ANDRADE ARANTES

**ANÁLISE E PROPOSIÇÕES ECONÔMICAS SOBRE  
OPÇÕES GERENCIAIS PARA RESÍDUOS  
BIODEGRADÁVEIS NA CIDADE DE UBERLÂNDIA/MG**

Tese de Doutorado apresentada ao  
Programa de Pós-Graduação em  
Geografia como exigência parcial para  
a obtenção do título de Doutor em  
Geografia.

Área de Concentração: Geografia e  
Gestão do Território

Orientador: Prof. Dr. Manfred Fehr

UBERLÂNDIA

2018



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

---

A662a      Arantes, Cyntia Andrade, 1986-  
2018      Análise e proposições econômicas sobre opções gerenciais para  
resíduos biodegradáveis na cidade de Uberlândia/MG / Cyntia Andrade  
Arantes. - 2018.  
277 f. : il.

Orientador: Manfred Fehr.  
Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa  
de Pós-Graduação em Geografia.  
Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14393/ufu.te.2018.612>  
Inclui bibliografia.

1. Geografia - Teses. 2. Lixo - Eliminação - Uberlândia (MG) -  
Teses. 3. Aterro sanitário - Uberlândia (MG) - Teses. 4. Gestão integrada  
de resíduos sólidos - Aspectos econômicos - Teses. I. Fehr, Manfred. II.  
Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em  
Geografia. III. Título.

---

CDU: 910.1

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**

**Programa de Pós-Graduação em Geografia**

**CYNTIA ANDRADE ARANTES**

**“ANÁLISE E PROPOSIÇÕES ECONÔMICAS SOBRE OPÇÕES  
GERENCIAIS PARA RESÍDUOS BIODEGRADÁVEIS NA CIDADE  
DE UBERLÂNDIA/MG”**

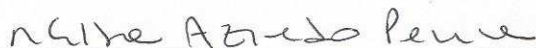


Professor Doutor Manfred Fehr (Orientador) - UFU

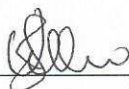
*Fehr*



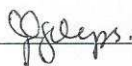
Professor Doutor Arcenio Meneses da Silva – IFTM



Profª. Doutora Nelba Azevedo Penna – UNB - DF



Professor Doutor Vitor Ribeiro Filho – UFU



Professora Doutora Geisa Daise Gumiero Cleps – UFU

Data: 27/04 de 2018

Resultado: aprovada com distinção

*Dedico esta dissertação àqueles que se fizeram importantes em minha vida desde o meu primeiro dia nesse mundo: minha mãe Helisa (a qual não há como descrever a gratidão e amor que lhe tenho), minha irmã Daniella (que em todas as situações nunca saiu do meu lado), a minha avó Maria Divina (que sempre me auxiliou com conselhos e orações). E aquele que surgiu depois em minha vida: William (que no lugar de pai sempre foi o melhor).*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a minha família: mãe, irmã, avó, padrasto, por toda a força, todo companheirismo, todo apoio e incentivo, sempre, em todas as situações. Agradeço por terem acreditado em mim incondicionalmente. Agradeço a Deus, no qual sempre me apeguei nos bons e maus momentos e, que sempre me proporcionou coisas maravilhosas.

Agradeço em especial minha irmã Daniella, que leu, releu e corrigiu cada palavra escrita nessa tese. Agradeço aos amigos que sempre torceram por minhas conquistas, aos amigos que fiz durante esses quatro anos, os quais levarei para sempre.

Agradeço imensamente ao meu orientador Manfre Fehr, meu maior incentivador, aquele que me proporcionou enxergar minha verdadeira paixão, me fez ver com o que realmente quero trabalhar, o que eu realmente quero pesquisar. Agradeço pelos conselhos, pelo auxílio, pela sabedoria compartilhada, a humildade em passar o conhecimento, pela paciência e o fato de estar sempre me incentivando a melhorar cada vez mais.

E, por fim, agradeço a CAPES, pelo auxílio financeiro.

# O LIXO



**Menino não jogue  
o lixo no chão.  
Se cada um joga um,  
a população joga um montão.  
Menino não jogue  
O lixo no chão.  
O lixo da cidade não cabe na lata.  
O lixo da cidade causa doença e mata.**

**Menino não jogue  
o lixo no chão.  
O lixo é uma grande poluição  
do solo, do ar e da água.  
O lixo junta insetos e outros bichos  
no solo, no ar e na água.  
Menino não jogue  
o lixo no chão.**

LUXO	LUXO	LUXO	LUXO	LUXO	LUXO	LUXO
LUXO	LUXO	LUXO	LUXO	LUXO	LUXO	LUXO
LUXO	LUXO	LUXO	LUXO	LUXO	LUXO	LUXO
LUXO	LUXO	LUXOXO		LUXO		LUXO
LUXO	LUXO	LUXO		LUXO		LUXO
LUXO	LUXO	LUXOXO		LUXO		LUXO
LUXO	LUXO	LUXO	LUXO	LUXO	LUXO	LUXO
LUXO LUXO	LUXO	LUXO	LUXO	LUXO	LUXO	LUXO
LUXO LUXO	LUXO	LUXO		LUXO	LUXO	LUXO

## RESUMO

Atualmente, os resíduos biodegradáveis são os mais gerados nos municípios brasileiros e, em Uberlândia, não é diferente. A gestão e tratamento desses resíduos nessa cidade não são prioridade da administração pública, devido a isso, esse trabalho teve como objetivo analisar e propor dentre as opções possíveis de gerenciamento de resíduos sólidos biodegradáveis, aterro sanitário e compostagem, qual é a mais viável do ponto de vista econômico para a cidade de Uberlândia/MG. A metodologia foi desenvolvida a partir de pesquisas bibliográficas e trabalho de campo, o qual foi realizado na Prefeitura Municipal de Uberlândia, Divisão de Limpeza Urbana, Concessionária de Limpeza Urbana, Aterro Sanitário de Uberlândia, Empresa Privada de Compostagem, Hospitais, Condomínios Fechados, Escolas, Restaurantes, Comunidades de Entorno do Aterro Sanitário e Área de Compostagem e Catadores de Materiais Recicláveis. A partir dos dados coletados e analisados, foi possível escolher duas opções de destinação dos resíduos biodegradáveis e compara-las, em termos econômicos, apresentando qual delas é mais viável a cidade, essas opções foram o aterro sanitário e a compostagem. No fim de todos os cálculos realizados foi comprovado que a compostagem, seja ela realizada a partir da construção de uma usina pela prefeitura ou através de uma parceria público-privada, é menos onerosa economicamente para Uberlândia, do que a utilização do aterro sanitário. Sendo que os valores encontrados foram: cerca de 56 milhões por ano com aterramento dos resíduos biodegradáveis, enquanto que com a construção de um usina seria de 13 a 19 milhões por ano e, com a parceria entre 24 a 30 milhões por ano. Entre a construção da usina e a parceria, a primeira opção depende de menos recursos para acontecer, sendo uma opção ainda mais viável. Em termos do custo de oportunidade, também foi demonstrado que a opção alternativa, compostagem, é melhor do que a opção escolhida, aterro sanitário, pois geraria recursos e evitaria os desperdícios com o aterramento dos resíduos biodegradáveis. Com a construção da usina de compostagem seriam gerados de recursos ou seriam evitados gastos no valor de cerca de 52 milhões por ano e com a parceria público-privada o valor seria de aproximadamente 42 milhões por ano. Com essa abordagem do custo de oportunidade, é possível perceber que desviar os materiais do aterro e encaminhá-los para a alternativa da coleta seletiva - compostagem - representa um investimento melhor para o poder público, ocorrendo retorno econômico e benefícios para sociedade, superiores ao modelo de aterrar.

**Palavras-chave:** Resíduos biodegradáveis. Aterro sanitário. Compostagem. Economia. Custo de oportunidade.



## ABSTRACT

Currently, biodegradable waste is the most generated in Brazilian municipalities and in Uberlândia, it is no different. The management and treatment of this waste in this city is not a priority of the public administration, because of this, the objective of this work was to analyze and propose among the possible options of biodegradable solid waste management, landfill and composting, which is the most feasible of the point economic view for the city of Uberlândia / MG. The methodology was developed based on bibliographical research and field work, which was carried out at the City Hall of Uberlândia, Urban Cleaning Division, Urban Cleaning Concessionary, Uberlândia Landfill, Private Composting Company, Hospitals, Closed Condominiums, Schools, Restaurants, Sanitary Landfill Communities and Composting Area and Recyclable Material Pickers. From the data collected and analyzed, it was possible to choose two options for the disposal of biodegradable waste and to compare them in economic terms, showing which one is more viable the city, these options were the landfill and the composting. At the end of all the calculations, it has been proven that composting, whether made by the construction of a plant by the city hall or through a public-private partnership, is less economically costly to Uberlândia, than the use of the landfill. Being that the values found were: about 56 million per year with grounding of the biodegradable waste, whereas with the construction of a plant would be 13 to 19 million per year and with the partnership between 24 to 30 million per year. Between the construction of the plant and the partnership, the first option depends on fewer resources to happen, being an even more viable option. In terms of the opportunity cost, it has also been shown that the alternative option, composting, is better than the chosen option, landfill because it would generate resources and avoid waste by grounding the biodegradable waste. With the construction of the composting plant would be generated from resources or would be avoided spending in the amount of about 52 million per year and with the public-private partnership the value would be approximately 42 million per year. With this opportunity cost approach, it is possible to perceive that diverting the materials from the landfill and directing them to the alternative of the selective collection - composting - represents a better investment for the public power, with an economic return and benefits for society, superior to the model to land.

**Keywords:** Biodegradable waste. Landfill. Composting. Economy. Opportunity cost.

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 1: ESTRUTURA DA PESQUISA.....</b>	<b>9</b>
<b>FIGURA 2: GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL .....</b>	<b>41</b>
<b>FIGURA 3: COLETA DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL.....</b>	<b>43</b>
<b>FIGURA 4: ESQUEMA REPRESENTATIVO DE LIXÃO A CÉU ABERTO .....</b>	<b>47</b>
<b>FIGURA 5: ESQUEMA REPRESENTATIVO DE UM ATERRO CONTROLADO .....</b>	<b>48</b>
<b>FIGURA 6: ESQUEMA DE ATERRO SANITÁRIO DEMONSTRANDO TODAS SUAS ESTRUTURAS....</b>	<b>49</b>
<b>FIGURA 7: ECONOMIA LINEAR .....</b>	<b>85</b>
<b>FIGURA 8: ECONOMIA CIRCULAR.....</b>	<b>88</b>
<b>FIGURA 9: FLUXO DO SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO EM UBERLÂNDIA.....</b>	<b>116</b>
<b>FIGURA 10: ÁREAS DO ANTIGO E NOVO ATERRO SANITÁRIO DE UBERLÂNDIA .....</b>	<b>161</b>
<b>FIGURA 11: ÁREA ATUAL DO ATERRO SANITÁRIO DE UBERLÂNDIA. VISTA APROXIMADA.....</b>	<b>161</b>
<b>FIGURA 12: LOCALIZAÇÃO DO ATUAL ATERRO SANITÁRIO DE UBERLÂNDIA.....</b>	<b>163</b>
<b>FIGURA 13: LOCALIZAÇÃO DA UNIDADE DE COMPOSTAGEM DA EMPRESA PRIVADA VISITADA EM UBERLÂNDIA.....</b>	<b>192</b>
<b>FIGURA 14: LOCALIZAÇÃO EM ÁREA RURAL DA UNIDADE DE COMPOSTAGEM PESQUISADA....</b>	<b>193</b>
<b>FIGURA 15: DIAGRAMA DAS FASES DE COMPOSTAGEM .....</b>	<b>196</b>
<b>FIGURA 16: FLUXOGRAMA DO PROCESSO PRODUTIVO .....</b>	<b>197</b>
<b>FIGURA 17: PROPRIEDADES NO ENTORNO DA ÁREA DE COMPOSTAGEM PESQUISADA .....</b>	<b>210</b>
<b>FIGURA 18: PANFLETO DISTRIBUÍDO PELA SECRETARIA MUNICIPAL DE UBERLÂNDIA EM CONDOMÍNIOS DA CIDADE .....</b>	<b>219</b>
<b>FIGURA 19: FUNCIONAMENTO DO ECOPONTO DENTRO DE UM CONDOMÍNIO FECHADO EM UBERLÂNDIA.....</b>	<b>220</b>
<b>FIGURA 20: FORMA DE SEGREGAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS PROPOSTA POR UM CONDOMÍNIO FECHADO EM UBERLÂNDIA .....</b>	<b>221</b>



## LISTA DE FOTOS

<b>FOTO 1:</b> CAMINHÃO UTILIZADO PARA COLETA SELETIVA EM UBERLÂNDIA .....	133
<b>FOTO 2:</b> RESÍDUOS QUARTEADOS SOBRE LONA DE PROTEÇÃO DO SOLO PARA DETERMINAR A COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA .....	138
<b>FOTO 3:</b> USO DO SOLO PARA PASTAGEM ANTES DA CONSTRUÇÃO DO ATERRO SANITÁRIO DE UBERLÂNDIA.....	163
<b>FOTO 4:</b> VIA DE ACESSO AO ATERRO SANITÁRIO DE UBERLÂNDIA.....	164
<b>FOTO 5:</b> OFICINA MECÂNICA INSTALADA DENTRO DA ÁREA DO ATERRO SANITÁRIO DE UBERLÂNDIA.....	165
<b>FOTO 6:</b> FRETE EM ENVELOPAMENTO/ADENSAMENTO E CONFINAMENTO DE RESÍDUOS .....	167
<b>FOTO 7:</b> FRETE DE RESÍDUOS PROTEGIDA COM LONAS.....	167
<b>FOTO 8:</b> COBERTURA DOS RESÍDUOS QUE CHEGAM AO ATERRO SANITÁRIO .....	168
<b>FOTO 9:</b> CINTURÃO VERDE EM TORNO DO ATERRO SANITÁRIO DE UBERLÂNDIA .....	181
<b>FOTO 10:</b> JARDINS IMPLANTADOS NA ÁREA DO ATERRO SANITÁRIO DE UBERLÂNDIA.....	181
<b>FOTO 11:</b> VEGETAÇÃO DE TALUDES ENCERRADOS .....	182
<b>FOTO 12:</b> COMPOSTADOR DE RESÍDUOS BIODEGRADÁVEIS.....	201
<b>FOTO 13:</b> ÁREA USADA PARA ABASTECIMENTO DENTRO DA ÁREA DE COMPOSTAGEM.....	202
<b>FOTO 14:</b> FOSSE SÉPTICA UTILIZADA NA ÁREA DE COMPOSTAGEM.....	203
<b>FOTO 15:</b> POÇOS UTILIZADOS PARA O MONITORAMENTO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS.....	204
<b>FOTO 16:</b> CAIXA COLETORA .....	205
<b>FOTO 17:</b> ENCANAMENTO PRESENTE DENTRO DA ÁREA DE COMPOSTAGEM.....	206
<b>FOTO 18:</b> LAGOA PLUVIAL INSTALADA DENTRO DA ÁREA DE COMPOSTAGEM.....	207
<b>FOTO 19:</b> COMPACTAÇÃO DOS PÁTIOS PRESENTES NA ÁREA DE COMPOSTAGEM .....	208
<b>FOTO 20:</b> LEIRAS DE COMPOSTAGEM SEM A PRESENÇA DE CHORUME EM SEU ENTORNO .....	209

## LISTA DE MAPAS

<b>MAPA 1:</b> PARTICIPAÇÃO DAS REGIÕES DO PAÍS NO TOTAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS COLETADOS..	44
<b>MAPA 2:</b> PERCENTUAIS DE MUNICÍPIOS POR REGIÃO E BRASIL EM QUE EXISTEM INICIATIVAS DE COLETA SELETIVA.....	76
<b>MAPA 3:</b> ÁREA URBANA DO MUNICÍPIO DE UBERLÂNDIA EM DESTAQUE EM MARROM .....	109
<b>MAPA 4:</b> DISTRIBUIÇÃO TERRITORIAL DE UBERLÂNDIA E SEUS DISTRITOS.....	110
<b>MAPA 5:</b> SETORES DA COLETA CONVENCIONAL.....	122
<b>MAPA 6:</b> LOCALIZAÇÃO DOS ECOPONTOS JÁ IMPLANTADOS EM UBERLÂNDIA .....	128
<b>MAPA 7:</b> ÁREA ATENDIDA PELOS ECOPONTOS INSTALADOS EM UBERLÂNDIA .....	129
<b>MAPA 8:</b> BAIRROS DA CIDADE DE UBERLÂNDIA ATENDIDOS PELA COLETA SELETIVA .....	135

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>GRÁFICO 1:</b> PROPORÇÃO DE MUNICÍPIOS, POR FORMA DE EXECUÇÃO DO SERVIÇO, SEGUNDO OS TIPOS DE SERVIÇO DE ABASTECIMENTO .....	22
<b>GRÁFICO 2:</b> PERCENTUAL DE MUNICÍPIOS ONDE HÁ PARTICIPAÇÃO DA COMUNIDADE POR TIPO DE SERVIÇO DE SANEAMENTO BÁSICO, SEGUNDO AS GRANDES REGIÕES - 2008. ....	23
<b>GRÁFICO 3:</b> PERCENTUAL DE MUNICÍPIOS ONDE NÃO EXISTIU, NO ORÇAMENTO MUNICIPAL, PREVISÃO DE VERBA PARA SER UTILIZADA NO MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS, POR GRANDES REGIÕES - 2008. ....	24
<b>GRÁFICO 4:</b> COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS COLETADOS NO BRASIL .....	40
<b>GRÁFICO 5:</b> GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS POR HABITANTE NOS ESTADOS E DISTRITO FEDERAL.....	42
<b>GRÁFICO 6:</b> DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL POR TIPO DE DISPOSIÇÃO (T/DIA). ....	46
<b>GRÁFICO 7:</b> DISPOSIÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS COLETADOS NO BRASIL .....	46
<b>GRÁFICO 8:</b> PERCENTUAL DA COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA DE ALGUNS BAIRROS DE UBERLÂNDIA.....	140

## LISTA DE TABELAS

<b>TABELA 1:</b> METAS ESTABELECIDAS NO PLANO NACIONAL DE SANEAMENTO .....	20
<b>TABELA 2:</b> FAIXAS UTILIZADAS PARA GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS PER CAPITA .....	36
<b>TABELA 3:</b> PARTICIPAÇÃO DOS MATERIAIS NO TOTAL DE RSU COLETADOS NO BRASIL.....	40
<b>TABELA 4:</b> QUANTIDADE DE RESÍDUOS SÓLIDOS COLETADOS POR REGIÕES NO BRASIL.....	43
<b>TABELA 5:</b> RECURSOS APLICADOS NA COLETA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS .....	45
<b>TABELA 6:</b> QUANTIDADE DE MUNICÍPIOS POR TIPO DE DISPOSIÇÃO FINAL ADOTADA EM 2015 E 2016. ....	47
<b>TABELA 7:</b> QUANTIDADE DE MUNICÍPIOS COM INICIATIVAS DE COLETA SELETIVA .....	76
<b>TABELA 8:</b> MUNICÍPIOS POR REGIÃO QUE PRATICAM A COBRANÇA PARA SERVIÇO DE RESÍDUOS SÓLIDOS .....	103
<b>TABELA 9:</b> POPULAÇÃO TOTAL, URBANA E RURAL DE UBERLÂNDIA - 1991, 2000 E 2010.....	111
<b>TABELA 10:</b> CRESCIMENTO POPULACIONAL DE UBERLÂNDIA, MINAS GERAIS E BRASIL, EM 10 ANOS .....	111
<b>TABELA 11:</b> CRESCIMENTO POPULACIONAL DE UBERLÂNDIA EM 10 ANOS - 2000 A 2010. ....	112
<b>TABELA 12:</b> POPULAÇÃO ESTIMADA DE UBERLÂNDIA - 2010 A 2014. ....	112
<b>TABELA 13:</b> TAXAS DE URBANIZAÇÃO E DENSIDADE DEMOGRÁFICA EM UBERLÂNDIA - 2000 E 2010. ....	112
<b>TABELA 14:</b> DENSIDADE DEMOGRÁFICA NA ÁREA URBANA E RURAL EM UBERLÂNDIA - 2000 E 2010. ....	113
<b>TABELA 15:</b> POPULAÇÃO DISCRIMINADA POR DISTRITOS EM UBERLÂNDIA.....	113
<b>TABELA 16:</b> DISTRIBUIÇÃO DA POPULAÇÃO POR FAIXA ETÁRIA EM UBERLÂNDIA - 2000 E 2010. ....	114
<b>TABELA 17:</b> POPULAÇÃO ATENDIDA PELO DMAE.....	115
<b>TABELA 18:</b> EVOLUÇÃO ANUAL DO SISTEMA DE ESGOTO DE UBERLÂNDIA E VOLUME DE ESGOTO PRODUZIDO .....	117
<b>TABELA 19:</b> CAPACIDADE DE TRATAMENTO DE ESGOTO EM UBERLÂNDIA.....	117
<b>TABELA 20:</b> NÍVEL DE ATENDIMENTO DO DMAE NO MUNICÍPIO DE UBERLÂNDIA .....	117

<b>TABELA 21:</b> NÚMERO DE VEÍCULOS DE ACORDO COM TURNOS E DIAS DE COLETA.....	124
<b>TABELA 22:</b> INFORMAÇÕES IMPORTANTES QUANTO A COLETA SELETIVA DE UBERLÂNDIA.....	134
<b>TABELA 23:</b> MATERIAIS E QUANTIDADES COLETADOS NA COLETA SELETIVA EM UBERLÂNDIA. .....	136
<b>TABELA 24:</b> TOTAL DE RESÍDUOS QUE CHEGAM AO ATERRO SANITÁRIO POR DIA E POR ANO ...	137
<b>TABELA 25:</b> QUANTIDADE DE MATERIAIS COLETADOS EM CADA BAIRRO PARA PESQUISA .....	139
<b>TABELA 26:</b> ESTIMATIVAS DE CUSTOS EM TODAS AS FASES DO ATERRO SANITÁRIO .....	223
<b>TABELA 27:</b> QUANTIDADE DE RESÍDUOS ENVIADOS AO ATERRO SANITÁRIO POR DIA, MÊS E ANO E O VALOR PAGO POR TONELADA DE RESÍDUOS ATERRADOS.....	225
<b>TABELA 28:</b> QUANTIDADE DE RESÍDUOS BIODEGRADÁVEIS ENVIADOS AO ATERRO SANITÁRIO POR DIA, MÊS E ANO E O VALOR PAGO POR TONELADA DE RESÍDUOS ATERRADA .....	225
<b>TABELA 29:</b> CUSTOS DISPENDIDOS NAS ETAPAS DE UMA USINA DE COMPOSTAGEM.....	227
<b>TABELA 30:</b> VALORES GASTOS PELA PREFEITURA COM O ENVIO DOS RESÍDUOS BIODEGRADÁVEIS PARA EMPRESA DE COMPOSTAGEM POR DIA, MÊS E ANO.....	229
<b>TABELA 31:</b> GASTOS COM A COMPOSTAGEM ATRAVÉS DE PARCERIA COM EMPRESA PRIVADA. .....	229
<b>TABELA 32:</b> COMPARAÇÃO DOS GASTOS PARA AS FORMAS DE DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS BIODEGRADÁVEIS APRESENTADAS .....	230
<b>TABELA 33:</b> VALOR PERDIDO COM O ATERRO SANITÁRIO E CUSTO DE OPORTUNIDADE DOS RESÍDUOS BIODEGRADÁVEIS.....	233
<b>TABELA 34:</b> VALOR ECONÔMICO PERDIDO COM A ÁREA DO ATERRO COMPARADO AO USO INDUSTRIAL E O CUSTO DE OPORTUNIDADE CORRESPONDENTE AOS RESÍDUOS BIODEGRADÁVEIS. .....	234
<b>TABELA 35:</b> CUSTO DE OPORTUNIDADE DO ATERRO SANITÁRIO COM BASE NA ALTERNATIVA DE COLETA SELETIVA PARA COMPOSTAGEM DOS RESÍDUOS BIODEGRADÁVEIS.....	238

## LISTA DE QUADROS

<b>QUADRO 1:</b> HISTÓRICO DOS PRINCIPAIS EVENTOS SOBRE SANEAMENTO NO BRASIL .....	18
<b>QUADRO 2:</b> COMPONENTES MAIS COMUNS NA COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA .....	37
<b>QUADRO 3:</b> HISTÓRICO DA EVOLUÇÃO DOS ESTUDOS SOBRE LOGÍSTICA REVERSA .....	78
<b>QUADRO 4:</b> BENEFÍCIOS TRAZIDOS PELA ECONOMIA CIRCULAR .....	91
<b>QUADRO 5:</b> SISTEMA DE CAPTAÇÃO E SUAS RESPECTIVAS CAPACIDADES .....	115
<b>QUADRO 6:</b> EVOLUÇÃO DA QUANTIDADE DE USUÁRIOS ATENDIDOS PELOS SERVIÇOS DO DMAE. .....	116
<b>QUADRO 7:</b> QUADRO DE PESSOAL - ATIVIDADES DE LIMPEZA URBANA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS .....	119
<b>QUADRO 8:</b> ECOPONTOS IMPLANTADOS NA CIDADE DE UBERLÂNDIA .....	127
<b>QUADRO 9:</b> BAIRROS ATENDIDOS PELA COLETA SELETIVA EM UBERLÂNDIA.....	134
<b>QUADRO 10:</b> DIAS E TURNOS EM QUE OS BAIRROS RECEBEM A COLETA SELETIVA.....	136
<b>QUADRO 11:</b> LISTA DE MATERIAIS COLETADOS E UTILIZADOS PARA DETERMINAR A COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA .....	139
<b>QUADRO 12:</b> MANUTENÇÃO DA ÁREA DO ATERRO SANITÁRIO DE UBERLÂNDIA .....	173
<b>QUADRO 13:</b> MONITORAMENTO DA EFICIÊNCIA DO SISTEMA DE TRATAMENTO DE CHORUME ..	176
<b>QUADRO 14:</b> MONITORAMENTO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS .....	177
<b>QUADRO 15:</b> MONITORAMENTO DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS .....	178
<b>QUADRO 16:</b> COMPONENTES UTILIZADOS PARA ANÁLISE DO CUSTO DE OPORTUNIDADE DO ATERRO SANITÁRIO EM RELAÇÃO A COMPOSTAGEM .....	232

## LISTA DE SIGLAS

AAF - Autorização Ambiental de Funcionamento

ABAL - Associação Brasileira do Alumínio

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABRCS - Associação Brasileira de Reciclagem e Coleta Seletiva

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

ACOPPPMAR - Associação de Coletores de Plástico, PET, PVC e outros Materiais Recicláveis

ACRU - Associação de Catadores e Recicladores de Uberlândia

ANAC - Agência Nacional de Aviação Civil

ARBE - Associação de Reciclagem Boa Esperança

ARCA - Associação de Recicladores e Catadores Autônomos

ASSOMAN - Associação dos Catadores e Recicladores do Bairro Taiaman

BDI - Banco de Dados Integrados

CDR – PV - Canais de Distribuição Reversa Pós-Venda

CEA - Centro de Educação Ambiental

CEMIG - Companhia Energética de Minas Gerais

CEMPRE – Compromisso Empresarial para Reciclagem

CGEA - Coordenação-Geral de Educação Ambiental

CIEAs - Comissões Interinstitucionais Estaduais de Educação Ambiental

CNEN - Comissão Nacional de Energia Nuclear

COEA/MEC - Coordenação-Geral de Educação Ambiental

CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente

CONSEMA - Conselho Estadual de Meio Ambiente

CORU - Cooperativa de Recicladores de Uberlândia

DEA - Diretoria de Educação Ambiental

DLU - Divisão de Limpeza Urbana

DMAE - Departamento Municipal de Água e Esgoto

EA - Educação Ambiental

EC - Economia Circular

EIA - Estudo de Impacto Ambiental

EIA - ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL

EJA - Educação de Jovens e Adultos

ETAs – Estação de Tratamento de Água

ETEs – Estação de Tratamento de Efluentes

FAO - Fundação das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura

GTTs - Grupos de Trabalho Temáticos

IBAMA - Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IEF - Instituto Estadual de Florestas

IGAM - Instituto Mineiro de Gestão das Águas

IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas

LI - Licenciamento de Instalação

LO - Licença de Operação

LP - Licenciamento Prévio

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

MMA - Ministério do Meio Ambiente

PANACEA - Plano Andino-Amazônico de Comunicação e Educação Ambiental

PEAD - Polietileno de alta densidade

PGIRO - Programa de Compostagem de Resíduos Orgânicos

PGIRS - Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos

PLACEA - Programa Latino-Americano e Caribenho de Educação Ambiental

PNEA - Política Nacional de Educação Ambiental

PNMA - Política Nacional de Meio Ambiente

PNMA - Política Nacional de Meio Ambiente

PNRS - Plano Nacional de Resíduos Sólidos

PNRS - Política Nacional de Resíduos Sólidos

PPA - Plano Plurianual

PRONEA - Programa Nacional de Educação Ambiental

PV - Poços de Visita

RAFA - Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente

RCD - Resíduo da Construção Civil

RIMA - Relatório de Impacto Ambiental

RIMA - RELATÓRIO DE IMPACTO AMBIENTAL

RSI - Resíduos Sólidos Industriais

RSS - Resíduo de Serviços de Saúde

RSU - Resíduos Sólidos Urbanos

SECAD - Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização e Diversidade

SEMA - Secretaria Especial do Meio Ambiente

SEMA - Secretaria Especial do Meio Ambiente

SISNAMA - Sistema Nacional de Meio Ambiente

SMSU - Secretaria Municipal de Serviços Urbanos



## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>6</b>
Objetivo Geral.....	6
Objetivos Específicos.....	6
<b>CAPÍTULO 1 .....</b>	<b>7</b>
<b>CAMINHOS DA PESQUISA .....</b>	<b>7</b>
<b>CAPÍTULO 2 .....</b>	<b>17</b>
2.1. Saneamento Básico no Brasil .....	17
2.2. As Várias Definições Para Resíduos Sólidos .....	26
2.3. Classificação dos Resíduos Sólidos .....	31
2.4. Características dos Resíduos Sólidos .....	36
2.5. Geração, Coleta e Disposição Final de Resíduos Sólidos .....	39
2.6. Legislação Federal, Estadual e Municipal Sobre Resíduos Sólidos .....	52
<b>CAPÍTULO 3 .....</b>	<b>59</b>
<b>ELEMENTOS QUE PODEM INFLUENCIAR POSITIVAMENTE NA GESTÃO DE RESÍDUOS BIODEGRADÁVEIS.....</b>	<b>59</b>
3.1. Educação Ambiental: histórico no mundo e no Brasil .....	59
3.2. Legislação Sobre Educação Ambiental.....	64
3.3. Conceitos para Educação ambiental .....	66
3.4. Educação ambiental e resíduos sólidos .....	70
3.5. Coleta Seletiva.....	73
3.6. Logística Reversa .....	77
3.7. Resíduos Sólidos e Economia .....	81
3.8. Custo de Oportunidade .....	93
3.9. Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos .....	96

<b>CAPÍTULO 4 - RESULTADOS.....</b>	<b>109</b>
<b>ASPECTOS GERAIS SOBRE SANEAMENTO BÁSICO E RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NA CIDADE DE UBERLÂNDIA.....</b>	<b>109</b>
4.1. Caracterização da Área de Estudo .....	109
4.2. Aspectos Gerais Sobre Saneamento Básico e Resíduos Sólidos Urbanos na cidade de Uberlândia.....	114
4.2.1. Saneamento Básico – Água e Esgoto .....	114
4.2.2. Saneamento Básico - Resíduos Sólidos .....	117
4.2.3. Resíduos Sólidos – Quantidade Produzida em Uberlândia.....	137
<b>CAPÍTULO 5 - RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>149</b>
<b>OPÇÕES ECONOMICAMENTE VIÁVEIS PARA DESTINAR OS RESÍDUOS BIODEGRADÁVEIS EM UBERLÂNDIA – ATERRO SANITÁRIO E COMPOSTAGEM .....</b>	<b>149</b>
5.1. Iniciativas de Destinação e Legislação Para Resíduos Biodegradáveis no Brasil e no Mundo.....	149
5.2. Aterro Sanitário de Uberlândia .....	158
5.3. Compostagem .....	189
5.4. Respostas aos Questionários Aplicados na Divisão de Limpeza Urbana, Catadores de Materiais recicláveis e Grandes Geradores .....	211
5.5. Custos Envolvidos nas Atividades do Aterro Sanitário e Compostagem .....	223
5.6. Custo de Oportunidade do Aterro Sanitário em Relação à Alternativa da Destinação dos Resíduos Biodegradáveis à Compostagem .....	231
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>241</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>246</b>

## INTRODUÇÃO

Desde a mais remota origem do homem organizado em forma de cidades, os resíduos, bem como a disposição geral dos dejetos, já representavam um problema. Na antiga Mesopotâmia, entre 3.000 a 4.000 a. C., os resíduos eram sucessivamente empilhados, formando colinas sobre onde os homens viviam, escapavam de enchente ou observavam o gado. Depois de algum tempo, essas montanhas eram desfeitas e serviam como adubo nas plantações (AIZEN; PECHMAN, 1985). Os gregos, exemplo nas artes, democracia, cultura e ciências, não possuíam nenhum tipo de coleta e limpeza das ruas – trabalho considerado inferior, desta forma, Atenas era uma mistura de poeira e esgoto (CONSONI, 2001).

Em Roma, fundada em 753 a. C., apesar de haver grandes galerias de água e esgoto, era comum dispor os resíduos em qualquer lugar, mesmo próximo às igrejas, palácios, edifícios públicos e monumentos, gerando, com esta prática, as grandes epidemias que assolavam o Império. Para resolver esse problema, por volta de 500 a. C., foi regulamentado que todo o resíduo deveria ser depositado em valas a mais de 1,5 km das cidades. Há relatos de que a técnica de compostagem era bastante usada e, de certa forma, importante, já que havia, inclusive, um Deus especial para o assunto, chamado Stercus (SMA, 1998).

Segundo Branco (1997), as cidades medievais sofriam sérios problemas de acúmulo de dejetos, formando pilhas enormes em locais de circulação de pessoas, possibilitando a proliferação de doenças. Esse quadro, aliado à falta de condições de higiene e poucos recursos da medicina da época contribuíram para a morte de grandes contingentes populacionais em epidemias como a peste negra.

No século XIV, na Idade Média, a peste bubônica e outras epidemias fizeram 43 milhões de vítimas na Europa. Elas foram decorrentes dos problemas de salubridade, obrigando os nobres e senhores feudais a intervirem na coleta e disposição final dos resíduos dos núcleos mais adensados. Nos lugares mais isolados os resíduos eram queimados, lançados no solo de plantas, serviam para alimentar animais ou eram enterrados.

Ressalta-se que, ainda na Idade Média, já existiam catadores, que eram chamados de trapeiros. Na Alemanha, as tarefas de limpeza urbana, inclusive o destino de cadáveres, eram delegados a prostitutas, prisioneiros de guerra, condenados, escravos, ajudantes de carrascos e mendigos (EIGENHEER, 2009).

Nessa época a conjectura de que os restos produzidos pelos seres humanos poderiam gerar sofrimento físico e psíquico começou a gerar medo na população. Este fato explica por que as pré

noções sobre os resíduos, ainda hoje, remetem à sujeira, a doença e a miséria, levando a um estigma social da questão (VELLOSO, 2008).

Na passagem da Idade Média para a Idade Moderna, em Lisboa, lançar resíduos e despejos nas ruas passou a ser proibido, através de edital relacionado a regras de higiene. Com a Revolução Comercial e o Mercantilismo, os tipos de resíduos já começaram a se diversificar e aumentar, como resultado da nova concepção econômica, ou seja, a produção e a troca deixaram de ter caráter de mera subsistência e passaram a atender aos mercados das cidades, em outras palavras, o mundo estava começando a se integrar.

Passando para a Idade Contemporânea, outras mudanças na forma de interação entre a humanidade e os resíduos sólidos, foram trazidas pela Revolução Industrial, que permitiu a ampliação da produtividade, o desenvolvimento dos meios de transporte, a evolução do comércio internacional, o advento de novos materiais, e, de maneira significativa, a popularização dos meios de comunicação e o advento da publicidade, que resultaram na ampliação da quantidade de resíduos gerados por habitante.

Esses pontos de inflexão causaram uma profunda transição no consumo e posterior descarte dos produtos em nível local e planetário. A aquisição de bens de consumo e suas consequências deixaram de ser um assunto estritamente ligado à sobrevivência material, tendo reflexos em questões subjetivas, ou seja, algumas pessoas veem os resíduos como fator de risco a saúde humana e ao meio ambiente; outros como um indicador social de comportamento, sendo atributo de lugares sujos; sendo considerado um problema que pertence a outra pessoa, ou ao governo, por exemplo (DRACKNER, 2005).

No Brasil os resíduos passaram a ser um problema a partir da migração para as cidades. No século XVIII, o Rio de Janeiro era um foco de problemas sanitários, onde as praias, rios e lagoas eram locais mais utilizados para despejo de dejetos (AIZEN; PECHMAN, 1985). Esses autores afirmam que havia uma grande vala onde eram depositados os resíduos e o esgoto, que transbordava em dia de chuvas intensas causando graves surtos epidêmicos.

Em São Paulo, até o ano de 1869, não existia coleta de resíduos sólidos regular e, somente em 1913, já no século XX, a prefeitura começou a gerenciar esse assunto, adquirindo o incinerador do Araçá, com capacidade para 40 ton/dia (ZIGLIO, 2001).

Ainda no século XX, ocorreram dois grandes fatores que influenciaram a questão dos resíduos sólidos no Brasil: o aumento da população e a migração para as cidades, que mudou o perfil do consumo. Na década de 70, mais da metade da população já habitava as cidades e, desde então, o

aumento da população urbana foi cada vez mais acentuado (LOPES, 2003). Com esse crescimento da população cresceu também a demanda por serviços públicos como saúde, educação e saneamento básico.

Essa demanda por serviços públicos de limpeza foi muito maior do que a evolução no sistema. O pouco conhecimento dos gestores, aliado ao pioneirismo das técnicas de reciclagem e disposição final, criaram um gerenciamento baseado na busca pela melhoria na coleta e na destinação longe dos centros urbanos. O resultado é que se cristalizou na população, e até mesmo na administração pública, a ideia de que todo material que não serve mais ao morador deve ser colocado no lixo, já que era a única maneira de livrar-se do mesmo (LOPES, 2006).

De início, essa visão de gerenciamento trazia grandes vantagens, pois o maior gasto público era o do sistema de coleta, e esse não necessitaria ser diversificado para coletar os diferentes materiais inservíveis ao morador. A partir da década de 80, a saturação das áreas de disposição dos resíduos sólidos e o crescimento da malha urbana, que diminuiu o número possível de locais para a disposição final, obrigaram a mudança do foco do gerenciamento, incorporando ao mesmo o tratamento dos resíduos depositados e abrindo a discussão sobre a necessidade do reaproveitamento.

A preocupação do Brasil em relação a gestão de resíduos é recente, sua Política Nacional de Resíduos Sólidos foi consolidada em 2010 e a partir dela, o gerenciamento de resíduos passou a ser baseado no conceito de responsabilidade compartilhada, a sociedade como um todo - cidadãos, governos, setor privado e sociedade civil organizada – passou a ser responsável pela gestão ambientalmente correta dos resíduos sólidos. Agora o cidadão é responsável não só pela disposição correta dos resíduos que gera, mas também é importante que repense e reveja o seu papel como consumidor; o setor privado, por sua vez, fica responsável pelo gerenciamento ambientalmente correto dos resíduos sólidos, pela sua reincorporação na cadeia produtiva e pelas inovações nos produtos que tragam benefícios socioambientais, sempre que possível. Os governos federal, estadual e municipal são responsáveis pela elaboração e implementação dos planos de gestão de resíduos sólidos, assim como dos demais instrumentos previstos na Política Nacional que promovam a gestão dos resíduos sólidos, sem negligenciar nenhuma das inúmeras variáveis envolvidas na discussão sobre os mesmos.

Alguns temas são de extrema importância quando se trata de gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, como Educação Ambiental voltada para práticas que induzam as pessoas a reduzirem o consumo e a consequente geração de resíduos; a coleta seletiva na fonte geradora, para propiciar um reaproveitamento dos resíduos gerados, buscando a destinação e não apenas a

disposição ambientalmente correta, que seria entendida como o envio dos resíduos aos aterros sanitários. E também, a logística reversa, que vem apresentar um conceito de ciclo de vida fechado para os resíduos, ou seja, é novamente agregado valor a eles e, dessa, forma retornam ao mercado, ao invés de serem perdidos no aterramento.

A economia exerce papel de destaque por ser elemento-chave no processo de tomada de decisão de gestores públicos e privados para a escolha e realização das ações. A cada nova definição, nova demanda da sociedade, o mercado se organiza para prestar os serviços e oferecer produtos, sendo a questão econômica utilizada para a tomada de decisão para a produção e para o consumo. Por isso é preciso entender que o debate sobre resíduos sólidos, hoje, é muito mais complexo que debater apenas poluição, desmatamento, efeito estufa, espaço, saúde. Ainda que todos esses assuntos sejam da maior importância, é necessário que essas discussões envolvam também o debate sobre a otimização dos recursos, estratégia, marketing, economia, emprego, renda e cidadania.

Analisando todas essas questões existem custos que podem auxiliar nas tomadas de decisões quanto ao gerenciamento de resíduos sólidos, como o custo de oportunidade, que permite calcular o que está sendo perdido e o que poderia ser tido como benefício caso outras opções de destinação final fossem adotadas. Segundo Stock (1998) a melhor solução no gerenciamento dos resíduos é aquela em que o binômio meio ambiente e lucro estejam combinados de tal forma que tanto as diretrizes do meio ambiente quanto o resultado financeiro sejam satisfatórios, pensando dessa forma, no lado ambiental, mas de modo economicamente viável para as cidades.

Como nos municípios brasileiros, a maior parte dos resíduos produzidos e dispostos, seja em aterros ou lixões, ainda são biodegradáveis, fazendo um total de 51,4% em capitais, por exemplo, São Paulo e Rio de Janeiro, e em cidades do interior, esse percentual chega a 80% (SILVA et al., 1999) e, como a cidade de Uberlândia (MG) segue essa linha, produzindo um total de 60,37% (CONCESSIONÁRIA DE LIMPEZA URBANA, 2017), essa pesquisa se preocupa em solucionar o problema de gestão desses resíduos, demonstrando dentre as soluções possíveis para sua destinação, qual é a mais viável em termos econômicos para a cidade.

A administração pública do município de Uberlândia não implantou até o momento nenhum tipo de destinação correta para os resíduos biodegradáveis, os mesmos são dispostos no aterro sanitário da cidade, sem nenhum tipo de reaproveitamento. Algumas diretrizes e metas foram criadas no Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, desenvolvido em 2013, mas até então, nada do que foi proposto foi colocado em prática com relação a esses resíduos.

Por esse motivo, e por ser a questão econômica de grande importância para a tomada de decisões administrativas, esse trabalho buscou opções para gerenciamento de resíduos biodegradáveis na cidade de Uberlândia, apontando o aterro sanitário – já utilizado – e a compostagem, como possíveis alternativas de disposição e destinação final para esses resíduos.

Ambas foram comparadas do ponto de vista econômico e, por fim, a melhor opção foi apresentada e proposta como meio de resolver a extensa geração de resíduos biodegradáveis e, ao mesmo tempo, a falta de aproveitamento do mesmo, que no momento, ainda é visto como “lixo” sem valor para a administração pública.

Para uma melhor compreensão do trabalho realizado, esta tese foi dividida em seis capítulos, além da introdução, objetivos e considerações finais. O capítulo 1 – Caminhos da Pesquisa, apresenta os Procedimentos Metodológicos, que especificam como o trabalho de campo foi desenvolvido, buscando atingir os objetivos propostos na pesquisa.

O Capítulo 2 – Resíduos Sólidos Urbanos: um panorama geral no Brasil, faz uma discussão do tema saneamento básico, trazendo várias informações sobre tal. Em seguida, apresenta as várias definições para resíduos sólidos, sua classificação e caracterização, além de apontar dados sobre geração, coleta, disposição final e as legislações pertinentes ao tema.

O Capítulo 3 – Elementos que podem influenciar positivamente na gestão de resíduos biodegradáveis, apresenta um conjunto de elementos que auxiliam na gestão dos resíduos biodegradáveis e podem ser utilizados pela administração pública em Uberlândia, tais como: Educação Ambiental, coleta seletiva, logística reversa e economia relacionada aos resíduos sólidos e custo de oportunidade. E também mostra as diferenças existentes entre gestão e gerenciamento, como um complementa o outro e como ambos são importantes para o tratamento dos resíduos sólidos.

O capítulo 4 – Resultados - Aspectos Gerais Sobre Saneamento Básico e Resíduos Sólidos Urbanos na Cidade de Uberlândia, inicia-se com a caracterização da área de estudo, trazendo dados importantes sobre Uberlândia, com ênfase aos serviços de infraestrutura como saneamento básico e resíduos sólidos.

Por fim o capítulo 5 – Resultados e Discussões - Opções Economicamente Viáveis para Destinar os Resíduos Biodegradáveis em Uberlândia – Aterro Sanitário e Compostagem – aponta quais as opções mais viáveis para gestão de resíduos biodegradáveis e mostra qual delas é a menos onerosa, do ponto de vista econômico, realizando uma comparação entre elas para que fique claro qual é a mais interessante para a cidade.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo Geral**

Analisar e propor dentre as opções possíveis de gerenciamento de resíduos sólidos biodegradáveis, aterro sanitário e compostagem, qual é a mais viável do ponto de vista econômico para a cidade de Uberlândia/MG.

### **Objetivos Específicos**

- Analisar a produção de Resíduos Sólidos no Brasil, enfatizando também conceitos, classificação, características, coleta e disposição final dos mesmos;
- Identificar quais ferramentas podem auxiliar na gestão de resíduos biodegradáveis em Uberlândia;
- Caracterizar a área de estudo e buscar informações sobre saneamento básico e produção de resíduos sólidos na cidade;
- Investigar os grandes geradores de resíduos: restaurantes, escolas, hospitais e condomínios para saber sobre como destinam os resíduos biodegradáveis;
- Aplicar cálculos econômicos e de custo de oportunidade para as opções gerenciais escolhidas;
- Comparar, através dos cálculos, as opções aterro sanitário e compostagem e comprovar qual é a mais viável economicamente para a cidade de Uberlândia.



## CAPÍTULO 1

### CAMINHOS DA PESQUISA

Tartuce (2006) aponta que a metodologia científica trata de método e ciência. Método (do grego *methodos*; *met'hodos* significa, literalmente, “caminho para chegar a um fim”) é, portanto, o caminho em direção a um objetivo; metodologia é o estudo do método, ou seja, é o corpo de regras e procedimentos estabelecidos para realizar uma pesquisa; científica deriva de ciência, a qual compreende o conjunto de conhecimentos precisos e metodicamente ordenados em relação a determinado domínio do saber. Metodologia científica é o estudo sistemático e lógico dos métodos empregados nas ciências, seus fundamentos, sua validade e sua relação com as teorias científicas. Em geral, o método científico compreende basicamente um conjunto de dados iniciais e um sistema de operações ordenadas adequado para a formulação de conclusões, de acordo com certos objetivos predeterminados.

A atividade preponderante da metodologia é a pesquisa. O conhecimento humano caracteriza-se pela relação estabelecida entre o sujeito e o objeto, podendo-se dizer que esta é uma relação de apropriação. A complexidade do objeto a ser conhecido determina o nível de abrangência da apropriação. Assim, a apreensão simples da realidade cotidiana é um conhecimento popular ou empírico, enquanto o estudo aprofundado e metódico da realidade enquadra-se no conhecimento científico. O questionamento do mundo e do homem quanto à origem, liberdade ou destino, remete ao conhecimento filosófico (TARTUCE, 2006).

Segundo Gil (2007, p. 17), pesquisa é definida como:

(...) procedimento racional e sistemático que tem como objetivo proporcionar respostas aos problemas que são propostos. A pesquisa desenvolve-se por um processo constituído de várias fases, desde a formulação do problema até a apresentação e discussão dos resultados.

Só se inicia uma pesquisa se existir uma pergunta, uma dúvida para a qual se quer buscar a resposta. Pesquisar, portanto, é buscar ou procurar resposta para alguma coisa. As razões que levam à realização de uma pesquisa científica podem ser agrupadas em razões intelectuais (desejo de conhecer pela própria satisfação de conhecer) e razões práticas (desejo de conhecer com vistas a fazer algo de maneira mais eficaz).

Para se fazer uma pesquisa científica, não basta o desejo do pesquisador em realizá-la; é fundamental ter o conhecimento do assunto a ser pesquisado, além de recursos humanos, materiais e financeiros.

É importante salientar a diferença entre metodologia e métodos. A metodologia se interessa pela validade do caminho escolhido para se chegar ao fim proposto pela pesquisa, portanto, não pode ser confundida com o conteúdo (teoria) nem com os procedimentos (métodos e técnicas). Dessa forma, a metodologia vai além da descrição dos procedimentos (métodos e técnicas a serem utilizados na pesquisa), indicando a escolha teórica realizada pelo pesquisador para abordar o objeto de estudo.

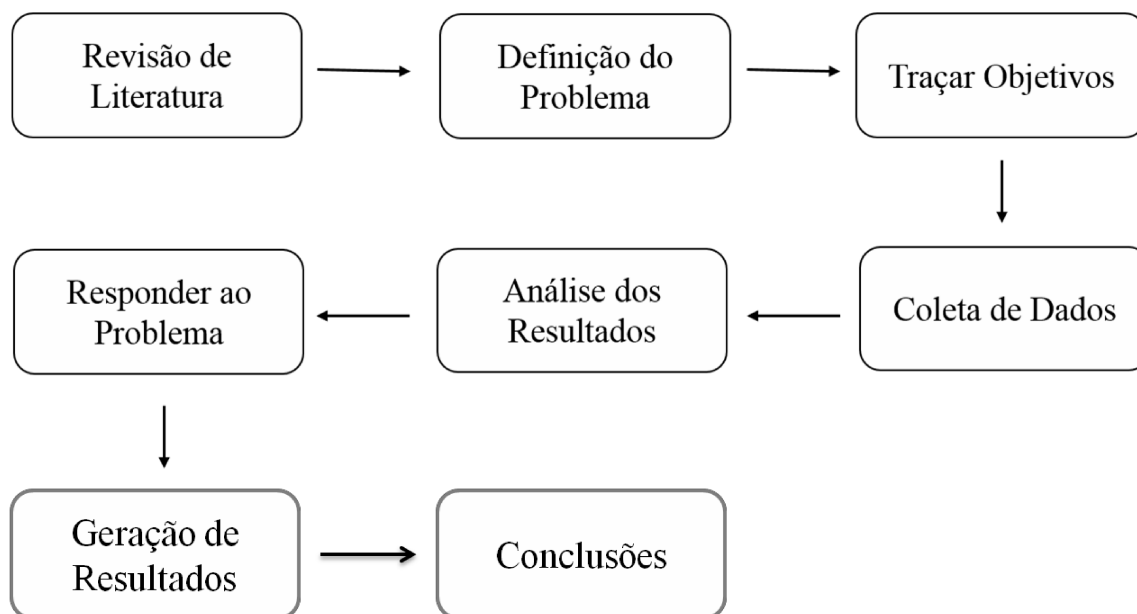
No entanto, embora não sejam a mesma coisa, teoria e método são dois termos inseparáveis, “tendo que ser tratados de maneira integrada e apropriada quando se escolhe um tema, um objeto, ou um problema de investigação” (MINAYO, 2007, p. 44). Minayo (2007,

p. 44) define metodologia de forma abrangente e concomitante:

(...) a) como a discussão epistemológica sobre o “caminho do pensamento” que o tema ou o objeto de investigação requer; b) como a apresentação adequada e justificada dos métodos, técnicas e dos instrumentos operativos que devem ser utilizados para as buscas relativas às indagações da investigação; c) e como a “criatividade do pesquisador”, ou seja, a sua marca pessoal e específica na forma de articular teoria, métodos, achados experimentais, observacionais ou de qualquer outro tipo específico de resposta às indagações específicas.

O planejamento, passo a passo, de todos os processos que serão utilizados, faz parte da primeira fase da pesquisa científica, que envolve ainda a escolha do tema, a formulação do problema, a especificação dos objetivos, a construção das hipóteses e a operacionalização dos métodos (ACKOFF, 1975). Através do modelo gráfico apresentado na Figura 1 é possível observar a estrutura geral da pesquisa.

**Figura 1:** Estrutura da pesquisa.



**Organização:** Arantes, 2017.

Quanto a abordagem a pesquisa escolheu dois enfoques: o qualitativo e o quantitativo. A pesquisa qualitativa não se preocupa com representatividade numérica, mas, sim, com o aprofundamento da compreensão de um grupo social, de uma organização, entre outros (GOLDENBERG, 1997, p. 34).

Na pesquisa qualitativa, o cientista é ao mesmo tempo o sujeito e o objeto de suas pesquisas. O desenvolvimento da pesquisa é imprevisível. O conhecimento do pesquisador é parcial e limitado. O objetivo da amostra é de produzir informações aprofundadas e ilustrativas: seja ela pequena ou grande, o que importa é que ela seja capaz de produzir novas informações (DESLAURIERS, 1991, p. 58).

A pesquisa qualitativa preocupa-se, portanto, com aspectos da realidade que não podem ser quantificados, centrando-se na compreensão e explicação da dinâmica das relações sociais. Para Minayo (2001), a pesquisa qualitativa trabalha com o universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das relações, dos processos e dos fenômenos que não podem ser reduzidos à operacionalização de variáveis.

As características da pesquisa qualitativa são: objetivação do fenômeno; hierarquização das ações de descrever, compreender, explicar, precisão das relações entre o global e o local em determinado fenômeno; observância das diferenças entre o mundo social e o mundo natural;

respeito ao caráter interativo entre os objetivos buscados pelos investigadores, suas orientações teóricas e seus dados empíricos; busca de resultados os mais fidedignos possíveis; oposição ao pressuposto que defende um modelo único de pesquisa para todas as ciências.

Dessa forma, usou-se a pesquisa qualitativa nesse estudo para análise de documentos e sistematização de custos; observação sobre a gestão de resíduos da cidade; medidas já tomadas e que ainda estão por ser realizadas se tratando de resíduos biodegradáveis; busca de informações e dados; análise de dados; contato direto com os atores envolvidos na pesquisa.

Com relação à pesquisa quantitativa, esclarece Fonseca (2002, p. 20):

Diferentemente da pesquisa qualitativa, os resultados da pesquisa quantitativa podem ser quantificados. Como as amostras geralmente são grandes e consideradas representativas da população, os resultados são tomados como se constituíssem um retrato real de toda a população alvo da pesquisa. A pesquisa quantitativa se centra na objetividade. Influenciada pelo positivismo, considera que a realidade só pode ser compreendida com base na análise de dados brutos, recolhidos com o auxílio de instrumentos padronizados e neutros. A pesquisa quantitativa recorre à linguagem matemática para descrever as causas de um fenômeno, as relações entre variáveis, etc.

A pesquisa quantitativa, que tem suas raízes no pensamento positivista lógico, tende a enfatizar o raciocínio dedutivo, as regras da lógica e os atributos mensuráveis da experiência humana (POLIT, BECKER; HUNGLER, 2004, p. 201).

Esse tipo de pesquisa foi de muita valia a esse estudo, pois permitiu a quantificação de resíduos sólidos produzidos na cidade e de resíduos biodegradáveis; quantificação de resíduos biodegradáveis que chegam ao aterro sanitário por dia, mês e ano; avaliar os custos das opções possíveis para gerenciamento dos resíduos biodegradáveis para a cidade; e calcular o custo de oportunidade.

A utilização conjunta da pesquisa qualitativa e quantitativa permite recolher mais informações do que se poderia conseguir isoladamente (POLIT, BECKER; HUNGLER, 2004, p. 201).

Quanto à natureza da pesquisa, pode-se dizer que se trata de uma pesquisa aplicada, que objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigida à solução de problemas específicos. Envolve verdades e interesses locais, o que permitiu esclarecer qual opção gerencial é mais viável economicamente para a cidade, trazendo informações de grande valia para reduzir a disposição e, a longo prazo, resolver a questão da destinação dos resíduos biodegradáveis.

Já se tratando dos objetivos tem-se uma pesquisa exploratória, a qual tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses (GIL, 2007). Essa parte da pesquisa envolveu: (a) levantamento bibliográfico; (b) entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado; e (c) análise de exemplos que estimulem a compreensão.

A Pesquisa Bibliográfica é feita a partir do levantamento de referências teóricas já analisadas, e publicadas por meios escritos e eletrônicos, como livros, artigos científicos, páginas de web sites. Qualquer trabalho científico inicia-se com uma pesquisa bibliográfica, que permite ao pesquisador conhecer o que já se estudou sobre o assunto (FONSECA, 2002, p. 32).

Para o desenvolvimento dos primeiros objetivos desse trabalho foram pesquisadas bibliografias a respeito de resíduos sólidos biodegradáveis no Brasil e em Uberlândia; produção desses resíduos; para onde são destinados; quais iniciativas já existem para gestão adequada destes resíduos, inclusive em outros países; legislação; Educação Ambiental; coleta seletiva; compostagem; logística reversa; custo de oportunidade; gestão e gerenciamento de resíduos sólidos. Destaca-se que foram necessárias muitas leituras, entre elas: “Compostagem – ciência e prática para a gestão de resíduos orgânicos” (2009) dos autores Caio Teves Inácio e Paul Richard Momsen Miller; João Tinôco Pereira Neto em “Manual de Compostagem: processo de baixo custo” (2007); “Logística Reversa” (2011) de Patrícia Guarnieri; Paulo Roberto Leite em “Logística Reversa – meio ambiente e competitividade” (2009); “Logística Reversa e Sustentabilidade” (2011) de André Luiz Pereira, Cláudio Bruzzi Boechat e Hugo Ferreira Braga Tadeu; sob a coordenação de Maria Luiza Otero D’Almeida e André Vilhena “O Lixo Municipal: manual de gerenciamento integrado” (2000); “Cadernos de Educação Ambiental – Resíduos Sólidos” (2010) organizado pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente de São Paulo; Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Uberlândia; os volumes do Banco de Dados Integrados da Prefeitura Municipal de Uberlândia, entre outros. As demais fontes, como textos especializados, revistas especializadas, dissertações de mestrado, teses de doutorado foram retiradas do Scielo (Scientific Electronic Library Online), Portal de Periódicos CAPES, SISBI (Sistema de Bibliotecas Universidade Federal de Uberlândia).

Além disso, foram utilizados documentos fornecidos pela Prefeitura Municipal de Uberlândia, Concessionária de limpeza urbana, Legislações Federais, Estaduais e Municipais e também, bancos de dados do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), CEMPRE (Compromisso Empresarial para Reciclagem), ABRELPE (Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais).

Para responder ao objetivo principal proposto nessa pesquisa foi necessário buscar quais as opções existentes e viáveis para a cidade de Uberlândia na gestão de resíduos biodegradáveis. Para isso foram pesquisados dentro do próprio território brasileiro casos que tenham sido bem-sucedidos, apontando os meios que levaram ao sucesso e se esses meios seriam adaptáveis na cidade de estudo e, ainda, verificar casos fora do país de outras soluções disponíveis. Para chegar ao resultado foram realizadas pesquisas bibliográficas nos locais de principal interesse para desenvolvimento e conclusão da pesquisa e, optou-se por analisar as opções aterro sanitário e compostagem.

Como mencionado acima, paralelamente à Pesquisa Bibliográfica foi realizada a Pesquisa de Campo para contemplar os objetivos propostos nesse estudo. A pesquisa de campo se caracteriza pelas investigações em que, além da pesquisa bibliográfica e/ou documental, se realiza coleta de dados junto a pessoas, com o recurso de diferentes tipos de pesquisa (FONSECA, 2002). Um desses tipo de pesquisa realizado nesse trabalho é a pesquisa com *survey*, que busca informação diretamente com um grupo de interesse a respeito dos dados que se deseja obter. Trata-se de um procedimento útil, especialmente em pesquisas exploratórias e descritivas (SANTOS, 1999).

A pesquisa com *survey* pode ser referida como sendo a obtenção de dados ou informações sobre as características ou as opiniões de determinado grupo de pessoas, indicado como representante de uma população-alvo, utilizando um questionário como instrumento de pesquisa (FONSECA, 2002, p. 33). Nesse tipo de pesquisa, o respondente não é identificável, portanto o sigilo é garantido. São exemplos desse tipo de estudo as pesquisas de opinião sobre determinado atributo, a realização de um mapeamento geológico ou botânico.

No início da pesquisa buscou-se identificar as fontes de acesso aos dados necessários para a realização de todas as fases do estudo, buscando cumprir os objetivos propostos. Foram identificadas como fontes de informações: a Prefeitura Municipal de Uberlândia, mais precisamente a Divisão de Limpeza Urbana; a Concessionária de limpeza urbana (empresa responsável pela coleta, transporte e destinação final dos resíduos sólidos); e uma empresa que

trabalha com compostagem na cidade, que não será identificada no trabalho. O segundo passo foi estabelecer contato com todos os locais pré-definidos, agendar visitas para realização de entrevistas e solicitação de informações pertinentes a pesquisa.

Vários questionários foram desenvolvidos para que os principais atores pudessem responder as perguntas essenciais para se chegar a um resultado viável para a cidade de Uberlândia. O primeiro realizado foi com a responsável pela Divisão de Limpeza Urbana da Prefeitura Municipal de Uberlândia, a qual respondeu aos seguintes questionamentos:

1. Existe um responsável direto pelos resíduos biodegradáveis?
2. Existe algum projeto em andamento ou futuro para os resíduos biodegradáveis?
3. Existe algum programa de Educação Ambiental para os grandes geradores?
4. Quais são as dificuldades para a gestão e gerenciamento dos resíduos biodegradáveis?
5. Por que as metas e prazos estipulados no PGIRS não foram cumpridos?
6. Por que a falta de opções para o gerenciamento de resíduos biodegradáveis se eles são os mais produzidos na cidade?
7. Quanto de recurso é destinado para a gestão de resíduos sólidos?
8. Quanto à Prefeitura gasta com a empresa que cuida da coleta e destinação final dos resíduos? Essa despesa é inserida dentro dos custos gerais da cidade com a gestão de resíduos?

Na Divisão de Limpeza Urbana foram disponibilizadas as legislações municipais que tratam de resíduos sólidos, o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos e os documentos com as informações sobre custos e geração de resíduos na cidade.

Em seguida o aterro sanitário foi visitado e, uma funcionária da empresa, que cuida dos resíduos sólidos na cidade, respondeu as seguintes perguntas:

1. Qual a área atual do aterro sanitário?
2. Qual o tempo programado de vida útil?
3. Quantas toneladas de resíduos chegam ao aterro diariamente?
4. Quantas dessas toneladas são de resíduos biodegradáveis?
5. Quais os custos para implantação do aterro?
6. Quanto a prefeitura paga por tonelada aterrada?
7. Quantos veículos possui? Quantas viagens fazem por dia? Qual a quilometragem rodada por eles? Quanto de combustível gastam por dia?
8. Quantas máquinas possui? Quantas horas trabalham por dia? Quanto de combustível

gastam por dia?

9. Qual o custo para manter o aterro sanitário, incluindo materiais, manutenção, equipamentos, veículos, entre outros?
10. Existem projetos para outro tipo de destinação para os resíduos biodegradáveis?

Foi realizada ainda, uma visita a uma das empresas que trabalham com compostagem na cidade, com intuito de adquirir informações sobre todos os custos do processo e o lucro com a venda do composto orgânico. As seguintes questões foram respondidas:

1. Qual o custo total para montar toda a estrutura de uma usina de compostagem?
2. Qual o custo do licenciamento para iniciar a produção do composto orgânico?
3. Qual o retorno financeiro com a venda do produto?
4. Qual o custo com mão-de-obra?
5. Qual o custo com a compra de veículos e máquinas?
6. Qual o custo para manutenção desses veículos e máquinas?
7. Qual o custo com matéria-prima e outros produtos necessários para concluir a compostagem de forma satisfatória?

Foi consultada também uma empresa de consultoria ambiental que trabalha com licenciamento ambiental, para obter informações sobre custos com o licenciamento do aterro sanitário e da usina de compostagem.

Outra entrevista realizada foi com os moradores dos bairros mais próximos ao aterro sanitário (160 entrevistados) e os proprietários de terra no entorno da usina de compostagem estudada (sete entrevistados). Os seguintes questionamentos foram propostos:

- Entrevista com os moradores dos bairros próximos ao aterro sanitário:
  1. Em sua opinião qual o destino adequado para os resíduos produzidos em Uberlândia?
  2. Qual o destino dado a maioria dos resíduos sólidos em Uberlândia?
  3. Você sabe onde fica o aterro sanitário de Uberlândia?
  4. Qual sua percepção a respeito do aterro sanitário? Acha que ele atrapalha no dia-a-dia da comunidade?
  5. Faz coleta seletiva em casa?
- Entrevista com os proprietários do entorno da usina de compostagem:
  1. Você sabe qual atividade é realizada na propriedade vizinha?
  2. Já visitou o local?
  3. Já teve algum problema relacionado a atividade desenvolvida na propriedade?



Como forma de complementar o estudo foram visitadas cooperativas e associações que trabalham com a reciclagem de resíduos para obter contato com catadores autônomos que vendem o material recolhido. Foram realizadas 120 entrevistas, com o intuito de esclarecer as seguintes indagações:

1. Já pensaram na possibilidade de trabalhar com resíduos biodegradáveis?
2. Já foram procurados por alguém da prefeitura para falar sobre esse assunto?
3. Aceitariam esse emprego?
4. Quanto recebem pela coleta dos resíduos recicláveis?
5. Qual valor achariam justo receber pelo quilograma de resíduos biodegradáveis coletados?

E ainda, alguns locais considerados grandes geradores de resíduos biodegradáveis, como: escolas (100 escolas visitadas), hospitais (17 visitas), condomínios (50 condomínios e 4000 mil questionários aplicados) e restaurantes (120 entrevistas), foram visitados. Essa pesquisa foi feita por amostragem, procurando abordar todos os setores da cidade de Uberlândia. O que se pretendeu com essa pesquisa foi obter informações pertinentes para auxiliar, caso uma opção diferente da utilizada atualmente na cidade, seja apontada como a mais viável. As seguintes informações foram obtidas:

1. Há separação dos resíduos biodegradáveis? Se sim, para onde destinam? Se não, por que não?
2. Onde o resíduo fica armazenado até a coleta?
3. Conhece alguém que recolha os resíduos biodegradáveis para algum uso alternativo?
4. A Prefeitura Municipal já realizou alguma campanha ou treinamento quanto ao manuseio, armazenamento, destinação final dos resíduos biodegradáveis?
5. Se houvesse a coleta seletiva regulamentada fariam a correta separação dos resíduos?

Depois de todas as informações recolhidas os dados foram computados e analisados. Com as opções escolhidas para a gestão de resíduos biodegradáveis da cidade de Uberlândia, aterro sanitário e compostagem, foram realizados os cálculos para identificar qual a mais viável economicamente para a área de estudo. Para tanto todas as despesas de cada opção foram somadas: implantação, construção, operação, coleta, aterramento, compostagem, equipamentos, entre outras. Por fim, encontrou-se um valor final do custo total de operação de cada uma delas,

permitindo com que fossem comparadas e apontada a mais vantajosa do ponto de vista econômico para a cidade de estudo.

A partir dessa somatória de custos foi possível calcular o custo de oportunidade econômico das opções escolhidas, o qual é o valor preterido na escolha de uma alternativa ao invés de outra, ou seja, o que está deixando de se ganhar escolhendo uma determinada opção, como já mencionado na revisão da literatura. Utilizou-se os valores encontrados para as despesas de cada opção e, ainda, os custos evitados optando-se por certa alternativa ao invés de outra e os benefícios gerados de cada uma delas. Foram apresentadas todas as vantagens e desvantagens de cada alternativa, enfatizando o elemento econômico e, o cálculo foi realizado através da soma de todas as vantagens da opção subtraídas pelas suas desvantagens.

O cálculo do custo de oportunidade permitiu realizar uma comparação entre todas as alternativas viáveis para gestão dos resíduos biodegradáveis em Uberlândia e apresentar qual delas é a mais vantajosa, pressupondo a alternativa mais viável.

## CAPÍTULO 2

### RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS: *um panorama geral no Brasil*

O Capítulo 2 trata sobre a questão central da presente tese: os resíduos sólidos. Para tanto começa discorrendo sobre saneamento básico, seu histórico e sua situação atual no país de forma geral. Em seguida, apresenta várias definições encontradas na literatura para resíduos sólidos, mostrando que alguns autores ainda utilizam a palavra lixo, mas que atualmente já existem diferenças significativas entre os termos resíduos sólidos e lixo. Apresenta também classificações e características distintas dos resíduos sólidos encontradas durante a pesquisa bibliográfica e, expõe um panorama geral sobre geração, coleta e disposição final. E ainda, traz a legislação federal, do Estado de Minas Gerais e do município de Uberlândia, pertinente ao tema.

#### 2.1. Saneamento Básico no Brasil

O saneamento básico é feito com vistas a garantir a saúde, a segurança e o bem-estar da população, evitando as ameaças decorrentes da presença de contaminantes, detritos, resíduos, patógenos ou substâncias tóxicas em geral. Para que o saneamento cumpra sua função é necessário considerar a qualidade das redes e dos serviços oferecidos à população e que repercutem no nível de eficiência e de resposta à demanda existente nesse setor (FRANCEYS et al. 1994).

No Brasil, o serviço sistemático de limpeza urbana foi iniciado oficialmente em 25 de novembro de 1880, na cidade de São Sebastião do Rio de Janeiro, então capital do Império. Nesse dia, o imperador D. Pedro II assinou o Decreto nº 3024, aprovando o contrato de "limpeza e irrigação" da cidade, que foi executado por Aleixo Gary e, mais tarde, por Luciano Francisco Gary, de cujo sobrenome origina-se a palavra gari, que hoje denomina-se os trabalhadores da limpeza urbana em muitas cidades brasileiras (MONTEIRO et al., 2001).

No quadro a seguir pode-se observar os principais eventos históricos que têm marcado a evolução do serviço de saneamento básico no Brasil.

**Quadro 1:** Histórico dos principais eventos sobre Saneamento no Brasil.

Ano/Período	Evento Status
Antes de 1969	Saneamento básico era gerido pelos municípios
1969	Instituição do Plano Nacional de Saneamento - Planasa
1971	Planasa ganha maior efetividade através de linhas de crédito do Banco Nacional de Habitação - BNH
1986	Fim do BNH, que é incorporado pela Caixa Econômica Federal
1988	Constituição de 1988 traz inovações ao incluir um capítulo sobre saneamento reconhecido como sendo de competência local, cabendo aos municípios prestar tais serviços, diretamente ou sob o regime de concessão ou permissão
1992	Fim do Planasa
1995	Lei das Concessões (Lei 8.987/95) – surgimento da nova Política Nacional de Saneamento, que cria a Secretaria de Política Urbana (SEPURB) no âmbito do Ministério do Planejamento
1999	SEPURB foi transformada na Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano (SEDU) vinculada diretamente à Presidência da República e focada em promover a parceria entre Estados, Municípios e setor privado
2001	Encaminhamento ao Congresso do Projeto de lei nº 147/2001, que institui as diretrizes nacionais para o Saneamento, incluindo que as entidades responsáveis pela regulação do setor deveriam ter autonomia administrativa, financeira e serem credenciadas pela Agência Nacional de Água (ANA)
2003	Criação do Ministério das Cidades
2004	Lei 11.079/2004 – Lei das Parcerias Público-Privadas (PPP's)
2005	Lei 11.107/2005 – Lei dos Consórcios Públicos
2007	Lei 11.445/2007 – Lei do Saneamento Básico, conhecida como o marco regulatório do setor. Lançamento do PAC 1
2011	Início da segunda fase do PAC, o PAC 2
2012	O governo federal elabora o Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab)  Criação do Programa de Desenvolvimento do Setor Água, Interáguas, um programa de assistência técnica para ajudar estados e municípios a elaborarem estudos e projetos, além de capacitar técnicos para aprimorar a gestão das obras em saneamento. Outro objetivo deste programa é implantar o Sistema Nacional de Informações em Saneamento (SNIS) para coletar, com mais precisão, as informações de todos os estados sobre a prestação de serviços de água e esgoto e, como está sendo feito o manejo de resíduos sólidos. O Interáguas também criou um Comitê Gestor do Programa – CG, uma Secretaria Técnica do Programa – STP e quatro Unidades de Gerenciamento do Programa – UGPs.

**Fonte:** Albuquerque (2014).

Segundo Albuquerque (2014), a primeira grande iniciativa do Estado no setor de saneamento se deu em 1969, com a instituição do Plano Nacional de Saneamento –Planasa. Até então o saneamento básico no Brasil era gerido basicamente pelos municípios. O Planasa passou a se tornar efetivo apenas dois anos mais tarde, quando passou a destinar recursos para os estados criarem as suas próprias companhias de saneamento, as Cesbs (Companhias Estaduais de Saneamento

Básico).

As Cesbs são empresas de economia mista, cujos controladores acionários são os seus respectivos Estados da Federação. Tais empresas detêm o monopólio da administração, operação, manutenção, construção e comercialização dos serviços de água e esgoto, obtido através de concessões municipais (NUNES, 2015).

Assim, o Planasa contava com uma participação ativa do Banco Nacional de Habitação (BNH) que, por meio de recursos oriundos do Fundo de Garantia do Tempo de Serviço (FGTS), oferecia uma linha de crédito especial às Cesbs. Os empréstimos do BNH compunham os investimentos que não eram realizados pelos Estados, porém ficavam limitados a, no máximo, 50% dos valores totais destinados às companhias. Com o fim do BNH em 1986, o Planasa se tornou mais frágil, sendo extinto em 1992 (NUNES, 2015).

De acordo com Albuquerque (2014), após o Planasa os investimentos no setor de saneamento contaram com a participação de órgãos multilaterais internacionais como o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) e o Banco Mundial (Bird). Ademais, o Governo Federal realizou novos investimentos através da criação de programas como o Saneamento para Núcleos Urbanos, o Pró-Saneamento e o Programa de Ação Social em Saneamento.

Apesar da expansão dos serviços de saneamento obtida por meio de tais programas, a universalização dos mesmos ainda se encontrava distante. No início dos anos 2000, os serviços de saneamento eram prestados majoritariamente pelo setor público. Fato este que é válido até os dias de hoje. De acordo com Albuquerque; Ferreira (2012), no fim de 1998 havia apenas 30 processos, em licitação ou já homologados, de concessões plenas ou parciais, enquanto mais de 3.600 municípios eram atendidos por 27 Cesbs e outros 1.800 tinham seus serviços prestados pela administração direta.

Em função deste contexto, havia uma grande dificuldade de captação de recursos para a realização de investimentos no setor de saneamento, pois o setor público estava submetido a normas de controle de seu endividamento, o que o impossibilitava de obter crédito em bancos públicos e privados. Assim sendo, os investimentos no setor possuíam o seu desenvolvimento e ampliação inibidos pela inacessibilidade a linhas de crédito compatíveis às características da grande maioria das Cesbs e dos municípios. Ademais, financiamentos externos através de Bancos como o BID e o Bird também eram pouco acessíveis em função da dificuldade de se atender às contrapartidas exigidas pelos mesmos (ALBUQUERQUE; FERREIRA, 2012).

Essa dificuldade de obtenção de recursos fez com que alguns serviços não fossem

totalmente satisfatórios e não possuísssem uma boa qualidade. Moreira (1998) realizou uma análise no que diz respeito a essa qualidade da prestação dos serviços de saneamento, no fim da década de 90:

- Serviços de água: relevantes perdas de faturamento, advindas tanto de perdas físicas (água produzida e não contabilizada), quanto comerciais (água produzida, distribuída, consumida e não medida); intermitência no fornecimento de água tratada; e baixo índice de produtividade de pessoal, medido através do número de empregados por mil ligações de água, que alcançava o valor de 4,57;
- Coleta e tratamento de esgotos: 90% dos esgotos produzidos lançados in natura ou sem tratamento adequado; utilização recorrente de redes de águas pluviais para coleta de esgotos sem a adoção de separador absoluto; impactos diretos sobre a qualidade de vida e a saúde da população, assim como sobre a qualidade dos mananciais responsáveis pelo fornecimento de água;
- Atendimento aos usuários: baixa qualidade de atendimento, perceptível através dos elevados índices de reclamações e prazos médios de atendimento a pedidos de reparos e consertos, novas ligações prediais, instalação, substituição e aferição de hidrômetros, verificação de qualidade da água, serviços de identificação de vazamentos domiciliares, entre outros.

Diante deste cenário, no ano de 1999, o Governo Federal estabeleceu metas, apresentadas na Tabela 1 e presentes na Política Nacional de Saneamento (PNS), com vistas na universalização do acesso da população brasileira aos serviços de saneamento.

**Tabela 1:** Metas estabelecidas no Plano Nacional de Saneamento.

<b>Segmento</b>	<b>1999/2010 (%)</b>	<b>1999/2002 (%)</b>
Abastecimento de água	96	96
Coleta de esgoto	65	57
Tratamento de esgoto	44	30

**Fonte:** Moreira (1998).

Quando se trata de alcançar metas estabelecidas entra em cena o tema gestão, que ganha cada vez mais importância nos debates atuais. Sabe-se hoje que o investimento técnico fica subutilizado quando não se faz um bom planejamento e uma boa gestão dos recursos.

Assim, também na área de saneamento básico, constitui-se uma questão central entender e investigar essa dimensão, que permite aproveitar com mais eficiência os recursos e investimentos realizados (SOUZA, 2002).

A geografia dos principais serviços de saneamento revela, assim, que em 2008 embora

apenas 33 municípios ainda permanecessem sem atendimento de serviço de abastecimento de água no País, a rede coletora de esgoto estava ausente em 2.495 municípios (44,8% dos municípios brasileiros), apesar do acréscimo de 192 cidades ofertando esse serviço no final desse período. Nesse contexto, ressalta-se a grave situação ocorrida em grande parte dos estados das Regiões Nordeste e Norte do país, principalmente Bahia, Maranhão, Piauí e Pará, dentre outros (LUCENA, 2006).

Tais informações demonstram que são cada vez mais prementes investimentos na área de saneamento básico, não só na parte de infraestrutura, mas também na área de gestão. A Lei no 11.445, de 05 de janeiro de 2007, estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico. Mais especificamente, o Art. 3º diz:

I - saneamento básico trata do conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de:

a) água potável: constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações necessárias ao abastecimento público de água potável, desde a captação até as ligações prediais e respectivos instrumentos de medição;

b) esgotamento sanitário: constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, tratamento e disposição final adequados dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até o seu lançamento final no meio ambiente;

c) limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos: conjunto de atividades, e instalações operacionais de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destino final do lixo doméstico e do lixo originário da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas; e

d) drenagem e manejo das águas pluviais urbanas: conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas.

II - gestão associada: associação voluntária de entes federados, por convênio de cooperação ou consórcio público, conforme disposto no Art. 241 da Constituição Federal;

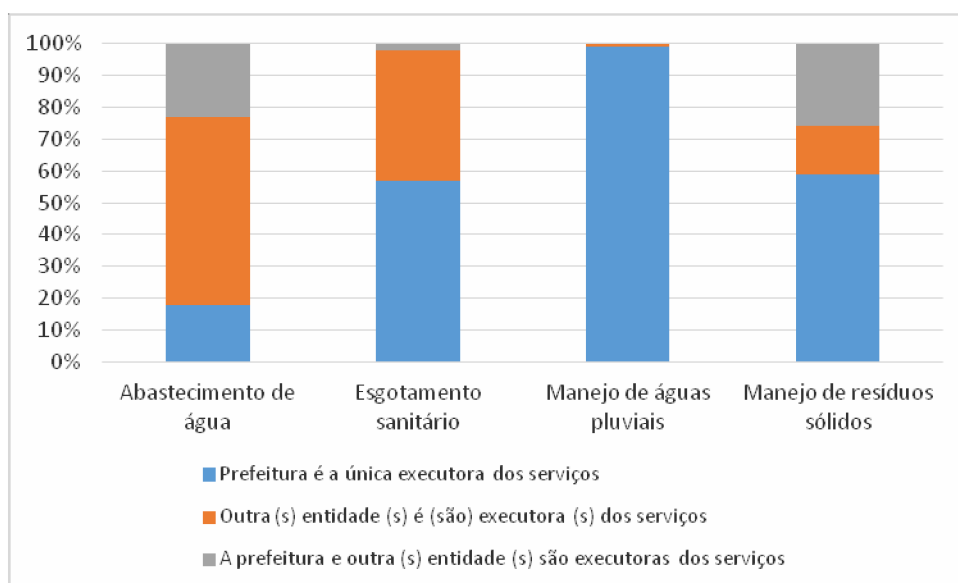
III - universalização: ampliação progressiva do acesso de todos os domicílios ocupados ao saneamento básico; e

IV - controle social: conjunto de mecanismos e procedimentos que garantem à sociedade informações, representações técnicas e participações nos processos de formulação de políticas, de planejamento e de avaliação relacionados com os serviços públicos de saneamento básico.

De acordo com o documento intitulado Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, desenvolvido pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2008, do ponto de vista da forma de execução do serviço, observou-se uma diversificação muito grande de acordo com o tipo de serviço prestado. Nos municípios com serviço de abastecimento de água, através de rede geral, existe maior descentralização do serviço em relação às prefeituras, que somente em 17% dos municípios o ofertaram de forma exclusiva, ficando a prestação do mesmo, em maior medida – em 58,2% dos municípios – com outras entidades ou de forma combinada (24,7%). No entanto, quando se trata do serviço de coleta de esgotamento sanitário, observou-se situação inversa, pois a pesquisa mostrou que em 55,6% dos municípios as prefeituras executaram o serviço de forma exclusiva, e 41,6% dos municípios tinham a execução desse serviço sob a responsabilidade de outras entidades.

No Brasil, o serviço de manejo de águas pluviais foi executado quase que exclusivamente pelas prefeituras (98,6% dos municípios), sendo as outras formas de execução residuais. No manejo dos resíduos sólidos, a maior parte das prefeituras incumbiu-se exclusivamente da prestação dos serviços (59,1%), destacando-se o caso da Região Norte, onde chegou a 90% dos municípios. Contudo, observou-se que 31,2% das prefeituras executaram os serviços em parceria com outras entidades, sobretudo no Centro-sul do País. O Gráfico 1 apresenta a proporção de municípios em que o serviço é executado com exclusividade pelas prefeituras.

**Gráfico 1:** Proporção de municípios, por forma de execução do serviço, segundo os tipos de serviço de abastecimento.



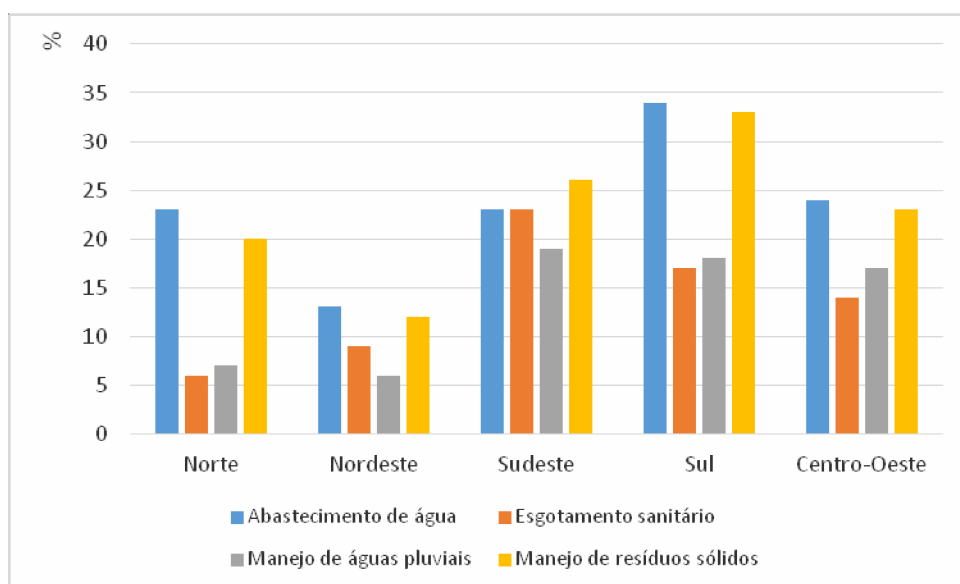
**Fonte:** IBGE, Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008.



Pode-se perceber analisando o Gráfico 1 que a maioria dos serviços ligados ao saneamento básico é prestado exclusivamente pelas Prefeituras, com exceção do abastecimento de água, que possui a maioria do serviço realizado por outra entidade executora.

Outro aspecto relevante é a participação da comunidade nos serviços de saneamento básico, ou seja, cobrança por parte da sociedade para prestação de serviços melhores, denúncias sobre irregularidades nesses serviços e, ainda, críticas ou sugestões para melhoria da qualidade do saneamento. Há diferenças regionais significativas, com destaque para a região Sul, na oferta de serviços de abastecimento de água e de manejo de resíduos sólidos. A região sudeste possui uma participação da comunidade equivalente em todos os serviços de saneamento, como ilustra o Gráfico 2 (IBGE, 2008).

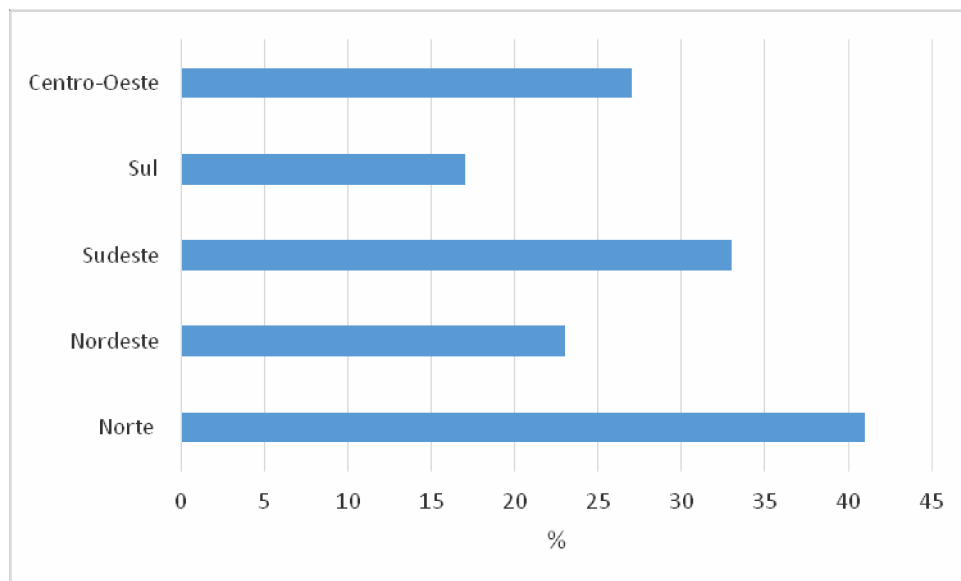
**Gráfico 2:** Percentual de municípios onde há participação da comunidade por tipo de serviço de saneamento básico, segundo as Grandes Regiões - 2008.



**Fonte:** IBGE, Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008.

Em mais de 40% dos municípios da região Norte, não houve, no orçamento municipal, previsão de verba para o manejo de resíduos sólidos. Inversamente, na região Sul mais de 80% dos municípios reservaram parte do seu orçamento para este tipo de serviço. A região Sudeste teve mais de 30% de municípios sem verba, como demonstra o Gráfico 3 (IBGE, 2008).

**Gráfico 3:** Percentual de municípios onde não existiu, no orçamento municipal, previsão de verba para ser utilizada no manejo de resíduos sólidos, por Grandes Regiões - 2008.



**Fonte:** IBGE, Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008.

Considerada um dos setores do saneamento básico, a gestão dos resíduos sólidos não tem merecido a atenção necessária por parte do poder público, com pôde-se observar no Gráfico 3, comprometendo cada vez mais a já combalida saúde da população, bem como os recursos naturais, especialmente o solo e os recursos hídricos. A interdependência dos conceitos de meio ambiente, saúde e saneamento é hoje bastante evidente, o que reforça a necessidade de integração das ações desses setores em prol da melhoria da qualidade de vida da população brasileira (MONTEIRO et al., 2001).

Como um retrato desse universo de ação, há de se considerar que a concentração urbana da população no país ultrapassa a casa dos 80%, o que reforça as preocupações com os problemas ambientais urbanos e, entre estes, o gerenciamento dos resíduos sólidos, cuja atribuição pertence à esfera da administração pública local (IBGE, 2011).

As instituições responsáveis pelos resíduos sólidos municipais e resíduos perigosos, no âmbito nacional, estadual e municipal, são determinadas através dos seguintes artigos da Constituição Federal, quais sejam:

- Incisos VI e IX do art. 23, que estabelecem ser competência comum da União, dos estados, do Distrito Federal e dos municípios proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer das suas formas, bem como promover programas de construção de moradias e a melhoria do saneamento básico;

- Já os incisos I e V do art. 30 estabelecem como atribuição municipal legislar sobre assuntos de interesse local, especialmente quanto à organização dos seus serviços públicos, como é o caso da limpeza urbana.

Tradicionalmente, o que ocorre no Brasil é a competência do Município sobre a gestão dos resíduos sólidos produzidos em seu território, com exceção dos de natureza industrial, mas incluindo-se os provenientes dos serviços de saúde. Parte dos resíduos gerados no país não é regularmente coletada, permanecendo junto às habitações (principalmente nas áreas de baixa renda) ou sendo depositada em logradouros públicos, terrenos baldios, encostas e cursos d'água.

Segundo Monteiro et al. (2001), apesar desse quadro, a coleta de resíduos é o segmento que mais se desenvolveu dentro do sistema de limpeza urbana e o que apresenta maior abrangência de atendimento junto à população, ao mesmo tempo em que é a atividade do sistema que demanda maior percentual de recursos por parte da municipalidade. Esse fato se deve à pressão exercida pela população e pelo comércio para que se execute a coleta com regularidade, evitando-se assim o incômodo da convivência com os resíduos nas ruas. Contudo, essa pressão tem geralmente um efeito seletivo, ou seja, a administração municipal, quando não tem meios de oferecer o serviço a toda a população, prioriza os setores comerciais, as unidades de saúde e o atendimento à população de renda mais alta. A expansão da cobertura dos serviços raramente alcança as áreas realmente carentes, até porque a ausência de infraestrutura viária exige a adoção de sistemas alternativos, que apresentam baixa eficiência e, portanto, custo mais elevado.

Portanto, a natureza relacional do saneamento reporta, necessariamente, tanto a compreensão mais ampla da saúde humana quanto do meio ambiente, no qual o ser humano vive e se reproduz em sociedade, projetando, por esta via, o próprio estilo de desenvolvimento dominante em um dado território. Diretamente ligado ao aprofundamento da cidadania no Brasil, a institucionalização e a gestão dos serviços de saneamento evidenciam não só a difusão no Território Nacional das várias esferas de competência política que administram esses serviços, como, principalmente, a espacialização das diversas formas de manifestação dos movimentos locais reivindicando o acesso ao saneamento e/ou à melhoria dos serviços (NERY, 2004).

Na sociedade contemporânea, o direito ao saneamento se confunde, cada vez mais, com o próprio direito ao meio ambiente e à qualidade de vida, tornando-se um dos indicadores mais sensíveis do grau de organização da sociedade civil em busca do acesso à cidadania e da própria diminuição das desigualdades existentes na sociedade brasileira.

## 2.2. As Várias Definições Para Resíduos Sólidos

O acelerado processo de transformação por que passa a sociedade contemporânea apresenta consequências ambientais significativas, as quais apenas recentemente têm sido objeto de maior atenção por parte de todos, governos e sociedade em geral. A última geração consumiu uma quantidade maior de recursos do que o conjunto de todas as populações humanas, desde o seu aparecimento na Terra. Antigamente, os resíduos eram biodegradáveis e voltavam para a natureza por meio da decomposição. Em decorrência da industrialização, que aumentou a fabricação de produtos inorgânicos, os quais requerem um tempo excessivo para se degradar, tais como o vidro, plástico, metais, borracha, houve um grande aumento na produção de resíduos (CALDERONI, 2003).

Associado ao aumento da produção de bens decorrentes da tecnologia de extração de recursos naturais e da sua manufatura, principalmente a partir da Revolução Industrial, a sociedade ampliou muito suas demandas. Paralelamente os bens que no passado tinham uma vida útil muito longa passaram a ser substituídos com grande intensidade, até chegarmos à era dos produtos descartáveis (SCHRAMM, 1992).

Em outras palavras, a sociedade passou a ser a “sociedade de consumo”, “sociedade consumista” ou “sociedade de hiperconsumo” para fazer referência a uma fase do capitalismo que passou a enfatizar cada vez mais a atividade de consumo na vida cotidiana das pessoas que vivem em centros urbanos. Consumir foi se tornando uma atividade de lazer, acompanhada de sensações de prazer, mais do que meramente o ato de comprar algo de que se tem necessidade imediata (LEONARD, 2011). Desde então, nossas sociedades capitalistas industrializadas são marcadas pelo fenômeno do consumismo, do consumo de supérfluos, do consumo guiado pela moda e pela mídia e, cada vez mais, do consumismo infantil. Assim, vem o excesso de produção de lixo, o desperdício, a elevada rotatividade de produtos, a efemeridade das mercadorias. O imperativo do novo chegou de forma intensa na sociedade de consumo (MÉSZÁROS, 1969; FEATHERSTONE, 1995; VOLPI, 2007).

Este fenômeno social contemporâneo configura-se num universo bastante rico para a análise crítica que se preocupa com os efeitos negativos trazidos pelo excesso do consumo, dentre os quais podemos destacar a “obsolescência programada”, a qual, em última instância, reflete o incentivo planejado para o rápido descarte dos produtos comprados, para que o ciclo produção-consumo-produção seja acelerado ao seu máximo. Dessa forma, os produtos são trocados por ficar obsoletos e não por se estragar, repercutindo diretamente no aumento da produção de resíduos (SLADE, 2006; PADILHA; BONIFÁCIO, 2013).

A sociedade dá início, então, a um novo milênio como sendo a civilização dos resíduos, marcada pelo desperdício e pelas contradições de um desenvolvimento industrial e tecnológico sem precedentes na história da humanidade, enquanto populações inteiras são mantidas à margem, não só dos benefícios de tal desenvolvimento, mas das condições mínimas de subsistência (FONSECA, 1999).

O conceito de "lixo" pode ser considerado como uma invenção humana, pois em processos naturais não existe lixo. As substâncias produzidas pelos seres vivos e que são inúteis ou prejudiciais para o organismo, tais como as fezes e urina dos animais, ou o oxigênio produzido pelas plantas verdes como subproduto da fotossíntese, assim como os restos de organismos mortos são, em condições naturais, reciclados pelos decompositores. Por outro lado, os produtos resultantes de processos geológicos como a erosão, podem também, a uma escala de tempo geológico, transformar-se em rochas sedimentares (FRANCO, 2000).

De acordo com o Dicionário de Aurélio Buarque de Holanda, "lixo é tudo aquilo que não se quer mais e se joga fora; coisas inúteis, velhas e sem valor." (MOREIRA, 2011). No Brasil, a norma NBR 10.004/07 atribui a seguinte definição aos resíduos sólidos:

Resíduo Sólido é todos aqueles resíduos nos estado sólido e semi-sólido que resultam da atividade da comunidade de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, de serviços, de varrição ou agrícola. Incluem-se os lodos de Estações de Tratamento de Água (ETAs) e Estações de Esgotos (ETEs), resíduos gerados em equipamentos e instalações de controle da poluição e líquidos que não possam ser lançados na rede pública de esgotos, em função de suas particularidades.

Brown (1999), ao se referir ao lixo, afirmou que até nas mais antigas cidades a relação dos habitantes com o lixo era de indiferença, as pessoas simplesmente elevavam os muros de suas casas para não precisarem ver o lixo que se acumulava nas ruas. Na Boston do século XVIII, quando a rejeição aos resíduos jogados nas ruas começou a impedir o progresso, foram construídas as primeiras vias pavimentadas: pranchas de madeira colocadas sobre o lixo.

Da atividade humana, seja ela de qualquer natureza, resultam sempre materiais diversos, aqueles considerados sem utilidade, supérfluos ou perigosos, gerados pela atividade humana e que devem ser descartados ou eliminados, os quais são chamados de lixo (CAMPOS, 2001).

Ferreira (1986) define o termo lixo por meio da expressão “aquilo que se varre de casa, do jardim, da rua e se joga fora; entulho. Tudo o que não presta e se joga fora, sujeira, sujeira, imundície. Coisa ou coisas inúteis, coisa velhas e inúteis, sem valor, ralé”.

Para Guarnieri (2011) quando se fala em resíduos sólidos se refere a algo resultante de atividades de origem urbana, industrial, de serviços de saúde, rural, especial ou diferenciada. Estes materiais gerados nestas atividades são potencialmente matéria prima e/ou insumos para produção de novos produtos ou fonte de energia e não, como era considerado o lixo, algo inútil.

Lima (1995) afirma que a expressão “resíduos sólidos” não é fácil de definir, devido aos inúmeros fatores ligados à sua origem e formação. São materiais heterogêneos (inertes, minerais e orgânicos), resultantes das atividades humanas e da natureza, os quais podem ser parcialmente utilizados, gerando, entre outros aspectos, proteção à saúde pública e economia de recursos naturais. Os resíduos sólidos constituem um problema sanitário, ecológico, econômico e estético (MANUAL DE SANEAMENTO, 1999).

Em se tratando de conceituação, Fehr (2003), relata que a palavra lixo já está em desuso; atualmente o significado mais correto seria material em trânsito para designar aquilo que se joga fora. Neste contexto, há o desafio de induzir as pessoas a mudarem seu modo de pensar.

Diante das várias definições existentes para os termos lixo e resíduos sólidos, Fonseca (1999) afirma que estabelecer estes conceitos não é tarefa fácil, pois sua origem e formação estão diretamente dependentes do homem e do meio em que se vive. Assim os termos podem ser definidos como algo resultante das atividades diárias do ser humano na sociedade e dos animais domésticos.

Diante do exposto, questiona-se: qual a diferença entre resíduo sólido e lixo? Resíduo deriva do latim residuu, que significa o que sobra de determinada substância. A palavra sólida é incorporada para diferenciar de líquidos e gases. A palavra lixo, provém do latim lix, que significa lixívia ou resto.

Atualmente há uma compreensão que os materiais separados, passíveis de reciclagem ou reaproveitamento recebem o tratamento resíduos sólidos, enquanto os materiais misturados e acumulados têm mais uma conotação de lixo.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos, nomeia lixo como rejeito e diferencia os termos como dito a seguir:

Art. 3º Para os efeitos desta lei, entende-se por:

XV - 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;

XVI – resíduos sólidos: 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.

Concluindo, diversos autores utilizam essa noção de que resíduos sólidos são gerados a partir de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de varrição entre outras e podem ser utilizados como matéria-prima. Diferentemente da definição de lixo ou rejeito, que pode ser entendido como algo impossível de ser reaproveitado, e definido como “coisas inúteis, imprestáveis, velhas e sem valor; qualquer material produzido pelo homem que perde a utilidade e é descartado” (LAUTH 1994; GRIMBERG; BLAETH 1998; FONSECA, 1999).

Assim, o termo aqui utilizado será resíduo sólido, já que todo o pensamento está fundamentado na possibilidade de reutilização, partindo do pressuposto que os resíduos serão matéria-prima para a produção de novos artefatos. Dessa forma, entende-se resíduo como matéria-prima em local inadequado.

Com relação aos resíduos biodegradáveis entende-se que eles constituem todo resíduo de origem animal ou vegetal, ou seja, que recentemente fez parte de um ser vivo, como por exemplo: frutas, hortaliças, restos de pescados, folhas, sementes, cascas de ovos, restos de carnes entre outros.

Segundo Ministério do Meio Ambiente (2017):

Os resíduos orgânicos são constituídos basicamente por restos de animais ou vegetais. Podem ter diversas origens, como doméstica ou urbana (restos de alimentos e podas), agrícola ou industrial (resíduos de agroindústria alimentícia, indústria madeireira, frigoríficos), de saneamento básico (lodos de estações de tratamento de esgotos), entre outras.

São resíduos que, em ambientes naturais equilibrados, se degradam espontaneamente e reciclam os nutrientes nos processos da natureza. Mas quando derivados de atividades humanas, especialmente em ambientes urbanos, podem se constituir em um sério problema ambiental, pelo grande volume gerado e pelos locais inadequados em que são armazenados ou dispostos. A disposição inadequada de resíduos biodegradáveis gera chorume, emissão de metano na atmosfera, favorece a proliferação de vetores de doenças e quando acumulado, pode tornar-se altamente inatrativo e malcheiroso, normalmente devido à decomposição destes produtos. Se não houver o mínimo de cuidado com o armazenamento destes resíduos cria-se um ambiente propício ao desenvolvimento de microrganismos que, muitas vezes, podem ser agentes causadores de doenças (PEREIRA NETO et al., 2007).

Desde as antigas civilizações o lançamento destes resíduos em lixões, cursos d'água vêm causando efeitos negativos sobre o meio ambiente. Atualmente, o elevado crescimento populacional, os desenvolvimentos industriais e tecnológicos impuseram a criação de novas opções de consumo ao homem, acentuando os problemas para o meio ambiente, decorrentes da ampla geração de resíduos (BRAGA; DIAS, 2008).

Hannequart (2005) afirma, ainda que, por definição, os resíduos biodegradáveis são aqueles que se decompõem em condições aeróbias ou anaeróbias, podendo ser:

- Uma fracção instável, fonte de contaminações no lixo doméstico (odores, percolações) e de poluições nas descargas (emissões de metano, gás causador do efeito estufa e contaminação dos lençóis freáticos ou das águas superficiais pelos lixiviados);
- Uma fracção facilmente contaminável por outras substâncias;
- Uma fracção cuja umidade é variável e pode reduzir a eficácia energética global de um processo de incineração.

De acordo com FUNASA (2004, p. 256):

Quase 100% das atividades humanas geram resíduos orgânicos e estes constituem um problema sanitário. Diante da enorme e crescente produção de resíduos sólidos nas áreas urbanas, o grande problema é onde colocar os resíduos orgânicos, que contêm nutrientes, umidade e temperaturas adequadas para o desenvolvimento de várias espécies de macro e microrganismos.



Existem diferentes tipos e diferentes fontes de resíduos biodegradáveis. A fração biodegradável de origem doméstica constitui apenas uma parte dos resíduos urbanos biodegradáveis. Em termos quantitativos, contudo, tem uma importância comparável à das outras fontes de resíduos biodegradáveis (industriais, comerciais ou agrícolas). Por outro lado, é um dos principais componentes do lixo doméstico e a sua gestão representa um dos interesses essenciais para as autoridades locais.

Os resíduos biodegradáveis geralmente são compostos por:

- Uma parte mais fermentável designada frequentemente por «resíduos de cozinha» e incluindo: os resíduos de legumes, de frutos e de pequenos resíduos de jardim, ou seja: resíduos alimentares tais como cascas, restos de comida, resíduos de legumes e frutos, sacos de chá, cascas de ovo, entre outros e a fração ligeiramente lenhosa dos resíduos de jardim: folhas mortas, relva, pequenos resíduos do corte de sebes e arbustos;
- Restos de carne e peixe;
- Uma fração verde que é composta pela parte lenhosa dos resíduos do jardim, tais como ramos mortos e troncos de árvores de diâmetro reduzido.

### **2.3. Classificação dos Resíduos Sólidos**

Na literatura, observa-se que os resíduos sólidos podem ser classificados de várias maneiras. Algumas merecem destaque, que são as que classificam os resíduos sólidos segundo a periculosidade dos mesmos e seus impactos à saúde e ao meio ambiente e segundo a sua fonte geradora (SAKAI et al., 1996; HARTLÉN, 1996; HOORNWEG, 2000; KGATHI; BOLAANE, 2001; BAI; SUTANTO, 2002; OJEDA-BENITEZ et al., 2003).

A primeira maneira de classificação citada é a adotada pela ABNT, e a segunda é a adotada pela maioria dos autores da área, por ser, provavelmente, mais específica e detalhada. A seguir encontram-se as duas classificações.

#### **1- Classificação segundo a NBR 10.004/04:**

Resíduos Sólidos – Classificação, os resíduos sólidos são classificados em:

- a) resíduos classe I – Perigosos: são aqueles que apresentam inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade, ou seja, são aqueles que apresentam risco à saúde pública, provocando mortalidade, incidência de doenças ou acentuando seus índices ou riscos ao meio- ambiente, quando gerenciados de forma inadequada;
- b) resíduos classe II – Não perigosos: esses resíduos subdividem-se em resíduos classe II A – Não inertes e resíduos classe II B – Inertes;

b1) resíduos classe II A – Não inertes: são aqueles que não se enquadram nas classificações de resíduos classe I – Perigosos ou de resíduos classe II B – Inertes. Esses resíduos podem ter propriedades de biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.

b2) resíduos classe II B – Inertes: São aqueles resíduos que quando submetidos a um contato dinâmico ou estático com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, não tenham nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor.

## 2- Classificação segundo a fonte geradora

Conforme SCHALCH (2002), BIDONE; POVINELLI (1999), CASTRO NETO; GUIMARÃES (2000), MARTINS (2004) e SANTOS; MARTINS (1995) pode-se classificar os resíduos sólidos, quanto à fonte geradora, em três categorias: resíduos urbanos, resíduos sólidos industriais e resíduos especiais.

- Resíduos sólidos urbanos (RSU): implicam em resíduos resultantes das residências (domiciliar ou doméstico), resíduos de serviços de saúde, resíduos de construção civil, resíduos de poda e capina, resíduos de portos, aeroportos, terminais rodoviários e ferroviários e os resíduos de serviços, que abrangem os resíduos comerciais, os resíduos de limpeza de bocas de lobo e os resíduos de varrição, de feiras e outros. A seguir tem-se uma breve definição de cada tipo:

a) Resíduo residencial: denominado também de doméstico ou domiciliar, é originado nas residências e é constituído principalmente por restos de alimentação, papéis, papelão, vidros, metais ferrosos e não ferrosos, plásticos, madeira, trapos, couros, varreduras, capinas de jardim, entre outras substâncias (SANTOS; MARTINS, 1995);

b) Resíduo de serviços de saúde (RSS): proveniente de hospitais, clínicas médicas e veterinárias, laboratórios de análises clínicas, farmácias, centros de saúde, consultórios odontológicos e outros estabelecimentos afins. Conforme a forma de geração, esses resíduos podem ser divididos em dois níveis distintos: o resíduo comum, que compreende os restos de alimentos, papéis, invólucros, dentre outros, e o resíduo séptico, constituído de resíduos advindos das salas de cirurgias, centros de hemodiálise, áreas de internação, isolamento, dentre outros. Embora represente uma pequena quantidade do total de resíduos gerados na comunidade, este tipo de resíduo exige atenção especial, com um correto acondicionamento, coleta, transporte, tratamento e destinação final, devido ao potencial risco à saúde pública que pode oferecer (MONREAL, 1993);

- c) Resíduo da construção civil ou resíduos de construção e demolição (RCD): denominados de entulho, são rejeitos provenientes de construções, reformas, demolições de obras de construção civil, restos de obras e os da preparação e da escavação de terrenos e outros. Em termos de quantidade, esse resíduo corresponde a algo em torno de 50% dos resíduos sólidos urbanos produzidos nas cidades brasileiras e do mundo com mais de 500 mil habitantes (PINTO, 1999; FREITAS et al., 2003; SARDÁ; ROCHA, 2003);
- d) Poda e capina: os resíduos gerados por essas atividades são produzidos esporadicamente e em quantidade variada. Como exemplos têm-se a folhagem de limpeza de jardins, os restos de poda, dentre outros;
- e) Resíduo de portos, aeroportos, terminais rodoviários e ferroviários: constituem os resíduos sépticos, que podem conter organismos patogênicos nos materiais de higiene e de uso pessoal, em restos de alimentos, dentre outros, provenientes de locais de grande transição de pessoas e mercadorias;
- f) Resíduo de serviço comercial: abrange os resíduos resultantes dos diversos estabelecimentos comerciais, tais como escritórios, lojas, hotéis, restaurantes, supermercados, quitandas, dentre outros (BURNLEY et al., 2007);
- g) Resíduo de varrição, feiras e outros: abrangem os resíduos advindos da limpeza pública urbana, ou seja, são resultantes da varrição regular de ruas, da limpeza e a conservação de galerias, limpeza de feiras, de bocas de lobo, dos terrenos, dos córregos, das praias e feiras, dentre outros.
- Resíduos sólidos industriais (RSI): Os resíduos sólidos industriais abrangem os resíduos das indústrias de transformação, os resíduos radiativos e os resíduos agrícolas, descritos a seguir:
    - a) Resíduos das indústrias de transformação: são os resíduos provenientes de diversos tipos e portes de indústrias de processamentos. São muito variados e apresentam características diversificadas, pois dependem do tipo de produto manufaturado precisando, portanto, serem estudados caso a caso;
    - b) Resíduos radioativos (lixo atômico): são os resíduos que emitem radiações acima dos limites permitidos pelas normas brasileiras, geralmente originados dos combustíveis nucleares, que de acordo com legislação que os especificam, são de competência exclusiva da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN);

c) Resíduos agrícolas: são os gerados das atividades da agricultura ou da pecuária, como as embalagens de adubos, defensivos agrícolas, ração, restos de colheita e esterco animal. As embalagens de agroquímicos, por conterem um alto grau de toxicidade, estão subordinadas a uma legislação específica.

- Resíduos sólidos especiais: são resíduos ditos como especiais, em função de suas características diferenciadas, nos quais se inserem os pneus, as pilhas e baterias e as lâmpadas fluorescentes.

a) Pneus: são graves os problemas ambientais causados pela destinação inadequada dos pneus usados, pois se deixados em ambientes abertos, sujeitos a chuvas, os mesmos podem acumular água e tornarem-se locais propícios para proliferação de mosquitos vetores de doenças. Caso sejam encaminhados para os aterros convencionais, podem desestabilizar o aterro, em função dos vazios que provocam na massa de resíduos e, se forem incinerados, a queima da borracha gera enormes quantidades de materiais particulados e gases tóxicos, necessitando assim de um sistema eficiente de tratamento dos gases, que é extremamente caro. Em função dessas dificuldades, alguns países do mundo responsabilizam os produtores de pneus pelo manejo e disposição final dos mesmos (HARTLÉN, 1996). No Brasil, em 1999, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) publicou a Resolução nº 258, onde “as empresas fabricantes e as importadoras de pneumáticos ficam obrigadas a coletar e dar destinação final, ambientalmente adequada, aos pneus inservíveis existentes no território nacional”. Atualmente, parte dos pneus é queimada em fornos da indústria cimenteira e nas termoelétricas, mas em fornos adaptados para a emissão dos gases dessa queima. Na década de 90, surgiu uma tecnologia nova, nacional, que utiliza solventes orgânicos para separar a borracha do arame e do nylon dos pneus, permitindo sua reciclagem;

b) Pilhas e baterias: em função de suas características tóxicas e da dificuldade em se impedir seu descarte junto com o lixo domiciliar, no Brasil, em 1999, foi publicada a Resolução CONAMA nº 257, que atribui a responsabilidade do acondicionamento, coleta, transporte e disposição final de pilhas e baterias aos comerciantes, fabricantes, importadores e à rede autorizada de assistência técnica. Esses resíduos precisam ter seu tratamento e disposição final semelhantes aos resíduos perigosos Classe I. Tratamento semelhante ocorre em outros países, tais como a Suécia, onde um acordo entre os fabricantes/importadores e o governo reduziu o descarte de pilhas e baterias no lixo doméstico em 60% no primeiro ano, estendido para 90% no segundo (HARTLÉN, 1996);

c) Lâmpadas fluorescentes: essas lâmpadas liberam mercúrio quando são quebradas, queimadas ou enterradas, 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. O mercúrio provoca “bioacumulação”, isto é, alguns animais (peixes, por exemplo) que entram em contato com o mesmo, têm suas concentrações aumentadas em seus corpos, podendo atingir níveis elevados e causar problemas de saúde em seres humanos que se alimentem desses animais.

É possível que algumas realocações dos diversos tipos de resíduos sólidos aconteçam na classificação dos mesmos. Como exemplo, tem-se a classificação sugerida pela Lei 12.300 do Estado de São Paulo, de março de 2006, que em seu artigo 6º classifica os resíduos sólidos nas seguintes categorias: resíduos urbanos, resíduos industriais, resíduos de serviços de saúde, resíduos de atividades rurais, resíduos provenientes de portos, aeroportos, terminais rodoviários e ferroviários, postos de fronteira e estruturas similares e resíduos da construção civil.

Além da classificação citada, o texto preliminar do Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) propõe outra forma para agrupar tais resíduos, que considera o local ou atividade em que a geração ocorre:

- Resíduos Sólidos Urbanos: divididos em materiais recicláveis (metais, aço, papel, plástico, vidro, etc.) e matéria orgânica;
- Resíduos da Construção Civil: gerados nas construções, reformas, reparos e demolições, bem como na preparação de terrenos para obras;
- Resíduos com Logística Reversa Obrigatória: pilhas e baterias; pneus; lâmpadas fluorescentes de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista; óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens; produtos eletroeletrônicos e seus componentes; entre outros a serem incluídos;
- Resíduos Industriais: gerados nos processos produtivos e instalações industriais, normalmente, grande parte são resíduos de alta periculosidade;
- Resíduos Sólidos do Transporte Aéreo e Aquaviário: gerados pelos serviços de transportes, de naturezas diversas, como ferragens, resíduos de cozinha, material de escritório, lâmpadas, pilhas, etc.;

- Resíduos Sólidos do Transporte Rodoviário e Ferroviário: gerados pelos serviços de transportes, acrescidos de resíduos sépticos que podem conter organismos patogênicos;
- Resíduos de Serviços de Saúde: gerados em qualquer serviço de saúde;
- Resíduos Sólidos de Mineração: gerados em qualquer atividade de mineração;
- Resíduos Sólidos Agrossilvipastoris (biodegradáveis e inorgânicos): dejetos da criação de animais; resíduos associados a culturas da agroindústria, bem como da silvicultura; embalagens de agrotóxicos, fertilizantes e insumos.

## 2.4. Características dos Resíduos Sólidos

As características dos resíduos 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. 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 (BUENROSTRO; BOCCO, 2003).

- Características Físicas

De acordo com a NBR 10.004 da ABNT, os resíduos sólidos podem ser classificados em:

- Geração per capita: relaciona a quantidade de resíduos urbanos gerada diariamente e o número de habitantes de determinada região. Muitos técnicos consideram de 0,5 a 0,8kg/hab./dia como a faixa de variação média para o Brasil (CETESB, 2005b; ABRELPE, 2006). A geração per capita pode ser observada na tabela a seguir.

**Tabela 2:** Faixas utilizadas para geração de resíduos sólidos per capita.

Faixas mais utilizadas da geração per capita		
Tamanho da cidade	População urbana (habitantes)	Geração per capita (kg/hab/dia)
Pequena	Até 30 mil	0,50
Média	De 30 mil a 500 mil	De 0,50 a 0,80
Grande	De 500 mil a 5 milhões	De 0,80 a 1,00
Megalópole	Acima de 5 milhões	Acima de 1,00

**Fonte:** Monteiro, 2001.

- Composição gravimétrica: traduz o percentual de cada componente em relação ao peso total da amostra de lixo analisada. Os componentes mais utilizados na determinação da composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos encontram-se no Quadro 2. Entretanto, muitos técnicos tendem a simplificar, considerando apenas alguns componentes, tais como papel/papelão; plásticos; vidros; metais; matéria orgânica e outros. Esse tipo de composição simplificada, embora possa ser usada no dimensionamento de uma usina de compostagem e de outras unidades de um sistema de limpeza urbana, não se presta, por exemplo, a um estudo preciso de reciclagem ou de coleta seletiva, já que o mercado de plásticos rígidos é bem diferente do mercado de plásticos maleáveis, assim como os mercados de ferrosos e não-ferrosos (ANDRADE, 1997; MAGRINHO et al., 2006).

**Quadro 2:** Componentes mais comuns na composição gravimétrica.

<b>Componentes mais comuns da composição gravimétrica</b>		
Matéria orgânica	Metal ferroso	Borracha
Papel	Metal não-ferroso	Couro
Papelão	Alumínio	Pano/trapos
Plástico rígido	Vidro claro	Ossos
Plástico maleável	Vidro escuro	Cerâmica
PET	Madeira	Agregado fino

**Fonte:** Monteiro, 2001.

- Peso específico aparente: é o peso do resíduo solto em função do volume ocupado livremente, sem qualquer compactação, expresso em  $\text{kg/m}^3$ . Sua determinação é fundamental para o dimensionamento de equipamentos e instalações. Na ausência de dados mais precisos, podem-se utilizar os valores de  $230\text{kg/m}^3$  para o peso específico do lixo domiciliar, de  $280\text{kg/m}^3$  para o peso específico dos resíduos de serviços de saúde e de  $1.300\text{kg/m}^3$  para o peso específico de entulho de obras (WANG; NIE, 2001).
- Teor de umidade: representa a quantidade de água presente no lixo, medida em percentual do seu peso. Este parâmetro se altera em função das estações do ano e da incidência de chuvas, podendo-se estimar um teor de umidade variando em torno de 40 a 60% (BAI; SUTANTO 2002).
- Compressividade: é o grau de compactação ou a redução do volume que uma massa de lixo pode sofrer quando compactada. Submetido a uma pressão de  $4\text{kg/cm}^2$ , o volume

do lixo pode ser reduzido de um terço ( $1/3$ ) a um quarto ( $1/4$ ) do seu volume original (MONTEIRO, 2001).

- Características Químicas

O conhecimento das características químicas dos RSU é bastante importante na avaliação das possíveis opções de recuperação e processamento dos seus constituintes. Dentre as características químicas mais relevantes, pode-se citar:

- Poder calorífico: esta característica química indica a capacidade potencial de um material desprender determinada quantidade de calor quando submetido à queima. O poder calorífico médio do lixo domiciliar se situa na faixa de 5.000kcal/kg (SHARHOLY et al., 2007).
- Potencial hidrogeniônico (pH): indica o teor de acidez ou alcalinidade dos resíduos. Em geral, situa-se na faixa de 5 a 7 (MONTEIRO, 2001).
- Composição química: consiste na determinação dos teores de cinzas, matéria orgânica, carbono, nitrogênio, potássio, cálcio, fósforo, resíduo mineral total, resíduo mineral solúvel e gorduras (MACHADO JUNIOR et al., 1978; LI; JENQ, 1993).
- Relação carbono/nitrogênio (C:N): indica o grau de decomposição da matéria orgânica dos resíduos nos processos de tratamento/disposição final. Em geral, essa relação encontra-se na ordem de 35/1 a 20/1 (MONTEIRO, 2001).

- Características Biológicas

As características biológicas dos resíduos são aquelas determinadas pela população microbiana e dos agentes patogênicos presentes no lixo que, ao lado das suas características químicas, permitem que sejam selecionados os métodos de tratamento e disposição final mais adequados.

O conhecimento das características biológicas dos resíduos tem sido muito utilizado no desenvolvimento de inibidores de cheiro e de retardadores/aceleradores da decomposição da matéria orgânica, normalmente aplicados no interior de veículos de coleta para evitar ou minimizar problemas com a população ao longo do percurso dos veículos. Da mesma forma, estão em desenvolvimento processos de destinação final e de recuperação de áreas degradadas com base nas características biológicas dos resíduos (ANDRADE, 1997).



## 2.5. Geração, Coleta e Disposição Final de Resíduos Sólidos

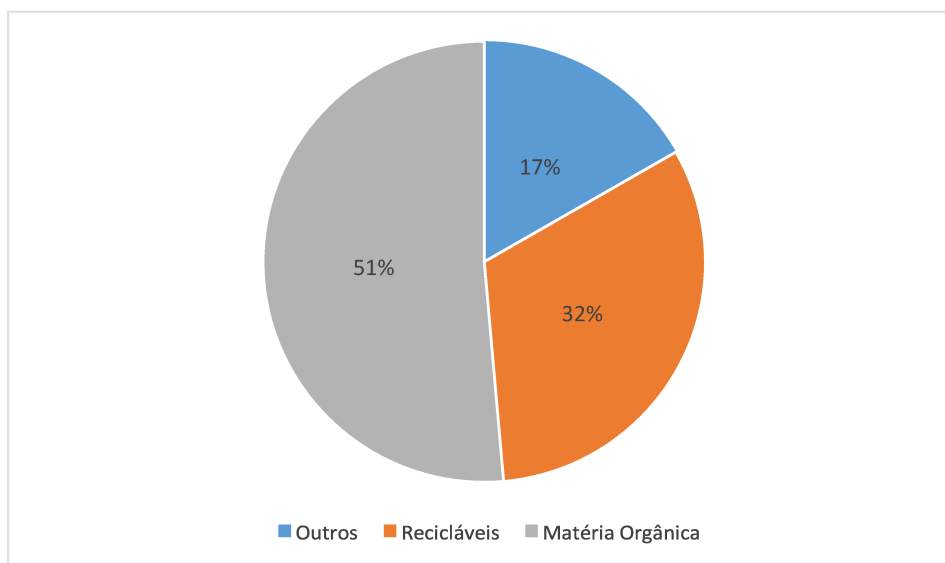
Segundo Campos (2001), por geração entende-se a transformação do material utilizável em resíduo; e geradores, por definição, pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, que geram resíduos sólidos por meio de suas atividades, nelas incluído o consumo.

A geração de resíduos depende de fatores culturais, nível e hábitos de consumo, renda e padrão de vida das populações, fatores climáticos e das características de sexo e idade dos grupos populacionais (LIMA, 1995; D'ALMEIDA; VILHENA, 2000). Entre os fatores que mais influenciam, do ponto de vista qualitativo, a produção e composição dos resíduos sólidos domésticos de uma cidade destacam-se, de acordo com Burgos; Rosa (1994, p. 103):

- Nível de renda familiar: a quantidade per capita de resíduo produzido aumenta em proporção à renda familiar, já que maior renda propicia maior consumo e, consequentemente, mais desperdícios por sobras ou obsolescências e maior ocorrência de embalagens;
- Industrialização de alimentos: maior grau de industrialização dos alimentos implica maior quantidade de embalagens descartadas;
- Hábitos da população: a aquisição de alimentos em feiras livres, por exemplo, aumenta a quantidade de matéria orgânica na composição dos resíduos, devido aos restos decorrentes da preparação de alimentos, do tipo que é predominantemente vendido em feiras. Já a moderna tendência para a aquisição de bebidas em embalagens sem retorno (leite, seus derivados, cervejas, sucos etc.) tem aumentado a participação de plásticos, latas, tetra *pack* e papelão nos resíduos;
- Fatores sazonais: é comum o aumento da produção de resíduo domiciliar no período de final de ano, como decorrência de um maior consumo. O resíduo produzido nessa época do ano reflete as compras de presentes natalinos, maior consumo de bebidas e alimentos. Cascas e restos de frutas, encontrados nos resíduos domésticos, também seguem o padrão sazonal das suas respectivas temporadas de comercialização.

O Plano Nacional de Resíduos Sólidos de 2012 apresenta a composição gravimétrica média dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) coletados no Brasil em 2012 (Gráfico 4) e, demonstra em modo geral a participação de diferentes materiais na fração total dos RSU (Tabela 3).

**Gráfico 4:** Composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos coletados no Brasil.



**Fonte:** Plano Nacional de Resíduos Sólidos, 2012.

Analisando o gráfico acima torna-se visível o quanto os resíduos biodegradáveis se destacam na produção de resíduos do país, pois como já mencionado no texto anteriormente, equivale a mais da metade de resíduos gerados (51,4%).

**Tabela 3:** Participação dos materiais no total de RSU coletados no Brasil.

Material	Participação (%)	Quantidade (t/ano)
Matéria orgânica	51,4	28.544.702
Outros	16,7	9.274.251
Plástico	13,5	7.497.149
Papel, papelão e tetra pak	13,1	7.275.012
Metais	2,9	1.610.499
Vidro	2,4	1.332.827
Total	100,0	55.534.440

**Fonte:** Plano Nacional de Resíduos Sólidos, 2012.

Segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais - ABRELPE (2016), os números referentes à geração de RSU revelam um total anual de quase 78,3 milhões de toneladas no país, resultante de uma queda de 2% na quantidade gerada em relação à 2015.

O montante coletado em 2016 foi de 71,3 milhões de toneladas, o que registrou um índice de cobertura de coleta de 91% para o país, pequeno avanço comparado ao ano anterior, e que evidencia que 7 milhões de toneladas de resíduos não foram objeto de coleta e, consequentemente,

tiveram destino impróprio.

A população brasileira apresentou um crescimento de 0,8% entre 2015 e 2016, enquanto a geração per capita de RSU registrou queda de quase 3% no mesmo período. A geração total de resíduos sofreu queda de 2% e chegou a 214.405 t/dia de RSU gerados no país (Figura 2).

**Figura 2:** Geração de resíduos sólidos no Brasil.

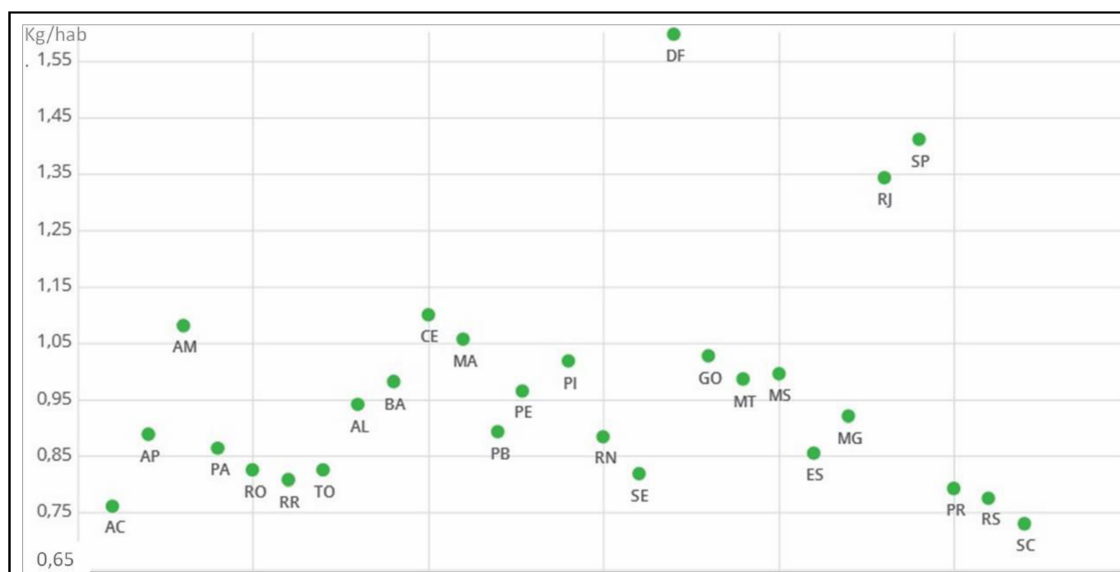


Fonte: ABRELPE, 2016.

Mesmo o aumento da população sendo considerado um fator que auxilia no aumento da geração de resíduos, é possível observar na Figura 2, que houve uma situação reversa a essa. Mesmo com o aumento de 0,8% da população, ocorreu uma redução da geração de resíduos sólidos.

Esse fato pode ser explicado como resultado de uma maior preocupação ambiental por parte da sociedade, que se tornou mais responsável no momento do consumo, desenvolvendo uma consciência crítica sobre a sua responsabilidade como gerador de resíduo e poluidor do meio ambiente. Uma mudança de atitude pode ter resultado direto no combate ao desperdício e diminuição da geração dos diferentes tipos de resíduos com destino ao aterro sanitário (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2017). Por outro lado, pode ter sido devido à diminuição do poder de compra do brasileiro, devido a atual situação econômica do país, ou seja, quanto menor o consumo, menor a taxa de geração de resíduos sólidos. O gráfico a seguir apresenta a geração de resíduos sólidos por habitantes nos estados do país.

**Gráfico 5:** Geração de resíduos sólidos por habitante nos estados e Distrito Federal



Fonte: ABRELPE, 2016.

No Gráfico 5 nota-se que o estado mais populoso do Brasil, São Paulo, não está em primeiro lugar na geração de resíduos por habitante, mas sim, o Distrito Federal, que não aparece nem entre os 10 estados mais populosos do país. Esse fato confirma que houve uma mudança quando se trata da relação população e geração de resíduos. Atualmente já não se pode mais afirmar que um local mais populoso gera mais resíduos que outro com número menor de habitantes. Isso pode estar ligado ao poder aquisitivo da maioria da população ou a falta de interesse pelos assuntos e problemas ambientais.

A quantidade de RSU coletados no país apresentou índices negativos condizentes com a queda em sua geração, tanto no total quanto no per capita e na comparação com o ano anterior (Figura 3, Tabela 4). No entanto, a cobertura de coleta nas regiões e no Brasil apresentou ligeiro avanço e a região Sudeste responde por cerca de 52,7% do total e apresenta o maior percentual de cobertura dos serviços de coleta do país (Mapa 1).

**Figura 3:** Coleta de resíduos sólidos no Brasil.



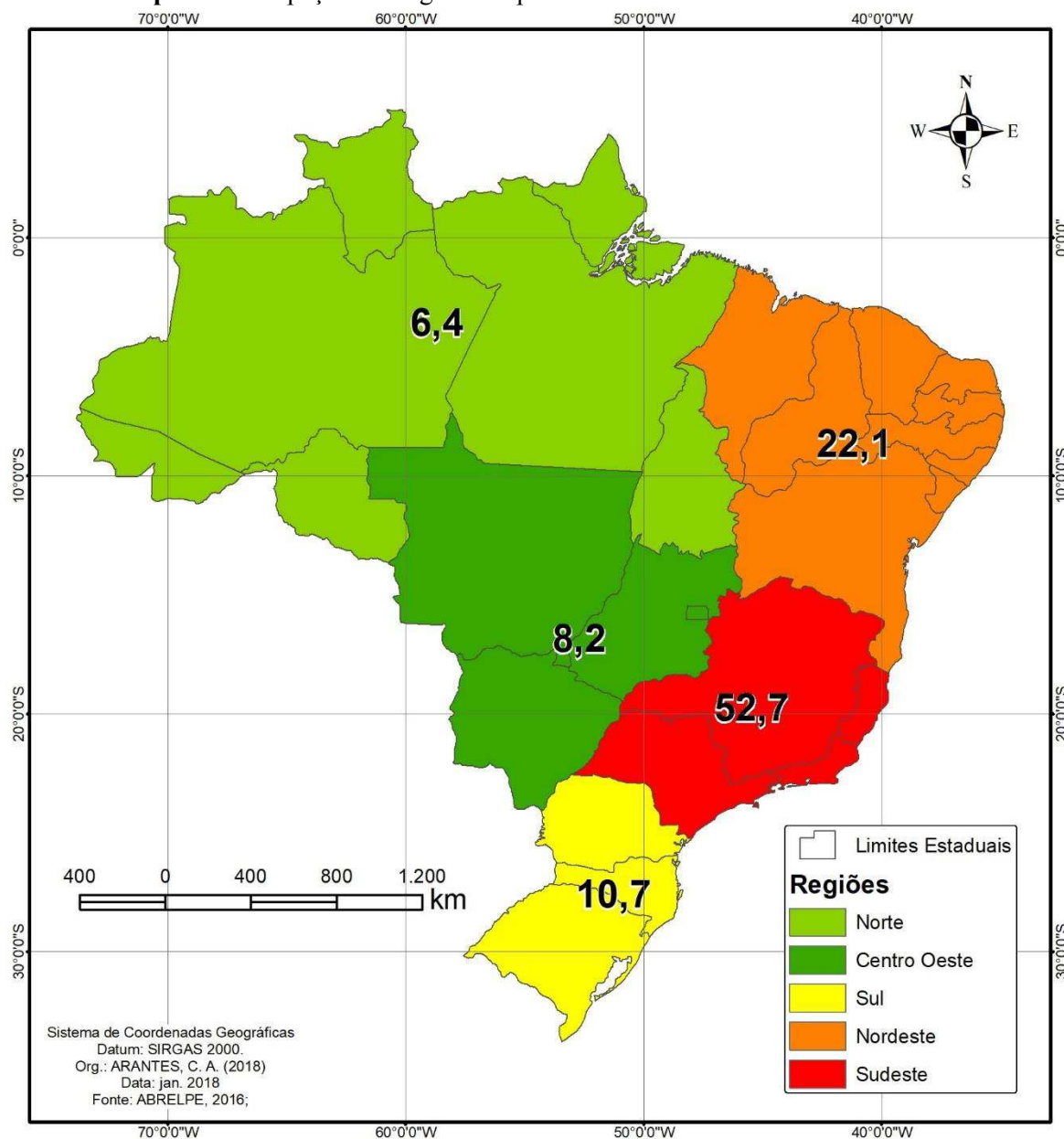
Fonte: ABRELPE, 2016.

**Tabela 4:** Quantidade de resíduos sólidos coletados por regiões no Brasil.

	2015	2016
Regiões	RSU Total (ton/dia)	RSU Total (ton/dia)
Norte	12.692	12.500
Nordeste	43.894	43.355
Centro-oeste	16.217	15.990
Sudeste	104.631	102.620
Sul	21.316	20.987
Brasil	198.750	195.452

Fonte: ABRELPE, 2016.

**Mapa 1:** Participação das regiões do país no total de resíduos sólidos coletados.



**Fonte:** ABRELPE, 2016.

Os recursos aplicados pelos municípios em 2016, para fazer frente a todos os serviços de limpeza urbana no Brasil, tiveram uma queda de 0,7% em relação a 2015, como pode ser observado na tabela a seguir.

**Tabela 5:** Recursos aplicados na coleta de resíduos sólidos urbanos.

Região	2015	2016
	Recursos aplicados na coleta de RSU Total (R\$ milhões/ano) Per capita (R\$/mês)	Recursos aplicados na coleta de RSU Total (R\$ milhões/ano) Per capita (R\$/mês)
<b>Norte</b>	685/3,28	680/3,19
<b>Nordeste</b>	2.152/3,17	2.120/3,10
<b>Centro-Oeste</b>	587/3,17	582/3,10
<b>Sudeste</b>	5.117/4,97	5.103/4,92
<b>Sul</b>	1.286/3,67	1.274/3,61
<b>Brasil</b>	9.827/4,00	9.759/3,95

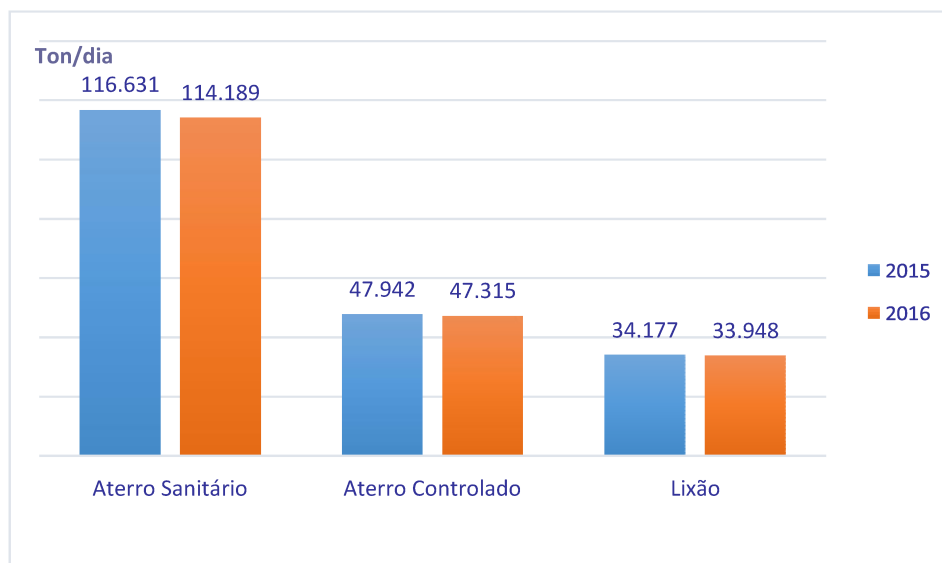
**Fonte:** ABRELPE, 2016.

A diminuição dos recursos utilizados na coleta pode estar ligada ao fato de que a geração de resíduos teve uma queda em 2016, consequentemente havendo uma redução na quantidade de resíduos coletados, o que propicia um gasto menor com a coleta dos mesmos.

A geração de empregos diretos no setor de limpeza pública também apresentou queda de 5,7% em relação ao ano de 2015 e perdeu cerca de 17.700 postos formais de trabalho no setor. O mercado de limpeza urbana no país seguiu a mesma tendência de recessão econômica e movimentou R\$27,3 bilhões, uma queda de 0,6% em comparação a 2015. Outra situação que pode ser explicada pela queda na geração de resíduos, o que faz com que se reduza a quantidade de pessoas necessárias para o serviço de limpeza pública. Contudo a situação econômica do país também pode influenciar na perda de postos de trabalho, o que reduziria gastos para os municípios, estados e União.

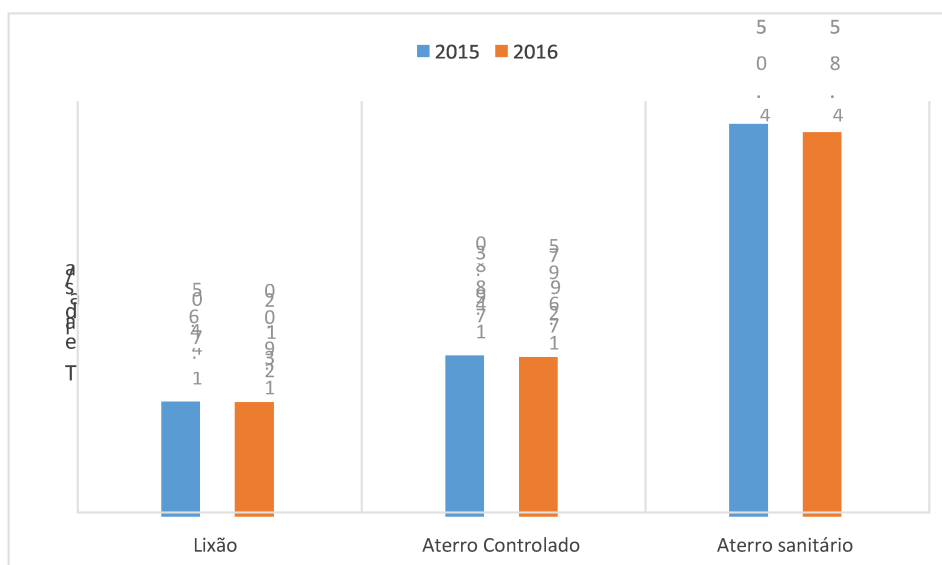
A disposição final dos RSU coletados demonstrou piora comparado ao índice do ano de 2015, de 58,7%, para 58,4% ou 41,7 milhões de toneladas enviadas para aterros sanitários. O caminho da disposição inadequada continuou sendo trilhado por 3.331 municípios brasileiros, que enviaram mais de 29,7 milhões de toneladas de resíduos, correspondentes a 41,6% do coletado em 2016, para lixões ou aterros controlados, que não possuem o conjunto de sistemas e medidas necessários para proteção do meio ambiente contra danos e degradações (Gráfico 6 e 7 e Tabela 6).

**Gráfico 6:** Disposição de resíduos sólidos no Brasil por tipo de disposição (t/dia).



Fonte: ABRELPE, 2016.

**Gráfico 7:** Disposição final dos resíduos sólidos coletados no Brasil.



Fonte: ABRELPE, 2016.



**Tabela 6:** Quantidade de municípios por tipo de disposição final adotada em 2015 e 2016.

Disposição final	Brasil 2015	2016 - Regiões e Brasil					Brasil
		Norte	Nordeste	Centro-Oeste	Sudeste	Sul	
<b>Aterro sanitário</b>	2.244	92	458	161	822	706	2.239
<b>Aterro controlado</b>	1.774	112	500	148	644	368	1.772
<b>Lixão</b>	1.552	246	836	158	202	117	1.559
<b>Total</b>	5.570	450	1.794	467	1.668	1.191	5.570

Fonte: ABRELPE, 2016.

De acordo com as informações da ABRELPE, as formas de disposição final de resíduos são aterro sanitário, aterro controlado e lixão. O lixão é uma forma inadequada de disposição de resíduos, pois o local não possui nenhum tipo de tratamento. O resíduo é disposto diretamente no solo, o que pode causar diversos tipos de contaminação, além da atração de vetores e odores, não possuindo nenhuma técnica de tratamento, bem como podendo se encontrar em locais inadequados. Essa disposição ainda tem como agravante a presença de pessoas, as quais se utilizam da garimpagem do lixo como forma de sobrevivência e até mesmo para alimentação, podendo ainda adquirir várias doenças, tornando-se, dessa maneira, um grave problema social (SANTOS, 2000; SILVA; ALMEIDA, 2010) (Figura 4).

**Figura 4:** Esquema representativo de lixão a céu aberto.



Fonte: Fundação Estadual de Meio Ambiente (FEAM), 2012.

Os aterros controlados, ao contrário do aterro sanitário, visam apenas à cobertura dos resíduos com uma camada de terra, evitando a proliferação de vetores e o seu carreamento pelas águas pluviais, não dispondo de área impermeabilizada, nem tratamento do chorume ou coleta e queima de biogás (CARVALHO, 2001).

Essa forma de disposição é preferível ao lixão, mas ainda não é considerada a melhor forma, pois ela apenas minimiza os impactos ambientais e não previne a poluição ambiental (CETESB, 2012) (Figura 5).

**Figura 5:** Esquema representativo de um aterro controlado.



**Fonte:** Fundação Estadual de Meio Ambiente (FEAM), 2012.

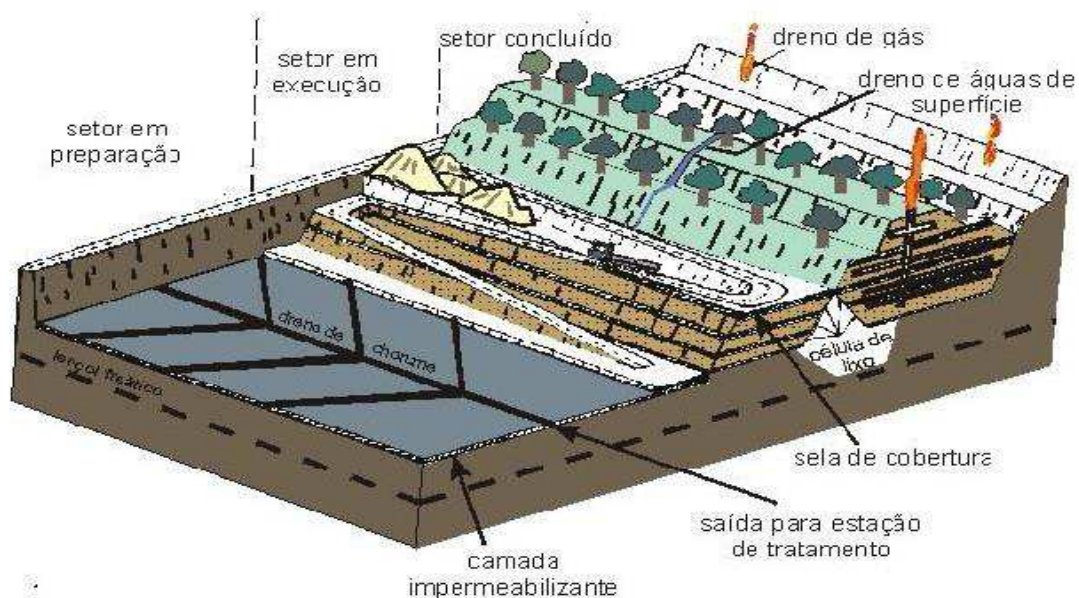
O aterro sanitário, por sua vez, é uma alternativa de disposição final que consiste na compactação dos resíduos sólidos em camadas. O solo é impermeabilizado, o chorume coletado e posteriormente tratado, evitando a contaminação das águas subterrâneas. O gás metano gerado em virtude da decomposição anaeróbia da matéria orgânica no interior do aterro, muitas vezes, é queimado, podendo também ser realizado o aproveitamento energético para geração de energia elétrica (CHERMONT; MOTTA, 1996; LANZA, 2009).

As principais características do aterro sanitário são:

- Impermeabilização da base do aterro, evitando o contato do chorume com as águas subterrâneas, podendo ser com geomembranas sintéticas;

- Instalação de drenos de gás, constituindo-se como canais de saída do gás metano do interior do aterro para a atmosfera. Esse gás pode ser apenas queimado e transformado em gás carbônico ou pode ser recolhido para o aproveitamento energético;
- Sistema de coleta de chorume, por meio de drenos que coletam o líquido decorrente da decomposição da matéria orgânica. Este líquido coletado é enviado para sistema de tratamento de efluentes;
- Sistema de tratamento de chorume, onde o mesmo é coletado e encaminhado para um sistema de tratamento para posterior descarte em um curso hídrico. O tratamento pode ser feito no próprio local ou o chorume coletado pode ser transportado para um local apropriado (geralmente uma Estação de Tratamento de Esgotos). O tipo de tratamento varia, podendo ser utilizados tratamentos mais convencionais por meio da utilização de lagoas anaeróbias, aeróbias e lagoas de estabilização ou também mediante a adição de substâncias químicas ao chorume;
- Sistema de drenagem de águas pluviais, evitando que as águas se juntem ao chorume. Esse sistema de captação e drenagem de águas de chuva tem por objetivo drenar a água por locais apropriados para evitar a infiltração e contato com o chorume, minimizando o volume a ser tratado (CASTILHOS JUNIOR, 2003; MARQUES, 2011) (Figura 6).

**Figura 6:** Esquema de aterro sanitário demonstrando todas as suas estruturas.



**Fonte:** Fundação Estadual de Meio Ambiente (FEAM), 2012.

Se tratando de resíduos biodegradáveis e sua disposição final é importante tecer algumas considerações. Magalhães (2010) afirma que se as lixeiras dos consumidores fossem examinadas com frequência o que mais se encontraria seria um grande volume de resíduo biodegradável: cascas, folhas, restos de frutas, vegetais e comidas. Uma considerável parte desses “restos” jogados no lixo poderia ser reaproveitada por muitas famílias que ainda sofrem com o problema da fome no Brasil.

Desde as antigas civilizações o lançamento destes resíduos em lixões e cursos d’água vem causando efeitos negativos sobre a saúde do homem e para o meio ambiente. São vários os aspectos e impactos ambientais que podem ser citados pela incorreta disposição dos resíduos biodegradáveis. Entre eles estão (BARBIERI, 2007, p. 77):

➤ Aspectos Ambientais:

- Mau-cheiro;
- Produção de chorume;
- Descarga de chorume nos cursos d’água;
- Vazamento de chorume no solo;
- Inatrativo;
- Liberação de gases;
- Desenvolvimento de microrganismos;
- Falta de local adequado à disposição final;
- Espalhamento de resíduos.

➤ Impactos Ambientais:

- Proliferação de vetores biológicos como moscas, mosquitos, baratas, ratos, aranhas, cachorros, etc.;
- Doenças;
- Problemas sanitários;
- Poluição visual;
- Poluição do ar pela liberação de gases;
- Poluição das águas superficiais e subterrâneas pela percolação de chorume;
- Contaminação do solo pela infiltração de líquidos percolados;
- Redução de oxigênio das águas;
- Morte dos organismos aeróbios;

- Eutrofização;
- Obstrução de rios pelos resíduos;
- Assoreamento dos cursos d'água;
- Enchentes.

De acordo com PNRS (2012), no quesito tratamento, apesar da massa de resíduos sólidos urbanos apresentar alto percentual de resíduo biodegradável, as experiências de destinação final, no Brasil, são ainda incipientes. O resíduo biodegradável, por não ser coletado separadamente, acaba sendo encaminhado para disposição final, juntamente com os resíduos domiciliares. Essa forma de destinação gera, para a maioria dos municípios, despesas que poderiam ser evitadas caso a matéria orgânica fosse separada na fonte e encaminhada para um tratamento específico, por exemplo, via compostagem (MASSUKADU, 2008).

Do total estimado de resíduos biodegradáveis que são coletados (78.204,6 t/d) somente 1,6% (1.251 t/d) é encaminhado para tratamento. Em termos absolutos tem-se 211 municípios brasileiros com unidades de compostagem, sendo que os Estados de Minas Gerais e Rio Grande do Sul possuem a maior concentração, 78 e 66 unidades respectivamente. Por este equivalente é possível inferir que dos 78,3 milhões de toneladas de resíduos gerados pelos brasileiros em 2016, aproximadamente, 40,2 milhões de toneladas corresponderam aos resíduos biodegradáveis e que apenas 1,5 milhão de tonelada foi reciclado (ABRELPE, 2013). Além disso, a coleta seletiva praticada no Brasil não enfatiza a separação prévia da fração orgânica dos resíduos (EIGENHEER, 2009).

A disposição ambientalmente adequada dos resíduos biodegradáveis é a sua disposição em aterro sanitário e sua destinação ambientalmente correta é a sua reciclagem por meio da compostagem, sendo esta destinação prioritária (BRASIL, 2010). Isto, porque a compostagem destes resíduos é a alternativa que permite os maiores benefícios ambientais, pois, possibilita a ciclagem de nutrientes, pode melhorar as condições físicas, químicas e biológicas do solo e implicam na redução das necessidades de se explorar fontes de matéria-prima para a produção de fertilizantes orgânicos. Além disso, possibilita ganhos econômicos aos municípios, uma vez que de volta a cadeia produtiva o resíduo se torna um adubo orgânico de valor no mercado (PRIMAVESI, 1979; KIELH, 1985; RAIJ VAN, 1998; MILARÉ, 2007; ABREU JUNIOR, 2010).

Diante do exposto, a alternativa de destinação mais ambientalmente e economicamente adequada para o resíduo biodegradável é a sua reciclagem. Em contrapartida, esta alternativa é a menos usual no país, como foi visto nos números expostos acima no texto. O capítulo 3 traz uma reflexão sobre os elementos que podem ser utilizados de forma positiva para auxiliar na gestão de

resíduos biodegradáveis em Uberlândia, buscando nesses elementos uma forma de colocar em prática na cidade a reciclagem desses resíduos, gerando lucros com a venda do produto final do processo.

## **2.6. Legislação Federal, Estadual e Municipal Sobre Resíduos Sólidos**

A avaliação de políticas públicas consiste na adoção de métodos e técnicas de pesquisa que permitam estabelecer uma relação de causalidade entre um programa x e um resultado y, ou, ainda, que na ausência de programa x, não teríamos o resultado y (FIGUEIREDO; FIGUEIREDO, 1986). O que faz a diferença é a vontade do administrador municipal, o envolvimento da sociedade e o terceiro componente são os contratos. A gestão integrada de resíduos sólidos urbanos é uma prestação de serviço público. Ela tem que ser regulada por um contrato. As cidades com bons contratos, com metas estabelecidas, com planejamento, são as que avançam mais e as que ocupam as melhores posições no atendimento das condições básicas de qualidade de vida da população (GODECKE; NAIME; FIGUEIREDO, 2012). A seguir serão apresentadas algumas normas e leis importantes para a gestão de resíduos no país.

### **➤ Normas Técnicas da ABNT**

- NBR 7039/87 – Pilhas e acumuladores elétricos – terminologia;
- NBR 7500/94 – Símbolos de risco e manuseio para o transporte e armazenamento de materiais;
- NBR n° 9190/93 – Sacos Plásticos para acondicionamento – Classificação;
- NBR n° 9191/93 – Sacos Plásticos para acondicionamento – Especificação;
- NBR n° 9195/93 – Sacos Plásticos para acondicionamento – Determinação da resistência à queda livre;
- NBR n° 10004/87 – Classifica resíduos sólidos com relação aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública;
- NBR n° 10005 – Lixiviação de resíduos;
- NBR n° 10006 – Solubilização de resíduos;
- NBR n° 10007 – Amostragem de resíduos;



- NBR n° 11174/90 – Armazenamento de resíduos classe II – não inertes e Classe III – inertes;
- NBR n° 12807/93 – Resíduos de serviços de saúde – Terminologia;
- NBR n° 12808/93 – Resíduos de serviços de saúde – Classificação;
- NBR n° 12809/93 – Manuseio de resíduos de serviços de saúde – Procedimento;
- NBR n° 12810/93 - Coleta de resíduos de serviços de saúde – Procedimentos;
- NBR n° 12980/93 – Coleta, varrição e acondicionamento de resíduos sólidos urbanos;
- NBR n° 13221/94 – Transporte de resíduos – Procedimentos;
- NBR n° 13.332/95 – Coletor compactador de resíduos sólidos e seus principais componentes – Terminologia;
- NBR n° 13463/95 – Coleta de resíduos sólidos - Classificação;
- CETESB/1990 – Resíduos Sólidos Urbanos e Limpeza Pública - Procedimentos de Amostragem.

#### ➤ **Legislação Federal**

No âmbito federal algumas leis são importantes para a compreensão de como proceder em relação aos aspectos ligados a gestão dos resíduos sólidos. Dentre elas estão:

- Projeto de Lei n° 203 de 1991 - dispõe sobre acondicionamento, coleta, tratamento e destinação dos resíduos de serviços de saúde;
- EI N° 11.079, DE 30 DE DEZEMBRO DE 2004 - Institui normas gerais para licitação e contratação de parceria público-privada no âmbito da administração pública;
- Lei n° 11.107 de 2005 - dispõe as normas da União, Estados, Distrito Federal e Municípios para contratarem consórcios públicos na realização de objetivos comuns, com soluções regionais. Um exemplo seria a construção de um aterro sanitário que atendesse vários municípios;
- Lei n° 11.445 de 2007 - estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico. Em seu artigo 7º, parágrafo II prevê a triagem e o reuso dos resíduos sólidos;
- Lei ° 12.305 de 2010 - institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos;
- Decreto n° 7.404 de 2010 - 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 o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências;

- Resolução CONAMA nº 05 de 1993 - dispõe sobre planos de gerenciamento, tratamento e destinação final de resíduos sólidos de serviços de saúde, portos, aeroportos, terminais rodoviários e ferroviários;
- Resolução CONAMA nº 237 de 1997 - estabelece norma geral sobre licenciamento ambiental, competências, listas de atividades sujeitas a licenciamento, entre outros;
- Resolução CONAMA nº 257 de 1999 - define critérios de gerenciamento para destinação final ambientalmente adequada de pilhas e baterias, conforme especifica;
- Resolução CONAMA nº 275 de 2001 - estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como campanhas informativas para coleta seletiva;
- Resolução CONAMA nº 283 de 2001 - dispõe sobre o tratamento e a destinação final dos resíduos de serviços de saúde. Esta resolução visa aprimorar, atualizar, complementar os procedimentos contidos na Resolução CONAMA nº 05/93 e estender as exigências às demais atividades que geram resíduos de serviços de saúde;
- Resolução CONAMA nº 307 de 2002 - estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil;
- Resolução CONAMA nº 330 de 2003 - propõe normas de tratamento de esgotos sanitários e de coleta e disposição de lixo, normas e padrões para o controle das atividades de saneamento básico e resíduos pós-consumo, bem como normas e critérios para o licenciamento ambiental de atividades potencial ou efetivamente poluidoras.

É importante desprender uma maior atenção com relação a Política Nacional de Resíduos Sólidos. De acordo com o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (2012), A aprovação da Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS, após longos vinte e um anos de discussões no Congresso Nacional marcou o início de uma forte articulação institucional envolvendo os três entes federados – União, Estados e Municípios, o setor produtivo e a sociedade em geral na busca de soluções para os problemas graves e de grande abrangência territorial que comprometem a qualidade de vida dos brasileiros. A aprovação da PNRS qualificou e deu novos rumos à discussão sobre o tema.

A partir de agosto de 2010, baseado no conceito de responsabilidade compartilhada, a sociedade como um todo - cidadãos, governos, setor privado e sociedade civil organizada – passou a ser responsável pela gestão ambientalmente correta dos resíduos sólidos. Agora o cidadão é responsável não só pela disposição correta dos resíduos que gera, mas também é importante que



repense e reveja o seu papel como consumidor; o setor privado, por sua vez, fica responsável pelo gerenciamento ambientalmente correto dos resíduos sólidos, pela sua reincorporação na cadeia produtiva e pelas inovações nos produtos que tragam benefícios socioambientais, sempre que possível. Os governos federal, estadual e municipal são responsáveis pela elaboração e implementação dos planos de gestão de resíduos sólidos, assim como dos demais instrumentos previstos na Política Nacional que promovam a gestão dos resíduos sólidos, sem negligenciar nenhuma das inúmeras variáveis envolvidas na discussão sobre os mesmos.

Geralmente as políticas públicas sobre resíduos sólidos falam sobre a minimização de sua produção, e orbitam, de forma simples ou combinada, em três segmentos: comando e controle (C&C); instrumentos econômicos; e de comunicação. Nos instrumentos C&C as instâncias reguladoras estabelecem um conjunto de regras e padrões que terão que ser obedecidos pela sociedade, sob pena de incorrer em penalidades. Por sua vez, os instrumentos econômicos visam a internalização das externalidades que não seriam normalmente imputadas ao agente poluidor. Incluem taxas e tarifas, subsídios (subvenções, empréstimos subsidiados, incentivos fiscais) e licenças de poluição comercializáveis, como os certificados de redução de emissões. Os instrumentos de comunicação atuam na conscientização, informação e educação dos agentes poluidores. São exemplos a educação ambiental, a divulgação de benefícios para as empresas que respeitam o meio ambiente e os selos ambientais (LUSTOSA et al., 2003).

A Lei 12.305/2010 colocou como objetivos da Política Nacional de Resíduos Sólidos a não geração, redução e estímulo à adoção de padrões sustentáveis de produção e consumo de bens e serviços. Na regulamentação desta lei, o Decreto 7.404/2010 atribuiu ao Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos a tarefa de propor medidas que permitam a implementação de instrumentos econômicos e de comunicação como incentivos fiscais, financeiros e creditícios; pesquisa científica e tecnológica; e educação ambiental, esta como atribuição do Setor Público (BRASIL, 2010).

A operacionalização da Lei 12.305 é facilitada pela possibilidade dos municípios se associarem entre si ou com a iniciativa privada, conforme disciplinam as leis 11.079/2004 e 11.107/2005. São muitos os exemplos dessas parcerias em diversos estados brasileiros, principalmente para a construção de aterros sanitários de uso compartilhado. A conveniência da escolha entre os tipos de associação, que vinham sendo discutidas para as obras de saneamento previstas na Lei 11.445/2007, estão sendo ampliadas para o cumprimento dos prazos estabelecidos na Lei 12.305 (BRASIL, 2004; 2005; 2007).

➤ **Legislação Estadual: Minas Gerais**

- Lei nº 13.766 de 2000 – dispõe sobre a política estadual de coleta seletiva do lixo;
- Lei nº 14.128 de 2001 – dispõe sobre a política estadual de reciclagem de materiais. Tem como objetivo incentivar a comercialização, a industrialização e o uso dos materiais recicláveis;
- Lei nº 16.689 de 2007 – prevê que os órgãos e entidades da administração pública direta e indireta do Estado instituirão coleta seletiva de lixo;
- Lei nº 18.031 de 2009 – institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos. Esta lei obriga aos municípios mineiros a criação dos Planos de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, sendo que ele necessita ser implementado, fiscalizado e aperfeiçoado ao longo do tempo pelos municípios. E ainda, estabelece que, o acesso a recursos do Estado destinados a entidades públicas municipais responsáveis pela gestão de resíduos sólidos de geração difusa fica condicionado à previsão, nos Planos de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos dos Municípios, de incentivos econômico-financeiros que estimulem a participação do gerador, do comerciante, do prestador de serviços e do consumidor nas atividades de segregação, coleta, manuseio e destinação final dos resíduos sólidos.

➤ **Legislação Municipal: Uberlândia**

- Lei nº 4.777 de 1988 – institui o Código de Posturas. Seu capítulo III é dedicado ao lixo domiciliar, público e de resíduos especiais. O art. 7º prevê a coleta diferenciada, com a separação na origem, em orgânico e inorgânico.
- Lei nº 6.904 de 1996 - dispõe sobre a colocação e permanência de caçamba de coleta de terra e entulho nas vias e logradouros públicos do município;
- Decreto nº 7.401 de 1997 - regulamenta a responsabilidade da coleta, transporte, tratamento e destinação final dos resíduos sólidos;
- Lei nº 7074 de 1998 - cria as centrais de entulho no município de Uberlândia e dá outras providências;
- Lei Complementar nº 314, de 29 de abril de 2003 - estabelece normas e critérios para a homologação de acordo para converter parcialmente o valor de penalidades pecuniárias por infrações ambientais em medidas de compensação ambiental;
- Decreto nº 9.323 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 412 de 26 de dezembro de 2005 - que “altera as Leis n.º 4.016 de 28 de dezembro de 1983 que ‘estabelece o sistema de taxas do Município’ e 4.744 de 05 de julho de 1988 que ‘institui o Código Municipal de Posturas de Uberlândia’, para fins de regular o transporte, coleta e destinação dos resíduos sólidos e especiais no Município de Uberlândia” e suas alterações;
- Lei nº 9.244 de 2006 - institui o sistema municipal para a gestão sustentável de resíduos da construção civil e resíduos volumosos, revoga a lei nº 8.672, de 18 de maio de 2004 e dá outras providências;
- Decreto nº 10.643, de 16 de abril de 2007 - dispõe sobre o programa de recebimento e monitoramento de efluentes não domésticos do município de Uberlândia – PREMEND;
- Lei nº 10.019 de 2008 – institui a separação dos resíduos sólidos descartados pelos órgãos e entidades da administração pública municipal direta e indireta, na fonte geradora, e a sua destinação às cooperativas e associações de catadores de materiais recicláveis;
- Lei nº 9.885 de 2008 – dispõe sobre a substituição do uso de saco plástico de lixo e da sacola plástica por saco de lixo ecológico e sacola ecológica, confeccionados em material oxi-biodegradável (material que apresenta degradação inicial por oxidação acelerada por luz e calor e degradação posterior por ação de microrganismos, cujos resíduos finais não são prejudiciais ao meio ambiente), biodegradável ou hidrossolúvel;
- Lei nº 10.280 de 28 de setembro de 2009 - que “institui o Sistema Municipal para Gestão Sustentável de Resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos” e suas alterações. Lei Delegada Municipal nº 42, de 5 de junho de 2009 que “dispõe sobre estrutura orgânica básica da Secretaria Municipal de Serviços Urbanos e dá outras providências” e suas alterações;
- Decreto nº 11.865, de 07 de outubro de 2009 - que “dispõe sobre a constituição, estruturação, competências e funcionamento do Comitê Técnico de Regulação dos Serviços Municipais de Saneamento Básico e dá outras providências” e suas alterações;
- Lei nº 10.411, de 26 de fevereiro de 2010 - altera dispositivos da lei nº 6.904, de 30 de dezembro de 1996, que “dispõe sobre a colocação e permanência de caçambas de coleta de terra e entulho nas vias e logradouros públicos no município”;
- 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 nº 11.291 de 26 de dezembro de 2012 - que “institui o Plano Municipal de Saneamento Básico do Município de Uberlândia”;
- Decreto Leiº 13.972, de 15 de março de 2013 – estabelece que os restaurantes da área central de Uberlândia somente podem colocar os resíduos para coleta depois das 17:00 horas de segunda-feira a sexta-feira;
- Lei nº 12.578, de 30 de novembro de 2016 – dispõe sobre a construção de abrigos para acondicionamento de resíduos sólidos em loteamentos, reloteamentos, condomínios fechados, horizontais ou verticais, edifícios residenciais e estabelecimentos comerciais no município de Uberlândia e dá outras providências.

Apesar de o país conter uma infinidade de leis que regem a gestão dos resíduos sólidos pode-se observar que não há nenhuma que trate dos resíduos biodegradáveis. Existem leis para os resíduos dos serviços de saúde, resíduos perigosos, resíduos da construção civil, entre outros, mas nenhuma que traga obrigações e especificações de como tratar e manusear os resíduos biodegradáveis (ARANTES, 2013), mesmo com vários estudos apontando que a parte biodegradável dos resíduos produzidos no Brasil corresponda a mais de 50% (FEHR, 2003; CEMPRE, 2012). Ou seja, é necessário que se busquem soluções para a gestão adequada destes resíduos.

## **CAPÍTULO 3**

### **ELEMENTOS QUE PODEM INFLUENCIAR POSITIVAMENTE NA GESTÃO DE RESÍDUOS BIODEGRADÁVEIS**

Esse capítulo apresenta alguns elementos que são fundamentais para que haja uma gestão satisfatória dos resíduos sólidos e, que podem ser utilizados em Uberlândia. Para tanto traz informações, conceitos, histórico de termos como: Educação Ambiental, coleta seletiva, logística reversa, economia relacionada aos resíduos sólidos, custo de oportunidade e sobre gestão e gerenciamento propriamente ditos. Enfatizando a diferença que existe entre gestão e gerenciamento, mas não deixando de argumentar sobre a importância de ambos.

#### **3.1. Educação Ambiental: histórico no mundo e no Brasil**

Percebe-se no cotidiano uma urgente necessidade de transformações para a superação das injustiças ambientais, da desigualdade social, da apropriação da natureza – e da própria humanidade – como objetos de exploração e consumo. Vive-se em uma cultura de risco, com efeitos que muitas vezes escapam à nossa capacidade de percepção, mas aumentam consideravelmente as evidências de que eles podem atingir não só a vida de quem os produz, mas as de outras pessoas, espécies e até gerações. Trata-se de uma crise ambiental nunca vista na história, que se deve à enormidade de poderes humanos, com seus efeitos colaterais e consequências não-antecipadas, que tornam inadequadas as ferramentas éticas herdadas do passado (GIDENS; BECK apud BAUMAN).

Para o enfrentamento desses desafios e demandas na perspectiva de uma ética ambiental, tem-se que considerar a complexidade e a integração de saberes. Tais preocupações éticas criam condições de legitimação e reconhecimento da Educação Ambiental (EA) para além de seu universo específico; ela se propõe a atender aos vários sujeitos que compõem os meios sociais, culturais, raciais e econômicos que se preocupem com a sustentabilidade socioambiental. Devido às suas características multidimensionais e interdisciplinares, a educação ambiental se aproxima e interage com outras dimensões da educação contemporânea, tais como a educação para os direitos humanos, para a paz, para a saúde, para o desenvolvimento e para a cidadania. Mas sua especificidade está no respeito à diversidade, aos processos vitais – com seus limites de regeneração e capacidade de suporte – eleitos como balizadores das decisões sociais e reorientadores dos estilos de vida individuais e coletivos (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2005).

Embora os primeiros registros da utilização do termo “Educação Ambiental” datem de 1948, num encontro da União Internacional para a Conservação da Natureza (UICN) em Paris, os rumos da Educação Ambiental começam a ser realmente definidos a partir da Conferência de Estocolmo, em 1972, onde se atribui a inserção da temática da Educação Ambiental na agenda internacional. Em 1975, lança-se em Belgrado (na então Iugoslávia) o Programa Internacional de Educação Ambiental, no qual são definidos os princípios e orientações para o futuro.

Cinco anos após Estocolmo, em 1977, acontece em Tbilisi, na Geórgia (ex-União Soviética), a Conferência Intergovernamental sobre Educação Ambiental, cuja organização ocorreu a partir de uma parceria entre a Unesco e o então recente Programa de Meio Ambiente da ONU (PNUMA). Foi deste encontro – firmado pelo Brasil – que saíram as definições, os objetivos, os princípios e as estratégias para a Educação Ambiental que até hoje são adotados em todo o mundo.

Outro documento internacional de extrema importância é o Tratado de Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Global, elaborado pela sociedade civil planetária em 1992 no Fórum Global, durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio 92). Esse documento estabelece princípios fundamentais da educação para sociedades sustentáveis, destacando a necessidade de formação de um pensamento crítico, coletivo e solidário, de interdisciplinaridade, de multiplicidade e diversidade. Estabelece ainda uma relação entre as políticas públicas de EA e a sustentabilidade, apontando princípios e um plano de ação para educadores ambientais. Enfatiza os processos participativos voltados para a recuperação, conservação e melhoria do meio ambiente e da qualidade de vida.

O Tratado tem bastante relevância por ter sido elaborado no âmbito da sociedade civil e por reconhecer a Educação Ambiental como um processo político dinâmico, em permanente construção, orientado por valores baseados na transformação social. A Agenda 21, documento também concebido e aprovado pelos governos durante a Rio 92, é um plano de ação para ser adotado global, nacional e localmente, por organizações do sistema das Nações Unidas, governos e pela sociedade civil, em todas as áreas em que a ação humana impacta o meio ambiente. Além do documento em si, a Agenda 21 é um processo de planejamento participativo que resulta na análise da situação atual de um país, estado, município, região, setor e planeja o futuro de forma socioambientalmente sustentável.

Em Tessaloniki, no ano de 1997, durante a Conferência Internacional sobre Meio Ambiente e Sociedade: Educação e Consciência Pública para a Sustentabilidade, os temas colocados na Rio 92 são reforçados. Chama-se a atenção para a necessidade de se articularem ações de EA baseadas nos conceitos de ética e sustentabilidade, identidade cultural e diversidade, mobilização e participação, além de práticas interdisciplinares. Foi reconhecido que, passados cinco anos da Rio 92, o desenvolvimento da EA foi insuficiente. Como consequência, configura-se a necessidade de uma mudança de currículo, de forma a contemplar as premissas básicas que norteiam uma educação “em prol da sustentabilidade”, motivação ética, ênfase em ações cooperativas e novas concepções de enfoques diversificados.

Ainda no âmbito internacional, a iniciativa das Nações Unidas de implementar a Década da Educação para o Desenvolvimento Sustentável (2005-2014), cuja instituição representa uma conquista para a Educação Ambiental, ganha sinais de reconhecimento de seu papel no enfrentamento da problemática socioambiental, na medida em que reforça mundialmente a sustentabilidade a partir da Educação. A Década da Educação para o Desenvolvimento Sustentável potencializa as políticas, os programas e as ações educacionais já existentes, além de multiplicar as oportunidades inovadoras.

A Educação Ambiental surge no Brasil muito antes da sua institucionalização no governo federal. Tem-se a existência de um persistente movimento conservacionista até o início dos anos 70, quando ocorre a emergência de um ambientalismo que se une às lutas pelas liberdades democráticas, manifestada através da ação isolada de professores, estudantes e escolas, por meio de pequenas ações de organizações da sociedade civil, de prefeituras municipais e governos estaduais, com atividades educacionais voltadas a ações para recuperação, conservação e melhoria do meio ambiente. Neste período também surgem os primeiros cursos de especialização em Educação Ambiental.

O processo de institucionalização da Educação Ambiental no governo federal brasileiro teve início em 1973 com a criação da Secretaria Especial do Meio Ambiente (SEMA), vinculada à Presidência da República. Outro passo na institucionalização da Educação Ambiental foi dado em 1981, com a Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA) que estabeleceu, no âmbito legislativo, a necessidade de inclusão da Educação Ambiental em todos os níveis de ensino, incluindo a educação da comunidade, objetivando capacitá-la para a participação ativa na defesa do meio ambiente. Reforçando essa tendência, a Constituição Federal, em 1988, estabeleceu, no inciso VI do artigo 225, a necessidade de “promover a Educação Ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente”.



Em 1991, a Comissão Interministerial para a preparação da Rio 92 considerou a Educação Ambiental como um dos instrumentos da política ambiental brasileira. Foram, então, criadas duas instâncias no Poder Executivo, destinadas a lidar exclusivamente com esse aspecto: o Grupo de Trabalho de Educação Ambiental do MEC, que em 1993 se transformou na Coordenação-Geral de Educação Ambiental (COEA/MEC), e a Divisão de Educação Ambiental do Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), cujas competências institucionais foram definidas no sentido de representar um marco para a institucionalização da política de Educação Ambiental no âmbito do Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA).

No ano seguinte, foi criado o Ministério do Meio Ambiente (MMA) e, o IBAMA instituiu os Núcleos de Educação Ambiental em todas as suas superintendências estaduais, visando operacionalizar as ações educativas no processo de gestão ambiental na esfera estadual.

Durante a Rio 92, com a participação do MEC, também foi produzida a Carta Brasileira para Educação Ambiental, que, entre outras coisas, reconheceu ser essa um dos instrumentos mais importantes para viabilizar a sustentabilidade como estratégia de sobrevivência do planeta e, conseqüentemente, de melhoria da qualidade de vida humana. A Carta admitia ainda que a lentidão da produção de conhecimentos, a falta de comprometimento real do Poder Público no cumprimento e complementação da legislação em relação às políticas específicas de Educação Ambiental, em todos os níveis de ensino, consolidavam um modelo educacional que não respondia às reais necessidades do país.

Com o intuito de criar instâncias de referência para a construção dos programas estaduais de Educação Ambiental, a extinta SEMA e, posteriormente, o IBAMA e o Ministério do Meio Ambiente fomentaram a formação das Comissões Interinstitucionais Estaduais de Educação Ambiental. O auxílio à elaboração dos programas dos estados foi, mais tarde, prestado pelo MMA.

Em dezembro de 1994, em função da Constituição Federal de 1988 e dos compromissos internacionais assumidos durante a Rio 92, foi criado, pela Presidência da República, o Programa Nacional de Educação Ambiental (PRONEA), compartilhado pelo então Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal e pelo Ministério da Educação e do Desporto, com as parcerias do Ministério da Cultura e do Ministério da Ciência e Tecnologia. O PRONEA foi executado pela Coordenação de Educação Ambiental do MEC e pelos setores correspondentes do MMA/IBAMA, responsáveis pelas ações voltadas



respectivamente ao sistema de ensino e à gestão ambiental, embora também tenha envolvido em sua execução outras entidades públicas e privadas do país.

Em 1995, foi criada a Câmara Técnica Temporária de Educação Ambiental no Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). Os princípios orientadores para o trabalho dessa Câmara eram a participação, a descentralização, o reconhecimento da pluralidade e diversidade cultural e a interdisciplinaridade.

Em 1996, foi criado, no âmbito do MMA, o Grupo de Trabalho de Educação Ambiental, sendo firmado um protocolo de intenções com o MEC, visando à cooperação técnica e institucional em Educação Ambiental, configurando-se num canal formal para o desenvolvimento de ações conjuntas.

Após dois anos de debates, em 1997 os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) foram aprovados pelo Conselho Nacional de Educação. Os PCN se constituem em um subsídio para apoiar a escola na elaboração do seu projeto educativo, inserindo procedimentos, atitudes e valores no convívio escolar, bem como a necessidade de tratar de alguns temas sociais urgentes, de abrangência nacional, denominados como temas transversais: meio ambiente, ética, pluralidade cultural, orientação sexual, trabalho e consumo, com possibilidade de as escolas e/ou comunidades elegerem outros de importância relevante para sua realidade.

Em 1999, foi aprovada a Lei nº 9.795, que dispõe sobre a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), com a criação da Coordenação-Geral de Educação Ambiental (CGEA) no MEC e da Diretoria de Educação Ambiental (DEA) no MMA.

Em 2000, a Educação Ambiental integra, pela segunda vez, o Plano Plurianual (PPA) (2000-2003), agora na dimensão de um Programa, identificado como 0052 – Educação Ambiental, e institucionalmente vinculado ao Ministério do Meio Ambiente.

Em 2002, a Lei nº 9.795/99 foi regulamentada pelo Decreto nº 4.281, que define, entre outras coisas, a composição e as competências do Órgão Gestor da PNEA lançando, assim, as bases para a sua execução. Este foi um passo decisivo para a realização das ações em Educação Ambiental no governo federal, tendo como primeira tarefa a assinatura de um Termo de Cooperação Técnica para a realização conjunta da Conferência Infanto-Juvenil pelo Meio Ambiente.

Merece destaque o Programa Nacional de Educação Ambiental (PRONEA) que, em 2004, teve a sua terceira versão submetida a um processo de Consulta Pública, realizada em parceria com as Comissões Interinstitucionais Estaduais de Educação Ambiental (CIEAs) e as

Redes de Educação Ambiental, envolvendo cerca de 800 educadores ambientais de 22 unidades federativas do país.

Em 2004, a mudança ministerial, a consequente criação da Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização e Diversidade (SECAD) e a transferência da CGEA para esta secretaria, permitiu um maior enraizamento da EA no MEC e junto às redes estaduais e municipais de ensino, passando a atuar de forma integrada às áreas de Diversidade, Educação Escolar Indígena e Educação no Campo, conferindo assim maior visibilidade à Educação Ambiental e destacando sua vocação de transversalidade. A Educação Ambiental no MEC atua em todos os níveis de ensino formal, mantendo ações de formação continuada por meio do programa Vamos Cuidar do Brasil com as Escolas, como parte de uma visão sistêmica de Educação Ambiental. A Educação Ambiental passa a fazer parte das Orientações Curriculares do Ensino Médio e dos módulos de Educação a Distância na Educação de Jovens e Adultos (EJA).

Em 2004, tem início um novo Plano Plurianual, o PPA 2004-2007. Em função das novas diretrizes e sintonizado com o PRONEA, o Programa 0052 é reformulado e passa a ser intitulado Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis.

Por fim, o Brasil, juntamente com outros países da América Latina e do Caribe, assumiu compromissos internacionais com a implementação do Programa Latino-Americano e Caribenho de Educação Ambiental (PLACEA) e do Plano Andino-Amazônico de Comunicação e Educação Ambiental (PANACEA), que incluem os Ministérios do Meio Ambiente e da Educação dos países.

### **3.2. Legislação Sobre Educação Ambiental**

A inserção histórica e legal da Educação Ambiental no cenário político nacional e internacional é relativamente recente. A partir dos anos 60, o modelo produtivo e o crescimento desenfreado das grandes nações – às custas da deterioração dos recursos ambientais e a exclusão social e econômica da maior parte dos países –, aumentaram a preocupação com o meio ambiente e com a sustentabilidade da vida das presentes e futuras gerações. Aos poucos, foi ficando claro mundialmente, que a crise ambiental está intimamente relacionada à degradação da qualidade de vida humana e a superação deste quadro se relaciona a outras questões como justiça social, distribuição de renda e educação. Assim, além de se preocuparem com a sustentação da vida e dos processos ecológicos, a Educação Ambiental e os seus marcos legais

cada vez mais avançam no desenvolvimento de uma cidadania responsável, para a construção de sociedades sadias e socialmente justas (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2007). Alguns marcos legais estão descritos abaixo.

- Lei nº 6.938, de 31/08/81 – Institui a Política Nacional de Meio Ambiente

Em seu artigo 2º, inciso X, afirma a necessidade de promover a “Educação Ambiental a todos os níveis de ensino, inclusive a educação da comunidade, objetivando capacitá-la para participação ativa na defesa do meio ambiente.” Assim, a EA nasceu como um princípio e um instrumento da política ambiental.

- Constituição Federal, de 1988

Reconhece o direito constitucional de todos os cidadãos brasileiros à Educação Ambiental e atribui ao Estado o dever de “promover a Educação Ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente” (art. 225, §1º, inciso VI).

- Lei nº 9.394, de 20/12/96 – Diretrizes e Bases da Educação Nacional

Na LDB existem poucas menções à Educação Ambiental. A referência é feita no artigo 32, inciso II, segundo o qual se exige, para o Ensino Fundamental, a “compreensão ambiental natural e social do sistema político, da tecnologia, das artes e dos valores em que se fundamenta a sociedade”; e no artigo 36, § 1º, segundo o qual os currículos do ensino fundamental e médio “carecem abranger, obrigatoriamente, (...) o conhecimento do mundo físico e natural e da realidade social e política, especialmente do Brasil”.

- Lei nº 9.795, de 27/04/99 – Política Nacional de Educação Ambiental – PNEA - Institui a PNEA, que veio reforçar e qualificar o direito de todos à Educação Ambiental, indicando seus princípios e objetivos, os atores e instâncias responsáveis por sua implementação, nos âmbitos formal e não-formal, e as suas principais linhas de ação.

É válido ressaltar alguns trechos desta lei:

Art. 2º A educação ambiental é um componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não-formal.

Art. 4º São princípios básicos da educação ambiental:

I - o enfoque humanista, holístico, democrático e participativo;

II - a concepção do meio ambiente em sua totalidade, considerando a interdependência entre o meio natural, o socioeconômico e o cultural, sob o enfoque da sustentabilidade;

III - o pluralismo de ideias e concepções pedagógicas, na perspectiva da inter, multi e transdisciplinaridade;

- IV - a vinculação entre a ética, a educação, o trabalho e as práticas sociais;
- V - a garantia de continuidade e permanência do processo educativo;
- VI - a permanente avaliação crítica do processo educativo;
- VII - a abordagem articulada das questões ambientais locais, regionais, nacionais e globais;
- VIII - o reconhecimento e o respeito à pluralidade e à diversidade individual e cultural.

- Lei nº 10.172, de 09/01/01 – Plano Nacional de Educação – PNE

Apesar de a inclusão da Educação Ambiental como tema transversal no PNE representar uma conquista, apenas consta que ela precisa ser implementada no Ensino Fundamental e Médio, com a observância dos preceitos da Lei nº 9.795/99. Desta forma, o PNE deixa de obedecer ao que estabelece a PNEA, que exige a abordagem da Educação Ambiental em todos os níveis e modalidades de ensino.

- Decreto nº 4.281, de 25/06/02 – Regulamenta a Lei nº 9.795/99

Além de detalhar as competências, atribuições e mecanismos definidos para a PNEA pela Lei nº 9.795/99, o Decreto cria o Órgão Gestor, responsável pela coordenação da PNEA, constituído pela Diretoria de Educação Ambiental do Ministério do Meio Ambiente (DEA/MMA), e pela Coordenação-Geral de Educação Ambiental do Ministério da Educação (CGEA/MEC).

### 3.3. Conceitos para Educação ambiental

Interpretar o pensamento e o movimento ambientalista como um bloco monolítico, coeso e orgânico é incorrer no equívoco da generalização. No ambientalismo, assim como em qualquer outra área do conhecimento, existem múltiplas e diferentes ideias, correntes e manifestações. Algumas se complementam, outras se contrapõem (LAYRARGUES, 2002).

A Política Nacional de Educação Ambiental – Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999- define em seu Capítulo I o termo Educação Ambiental:

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

Da mesma forma que o ambientalismo, atualmente não é possível entender a Educação Ambiental no singular, como um único modelo alternativo de educação que simplesmente

complementa uma educação convencional, que não é ambiental. É importante frisar que, se inicialmente era necessário dirigir esforços para a inclusão da dimensão ambiental na educação (GUIMARÃES, 1995) – porque essa simplesmente desconsiderava o entorno biofísico –, atualmente, já incorporada a dimensão ambiental na educação, não é mais possível referir-se genericamente a uma mera Educação Ambiental, sem qualificá-la com a precisão que o momento exige (LOUREIRO; LAYRARGUES, 2001).

De modo coerente a esse panorama, novas denominações para conceituar a Educação Ambiental foram efetuadas a partir do final dos anos 80 e início da década de 90, como a alfabetização ecológica (ORR, 1992), a educação para o desenvolvimento sustentável (NEAL, 1995), a educação para a sustentabilidade (O’RIORDAN, 1989; IUCN, 1993), a ecopedagogia (GADOTTI, 1997), ou ainda, a educação no processo de gestão ambiental (QUINTAS; GUALDA, 1995). Esses conceitos caracterizam o início de uma nova fase, a da necessidade de diferenciação interna, com demarcação de estratégias mais eficazes para atingir resultados, os quais nem sempre são palpáveis, como é o caso do processo educativo. Essa tarefa, no Brasil, foi pioneiramente empreendida por Sorrentino (1995), que identificou a existência de quatro vertentes: conservacionista; educação ao ar livre; gestão ambiental; e economia ecológica.

A diversidade de classificações a respeito da Educação Ambiental é tão vasta quanto a diversidade que inspira as inúmeras variações do ambientalismo. A canadense Lucy Sauvé (1997) discute algumas delas, que podem ser complementares entre si, ao contrário das variações existentes do ambientalismo:

- Educação sobre o meio ambiente: trata-se da aquisição de conhecimentos e habilidades relativos à interação com o ambiente, que está baseada na transmissão de fatos, conteúdos e conceitos, onde o meio ambiente se torna um objeto de aprendizado;
- Educação no meio ambiente: também conhecido como educação ao ar livre, corresponde a uma estratégia pedagógica onde se procura aprender através do contato com a natureza ou com o contexto biofísico e sociocultural do entorno da escola ou comunidade. O meio ambiente provê o aprendizado experimental, tornando-se um meio de aprendizado;
- Educação para o meio ambiente: processo através do qual se busca o engajamento ativo do educando que aprende a resolver e prevenir os problemas ambientais. O meio ambiente se torna uma meta do aprendizado.

O Órgão Gestor acrescenta uma quarta variação: a educação a partir do meio ambiente, que considera, além das demais incluídas, os saberes tradicionais e originários que partem do meio ambiente, as interdependências das sociedades humanas, da economia e do meio

ambiente; a simultaneidade dos impactos nos âmbitos local e global; uma revisão de valores, da ética, atitudes e responsabilidades individuais e coletivas; a participação e a cooperação; o pensamento altruísta que considera a diversidade dos seres vivos, os territórios com sua capacidade de suporte, a melhoria da qualidade de vida ambiental das presentes e futuras gerações; os princípios da incerteza e da precaução.

Outra classificação efetuada e discutida por Sauvé (1997) diz respeito às perspectivas que iluminam as práticas pedagógicas, divididas entre conferir maior peso    educa  o ou ao meio ambiente, embora também possam ser complementares entre si. Partindo do pressuposto de que a Educa  o Ambiental se localiza na rela  o humano *e* ambiente, podem existir três vertentes:

- Perspectiva ambiental: está centrada no ambiente biofísico; parte do ponto de vista de que a qualidade ambiental está se degradando, ameaçando a qualidade de vida humana. A preocupa  o dessa vertente está na ideia do engajamento para prevenir e resolver os problemas ambientais. A expressão definidora dessa postura   : “Que planeta deixaremos às nossas crianças?”;
- Perspectiva educativa: está centrada no indivíduo ou grupo social; parte da constata  o de que o ser humano desenvolveu uma rela  o de aliena  o a respeito de seu entorno. A preocupa  o dessa vertente    a educa  o integral do indivíduo, com o desenvolvimento da autonomia, do senso crítico e de valores   ticos. A expressão definidora dessa postura   : “Que crianças deixaremos ao nosso planeta?”;
- Perspectiva pedagógica: está centrada no processo educativo, diferentemente das abordagens anteriores que centram num ou noutro polo. Por considerar os métodos pedagógicos tradicionais demais dogmáticos e impositivos, essa vertente inclina-se sobre o desenvolvimento de uma pedagogia específica para a Educa  o Ambiental, através da perspectiva global e sist  mica da realidade, da abertura da escola ao seu entorno, ao recurso da metodologia da resolu  o de problemas ambientais locais concretos. A expressão definidora dessa postura   : “Que educa  o deixaremos para nossas crianças nesse planeta?”.

Mas foi a compreensão da Educa  o Ambiental a partir de sua fun  o social que propiciou o surgimento de tipologias dual  sticas, com categorias intrinsecamente binárias: Carvalho (1991) inicialmente contrapôs uma Educa  o Ambiental alternativa contra a Educa  o Ambiental oficial; Quintas (2000), Guimarães (2000, 2001) e Lima (1999, 2002), respectivamente, colocaram uma educa  o no processo de gestão ambiental, uma Educa  o

Ambiental crítica e uma Educação Ambiental emancipatória contra a Educação Ambiental convencional; Carvalho (2001) compara uma Educação Ambiental popular versus uma Educação Ambiental comportamental.

Tais tentativas procuram demarcar, através de elementos da Sociologia da educação, uma Educação Ambiental que se articula com as forças progressistas, contra uma outra que se articula com as forças conservadoras da sociedade, visando respectivamente a transformação ou a manutenção das relações sociais. O que une essas novas perspectivas da Educação Ambiental que diametralmente rompem com o modelo convencional, é a hipótese de que só será possível proteger a natureza se, ao mesmo tempo, se transformar a sociedade, pois apenas reformá-la não seria suficiente (LAYRARGUES, 2002).

Os fatos a seguir têm que ser levados em conta ao pensarmos sobre: que tipo de Educação Ambiental quer se praticar:

- A crescente crítica contra a ingenuidade do modelo convencional de Educação Ambiental;
- A ausência de resultados palpáveis atribuídos à ação da Educação Ambiental;
- A mudança do contexto do ambientalismo, que deixou em segundo plano as atividades preservacionistas e conservacionistas para atuar em primeiro plano na construção de espaços públicos participativos de negociação da gestão ambiental;
- A necessidade de se buscar um enfrentamento político dos conflitos socioambientais.

São fatos que depõem a favor de um certo modelo de Educação Ambiental, que ao invés de investir na compreensão da estrutura e funcionamento dos sistemas ecológicos, invista prioritariamente na estrutura e funcionamento dos sistemas sociais; que ao invés de apontar soluções no âmbito individual e de ordem moral e técnica, aponte soluções no âmbito coletivo e de ordem política; que ao invés de se confundir com uma educação conservacionista, se assemelhe mais à educação popular; que ao invés de vislumbrar toda a humanidade como objeto da Educação Ambiental, almeje prioritariamente os sujeitos expostos aos riscos ambientais e as vítimas da injustiça ambiental; e, sobretudo, que coloque em segundo plano conceitos e conteúdos biologizantes do processo ensino- aprendizagem, para incorporar em primeiro plano, conceitos e conteúdos oriundos da Sociologia, como Estado, Mercado, Sociedade, Governo, Poder, Política, Alienação, Ideologia, Democracia, Cidadania, entre outros.

“A Educação Ambiental não é neutra, mas ideológica. É um ato político, baseado em



valores para a transformação social”, segundo o princípio nº 4 do Tratado de Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Social. Eis o desafio da Educação Ambiental, transmutar-se gradualmente em uma Educação política, até desaparecer a necessidade de se adjetivar a Educação de ‘ambiental’.

### **3.4. Educação ambiental e resíduos sólidos**

A gestão inadequada dos resíduos, juntamente com sua excessiva produção, provoca inúmeras doenças, problemas sanitários relacionados à poluição dos mananciais, o assoreamento dos rios e córregos, entupimento de bueiros, contaminação do ar, entre outros. Do mesmo modo, a gestão dos resíduos tem se tornado um grande problema devido à falta de conscientização da população e de informação acerca de seu gerenciamento. Neste aspecto, a Educação Ambiental torna-se fundamental para um melhor manejo desses resíduos e para a redução dos danos ambientais (GUSMÃO, 2000).

A segregação dos resíduos na fonte, separados de acordo com suas características, por exemplo, é uma etapa fundamental para a política de reciclagem e reutilização de materiais (RUSSO, 2003). Para tanto, há a necessidade de depositar os resíduos em locais apropriados, promovendo a reutilização e a reciclagem do que for possível, na tentativa de diminuir o uso dos recursos naturais, sendo necessário que esses resíduos sejam separados em lixeiras determinadas e entre o que pode e não ser reaproveitado (SZABÒ, 2010). Dessa forma, a conscientização da população é de extrema relevância, para que entenda a necessidade dessa separação na fonte geradora.

Em relação ao Brasil, Programas de Educação Ambiental voltados para o gerenciamento de resíduos sólidos, a partir de um olhar sustentável, vêm sendo desenvolvidos. Entretanto, observa-se que muitas pessoas não formaram uma consciência ambiental, pois a conscientização só se torna real quando os seres humanos passam a se comover e a transformar suas ações, objetivando tornar possível a existência de um meio ambiente equilibrado (SZABÒ, 2010).

Os programas de Educação Ambiental podem ser aplicados de duas maneiras. A primeira é a partir da oposição ao consumismo e ao desperdício, com foco na ação individual. Desta forma, as ações educativas promovem a alteração nos padrões comportamentais dos indivíduos em relação ao meio ambiente, com o objetivo de tornar as ações ambientalmente adequadas no âmbito social. A segunda maneira atribui o problema dos resíduos a relação que



existe entre a sociedade e a natureza, juntamente com fatores históricos e sociais. Dessa forma, provoca-se um olhar para a questão ambiental de forma complexa, a partir do social, com ajuda da educação para as mudanças na sociedade (QUINTAS, 2000).

A Educação Ambiental referente à Gestão de Resíduos Sólidos precisa promover uma modificação nas atitudes, de maneira continuada, a partir de uma educação que proporcione o olhar crítico, reflexivo e contextualizado (TAVARES et al., 2005). De acordo com Cavalheiro (2008), a Educação Ambiental é o meio para conseguir a consciência ecológica que a sociedade precisa, e como consequência, garantir o uso racional dos recursos naturais.

Portanto, quando se trata de Educação Ambiental aplicada aos resíduos sólidos é preciso saber quais são as possibilidades e as dificuldades desse tipo de trabalho. Ainda, é importante que o educador ambiental entenda o que é e como precisa funcionar um sistema de limpeza urbana, mostrando às pessoas as consequências ambientais, econômicas e sociais de atitudes simples, como por exemplo, o adequado acondicionamento dos resíduos, a atenção nos horários da coleta do lixo, a conservação das calçadas limpas, entre outras (ROCHA; SANTOS; NAVARRO, 2012).

A Educação Ambiental não pode ser vista como uma transformação somente para o futuro, e sim, uma ação para o presente e futuro, pois é preciso entender e avaliar as atitudes presentes, para que as futuras sejam executadas da melhor maneira possível. Desta forma, a educação contribui para a formação de cidadãos capazes de compreender a situação sócio histórica e política dos problemas ambientais (SOBRAL, 2011).

Portanto, ao estabelecer uma relação entre Gestão de Resíduos e Educação Ambiental promove-se a conscientização através do processo participativo, onde o indivíduo atua ativamente no diagnóstico dos problemas ambientais, buscando as possíveis soluções, tornando-se um agente transformador, através do desenvolvimento de habilidades e formação de atitudes com uma conduta ética condizente ao exercício da cidadania (MORAES, 2004). Nesse contexto, o propósito de educar, considerando atividades sustentáveis, é buscar valores e atitudes que possibilitem uma convivência harmoniosa do ser humano com as demais espécies do planeta, auxiliando o educando a compreender e analisar criticamente a participação do homem no meio ambiente.

Em Uberlândia algumas ações ligadas a EA e aos resíduos sólidos já são praticadas, pensando exatamente nessa melhoria na qualidade do seu sistema de gestão. Algumas delas estão apresentadas abaixo.

- Educação Ambiental no Aterro Sanitário de Uberlândia: o aterro sanitário recebe diversos visitantes que consistem, basicamente, em entidades escolares, as quais motivam as visitas desejando dar um toque prático às aulas teóricas referentes à destinação final dos resíduos sólidos urbanos do Município e que são ministradas em salas de aula. O público estudantil é bem variado, sendo recebidas visitas desde o ensino primário até alunos de pós-graduação. Além de estudantes, diversos órgãos públicos e empresas privadas também visitam o empreendimento. Toda visita é composta por uma exposição inicial (são relatadas as formas de operação e de monitoramento do aterro), apresentação de um vídeo que contém várias informações sobre o empreendimento e uma caminhada in loco para observação dos aspectos citados nas apresentações. O Centro de Educação Ambiental (CEA) é um espaço que foi desenvolvido não só para o recebimento de visitas, mas também para a implantação de atividades voltadas para a educação ambiental. O público alvo são crianças de escolas dos bairros vizinhos. Elas serão convidadas a participar de palestras educativas, oficinas de reciclagem e de arte com materiais recicláveis;
- Educação ambiental nas Escolas: o Projeto de Educação Ambiental está sendo desenvolvido em parceria com a Secretaria Municipal de Meio Ambiente em Escolas Municipais, Estaduais, Particulares e Empresas em geral. Foram ministradas palestras de conscientização da Coleta Seletiva em diversas escolas do município. O programa de Educação Ambiental da Prefeitura em 2012 atendeu próximo de 35.000 alunos no Município de Uberlândia;
- Programa - Mudança de hábito nas escolas: em 2011 a Prefeitura Municipal de Uberlândia através da Secretaria Municipal de Meio Ambiente criou o Projeto “Mudança de Hábito nas Escolas” em parceria com a Secretaria Municipal de Serviços Urbanos, Secretaria Municipal de Educação, Secretaria Municipal de Comunicação e DMAE, com o intuito de envolver as escolas municipais na implantação do sistema de coleta seletiva de resíduos sólidos no Município de Uberlândia. Além de utilizar as escolas como ponto de partida no processo de conscientização ambiental através de ações que buscam uma melhoria na qualidade de vida, a Prefeitura conta com o apoio do DMAE, através do Programa “Escola Água Cidadã”, que desenvolve atividades nas escolas implementando o uso racional da água;

Não existe no PGIRS de Uberlândia nenhuma ação de Educação Ambiental voltada exclusivamente para os resíduos biodegradáveis, como separa-los, armazena-los e para onde envia-los. Esse pode ser um dos fatores que faltam para que exista uma gestão adequada e

efetiva dos resíduos biodegradáveis na cidade, pois como mencionado acima no texto, tudo se inicia pela Educação Ambiental. Dessa forma, Jacobi (2003) afirma que o uso da Educação Ambiental na gestão de resíduos sólidos é de extrema importância para o seu adequado gerenciamento, pois a partir dela se inicia o processo de mudança de hábitos dos indivíduos para uma destinação adequada dos resíduos. Ao mesmo tempo, favorece a percepção da importância que o meio ambiente tem para a existência da vida (ROCHA; SANTOS; NAVARRO, 2012).

Por fim, é imprescindível que haja programas de Educação Ambiental em Uberlândia, para que se inicie qualquer forma de destinação diferenciada para os resíduos biodegradáveis, pois através dela é que se consegue informar aos cidadãos sobre o que deve ser feito, como deve ser feito e o porquê deve ser feito, trazendo conhecimento e estimulando a sensibilização por parte da sociedade, quanto ao desperdício desses resíduos, que poderiam estar sendo reciclados.

### **3.5. Coleta Seletiva**

Uma das soluções mais viáveis para reduzir o volume de resíduos produzidos, e, conseqüentemente, a disposição inadequada dos mesmos, é a coleta seletiva dos resíduos sólidos gerados. Segundo Vilhena (1999), a coleta seletiva consiste no recolhimento de materiais recicláveis (papeis, vidros, metais e biodegradáveis) e em sua separação para serem enviados para a reciclagem. Por esse motivo, a importância de conscientizar e sensibilizar a sociedade com esse tema, para que modifiquem seus hábitos com relação à produção e destino dos resíduos sólidos de casas, escolas e locais de trabalho, colocando em prática a coleta seletiva diária. A coleta seletiva deveria ser implantada em todas as cidades como uma das possibilidades de redução do problema com resíduos sólidos, que são considerados inúteis, quando na realidade poderiam ser reaproveitados, desde que sejam selecionados e armazenados adequadamente

Outra definição encontrada para coleta seletiva é o recolhimento diferenciado de resíduos sólidos previamente selecionados nas fontes geradoras, com o intuito de encaminhá-los para reutilização, reaproveitamento, reciclagem, compostagem, tratamento ou destinação final adequada (FEAM, 2011).

A coleta seletiva foi definida na Lei Federal nº. 12.305/2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos, como “a coleta de resíduos sólidos previamente separados de acordo com sua constituição e composição, necessitando ser implementada pelos Municípios

como forma de encaminhar as ações destinadas ao atendimento do princípio da hierarquia na gestão de resíduos sólidos, dentre as quais se inclui a reciclagem”.

A mencionada lei e o Decreto nº 7.404 de 23 de dezembro de 2010 estabelecem que:

Art. 9º A coleta seletiva dar-se-á mediante a segregação prévia dos resíduos sólidos, conforme sua constituição ou composição.

§ 1º A implantação do sistema de coleta seletiva é instrumento essencial para se atingir a meta de disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, conforme disposto no art. 54 da Lei nº 12.305, de 2010.

§ 2º O sistema de coleta seletiva será implantado pelo titular do serviço público de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e deverá estabelecer, no mínimo, a separação de resíduos secos e úmidos e, progressivamente, ser estendido à separação dos resíduos secos em suas parcelas específicas, segundo metas estabelecidas nos respectivos planos.

§ 3º Para o atendimento ao disposto neste artigo, os geradores de resíduos sólidos deverão segregá-los e disponibilizá-los adequadamente, na forma estabelecida pelo titular do serviço público de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.

Art. 10. Os titulares do serviço público de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, em sua área de abrangência, definirão os procedimentos para o acondicionamento adequado e disponibilização dos resíduos sólidos objetos da coleta seletiva.

Art. 11. O sistema de coleta seletiva de resíduos sólidos priorizará a participação de cooperativas ou de outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis constituídos por pessoas físicas de baixa renda.

Art. 12. A coleta seletiva poderá ser implementada sem prejuízo da implantação de sistemas de logística reversa (BRASIL, 2010).

Segundo Machado (2004), são diversas as motivações que estimulam a coleta seletiva.

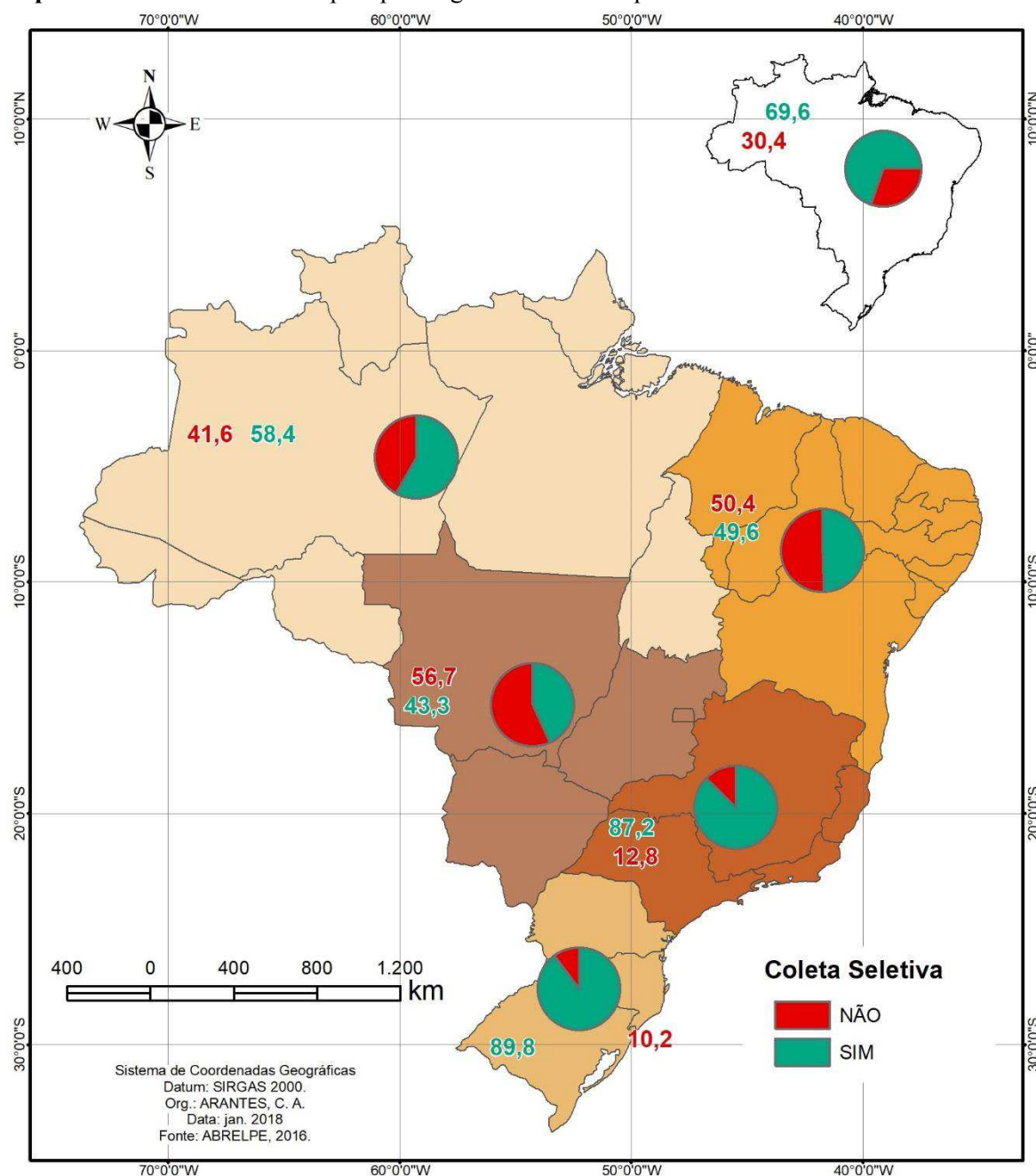
As principais delas são:

- A falta de espaço físico para a disposição final dos resíduos sólidos gerados, a preservação dos recursos naturais e do meio ambiente físico e, principalmente, o impacto causado pela presença de aterros sanitários e lixões;
- A presença de lixões, gerando problemas estéticos e sanitários de difícil solução;
- Solução de problemas de cunho social, ou seja, a coleta seletiva propicia aos catadores uma forma de sobrevivência digna e constante, podendo, inclusive, gerar empregos em associações e cooperativas;
- A redução de custos com limpeza urbana, a definição de novas áreas de disposição final e o aumento da vida útil dos aterros existentes;
- A visão de que a coleta seletiva é uma forma de contribuir para a mudança de valores e atitudes em relação ao meio ambiente, estimulando a revisão de hábitos de consumo, ou

mesmo mobilizando a comunidade, fortalecendo assim, seu espírito de cidadania.

A pesquisa direta realizada pela ABRELPE (2016) permitiu projetar que 3.878 municípios apresentam alguma iniciativa de coleta seletiva, mas em muitos municípios as atividades de coleta seletiva não abrangem a totalidade de sua área urbana. Os dados detalhados a seguir mostram os resultados obtidos para o Brasil, bem como permitem a comparação destes com os resultados obtidos na pesquisa de 2015 (Mapa 2 e Tabela 7).

**Mapa 2:** Percentuais de Municípios por Região e Brasil em que existem iniciativas de coleta seletiva.



**Tabela 7:** Quantidade de municípios com iniciativas de coleta seletiva.

Região	Norte		Nordeste		Centro-Oeste		Sudeste		Sul		Brasil	
	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016
<b>Sim</b>	258	263	884	889	200	202	1450	1454	1067	1070	3859	3878
<b>Não</b>	192	187	910	905	267	265	218	214	124	121	1711	1692

Fonte: ABRELPE, 2016.

A coleta seletiva foi significativamente mais adotada na Região Sul e Sudeste, onde em 89,8% e 87,2%, respectivamente, dos municípios houve coleta seletiva. No Brasil, ao todo 69,6% dos municípios possuem algum tipo de iniciativa de coleta seletiva. O aumento ocorrido, quando se compara 2015 com 2016, demonstra que o país está buscando melhorias nessa área. Uma questão importante relacionada a coleta seletiva é a face social, que ganha força a cada dia, principalmente pelas novas oportunidades de trabalho e renda oferecidas a uma parte da população, infelizmente excluída do mercado de trabalho frente ao seu baixo grau de especialização, e mesmo de alfabetização. Os catadores de materiais recicláveis passaram a ter um papel fundamental na sociedade. É na coleta de materiais recicláveis que encontram fonte regular de renda que lhes permite uma vida digna. A organização em cooperativas tem permitido um salto significativo na qualidade do trabalho desempenhado pelos catadores, tornando-os legítimos empreendedores. Através da coleta seletiva estes indivíduos têm sua cidadania resgatada. (CEMPRE, 2011).

O setor empresarial brasileiro também encontrou no catador o parceiro ideal para o exercício de parte de sua responsabilidade social e ambiental. O ganho médio do catador está em 1,5 salários mínimos nas regiões Sudeste e Sul e em 1 salário mínimo nas demais regiões. O investimento em galpões de triagem e/ou cooperativas está em torno de R\$ 2.500 por posto de trabalho gerado (CEMPRE, 2011).

Todas as informações sobre a coleta seletiva praticada em Uberlândia estão no Capítulo 4 - Resultados - Aspectos Gerais Sobre Saneamento Básico e Resíduos Sólidos Urbanos na Cidade de Uberlândia.

### **3.6. Logística Reversa**

Considerando o aumento do consumo, a globalização das economias, a criação de padronização de produtos e a diminuição do ciclo de vida dos produtos, o fluxo de mercadorias tende a atingir um volume cada vez maior. Desse modo, tem-se que levar em consideração a reciclagem ou descarte apropriado dos produtos consumidos. Nos dias de hoje, as empresas que fabricam produtos que ao serem descartados de maneira incorreta trazem risco ao meio ambiente, como pilhas e baterias, agrotóxicos, ou que reciclam suas embalagens para fabricação de novo produto, como alumínio ou embalagem PET, realizam campanhas e utilizam-se da logística reversa para reutilizar os materiais reciclados em sua linha de produção e caso não seja possível a reutilização, realizar o descarte de maneira apropriada



(WILLE; BORN, 2013). O Quadro 3 descreve de forma sucinta alguns enfoques e seus principais autores.

**Quadro 3:** Histórico da evolução dos estudos sobre logística reversa.

Ano	Autor (es)	Enfoque (s)
1971	Zikmund e Stanton	Distribuição reversa
1978	Ginter e Starling	Canais de distribuição reversos: recuperação de materiais
1982	Barnes	Importância da reciclagem no processo de negócios
1983	Ballou	Canais de distribuição diretos, reversos, pós-consumo
1988	Constituição Federal Brasileira	Proteção ao meio ambiente
1988	Rogers	Custos logísticos de retorno de bens
1989	Brasil – Lei 7.802/89	Embalagens de agrotóxicos
1989	Murphy e Poist	Conceitos e definições de logística reversa
1990	<i>Institute of Scrap Recycling Industries (ISR)</i>	Desenvolvimento de cadeias reversas
1991	Stilwell	Evolução do tratamento de resíduos plásticos
1991	Ottman	Marketing verde
1992	Council of Logistic Management (CLM)	Canais reversos, logística reversa, reuso, reciclagem
1993	Ministério da Indústria, Ciência e Tecnologia (MCIT)	Estudo setorial sobre reciclagem de metais não ferrosos
1993	Rosa	Reciclagem de plástico
1995	Fueller e Allen	Fluxo reverso, resíduos, disposição final de bens
1995	Fenman e Stock	Revalorização econômica de bens pós-consumo
1995	Miles e Munilla	Imagem corporativa e logística reversa
1996	Valiante	Seminário brasileiro de reciclagem de alumínio (Associação Brasileira do Alumínio – ABAL)
1997	Wilt e Kincaid	Descarte e reciclagem na indústria automotiva
1998	Stock	Reuso, reciclagem e logística reversa
1998	Nijkerk e Dalmijin	Técnicas de reciclagem
1998	Carter e Dllram	Revisão de literatura de logística reversa
1999	Leite	Logística reversa e meio ambiente
1999	Rogers e Tibben-Lembke	Canais de distribuição reversa pós-venda (CDR - PV), fluxos reversos pós-venda e pós-consumo



2000	Anpad (diversos autores)	Artigos diversos sobre logística reversa
2001	Bowersox e Closs	Fluxo direto e fluxo reverso
2001	Business Association of Latin America Studies (Balas)	Artigos diversos sobre logística reversa
2001	Fleisschmann	Modelos quantitativos de logística reversa
2002	Brasil – Decreto 4.074/2002	Embalagens de agrotóxicos e disposição final
2002	Lacerda	Logística reversa, conceitos e práticas operacionais
2002	Daugherty, Myers e Richey	Logística reversa
2010	Brasil – Lei 12.305/10	Política Nacional de Resíduos Sólidos

**Fonte:** Arantes, 2013.

O conceito de logística reversa ainda não está totalmente definido. Devido às novas possibilidades de negócios relacionados com o crescente interesse empresarial e pesquisas na área, este conceito apresenta-se em evolução. Uma das definições pesquisadas de Logística Reversa é do autor Dornier et al. (2000, p. 39) :

Logística é a gestão de fluxos entre funções de negócio. A definição atual de logística engloba maior amplitude de fluxos do que no passado. Tradicionalmente, as empresas incluíam a simples entrada de matérias primas ou o fluxo de saída de produtos acabados em sua definição de logística. Hoje, no entanto, essa definição expandiu-se e inclui todas as formas de movimentos de produtos e informações [...]. Portanto, além dos fluxos diretos tradicionalmente considerados, a logística moderna engloba, entre outros, os fluxos de retorno de peças a serem reparadas, de embalagens e seus acessórios, de produtos vendidos devolvidos e de produtos usados/consumidos a serem reciclados.

Em Stock (1998, p. 20) tem-se que “logística reversa: refere-se ao papel da logística no retorno de produtos, redução na fonte, reciclagem, substituição de materiais, reuso de materiais, disposição de resíduos, reforma, reparação e remanufatura”. Já Rogers; Tibben- Lembke (1999, p. 2), adaptando a definição de logística do CLM, definem a logística reversa como: o processo de planejamento, implementação e controle da eficiência e custo efetivo do fluxo de matérias-primas, estoques em processo, produtos acabados e informações correspondentes do ponto de consumo ao ponto de origem com o propósito de recapturar o valor ou destinar à apropriada disposição.

Entre outros princípios e instrumentos introduzidos pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, e seu regulamento, Decreto Nº 7.404 de 23 de dezembro de 2010, destaca-se a logística reversa, que é definida pela mencionada lei como: "instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de

ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada.”

Bowersox; Closs (2001, p. 51) apresentam, por sua vez, a ideia de apoio ao ciclo de vida como um dos objetivos operacionais da logística moderna, referindo-se ao seu prolongamento além do fluxo direto dos materiais e à necessidade de considerar os fluxos reversos de produtos em geral. Leite (2005, p. 16) afirma que logística reversa é a área da logística empresarial que planeja, opera e controla o fluxo e as informações logísticas correspondentes, do retorno dos bens de pós-venda e pós-consumo ao ciclo de negócios ou ao ciclo produtivo, por meio dos canais de distribuição reversos, agregando-lhes valor de diversas naturezas: econômico, ecológico, de imagem corporativa, entre outros.

Um dos conceitos que está por trás da logística reversa é o conceito de ciclo de vida do produto. O ciclo de vida dos produtos pode ser dividido em quatro estágios: lançamento, crescimento, maturação e declínio. A fase de introdução refere-se ao lançamento do produto no mercado, com demanda mínima e ainda é necessário ajuste. Na fase de crescimento o produto começa a ser conhecido no mercado e, conseqüentemente, competitivo. Na fase de maturidade o produto já é aceito pelos consumidores e a concorrência já se encontra igualada, iniciando a fase de declínio pela obsolescência do produto (WILLE; BORN, 2013).

Segundo Ballou (2006, p. 76), “o profissional em logística precisa estar constantemente a par do estágio do ciclo de vida dos produtos a fim de poder adaptar os padrões da distribuição a cada estágio em busca da eficiência máxima’. A logística reversa, para os fins de reciclagem e descarte, está presente no último estágio, o declínio. Neste estágio, o produto pode ser revertido em matéria-prima para a fabricação de outro produto ou ser descartado de maneira adequada.

Para reaproveitar o volume de matérias-primas gerado pela logística reversa, o mercado precisará superar alguns preconceitos quanto à utilização de matéria-prima reciclada, como exemplo, a baixa qualidade do material reciclado, já que o mesmo pode ter a mesma qualidade de uma matéria-prima nova, desde que tenha o tratamento adequado durante o período de reciclagem. Essa situação, pode gerar a necessidade de existir certificação ou comprovação da qualidade referente a matéria-prima reciclada. Outro preconceito a ser combatido seria quanto a não contribuição por parte do consumidor final na devolução dos produtos. Para tanto, os fabricantes precisam dispor de canais logísticos que suportem essa operação (WILLE; BORN,

2013).

As utilizações do material reciclado apresentam algumas vantagens em relação à matéria-prima original, entre elas menores preços de mercado, escassez da matéria-prima nova, economia no consumo de recursos naturais (energia elétrica, água) e vantagem competitiva com a melhora da imagem da empresa ou gestão pública. Porém para que esta matéria-prima retorne, existem custos, tanto para se programar canais logísticos quanto para adquirir matéria-prima já recolhida e disponível para ser reciclada.

Segundo Ballou (2006, p. 67) “a estratégia logística normalmente se desenvolve em torno de três objetivos principais: redução de custos, redução de capital e melhoria de serviços.”

Considerando o custo total do ciclo de vida, identificando os custos diretos e indiretos, as administrações públicas são capazes de projetar e tomar decisões que resultem em redução de custos de longo prazo. Minimizar custos pode reduzir o desperdício além de outros impactos no meio ambiente.

Em Uberlândia aparece o termo logística reversa várias vezes durante o texto do Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos: nas diretrizes, nas metas, nos objetivos, nos serviços prestados para cada tipo de resíduo coletado. Mas quando se trata de resíduos biodegradáveis, essa logística reversa não funciona, pois apesar de aparecerem propostas para esses resíduos, nenhuma delas foi cumprida até o momento, o que significa dizer que a logística reversa não foi implantada.

Assim como acontece com a Educação Ambiental, a logística reversa é necessária para que haja uma correta e eficiente gestão dos resíduos biodegradáveis em Uberlândia, uma vez que sem uma campanha de EA e uma logística reversa bem planejada e executada, não há como dar uma outra destinação a esses resíduos, ambas são essenciais.

### **3.7. Resíduos Sólidos e Economia**

O atendimento das demandas geradas pelo crescimento econômico e a ampliação das necessidades de consumo da população dão uma nova dinâmica ao contexto de exploração do meio ambiente. Com o passar do tempo, níveis de renda, hábitos e culturas vão se modificando, o que leva a alteração e elevação dos padrões de consumo. Permanentes transformações levam a necessidade de adaptações – econômica, social e política – e geram alterações no ambiente, sendo que essas adaptações também provocam outras mudanças ambientais (ROMEIRO,

2001).

Esses efeitos gerados pela manutenção do atual padrão de consumo sustentado pelo homem tornam cada vez mais evidente a inviabilidade do mesmo. A pressão exercida sobre os recursos naturais enquanto fatores de produção e sumidouros depositários de resíduos oriundos da utilização desses, faz com que as questões referentes a possíveis limites à sua utilização sejam discutidas (MARTINS; FELICIDADE 2001).

A teoria econômica vem buscando, através de seu arcabouço, determinar formas eficientes e sustentáveis para a utilização dos recursos ambientais. Tais teorias apresentam argumentos sobre o limite, as características, as finalidades dadas aos recursos naturais, entre outros. Todos esses aspectos são de suma importância para a determinação da utilização sustentável dos recursos naturais (FARIA; NOGUEIRA, 1998).

A aposta em um desenvolvimento econômico e social contínuo, harmonizado com a gestão racional do ambiente, segundo Sachs (1986), passa pela redefinição de todos os objetivos e de todas as modalidades de ação. O ambiente é considerado uma dimensão do desenvolvimento e deve então ser internalizado em todos os níveis de decisão.

A economia atual do meio ambiente procura uma abordagem preventiva contra as catástrofes ambientais iminentes pregando a conservação da biodiversidade mediante uma ótica que considere as necessidades potenciais das gerações futuras. Isso pressupõe que os limites ao crescimento fundamentados na escassez dos recursos naturais e sua capacidade de suporte são reais e não necessariamente superáveis por meio do progresso tecnológico (MATTOS et al., 2005).

O desenvolvimento e o meio ambiente estão indissolúvelmente vinculados e devem ser tratados mediante a mudança do conteúdo, das modalidades e das utilizações do crescimento. Três critérios fundamentais devem ser obedecidos simultaneamente: equidade social, prudência ecológica e eficiência econômica. Este conceito normativo básico emergiu da Conferência de Estocolmo em 1972, designado à época como “abordagem do ecodesenvolvimento” e posteriormente renomeado “desenvolvimento sustentável” (SACHS, 1993).

A eficiência ou viabilidade econômica, segundo Romeiro (1991):

“pressupõe a concepção de sistemas produtivos onde os custos de produção, medidos pela produtividade do trabalho obtida, sejam compatíveis com os níveis de bem-estar social considerados como minimamente aceitáveis. A equidade social pressupõe a solidariedade sincrônica entre classes sociais, o que implica optar por padrões tecnológicos que propiciem uma distribuição mais equitativa da renda gerada”.

A utilização desenfreada dos recursos disponíveis com vistas a elevar o bem-estar

econômico da sociedade não necessariamente acarreta em elevação do bem-estar total. Segundo Daly; Farley (2004), o bem-estar total é composto pelo bem-estar econômico e pelo bem-estar natural:

$$\text{Bem-estar Total} = \text{Bem-estar econômico} + \text{Bem-estar natural}.$$

Esses dois precisam caminhar juntos para que haja um equilíbrio e seja alcançado o bem-estar total, ou seja, é necessário que haja a alocação eficiente de recursos naturais, sua distribuição justa e a preocupação com a escala de utilização, evidenciando a importância da preocupação com os limites de sua utilização e, principalmente, a adoção de fatores éticos nos processos decisórios.

A economia, uma disciplina marcada pela coexistência de vários paradigmas, pode ser classificada distinguindo-se as escolas neoclássica, keynesiana, institucionalista e marxista. Mas, segundo Tolmasquim (1995), no que diz respeito às questões microeconômicas, a teoria neoclássica se consolidou como modelo dominante. Sua base teórica aplicada aos problemas ambientais constitui uma especialidade, “economia do meio ambiente”.

Desta forma, duas teorias econômicas buscam entender e explicar a relação entre as atividades econômicas e o meio ambiente: a economia ambiental e a economia ecológica. A economia ambiental apresenta suas bases fundamentadas na teoria neoclássica da economia para subsidiar seus argumentos sobre a relação entre economia e natureza, realizando uma incorporação da problemática ambiental no contexto das atividades de produção, não se preocupando com uma análise sobre as consequências do uso predatório dos recursos naturais, mas sim com as externalidades negativas advindas dessas atividades (ROMEIRO, 2003).

A abordagem neoclássica classifica os problemas ambientais como “externalidades”, um conceito já difundido nas teorias econômicas e que se encaixava de forma coerente nessa abordagem, sendo externalidade um fenômeno que surge quando o consumo ou a produção de um bem gera efeitos adversos a outros consumidores e/ou empresas, e estes são compensados de forma efetiva pelo mercado via sistema de preços. Desta forma, essa teoria emprega o termo externalidade à poluição ambiental causada diretamente pelas atividades econômicas, ou seja, degradação ambiental causada durante o processo produtivo, e que medidas compensatórias são uma forma de mitigar os efeitos adversos ocorridos no meio ambiente, ou seja, internalizar as externalidades (PEARCE, 2002).

Devido ao fato do meio ambiente ser um bem universal é que ocorrem as externalidades, logo, numa economia de livre mercado, como nenhum ator pode ter domínio sobre os recursos naturais, o meio ambiente se torna um bem sem preço, não cabendo compensação devido a sua degradação. Logo, existe uma falha na solução dos problemas de degradação ambiental, pois o agente causador do dano não tem uma motivação econômica para mitigá-lo. Deste modo, uma solução encontrada pelos economistas neoclássicos está no processo de intervenção governamental, no processo de institucionalização ambiental, de forma a criar mecanismo de valoração dos impactos ambientais, a fim de serem compensados (HOTELLING, 1931).

A forma que a economia ambiental lida com os recursos naturais, como bens esgotáveis e passíveis de degradação, ramificou a teoria em duas vertentes: a teoria da poluição e a teoria dos recursos naturais. A teoria da poluição encontra fundamentos na teoria do bem-estar e dos bens públicos, foi elaborada por Pigou, no início do século XX. Essa teoria trata o meio ambiente como um bem público e receptor de externalidades negativas, investiga os danos causados pela poluição e identifica os custos e benefícios relacionados aos sistemas e mecanismo de mitigação dos impactos ambientais (ROMEIRO, 2003).

Já a economia dos recursos naturais tem o meio ambiente como provedor de recursos ao sistema econômico. Esta vertente busca entender os limites dos recursos naturais, renováveis e não-renováveis, o nível e forma adequada de manejo e o padrão ótimo de exploração. De forma direta, a finitude dos recursos naturais representa um obstáculo no processo de desenvolvimento econômico (ROMEIRO, 2003).

A inclusão da questão ambiental na teoria neoclássica levou ao reconhecimento de que as atividades econômicas exploram os recursos naturais e os devolvem ao meio ambiente, depois de beneficiados, em forma de resíduos e/ou rejeitos gerados nos processos de produção e consumo. Também, admite que os recursos naturais são finitos e que isso poderia levar a um estado de escassez de matéria-prima e que a capacidade de resiliência natural pode não acompanhar a liberação de rejeitos no meio ambiente. De forma geral, é possível perceber que a economia ambiental apresenta apenas soluções pontuais para os problemas ambientais advindos das atividades econômicas, buscando um equilíbrio utópico entre o meio ambiente e o desenvolvimento econômico (SACHS, 2007).

A economia ecológica, por sua vez, faz um discurso com ênfase na ampliação do escopo da análise entre meio ambiente e economia, utilizando-se de uma perspectiva sistêmica para elucidar como as atividades econômicas geram impactos ambientais em todo seu contexto. A inquietação e insatisfação com a teoria da economia tradicional para com os problemas ambientais, tratando-os de forma pontual e descontextualizada, levou ao surgimento da teoria

da economia ecológica. Sendo formalizada em 1987, em Barcelona, com a fundação da Sociedade Internacional de Economia Ecológica e com o periódico Economia Ecológica. A principal característica desta teoria é a transdisciplinaridade intrínseca ao seu discurso, utilizando-se de argumentos da física, biologia, dentre outras disciplinas (MAY, 2003).

A alocação e distribuição de recursos são abordados na economia ecológica, no que diz respeito a expansão das atividades econômicas, sendo que uma escala sustentável, é aquela na qual o fluxo de energia está dentro da capacidade de suporte do sistema, e uma escala ótima seria aquela que maximiza a diferença entre os estoques de benefícios e malefícios acumulados através da expansão. Porém, a definição de uma escala ótima vai contra o princípio de crescimento constante, pois a escala define um limite de crescimento, logo o crescimento deverá parar em determinado momento (AMAZONAS, 2001).

Como visto acima, todas essas teorias econômicas possuem algum tipo de falha ou limite, isso porque a evolução da economia global foi dominada por um modelo linear de produção e consumo, no qual as mercadorias são produzidas com matérias-primas virgens, vendidas, usadas e descartadas como resíduos (Figura 7).

**Figura 7:** Economia linear.



**Fonte:** Ellen MacArthur Foundation (2016).



O modelo, como observado na figura anterior, utiliza fontes finitas de energia e recursos naturais esgotáveis, o que o torna bastante contestável e ineficiente. O que antes eram produtos ou mercadorias torna-se basicamente resíduo. Com o descarte na forma bruta, materiais tanto do ciclo biológico quanto tecnológico são misturados, o que dificulta em larga escala sua separação e reaproveitamento posterior.

Mesmo experimentando grandes avanços no aumento da eficiência dos recursos, qualquer sistema cujo fundamento seja o consumo, e não o uso restaurativo de recursos, presume perdas significativas ao longo da cadeia de valor. Vários fatores indicam que o modelo linear está enfrentando um desafio cada vez maior do próprio contexto no qual opera e, que é necessária uma mudança mais profunda do modelo operacional da atual economia. Entre esses fatores estão:

- Perdas econômicas e desperdício estrutural: A economia atual funciona em um modelo de geração de valor altamente inculido de desperdício;
- Riscos de preços: Recentemente, muitas empresas começaram a perceber que um sistema linear aumenta sua exposição a riscos, sobretudo no tocante à volatilidade dos preços dos recursos e à escassez da oferta. A maior volatilidade dos preços pode inibir o crescimento econômico aumentando a incerteza, desestimulando o investimento das empresas e elevando o custo da proteção contra riscos relacionados a recursos;
- Riscos de oferta: Muitas regiões do mundo têm poucos depósitos de recursos naturais não renováveis próprios e, por isso, dependem de importações;
- Degradação dos sistemas naturais: Um desafio básico à criação de riqueza global no longo prazo é o conjunto de consequências ambientais negativas relacionado ao modelo linear. O esgotamento de reservas de baixo custo e, cada vez mais, a degradação do capital natural estão afetando a produtividade das economias. Os elementos que contribuem para essas pressões ambientais incluem a mudança climática, a perda da biodiversidade e do capital natural, a degradação da terra e a poluição dos oceanos;
- Tendências regulatórias: Nos últimos anos, as empresas testemunharam um esforço crescente dos reguladores para reduzir e precificar externalidades negativas. Desde 2009, o número de leis sobre a mudança climática aumentou 66%, indo de 300 para 500.

Nesse cenário, o movimento para se seguir um novo modelo econômico está se intensificando. O modelo circular de crescimento, dissociado do consumo de recursos finitos e capaz de oferecer sistemas econômicos resilientes, ganha cada vez mais relevância. Um alinhamento favorável sem precedentes entre fatores tecnológicos e sociais está possibilitando



a transição para a economia circular em larga escala.

A economia circular, ou economia restaurativa por natureza, é um conceito nascido na década de 70, que pressupõe a ruptura do modelo econômico linear (extrair, transformar e descartar), atualmente aplicado pela grande maioria das empresas, para a implantação de um modelo no qual todos os tipos de materiais são elaborados para circular de forma eficiente e serem recolocados na produção, sem perda da qualidade (AZEVEDO, 2015).

Embora o tema da economia circular tenha surgido há décadas, as discussões sobre sua implementação são recentes, particularmente no Brasil. O assunto emergiu fortemente, em escala mundial, em 2012, quando a *Ellen MacArthur Foundation* - organização sem fins lucrativos que estuda e estimula a adoção da economia circular - publicou o primeiro de uma série de relatórios intitulados “Em direção a uma economia circular”.

Entende-se por “Economia Circular” (EC) aquele modelo econômico que:

“Se afasta do modelo atual da economia linear (fabricar – usar – dispor), em direção a um no qual os produtos, e os materiais que o compõe, são valorados de forma diferenciada, criando uma economia mais robusta” (House of Commons, 2014, p.5).

Segundo a Fundação Ellen MacArthur (EMF, 2012), trata-se de um modelo de economia industrial intencionalmente "restaurador", projetado para recuperar de forma circular o produto de suas atividades.

O seu foco reside em buscar o desenvolvimento de processos e produtos projetados especificamente para um uso mais racional dos recursos naturais, seja reduzindo o consumo, seja promovendo sua recuperação (por meio do reuso, reforma, remanufatura ou reciclagem), aumentando, ainda, o tempo de vida útil dos produtos, materiais e recursos na economia. É o que se chama de uma economia “regenerativa” (ou “restauradora”), na qual intencionalmente se busca reincorporar os materiais aos ciclos produtivos ou biológicos, visando à sua renovabilidade (EMF, 2012).

A EC trabalha dividindo o uso dos materiais na economia em dois tipos de fluxos: o de nutrientes biológicos, cujo destino deve ser a reincorporação nos ciclos biogeoquímicos e constituição de novo capital natural; e o de nutrientes tecnológicos, que devem ser projetados para circular com o máximo de agregação de valor em ciclos sucessivos, evitando o retorno à biosfera na forma de disposição em aterros (Figura 8) (EMF, 2012).

**Figura 8:** Economia circular.



**Fonte:** Ellen MacArthur Foundation (2016).

De um ponto de vista macroeconômico, o que a EC propõe é que os materiais sejam utilizados de modo a maximizar seu valor, reduzindo a geração de resíduos e gerando benefícios econômicos, concomitante aos benefícios ambientais. Em grande parte, isso é obtido pela geração de riqueza a partir de operações alimentadas não mais por meio da apropriação dos recursos naturais virgens, mas sim da recuperação dos recursos ditos “secundários”, originados do reuso ou reciclagem dos resíduos (House of Commons, 2014). Faz-se assim uma distinção entre “consumir” e “utilizar” recursos, com o claro objetivo de trocar a extração de novas reservas pela recuperação dos materiais gerados pelas atividades econômicas, na prática, a estratégia confia no uso das energias renováveis; minimiza, rastreia e elimina o uso de substâncias tóxicas; e reduz ou mesmo erradica a geração de resíduos por meio de cuidados na etapa de projeto do produto (EMF, 2012).

A economia circular apoia-se em três princípios:

- Princípio 1: Preservar e aprimorar o capital natural controlando estoques finitos e equilibrando os fluxos de recursos renováveis. Isso começa com a desmaterialização

dos produtos e serviços – com sua entrega virtual, sempre que isso for o ideal. Quando há necessidade de recursos, o sistema circular seleciona-os com sensatez e, sempre que possível, escolhe tecnologias e processos que utilizam recursos renováveis ou que apresentam melhor desempenho. Uma economia circular também aprimora o capital natural estimulando fluxos de nutrientes dentro do sistema e criando as condições necessárias para a regeneração, por exemplo, do solo;

- Princípio 2: Otimizar o rendimento de recursos fazendo circular produtos, componentes e materiais no mais alto nível de utilidade o tempo todo, tanto no ciclo técnico quanto no biológico. Isso significa projetar para a remanufatura, a renovação e a reciclagem, de modo que componentes e materiais técnicos continuem circulando e contribuindo para a economia. Sistemas circulares usam os menores circuitos internos (p. ex.: manutenção, em vez de reciclagem) sempre que possível, preservando, assim, mais energia e outros tipos de valor incutidos nos materiais e componentes. Esses sistemas também maximizam o número de ciclos consecutivos e/ou o tempo dedicado a cada ciclo, prolongando a vida útil dos produtos e intensificando sua reutilização. Por sua vez, o compartilhamento amplia a utilização dos produtos. Os sistemas circulares também estimulam a reinserção segura de nutrientes biológicos na biosfera para decomposição, de modo a transformá-los em matérias primas valiosas para um novo ciclo. No ciclo biológico, os produtos são projetados para ser consumidos ou metabolizados pela economia e regenerar novos valores nos recursos. Para os materiais biológicos, a essência da criação de valor está na oportunidade de extrair mais valor de produtos e materiais aproveitando-os em cascata, em outras aplicações. Como em qualquer sistema linear, a busca de ganhos de produtividade em todas essas alavancas é útil e requer aprimoramentos contínuos do sistema. Mas, diferentemente do que ocorre em um sistema linear, um sistema circular não comprometeria a efetividade;
- Princípio 3: Estimular a efetividade do sistema revelando e excluindo as externalidades negativas desde o princípio: Isso inclui a redução de danos a sistemas e áreas como alimentos, mobilidade, habitação, educação, saúde e entretenimento, e a gestão de externalidades, como uso da terra, ar, água e poluição sonora e da liberação de substâncias tóxicas.

Existem ainda, as seguintes características fundamentais, que descrevem a economia circular:

- As perdas são “excluídas desde o princípio”: Em uma economia circular, não há resíduos, que são intencionalmente excluídos desde a concepção dos projetos. Os materiais biológicos não são tóxicos e podem ser facilmente devolvidos ao solo, por compostagem ou digestão anaeróbia. Os materiais técnicos – polímeros, ligas e outros materiais criados pelo homem – são projetados para serem recuperados, renovados e atualizados, minimizando o volume de energia necessário e maximizando a retenção de valor (econômico e de recursos);
- A diversidade faz a força: A economia circular valoriza a diversidade como forma de se fortalecer. Em muitos tipos de sistemas, a diversidade é um fator fundamental para a versatilidade e a resiliência. Em sistemas vivos, por exemplo, a biodiversidade é essencial para sobreviver a mudanças ambientais. De maneira semelhante, as economias precisam de equilíbrio entre negócios de vários portes para terem sucesso no longo prazo. As grandes corporações proporcionam volume e eficiência, ao passo que os pequenos negócios oferecem modelos alternativos em épocas de crise;
- Fontes de energias renováveis movem a economia: A energia necessária para mover a economia circular deve ser renovável, em sua própria natureza, de modo a reduzir a dependência dos recursos e aumentar a resiliência dos sistemas (a, por exemplo, uma crise do petróleo). Outro aspecto que reforçará isso são os limites reduzidos de energia necessários na economia circular;
- Pensamento sistêmico: Na economia circular, o pensamento sistêmico tem ampla aplicação. Muitos elementos do mundo real, como empresas, pessoas ou plantas, fazem parte de sistemas complexos nos quais diferentes partes estão fortemente ligadas a cada uma das outras, com algumas consequências surpreendentes. Para uma transição efetiva para a economia circular, esses vínculos e consequências são levados em conta o tempo todo;
- Preços ou outros mecanismos de *feedback* devem refletir os custos reais: Na economia circular, preços funcionam como mensagens e, portanto, precisam refletir todos os custos para serem efetivos. Os custos totais de externalidades negativas são revelados e levados em conta e subsídios perversos são removidos. A falta de transparência das externalidades são uma barreira à transição para a economia circular.

No quadro a seguir podem ser observados todos os benefícios que a economia circular pode oferecer.

**Quadro 4:** Benefícios trazidos pela economia circular.

<b>Benefícios para economia</b>	<b>Benefícios para consumidores</b>	<b>Benefícios para empresas</b>
Reduções de custo com matéria-prima	Melhoria da qualidade dos produtos	Potencial de lucro em novos negócios - Ex.: atividades dos ciclos reversos
Redução de riscos na volatilidade e suprimento de materiais no mercado	Redução da obsolescência programada	Novas formas de relacionamento com clientes
Criação de oportunidades de novos negócios e crescimento nos setores primário, secundário e terciário	Maior possibilidade de escolha	Oportunidades em novos modelos de negócios. Ex.: remanufatura, reforma, etc.
Redução das externalidades	Benefícios secundários - por exemplo, novas funções dos produtos	Novas oportunidades de financiamento
Estabelecimento de sistemas econômicos mais resilientes		Criação de resiliência e vantagem competitiva
		Redução de custos e riscos com matérias-primas
		Ganhos diretos com recuperação/reciclagem dos materiais que eram descartados
		Redução da complexidade dos produtos e ciclos de vida mais gerenciáveis
		Estímulo à inovação e ecodesign

**Fonte:** RIBEIRO; KRUGLIANSKAS, 2016.

Com relação aos resíduos sólidos, o seu não reaproveitamento custa ao país R\$ 8 bilhões por ano. Segundo relatório da *Ellen MacArthur Foundation*, 65 bilhões de toneladas de matéria-prima foram inseridas no sistema produtivo do mundo todo em 2010. Projeções do instituto indicam que até 2020, a quantidade terá subido para 82 bilhões de toneladas por ano, graças a adoção da economia circular, a qual implica no fim da sociedade do descarte. Significaria a renúncia do padrão “fazer, usar, descartar” como uma forma alternativa de organizar a produção, e a transição para a abordagem “reuso e reciclagem”. Uma definição breve de Economia Circular é “quando seus *outputs* se tornam seus *inputs*” (Bonciu, 2014).

A forma como a reciclagem é empreendida atualmente pouco reduz disposição de resíduos ao fim de cadeias produtivas, ainda predominantemente lineares, com processos pouco eficientes. A reciclagem de produtos não projetados a priori para este processamento na fase de pós uso resulta em reciclados de menor qualidade e valor em comparação aos produtos originais (*downcycling*). A proposição da Economia Circular de projetos de berço a berço (*cradle to cradle*) consiste em conceber produtos e sistemas industriais que sejam capazes de manter a

qualidade e produtividade dos materiais em ciclos de vidas subsequentes, através da inovação transformar os resíduos de uma cadeia produtiva em componentes e materiais para outra (BERNDTSSON, 2015).

A economia circular tem como conceito transformar os resíduos em insumos para a produção de novos produtos. Assim como restos biodegradáveis consumidos podem ser decompostos e virar adubo para as plantas, fechando o ciclo, peças de eletrodomésticos usadas podem ser reprocessadas e reintegradas à cadeia de produção.

De acordo com a *Ellen MacArthur Foundation*, essa nova forma de pensar as cadeias produtivas traz benefícios micro e macroeconômicos, além de estimular a inovação. Os produtos e materiais passam a ser desenvolvidos para que voltem à cadeia de produção. Com isso, a extração de matéria-prima diminui e os recursos naturais que entram no ciclo produtivo são utilizados por mais tempo, preservando o meio ambiente. A necessidade de reciclar e reaproveitar materiais promove o desenvolvimento de novas relações entre as empresas, que passam a ser também fornecedoras e consumidoras de materiais que serão reincorporados ao ciclo produtivo.

A implantação da economia circular não é uma tarefa que envolve somente as empresas. É necessário que todos os envolvidos no ciclo de vida de um produto entendam seu papel nesse novo modelo. Num mundo onde as relações de produção e comércio são cada vez mais globalizadas, a necessidade de disseminar o conceito de Economia Circular se faz cada vez mais presente e em larga escala, incluindo a população consumidora.

Também há oportunidades de negócios. Um relatório produzido pela Fundação Ellen MacArthur calcula que a adoção de princípios da economia circular pode garantir que as empresas europeias faturem € 900 bilhões a mais até 2030. Esses ganhos virão do desenvolvimento de tecnologias mais avançadas, usadas para transformar resíduos em matéria-prima; da economia financeira gerada pela redução no uso de recursos naturais; e do ganho de competitividade promovido por esses dois fatores.

A economia circular já virou política pública em alguns países, em especial na União Europeia e na China. No final de 2015, a Comissão Europeia aprovou metas como a obrigação de reciclar 65% de todo o lixo biodegradável gerado pelos países até 2030 e o compromisso de reduzir o desperdício de comida em 30% no mesmo período. Estabelece também normas válidas para a produção de objetos diversos, para garantir que eles durem mais e sejam facilmente recicláveis.

Para atingir esses objetivos quanto aos resíduos sólidos, a economia circular se preocupa basicamente com os seguintes temas:

- Concepção de produtos utilizando materiais facilmente recicláveis e não perigosos;
- Leis ambientais que estimulem o setor;
- Reintrodução dos resíduos sólidos a cadeia produtiva;
- Tratamento e reaproveitamento dos resíduos baseados nos exemplos mostrados pela natureza.

Como se viu, a economia exerce papel de destaque por ser elemento-chave no processo de tomada de decisão de gestores públicos e privados para a escolha e realização das ações. A tomada de decisão está presente em toda administração pública, são escolhas com base em informações para a ação a ser tomada para alcançar um objetivo ou atender uma meta. O processo de identificar problemas e oportunidades e depois solucioná-lo é chamado de tomada de decisão, e tomar uma decisão é se posicionar frente as alternativas. As decisões podem ser programadas, que são aquelas que acontecem com frequência e estão sujeitas a análise e aplicação de regras de decisão, e decisões não programadas que são aquelas frente a uma situação única, específica e que geralmente tem importantes consequências para a organização (DAFT, 2010).

Por fim, a cada nova definição, nova demanda da sociedade, o mercado se organiza para prestar os serviços e oferecer produtos, sendo a questão econômica utilizada para a tomada de decisão para a produção e para o consumo (MINÉU, 2017). Devido a isso é importante que se tome como uma base uma economia que beneficie a correta gestão dos resíduos, trazendo benefícios a curto e longo e prazo, que possa gerar bônus não somente para o setor econômico, mas também para o social e ambiental.

### **3.8. Custo de Oportunidade**

A conservação dos recursos naturais e, principalmente, das relações existentes entre os membros que constituem o ecossistema (inclusive o homem) faz com que se torne possível a convivência harmônica entre meio ambiente e economia. Para tanto já existem as teorias sobre custos ambientais, que compreendem todos aqueles relacionados, diretamente ou indiretamente, com a proteção do meio ambiente. Segundo Ribeiro (1998) os custos ambientais compreendem: todas as formas de amortização (depreciação, amortização e exaustão) dos valores relativos aos ativos de natureza ambiental: aquisição de insumos próprios para controle/redução/eliminação



de poluentes; tratamento de resíduos dos produtos; disposição dos resíduos; tratamentos de recuperação/restauração de áreas contaminadas; mão-de-obra utilizada nas atividades de controle/preservação/recuperação do meio ambiente.

O *Canadian Research Report* apud Ferreira (1998) define como custos ambientais: a) os custos de mensuração ambiental, aqueles relacionados à prevenção, redução, reparação de danos ao meio ambiente; b) perdas ambientais; c) multas, penalidades e compensação para terceiros. Em seu pronunciamento *Task Force On Enviromental Liabilites and Costs*, definiu custos ambientais como aqueles incorridos: para prevenir, remover, conter ou retificar danos ao meio ambiente; para auxiliar na preservação ou conservação do meio ambiente; ou como resultado de atividades, ou ausência destas, que danifiquem o meio ambiente.

Hansen; Mowen (2001) definem custos ambientais como custos incorridos porque existe uma má qualidade ambiental ou porque pode existir uma má qualidade ambiental. Os custos ambientais podem ser chamados de custos da qualidade ambiental. Com essa definição, os custos ambientais podem ser classificados em quatro categorias: custos de prevenção, custos de detecção, custos de falhas internas e custos de falhas externas (SERRA NEGRA et al., 2003).

- Custos de prevenção: são os custos de atividades executadas para prevenir a produção de contaminantes e/ou desperdício que poderia causar danos ao meio ambiente;
- Custos de detecção ambiental: são os custos de atividade executadas para determinar se produtos, processos e outras atividades dentro da empresa estão cumprindo as normas ambientais apropriadas, desde aquelas relativas a leis regulatórias do governo, normas e certificações voluntárias (ISO 14000 e séries) e políticas ambientais desenvolvidas pela gestão;
- Custos de falhas ambientais internas: são custos de atividades executadas porque contaminantes e desperdícios foram produzidos, mas não foram descarregados no meio ambiente. Assim, custos de falhas internas são incorridos para eliminar e gerir contaminantes e desperdício uma vez produzidos;
- Custos de falhas ambientais externas: são custos de atividades executadas após descarregar contaminantes e desperdício no meio ambiente.

Um dos custos importante quando se trata de gestão de resíduos sólidos é o custo de oportunidade, um termo usado em economia para indicar o custo de algo em termos de uma oportunidade renunciada, ou seja, o custo, até mesmo social, causado pela renúncia do ente econômico, bem como os benefícios que poderiam ser obtidos a partir desta oportunidade



renunciada ou, ainda, a mais alta renda gerada em alguma aplicação alternativa.

O conceito de Custo de Oportunidade está diretamente relacionado com princípio econômico de que os recursos são escassos. Este princípio significa que os recursos são insuficientes para satisfazer todas as nossas necessidades, ou seja, sempre que é tomada a decisão de utilizar um recurso para satisfazer uma determinada necessidade, perde-se a oportunidade de o utilizar para satisfazer uma outra necessidade. O Custo de Oportunidade não é mais do que o valor que atribuímos à melhor alternativa de que prescindimos para utilizar o recurso (ROSA, 2010).

Segundo Burch; Henry (1974) foi Frederick Von Wieser quem deu origem à expressão “custo de oportunidade” para definir o valor de um fator de produção em qualquer uso que lhe fosse dado, sendo tal custo de oportunidade “a renda líquida gerada pelo fator (de produção) em seu melhor uso alternativo”.

O custo de oportunidade também foi definido como uma expressão "da relação básica entre escassez e escolha". São custos implícitos, relativos aos insumos que pertencem à empresa e que não envolvem desembolso monetário. Esses custos são estimados a partir do que poderia ser ganho no melhor uso alternativo (são também chamados custos alternativos ou custos implícitos). Os custos econômicos incluem, para além do custo monetário explícito, os custos de oportunidade que ocorrem pelo fato dos recursos poderem ser usados de formas alternativas.

Em outras palavras: o custo de oportunidade representa o valor associado a melhor alternativa não escolhida. Ao se tomar determinada escolha, deixa-se de lado as demais possibilidades, pois são excludentes (escolher uma é recusar outras). À alternativa escolhida, associa-se como "custo de oportunidade" o maior benefício NÃO obtido das possibilidades NÃO escolhidas, isto é, "a escolha de determinada opção impede o usufruto dos benefícios que as outras opções poderiam proporcionar". O mais alto valor associado aos benefícios não escolhidos, pode ser entendido como um custo da opção escolhida, custo chamado "de oportunidade".

O conceito de custos de oportunidade pressupõe alternativa viável e, portanto, existentes para o consumidor ou para o empresário. Pressupõe, também, uma decisão efetiva sendo tomada e que, o sendo, acarreta o sacrifício/abandono de outras (s). Assim, um consumidor x ao optar por alocar parte de sua renda em um bem qualquer, deixou de fazê-lo em uma série de outros bens/serviços, que foram, portanto, alternativas abandonadas ou sacrificadas. Destas últimas a que maior satisfação lhe desse seria o custo de oportunidade de ter optado pelo bem.

Leone (1982) diz que “custo de oportunidade é o valor do benefício que se deixa de ganhar quando, no processo decisório se toma um caminho em detrimento de outro.” Para Gray; Johnston (1997) um custo de oportunidade é o lucro que poderia ter sido conseguido se um conjunto de recursos tivesse sido aplicado num certo uso alternativo, enquanto que para Martins (1987) representa o quanto à empresa sacrificou em termos de remuneração por ter aplicado seus recursos numa alternativa ao invés de outra.

Lefiwich (1970, p. 4 apud PEREIRA et al. 1990, p. 4) afirma que:

O custo de uma unidade de qualquer recurso usado por uma firma é o seu valor em melhor uso alternativo, a isso denominado de princípio do custo alternativo ou princípio do custo de oportunidade, válido, segundo ele, para a sociedade como um todo, assim como para uma só firma.

Com isso, a escolha da utilização de recursos públicos com base no custo de oportunidade, proporciona uma visão mais abrangente para os gestores quanto aos benefícios sociais e ambientais das alternativas, para cada situação problema. Inclui-se nesta avaliação o repensar do processo de valoração, não se restringindo apenas a economia convencional (MINÉU, 2017).

O conceito de custo de oportunidade deixa clara a importância de evitar os desperdícios e a má alocação de recursos, o que corrobora bem com a proposta deste trabalho de buscar soluções para tratamento e/ou destinação final dos resíduos biodegradáveis produzidos na cidade de Uberlândia, calculando o custo de oportunidade de aterrar aos resíduos, ou seja, o que está sendo perdido com esta escolha e o que poderia ser conseguido se uma escolha alternativa fosse realizada.

### **3.9. Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos**

A preocupação do poder público brasileiro em gerir os resíduos sólidos até os anos 90 se resumia a operar o sistema de limpeza urbana, através da varrição, coleta, transporte e disposição final dos resíduos. Dessa forma deu-se menos importância para a remuneração dos serviços, a aplicação de indicadores de eficiência dos serviços prestados e a integração dos diversos tipos de resíduos gerados. Posteriormente depois de o mundo presenciar o processo

de catação de resíduos em lixões submetidos a condições sub-humanas, os fóruns nacionais e internacionais explicitaram preocupações ambientais, conduzindo ao crescimento dos movimentos ecológicos e as pressões da sociedade por soluções mais técnicas e efetivas, como a reciclagem e a compostagem (PHILIPPI JR.; SOBRAL, 2013).

Para diminuir a grande quantidade de resíduos gerados nos centros urbanos que muitas vezes é disposta em aterros e, se possível, gerar renda, é preciso executar a gestão de resíduos sólidos que é compreendida como o processo de conceber, planejar, definir, organizar, e controlar as ações a serem efetivadas pelo sistema de gerenciamento de resíduos. E por sua vez gerenciamento de resíduos é o conjunto de ações técnico-operacionais que visam implementar, orientar, coordenar, controlar e fiscalizar os objetivos estabelecidos na gestão (ARAÚJO, 2002).

Esses conceitos embora pareçam ser similares, possuem abordagens diferentes em que um complementa o outro. De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (2010):

## CAPÍTULO II: DEFINIÇÕES

Art. 3º Para os efeitos desta Lei, entende-se por:

X - gerenciamento de resíduos sólidos: conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com plano de gerenciamento de resíduos sólidos, exigidos na forma desta Lei;

XI - gestão integrada de resíduos sólidos: conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável.

Conforme Azambuja (2002), a palavra gestão tem uma conotação mais ampla, que sugere ao administrador o que precisa ser feito e, o gerenciamento indica como ser feito o referido planejamento sobre a questão dos resíduos sólidos.

Lopes (2003) define a gestão de resíduos sólidos, como todas as normas e leis relacionadas a estes e denomina gerenciamento de resíduos sólidos como todas as operações que envolvam os resíduos, como coleta, transporte, tratamento, disposição final entre outras.

Segundo Lima (2001) há de se estabelecer um modelo de gestão de resíduos sólidos e este é entendido como um conjunto de referências político-estratégicas, institucionais, legais, financeiras e ambientais capazes de propor a organização do setor. Para apresentar esse modelo há elementos indispensáveis na sua composição, tais como:

- Reconhecimento dos diversos agentes sociais envolvidos, mencionando os papéis por eles desempenhados 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 gerenciamento;
- Informação à sociedade, implementada tanto pelo poder público quanto pelos setores produtivos envolvidos, para que se tenha um controle social, que este segundo a PNRS/2010 é o conjunto de mecanismos e procedimentos que garantem à sociedade informações e participação nos processos de formulação, implementação e avaliação das políticas públicas relacionadas aos resíduos sólidos;
- Sistema de planejamento integrado, orientando a implementação das políticas públicas para o setor.

De acordo com o documento-base elaborado para o Workshop Internacional de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos realizado nos dias 16, 17 e 18 de novembro de 2005, na Faculdade de Saúde Pública – USP, em São Paulo, que congregou experiências de diversos países da América Latina e Caribe, além de Itália e Canadá: A gestão integrada pressupõe a articulação de ações normativas, financeiras, de planejamento, administrativas, operacionais, sociais, educativas, de avaliação e controle e de saúde, em todas as etapas do gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos, a fim de alcançar benefícios ambientais e de saúde, otimização do manejo e aceitação social, respondendo às necessidades e especificidades locais. Tem-se também que considerar e interligar as políticas públicas setoriais, nas diferentes esferas do governo.

Pode-se entender então, que a gestão dos resíduos sólidos compreende o planejamento das possíveis ações do gerenciamento. Antes, porém, cabe os necessários diagnósticos da situação do gerenciamento do município, o levantamento das potencialidades, bem como a construção das parcerias para o planejamento. Todo arcabouço legal e filosófico dos caminhos que busquem a minimização, tratamento e disposição dos resíduos sólidos é considerado como gestão, onde precisa ser integrada pelas diversas dimensões que a questão permeia, como os aspectos de saúde, de educação, de meio ambiente, sociais e econômicos. É função do gerenciamento a implementação dessa decisão, buscando as alternativas técnicas, de acordo com a realidade local, a operação das ações propostas, a fiscalização e dimensionamento dos resultados dessas ações (LOPES, 2006).

Os conflitos decorrentes da gestão e do gerenciamento inadequado dos resíduos sólidos urbanos estão crescendo em relação direta com a conscientização da sociedade a respeito das questões ambientais. O aparecimento de soluções inovadoras, “adequadas a qualquer situação” segundo os seus defensores, tem criado situações confusas junto às administrações municipais, aliadas à periódica rotatividade das equipes de dirigentes das prefeituras. O mesmo processo que aprimora politicamente a democracia, promove, por outro lado, descontinuidades e reestudos que muitas vezes ultrapassam o período fértil de realizações das administrações, protelando perigosamente soluções de lenta e complexa maturação, como as relativas aos problemas relacionados com o tratamento e disposição final dos resíduos (ZULAUF, 1989).

É consenso entre os especialistas a urgência do Estado adotar um sistema de manejo adequado dos resíduos, definindo uma política para a gestão que garanta a melhoria da qualidade de vida, promova as práticas recomendadas para a saúde pública e o saneamento ambiental. O manejo dos resíduos sólidos depende de vários fatores, dentre os quais ressaltam-se: a forma de geração, acondicionamento na fonte geradora, coleta, transporte, processamento, recuperação e disposição ou destinação final. Portanto, é necessário criar um sistema dirigido pelos princípios de engenharia e técnicas de projetos, que possibilite a construção de dispositivos capazes de propiciar a segurança sanitária às comunidades, contra os efeitos adversos dos resíduos (SCHALCH; LEITE; JÚNIOR; CASTRO, 2002).

A importância desse sistema é ressaltada quando se analisa o manejo dos resíduos, considerando-se os impactos ecológicos, a correlação com a defesa da saúde pública, modo de geração na sociedade tecnológica e sua grandeza em termos qualitativos e quantitativos. O planejamento de um sistema dessa natureza exige uma atividade multidisciplinar que, além dos preceitos da boa engenharia, envolve também: economia, urbanismo, aspectos sociais, além da participação efetiva dos diversos setores organizados da sociedade (SCHALCH; LEITE; JÚNIOR; CASTRO, 2002).

Na maioria dos municípios brasileiros, a ausência de modelos de gestão e de práticas de gerenciamento adequado para os resíduos sólidos dá lugar a uma variedade de “soluções” que, nos dias atuais, parece ser o grande complicador do processo decisório. O aterro sanitário acaba sendo considerado como a solução mais econômica para as condições brasileiras, mas tem sido contestado pelos incômodos que provoca junto à vizinhança e se aplica com maiores dificuldades nos grandes centros e, pode ser que nem seja a solução mais viável economicamente se forem levadas em consideração as vantagens que seriam obtidas com o

reaproveitamento dos resíduos (SCHALCH; LEITE, 1995).

Há ainda outras questões a serem consideradas: os serviços de limpeza pública, por manusearem um produto de apelo forte, como os resíduos, têm sua imagem ligada ao produto (resíduos sólidos) e não ao objetivo (a limpeza). Perde-se a ligação a um conceito nobre em troca do resto, malcheiroso, do descartável e do objeto, o que acaba prejudicando o setor por falta do “charme”, que tão bem caracteriza as administrações de parques e jardins, dos calçadões, das avenidas, do asfalto e das obras públicas em geral (ZULAUF, 1989).

Pode-se observar com o exposto acima no texto, que apesar do aumento da preocupação com a gestão dos resíduos sólidos, houve pouca melhoria no sistema de gerenciamento dos mesmos, refletida principalmente na redução da disposição final inadequada. O reaproveitamento através da reciclagem das embalagens e da compostagem ainda é pouco realizado nos municípios brasileiros (LOPES, 2006).

De acordo com Lopes (2006), o gerenciamento inadequado dos resíduos sólidos pode gerar vários problemas, como:

1. **De saúde pública:** o lixo mal acondicionado é um dos grandes causadores da poluição ambiental, sendo risco à segurança das populações. As aves, os insetos nocivos, os ratos e os microrganismos, causam o aparecimento de doenças, tais como: dengue, febre amarela, disenterias, febre tifoide, cólera, leptospirose, giardíase, peste bubônica, tétano, hepatite A ou infecciosa, malária, esquistossomose, entre outras, (SISINO; OLIVERIA, 2000). Segundo a Agenda 21 (ONU, 1992), aproximadamente 5,2 milhões de pessoas – incluindo 4 milhões de crianças – morrem por ano de doenças relacionadas às condições precárias de saneamento.

A má gestão e, consequente mal gerenciamento de resíduos ainda causa outros problemas através de alguns agentes, entre eles:

- Agente físicos: trata-se dos resíduos acumulados às margens de cursos d’água, dos canais de drenagem e das encostas, provocando assoreamentos e deslizamentos;
- Agentes químicos: trata-se da poluição atmosférica causada pela queima do lixo a céu aberto, também contaminação do solo e lençol d’água por substâncias químicas presentes na massa de resíduos;
- Agentes biológicos: trata-se do resíduo mal acondicionado ou depositado em local inadequado, que constitui foco de proliferação de vetores, transmissores de doenças.

2. **De impacto ambiental:** que gera contaminação dos recursos naturais, como:
  - O ar: pela poeira suspensa, pelo gás metano (resultante da decomposição da matéria orgânica) e pelas queimadas frequentes em área de grande acúmulo de lixo;
  - O solo: por substâncias químicas que podem ser acumuladas em vegetais, especialmente quando o índice de metais pesados for muito superior ao tolerável (PEREIRA NETO; STENTIFORD, 1992);
  - A água: pela contaminação das águas superficiais e subterrâneas. Este é um dos maiores problemas em se dispor o lixo diretamente no solo, comprometendo o uso das fontes contaminadas por longo tempo, além da problemática do chorume: um líquido de cor escura, odor desagradável e elevado poder de poluição, basicamente resultante da percolação da água através dos resíduos, que dissolve componentes inorgânicos e em decomposição natural dos resíduos biodegradáveis (através da atividade enzimática) e que, não sendo devidamente tratado, penetra no subsolo e contamina as águas subterrâneas com metais pesados e outras substâncias nocivas à saúde.
3. **De aspectos sociais:** o resíduo potencializa a existência humana em níveis degradantes, tanto nas favelas em áreas de depósito irregular, quanto na convivência com o lixo em vielas e terrenos onde não há coleta regular. Com certeza, os resíduos sólidos, não são responsáveis pelas desigualdades sociais que geram pobreza, mas muitas vezes, são responsáveis pelo surgimento de inúmeras favelas, formadas por pessoas atraídas pela catação dos materiais recicláveis ali contidos. Outras vezes, o adensamento populacional causado pela expansão das cidades acaba por fazer do entorno dessas áreas uma alternativa barata de moradia para populações de baixo poder aquisitivo. Há dois exemplos na região metropolitana de São Paulo, a favela do lixão do Alvarenga e a favela da Vila Esperança, conhecida como “favela do lixão”, ambas formadas, principalmente, por pessoas que sobrevivem da catação.
4. **De ordem administrativa e econômica:** antigamente muitas administrações públicas optaram pelo lixão, como alternativa simples e barata para dispor os resíduos sólidos. Porém com o tempo foi se verificando que o custo dessa disposição era maior do que se previa: contaminação de mananciais, contaminação do solo, aumento considerável de animais sinantrópicos, presença de pessoas nas dependências do lixão com péssimas condições de vida, além de pesadas multas à municipalidade, de acordo com a



legislação ambiental vigente.

Uma questão que vem ganhando destaque na discussão sobre a gestão dos resíduos sólidos diz respeito à cobrança pelos serviços associados à sua gestão, que devido à sua complexidade e estrutura, apresenta grande necessidade de recursos financeiros, seja para investimentos – compra de caminhões, instalação dos aterros sanitários, entre outros. –, seja para custeio das operações – pagamento de pessoal, aquisição de material de consumo.

Apesar dessa necessidade, em muitos locais é comum a oferta do serviço à população, sem a cobrança pela coleta de resíduos. Em geral, “taxas de limpeza pública” são embutidas nos impostos prediais e territoriais e acumuladas no tesouro municipal. Seu uso, portanto, é decidido durante a votação do orçamento pelas câmaras municipais, o que nem sempre garante que estes recursos tenham a utilização prevista originalmente.

Além de gerar receita, a cobrança por esses serviços poderia servir de meio para transmitir mensagens à sociedade e educar a população quanto à necessidade de se reduzir a quantidade de resíduos gerados. Entretanto, quando a cobrança está embutida nos impostos territoriais, por exemplo, perde-se esse fator educativo. A ideia de que não há custos para gerenciar o resíduo permite o aumento inconsequente de sua geração. Além do mais, o custo marginal é inexistente; gerando ou não resíduos, as pessoas pagam o mesmo valor (DENISON; RUSTON, 1990).

Nesse sentido, há muitos que defendem não apenas a cobrança por serviços de coleta de resíduos, mas que esta seja efetuada sob a forma de tarifa. Uma vez que tornaria não apenas mais transparente o uso do dinheiro, mas também porque teria a capacidade de induzir a diminuição da quantidade de resíduos gerada, no caso de se aplicar a cobrança progressiva pela geração de resíduos (MAGALHÃES, 2009).

Com relação às experiências brasileiras, uma das estratégias de estimular a criação de sistemas de cobrança foi a Lei no 11.445/2007, que definiu a possibilidade de remuneração mediante cobrança dos serviços de saneamento básico, incluindo limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, na forma de taxas, tarifas e outros preços públicos. Para garantir que diferentes formas de tributação fossem experimentadas, o texto da lei define que as taxas e tarifas poderão considerar nível de renda, características dos lotes urbanos e peso ou volume médio coletado por habitante ou domicílio (BRASIL, 2007).



Na tabela a seguir pode-se observar que ao longo do período 2000-2008 houve um aumento significativo dos municípios que passaram a cobrar tarifas de limpeza pública, prática que será ainda mais estimulada pelas políticas federais (IBGE, 2010).

**Tabela 8:** Municípios por região que praticam a cobrança para serviço de resíduos sólidos.

Unidade de análise	2000		2008	
	Municípios que cobram tarifas	Municípios com outras formas de cobrança	Municípios que cobram tarifas	Municípios com outras formas de cobrança
Brasil	13	2.464	441	166
Norte	0	102	28	10
Nordeste	1	288	71	21
Sudeste	10	1.100	181	63
Sul	1	851	121	55
Centro-Oeste	1	123	40	17

**Fonte:** IBGE, 2010.

Os dados IBGE, dessa forma, indicam que, em 2008, 10,9% dos municípios brasileiros possuíam algum tipo de cobrança pelo serviço de gestão de RSU, dos quais 7,9% utilizavam a modalidade de tarifa. O Panorama do saneamento básico no Brasil estabelecia para aquele ano a meta de 11% dos municípios cobrando “taxa de lixo” (CALDEIRA; REZENDE; HELLER, 2009); como o documento não especifica a modalidade de cobrança, pode-se considerar que a meta proposta foi atingida.

Embora a instalação de sistemas de cobrança seja importante, por si só ela não é suficiente para garantir a viabilidade econômica dos sistemas de gestão de RSU. Além de ser implantada, ela precisa ser eficaz e eficiente, sendo necessária a profissionalização destes sistemas e o correto controle financeiro e operacional. Portanto, apesar de a cobrança pela gestão de resíduos sólidos parecer equacionada do ponto de vista legal, existe uma série de desafios práticos a serem superados. A princípio, seria necessário desenvolver formas de motivar os municípios a criarem sistemas de financiamento específicos para a gestão de resíduos sólidos. Em segundo lugar, existe a necessidade de se criarem e se divulgarem modelos de cobrança que possam ser adotados por municípios que vivam realidades diversas. Por fim, ainda existe o desafio de capacitar os gestores municipais para o gerenciamento dos custos de tais serviços, para garantir que as atividades relacionadas aos resíduos sólidos não sejam deficitárias (INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA, 2012).

Se tratando de Uberlândia, ainda não há cobrança pelos serviços relacionados a geração ou gestão de resíduos sólidos, diretamente falando. A seguir serão descritos alguns trechos do Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (2013), que apontam aspectos sobre a gestão e gerenciamento da cidade.

As premissas do modelo de gestão se caracteriza, por contemplar todas as exigências da lei, em especial 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 e uma cidade mais limpa e organizada, utilizando para tanto, as prerrogativas da Educação Ambiental.

### **1. 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 resíduos sólidos;
- Adotar mecanismos gerenciais e econômicos que assegurem a recuperação dos custos dos serviços prestados, como forma de garantir sua sustentabilidade operacional e financeira.

### **2. O modelo de gestão dos resíduos da cidade contemplará:**

- Participação da população nas decisões socioambientais (Educação Ambiental);
- 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;
- Conscientização da população, quanto ao seu lugar como agente consumidor e gerador de resíduos, colocando-a como parceira na solução dos problemas advindos da produção dos resíduos;
- 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 resíduos sólidos em todo o município;

- Promover o reconhecimento do resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, geradores de trabalho e renda e promotores de cidadania;
- Compatibilizar interesses entre os agentes econômicos e sociais e os processos de gestão empresarial e mercadológica com os de gestão ambiental desenvolvendo estratégias sustentáveis;
- Integrar Sistema Municipal de Informações e o Sistema de Fiscalização.

**3. Atendimento às diretrizes previamente estabelecidas pelos gestores públicos, tais como:**

- Promover a redução da geração de resíduos sólidos da população;
- Aperfeiçoar as tecnologias de coleta, manejo e tratamento de resíduo sólido;
- Manter os logradouros e equipamentos públicos limpos;
- Promover a orientação da disposição e acondicionamento para a coleta adequada dos resíduos;
- Planejar a destinação ambientalmente correta de todos os resíduos do município;
- Operar os serviços mais viáveis e de menor custo.

**4. A gestão integrada de resíduos sólidos terá como princípios básicos:**

- A prevenção;
- A precaução;
- O desenvolvimento sustentável;
- Responsabilidade socioambiental.

**5. As prioridades da gestão integrada de resíduos sólidos:**

- A não geração;
- O repensar;
- A redução;
- O reuso;
- A reciclagem;
- A recuperação incluindo a valorização energética e Compostagem;
- O tratamento e a destinação final adequados.

**6. Tendo como norteadora a Lei Federal nº 12.305/2010 as diretrizes para o plano de gestão dos resíduos sólidos são:**

- Priorizar programas, projetos e ações para o atendimento das metas previstas;
- Regulamentar normas e condicionantes técnicas para o acesso a recursos do Estado e para a obtenção de seu aval;
- Adequar a Administração Pública para a plena gestão dos resíduos sólidos do município;
- Incentivar as parcerias do governo com organizações que permitam otimizar a gestão integrada de resíduos sólidos;
- Garantir o acesso da população à informação, à participação e ao controle social nas questões relativas à gestão integrada de resíduos sólidos;
- Garantir a regularidade, a continuidade, a funcionalidade e a universalidade dos serviços públicos de manejo de resíduos sólidos;
- Incentivar o uso de matérias-primas e insumos derivados de materiais recicláveis e reciclados, bem como o desenvolvimento de novos produtos e processos, com vistas a estimular a utilização das tecnologias ambientalmente corretas;
- Potencializar parcerias com agentes sociais e econômicos envolvidos no ciclo de vida dos materiais, da geração à coleta, do processamento à disposição final;
- Trazer a responsabilidade compartilhada de todos os atores dos setores primário, secundário, terciário, terceiro setor e consumidor;
- Implantação de sistemas de redução dos resíduos nos processos, na forma de reutilização, reciclagem e tratamento; destinando para o aterro sanitário apenas os rejeitos;
- Implantar sistemas de tratamento de resíduos nas origens de cada processo gerador que envolva tecnologia mais viável;
- Promover a inclusão social dos catadores na forma de cooperativas ou associações nas obtenções dos benefícios das legislações municipal, estadual e federal;
- Promover o desenvolvimento sustentável da sociedade, por meio de ações da inclusão social e da educação ambiental para todos os cidadãos uberlandenses.

**7. Estratégias de implementação e redes de áreas de manejo local ou regional**

Tendo como base a Lei Federal nº 12.305/2010, Plano Nacional de Gestão dos Resíduos Sólidos, e a Lei Estadual nº 18.031/2009, Política Estadual de Resíduos Sólidos, deverá:

- O poder público e a sociedade precisarão 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 resíduos sólidos;
- 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 resíduos sólidos, 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 resíduos sólidos (antigos lixões, antigo aterro sanitário, áreas degradadas em recuperação, pontos críticos e o aterro sanitário);
- Promover a instalação de novos PEVs (Pontos de Entregas Voluntárias) ou sistemas de estocagem temporários de materiais recicláveis através de Ecopontos, 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 resíduos sólidos;
- Promover unidades de compostagem e biodigestão de resíduos biodegradáveis 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 resíduos sólidos para outras finalidades, sem sua transformação biológica, física ou química.

Nesse capítulo foram apresentadas várias ferramentas que podem ser utilizadas para buscar uma melhor gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos na cidade de Uberlândia, elementos de extrema importância para que qualquer programa de destinação correta seja implantado e operado de forma apropriada e eficiente. No próximo capítulo serão apresentados os aspectos gerais sobre saneamento básico e resíduos sólidos de Uberlândia, fazendo um apanhado com os principais dados e, mostrando se a gestão e gerenciamento estão sendo realizados de forma satisfatória e eficiente.

## CAPÍTULO 4 - RESULTADOS

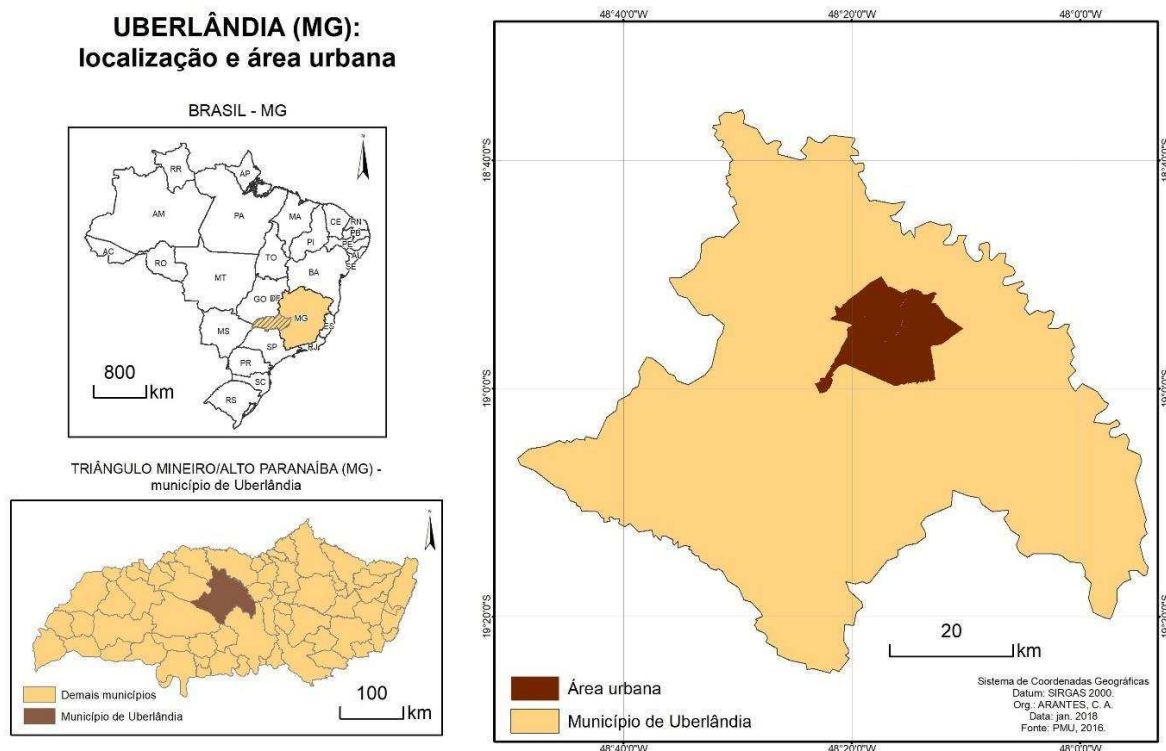
### ASPECTOS GERAIS SOBRE SANEAMENTO BÁSICO E RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NA CIDADE DE UBERLÂNDIA

Esse capítulo inicia-se com a caracterização da área de estudo, trazendo dados importantes sobre Uberlândia com ênfase aos serviços de infraestrutura como saneamento básico e resíduos sólidos. Todas as informações referentes aos resíduos sólidos produzidos na cidade: quantidade; coleta e destino final são apresentadas nesse capítulo.

#### 4.1. Caracterização da Área de Estudo

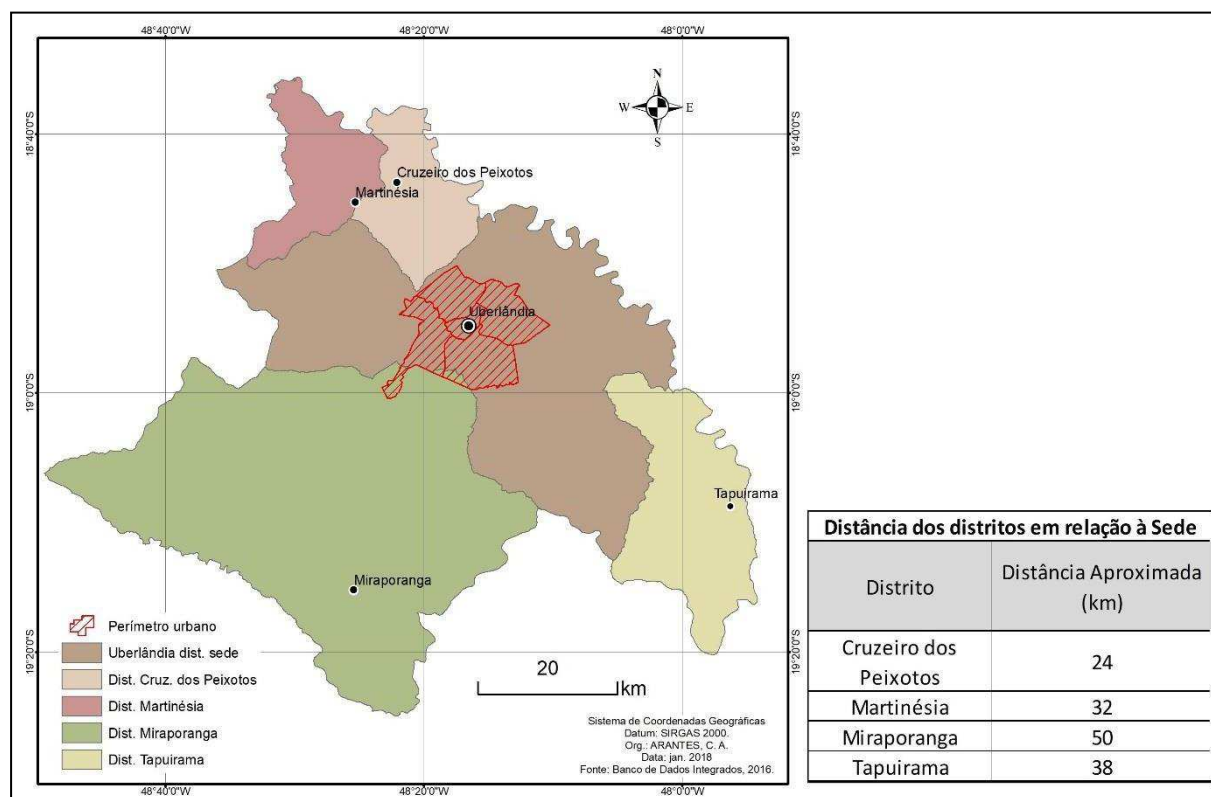
A cidade de Uberlândia/MG localiza-se na mesorregião do Triângulo Mineiro na intersecção das coordenadas geográficas de 18° 55' 25'' de Latitude Sul e 48° 17' 19'' de Longitude Oeste do meridiano de Greenwich. Segundo o senso do IBGE de 2010, o município possui área de 4.115,82km<sup>2</sup>, sendo 219km<sup>2</sup> na zona urbana e 3.896,82km<sup>2</sup> na zona rural (Mapa 3).

**Mapa 3:** Área urbana do município de Uberlândia.



No Mapa 4 pode-se visualizar a distribuição territorial do município com seus distritos.

**Mapa 4:** Distribuição territorial de Uberlândia e seus distritos.



**Fonte:** Bando de Dados Integrados, 2016.

Quanto à história da cidade, Uberlândia foi fundada a partir do desbravamento do Sertão da Farinha Podre, no século passado, em terras do município de Uberaba, sendo elevada à categoria de município em 31 de agosto de 1888. A partir da metade desse século, a cidade voltou-se para os interesses econômicos, comerciais e também industriais. Com uma taxa de urbanização da ordem de 97,56% e com suas condições de localização geográfica e topológica, Uberlândia pôde experimentar, nas últimas décadas, um crescimento populacional e econômico ímpar em relação ao contexto geral de Minas Gerais e do Brasil. Em decorrência do aumento dos investimentos, tornou-se um polo atrativo de migração de populações de regiões cada vez mais diversificadas, permitindo a sua estruturação, seu crescimento e a sua consolidação como um centro polarizador da economia da região, capaz de atrair investimentos externos, ocupando hoje um lugar de destaque dentro da economia nacional (BDI, 2016).



A população de Uberlândia, segundo os resultados do Censo de 2010, totalizou 604.013 habitantes, sendo que quase a totalidade (97%) reside em área urbana e apenas 3% em área rural. Percebe-se na Tabela 9 que esse cenário se manteve no intervalo de aproximadamente 20 anos - desde a contagem realizada pelo Censo de 1991.

**Tabela 9:** População total, urbana e rural de Uberlândia - 1991, 2000 e 2010.

Área	1991		2000		2010	
	Pessoas	%	Pessoas	%	Pessoas	%
Urbana	358.165	97,6	488.982	97,6	587.266	97,2
Rural	8.896	2,4	12.232	2,4	16.747	2,8
Total	367.061	100	501.214	100	604.013	100

**Fontes:** IBGE: Censos Demográficos, 1991, 2000 e 2010.

A Tabela 10 ilustra que no intervalo entre os dois últimos censos demográficos realizados no país, 2000 e 2010, o município registrou um crescimento populacional da ordem de 20,5%. Esse índice é superior aos valores apresentados pelo Estado de Minas Gerais e pelo país. Segundo o *Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil*, a população de Uberlândia cresceu, neste período, a uma taxa média anual de 1,88%, já no Brasil a taxa de crescimento anual foi de 1,17%.

**Tabela 10:** Crescimento populacional de Uberlândia, Minas Gerais e Brasil, em 10 anos.

	2000	2010	Crescimento (%)
Uberlândia - MG	501.214	604.013	20,5
Minas Gerais	17.905.134	19.597.330	9,5
Brasil	169.872.856	190.755.799	12,3

**Fontes:** IBGE: Censos Demográficos, 2000 e 2010.

■ Valor superior aos registrados pelo Estado de MG e pelo Brasil.

Ainda em relação ao crescimento populacional, destaca-se que, embora a área rural tenha mantido a proporcionalidade em relação à área urbana, o índice de crescimento foi superior (36,9%) ao registrado pela área urbana (20,1%). Isso sugere a ocorrência de alguma movimentação populacional rumo à área rural, talvez conduzida por parte da população migrante, entretanto pouco significativa dado o pequeno contingente de pessoas. A Tabela 11 mostra esses dados.

**Tabela 11:** Crescimento populacional de Uberlândia em 10 anos - 2000 a 2010.

Área	2000	2010	%
Urbana	488.982	587.266	20,1%
Rural	12.232	16.747	36,9%
Total	501.214	604.013	20,5%

**Fontes:** IBGE: Censos Demográficos, 2000 e 2010; Secretaria Municipal de Planejamento Urbano de Uberlândia - Banco de Dados Integrados (BDI), 2012.

De acordo com os resultados do levantamento *Estimativas da População Residente nos Municípios Brasileiros*, realizado anualmente pelo IBGE, a população de Uberlândia em 2010 seria de 600.285, ou seja, a população aumentou cerca de 4mil habitantes a mais do que o estimado. A Tabela 12 mostra as estimativas desde 2010.

**Tabela 12:** População estimada de Uberlândia - 2010 a 2014.

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Total	600.285	611.904	619.536	646.673	654.681	662.362

**Fonte:** IBGE - Estimativas de população; DATASUS.

A Tabela 13, exibida abaixo, mostra a taxa de urbanização e a densidade demográfica do município. Verifica-se, conforme mencionado anteriormente, que a taxa de urbanização é altíssima, uma vez que 97% da população vive na delimitação do perímetro urbano.

No que tange à densidade demográfica, vê-se que ocorreu um crescimento do número de habitantes por quilômetro quadrado entre os anos de 2000 e 2010. No entanto, apesar de Uberlândia ser a segunda cidade mais populosa do Estado de Minas Gerais, a vasta área territorial do município (4.115,206 km<sup>2</sup>) faz com que ela não ocupe o topo do ranking de densidade demográfica do estado, ficando assim em 46º lugar. Os dois maiores índices registrados pelos municípios mineiros variam de 7.192 hab./km<sup>2</sup> (Belo Horizonte) a 3.104 hab./km<sup>2</sup> (Contagem) – concentração populacional bem superior à apresentada por Uberlândia - quando considerada pela totalidade da área territorial.

**Tabela 13:** Taxas de urbanização e densidade demográfica em Uberlândia - 2000 e 2010.

Taxas de urbanização (%)		Densidade demográfica (hab./km <sup>2</sup> )	
2000	2010	2000	2010
97,6	97,2	121,7	146,7

**Fontes:** IBGE: Censos Demográficos, 2000 e 2010; Secretaria Municipal de coleta Urbano de Uberlândia - Banco de Dados Integrados (BDI), 2012.

Entretanto, quando considerada a densidade demográfica da área urbana e rural separadamente, o cenário é bastante distinto. A área urbana do município, nos anos de referência dos últimos censos demográficos, concentra mais de 2.000 hab./km<sup>2</sup>, ao passo que a área rural atingiu no máximo 4,3 hab./km<sup>2</sup> (Tabela 14).

**Tabela 14:** Densidade demográfica na área urbana e rural em Uberlândia - 2000 e 2010.

Área	Superfície Km <sup>2</sup>	Habitante/Km <sup>2</sup>	
		2000	2010
Urbana	217	2.253,3	2.706,2
Rural	3.898	3,1	4,3
Total	4.115	121,7	146,7

**Fontes:** IBGE: Censos Demográficos, 2000 e 2010; Secretaria Municipal de Planejamento Urbano de Uberlândia - Banco de Dados Integrados (BDI), 2012.

A seguir, a Tabela 15 mostra a distribuição da população e de domicílios no contexto dos cinco distritos pelos quais é composto o município de Uberlândia. Salienta-se que quase a totalidade da população (98%) está concentrada no distrito de Uberlândia.

**Tabela 15:** População discriminada por distritos em Uberlândia.

Distritos	População	Nº de Domicílios
Cruzeiro dos Peixotos	976	556
Martinésia	836	367
Miraporanga	6.948	3.322
Tapuirama	3.892	1.505
Uberlândia	591.361	213.375
Total	604.013	219.125

**Fontes:** IBGE: Censos Demográficos, 2000 e 2010; Secretaria Municipal de Planejamento Urbano de Uberlândia - Banco de Dados Integrados (BDI), 2012.

Com relação à estrutura etária da população, a Tabela 16 apresenta a distribuição dos moradores agrupados em quatro faixas etárias, a saber: crianças (menos de 14 anos); jovens (15 a 29 anos); adultos (30 a 64 anos); idosos (65 anos ou mais).

Verifica-se que o grupo de menores de 14 anos, entre 2000 e 2010, apresentou uma redução de cerca de seis pontos percentuais em relação à população total. Já o grupo dos adultos de 30 a 64 anos e dos idosos de 65 anos ou mais apontaram um aumento de aproximadamente 5% e 2%, respectivamente, nos anos considerados. Por sua vez, o

contingente de jovens apresentou uma pequena variação para baixo de -1,8%. Os valores crescentes e decrescentes encontram-se assinalados na tabela abaixo.

**Tabela 16:** Distribuição da população por faixa etária em Uberlândia - 2000 e 2010.

Faixa etária	2000		2010	
	Pessoas	%	Pessoas	%
Menos de 14	130.935	26,1	125.599	20,8
15 a 29 anos	146.779	29,3	165.891	27,5
30 a 64 anos	198.832	39,7	270.568	44,8
65 anos ou mais	24.668	4,9	41.955	6,9
Total	501.214	100	604.013	100,0

**Fontes:** IBGE: Censos Demográficos, 2000 e 2010 / Fundação João Pinheiro.

■ Valores crescentes entre 2000 e 2010.

■ Valores decrescentes entre 2000 e 2010.

## 4.2. Aspectos Gerais Sobre Saneamento Básico e Resíduos Sólidos Urbanos na cidade de Uberlândia

Para reunir o maior número de informações possíveis sobre resíduos sólidos produzidos em Uberlândia, foi consultado o Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos da cidade e, os dados a seguir foram retirados do mesmo.

### 4.2.1. Saneamento Básico – Água e Esgoto

Alguns aspectos relevantes da regulação da prestação dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário são normatizados pelo Decreto nº 2.624/84 e suas alterações. No entanto, as normas deste regulamento não abrangem todos os aspectos previstos na Lei Municipal nº 7.056/97 e no art. 23 da Lei federal nº 11.445/07.

A estrutura orgânica atual do Departamento Municipal de Água e Esgoto (DMAE) é definida e disciplinada pela Lei Delegada Municipal nº 036, de 05 de junho de 2009 e é condizente com a natureza, abrangência, dimensão e diversidade das atividades realizadas pela autarquia.

O atual sistema de abastecimento de Uberlândia é composto de duas estações de tratamento com captações distintas, sendo caracterizado pelo sistema Sucupira e Sistema Bom jardim, cujos dados básicos estão apresentados no Quadro 5.

**Quadro 5:** Sistema de captação e suas respectivas capacidades.

Descrição	Sistema		Sistemas	
	Sucupira	Bom Jardim	Sucupira	Bom Jardim
Manancial utilizado	Rio Uberabinha	Ribeirão Bom Jardim	2.000 l/seg	2.000 l/seg
Local de captação	Cachoeira de Sucupira a 15 Km do centro urbano	Confluência do Rio Uberabinha com Bom Jardim a 6.600 m do centro urbano	2.000 l/seg	2.000 l/seg
Tipo de captação	Tomada em canal com barragem de acumulação e aproveitamento de desnível geométrico	Tomada no canal da barragem de acumulação com aproveitamento de desnível geométrico	2.000 l/seg	2.000 l/seg
Tipo de tratamento	Completo, localizado na Cachoeira do Sucupira	Tratamento em ciclo completo, localizado na área urbana	2.000 l/seg	2.000 l/seg

**Fonte:** Banco de Dados Integrados, 2016.

Tradicionalmente, o indicador de atendimento do serviço público de saneamento básico é expresso em população atendida. No entanto, como a quantidade de população permanente, incluída é transitória de longa duração, é difícil de ser medida e controlada pelo prestador do serviço, esse indicador normalmente é calculado com base em projeções populacionais do IBGE e nos resultados dos censos decenais, em correlação com a quantidade de unidades de consumo (economias) residenciais ativas cadastradas no sistema do prestador.

Conforme esse critério e, considerando o cadastro comercial do DMAE e tomando como referência os resultados do Banco de Dados Integrados de 2016, pode-se assegurar que 100% dos domicílios residenciais urbanos e os imóveis de outras categorias de uso – da sede e dos distritos – são atendidos regularmente ou têm a sua disposição o serviço público de abastecimento de água (Tabela 17).

**Tabela 17:** População atendida pelo DMAE.

Discriminação	Quantidade	Percentual de Atendimento
Economias totais	286.205	100%
Economias residenciais	250.400	100%

**Fonte:** Banco de Dados Integrados, 2016.

O quadro seguinte mostra o crescimento acumulado do sistema de abastecimento.

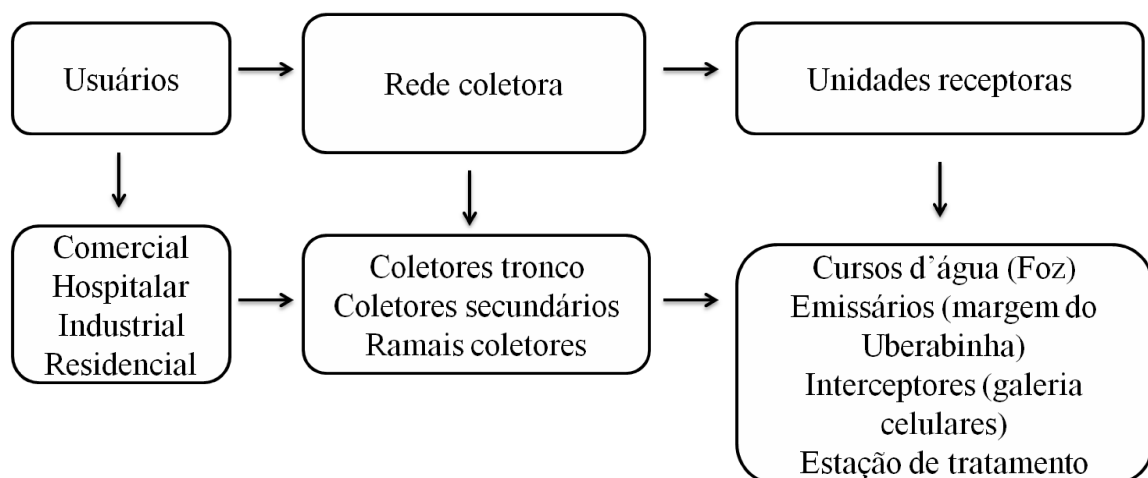
**Quadro 6:** Evolução da quantidade de usuários atendidos pelos serviços do DMAE.

Descrição	2010	2011	2012	2013	2014
Ligação com hidrômetro	158.761	165.063	171.030	175.133	178.591
Economias totais	244.704	253.956	263.652	277.337	286.205
Economias residenciais	211.715	220.824	229.536	242.752	250.400
Economias comerciais	32.410	32.857	33.348	33.762	34.886
Economias industriais	279	275	277	282	283
Economias residenciais públicas	300	389	491	541	636
Extensão de redes (Km)	2.612	2.623	2.997	3.019	3.083

**Fonte:** Banco de Dados Integrados, 2016.

Em relação ao esgoto sanitário, esse é executado em manilhas cerâmicas e com tubos de PVC, com diâmetro mínimo de 150 mm, as tubulações são instaladas no terço médio do leito carroçável. São utilizados poços de visita (PV) padronizados, espaçados em 100 metros, no máximo, para inspeção e manutenção. No projeto e construção da rede coletora são obedecidas as normas da ABNT. Na Figura 9 pode-se conhecer o fluxo do sistema de tratamento de esgoto em Uberlândia.

**Figura 9:** Fluxo do sistema de tratamento de esgoto em Uberlândia.



**Fonte:** Banco de Dados Integrados, 2016.

**Organização:** Arantes, 2017.

Nas Tabelas 18 e 19 é possível visualizar a evolução anual do sistema de esgoto (volume de esgoto produzido e tratado) e capacidade de tratamento das estações.

**Tabela 18:** Evolução anual do sistema de esgoto de Uberlândia e volume de esgoto produzido.

Período de referência	Volum <sup>e</sup>		Observação		
	Coletado		Tratado		
	l/seg	m³/dia	l/seg	m³/dia	
Dez/2009	891	77.018	891	77.018	O tratamento do esgoto coletado é feito nas ETEs (Ipanema, Aclimação, Marielza, Uberabinha e Distritos)
Dez/2010	1.216	105.115	1.216	105.115	
Dez/2011	1.255	108.466	1.255	108.466	
Dez/2012	1.333	115.138	1.333	115.138	
Dez/2013	1.400	121.944	1.400	121.944	
Dez/2014	1.800	154.320	1.800	154.320	

**Fonte:** Departamento de Água e Esgoto, 2016.

**Tabela 19:** Capacidade de tratamento de esgoto em Uberlândia.

Estações de Tratamento	Capacidade de Tratamento (habitantes)
ETE Uberabinha	660.000
Ipanema	20.000
Aclimação	20.000
Distrito Miraporanga	600
Distrito Martinésia	800
Distrito Cruzeiro dos Peixotos	3.000
Distrito Tapuirama	5.000
Marielza	1.600

**Fonte:** Departamento de Água e Esgoto, 2016.

Na comparação com os municípios mineiros, Uberlândia está no grupo dos 10 municípios com melhores percentuais de tratamento de esgoto (Tabela 20).

**Tabela 20:** Nível de atendimento do DMAE no município de Uberlândia.

Nível de Atendimento nos domicílios de Uberlândia		
Discriminação	Quantidade	Atendimento
Imóveis abastecidos pela rede pública de água	286.205	100%
Imóveis ligados na rede pública de esgoto	281.396	98,32%

**Fonte:** Departamento de Água e Esgoto, 2016.

#### 4.2.2. Saneamento Básico - Resíduos Sólidos

No início do século XX, a cidade de Uberlândia já possuía uma diversificação nos ramos industriais, tais como: fábrica de cerveja, sapataria, fábrica de cigarros, ferreiro, marceneiro, selaria, etc. Além dessas indústrias, não muito complexas, cuja produção se caracterizava pela

fabricação de materiais para construção civil, ferramentas agrícolas, aparatos para montaria, e outros utensílios domésticos, existia a indústria agropastoril, que apesar de rudimentar, foi regulamentada pelo Código de Posturas. A indústria pastoril movimentava em torno da criação do gado bovino para consumo interno e criação de suínos para o consumo e exportação para outros municípios e estados.

Uberlândia, por se encontrar na região do Triângulo Mineiro, traz várias peculiaridades de uma grande metrópole, considerada uma cidade referência na logística territorial brasileira, cedia uma grande diversidade em sua infraestrutura, consequências de uma variedade de características socioeconômicas e culturais. Produz um volume heterogêneo de resíduos sólidos, de origens variadas, em atividades diversas no setor produtivo e consumo. Destacam-se:

- Resíduos domiciliares;
- Resíduos comerciais;
- Resíduos industriais;
- Resíduos de serviços de saúde;
- Resíduos da construção civil;
- Resíduos de lodo de Estação de Tratamento de Água e Estação de Tratamento de Esgoto;
- Resíduos de limpeza e manutenção urbana;
- Resíduos tecnológicos;
- Resíduos de aeroporto;
- Resíduos agrossilvipastoris.

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, do serviço de luto e fiscalizar as concessionárias responsáveis pelos serviços funerários e cemitérios particulares; e zelar pela manutenção e conservação das praças municipais e canteiros.

Da mesma forma, tem como atribuição a promoção da ampla divulgação e conscientização da população sobre a correta disposição dos resíduos sólidos, uso dos Ecopontos, Pontos Críticos, Coleta Seletiva e Aterro Sanitário. Os serviços de limpeza pública e manejo de resíduos sólidos urbanos são terceirizados para uma concessionária de limpeza



urbana, a qual cuida do aterro sanitário da cidade. Para outros resíduos sólidos, empresas particulares desenvolvem atividades para o tratamento e destinação correta com a fiscalização da SMSU. No Quadro 7 pode-se observar o grupo de funcionários da SMSU e das empresas terceirizadas para o serviço de limpeza urbana.

**Quadro 7:** Quadro de pessoal - atividades de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.

Serviços	SMSU	Empresa Terceirizada
Coleta (coletores e motoristas)	0	297
Varrição	84	371
Capina e roçada	5	108
Unidades de manejo, tratamento ou disposição final	9	55
Demais serviços de limpeza urbana	99	322
Gerenciais ou administrativos	91	54
<b>Total</b>	<b>288</b>	<b>1207</b>

**Fonte:** Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, 2013.

Antes de implantar o aterro sanitário, a cidade já passou por vários depósitos de lixo. A partir do ano de 1988 a Prefeitura Municipal passou a utilizar algumas voçorocas localizadas na nascente do Córrego dos Macacos, na Bacia do Ribeirão Douradinho, como um aterro sanitário, um vazadouro a céu aberto. O resultado desse descarte dos resíduos urbanos nessas voçorocas se constituía em uma ameaça ao meio ambiente, com a contaminação das águas e do próprio lençol freático (ASSUNÇÃO, 1995).

O termo aterro sanitário encontrava-se presente na documentação do município desde 1984, mas até 1995, só haviam realmente depósitos que recebiam diversos tipos de resíduos que eram aterrados sem critério algum de separação (ASSUNÇÃO, 1995). A construção do aterro sanitário foi um divisor de águas na história dos resíduos em Uberlândia e, tinha como objetivos evitar os danos ambientais e aumentar sua vida útil (MAGALHÃES, 2010).

A infraestrutura operacional dos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos são constituídos basicamente da frota de veículos, máquinas e de equipamentos utilizados nas atividades de limpeza urbana, de coleta de resíduos domiciliares e especiais, na coleta seletiva e na operação do aterro sanitário, bem como dos terrenos, edificações e instalações dos aterros sanitários e dos Ecopontos.

Os terrenos e edificações dos Ecopontos e dos aterros sanitários integram o patrimônio municipal, observando-se que no caso do novo aterro esses bens estão afetados pela concessão da sua implantação e operação por terceiros.

Na gestão operacional, uma pequena parte das atividades dos serviços são realizadas diretamente pela SMSU, e a maior parte destas atividades realizadas por empresas contratadas. São geridas diretamente pela SMSU e executadas com equipes e equipamentos próprios e terceirizados, as atividades operacionais da coleta seletiva, dos Ecopontos e as atividades específicas de limpeza urbana (capina e varrição de vias e logradouros públicos, poda de árvores e lavagem de feiras, entre outras). As atividades operacionais da coleta de resíduos domiciliares e assemelhados e as relativas à implantação e operação do novo aterro sanitário e a manutenção, monitoramento e encerramento do aterro antigo são realizadas com exclusividade, em regime de concessão administrativa, pela concessionária de limpeza urbana.

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;
- 1% em coletas uma vez por semana.

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. Durante a execução dos serviços o objeto deste Plano de Trabalho poderá passar por revisões, motivadas por alterações nos centros de massa de produção dos resíduos, que podem ocorrer devido ao dinâmico crescimento da cidade.

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 e do melhoramento das condições socioeconômicas. Existem áreas da cidade que experimentam em diferentes períodos, fortes pressões imobiliárias, trazendo como consequência um aumento de unidades habitacionais. Assim, é necessário estar atento a estas mudanças e realizar quando necessárias readequações pertinentes a cada setor, com periodicidade.

Os estudos e possíveis alterações no Plano de Trabalho para as Coletas serão realizados em conjunto entre a equipe da concessionária de limpeza urbana e a equipe técnica da Diretoria de Limpeza Urbana da Secretaria Municipal de Serviços Urbanos, 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 concessionária de limpeza urbana convencionou os setores por cores e numerações específicas, sendo estas fixas, até que ocorra uma nova readequação proveniente do aumento da geração dos resíduos, como mostra o Mapa 5.

The map displays the following neighborhoods and their corresponding FZV codes:

- Region 1 (Red):** 1A, 1B, 1C, 1D, 1E, 1F, 1G, 1H, 1I, 1J, 1K, 1L, 1M, 1N, 1O, 1P, 1Q, 1R, 1S, 1T, 1U, 1V, 1W, 1X, 1Y, 1Z
- Region 2 (Green):** 2A, 2B, 2C, 2D, 2E, 2F, 2G, 2H, 2I, 2J, 2K, 2L, 2M, 2N, 2O, 2P, 2Q, 2R, 2S, 2T, 2U, 2V, 2W, 2X, 2Y, 2Z
- Region 3 (Blue):** 3A, 3B, 3C, 3D, 3E, 3F, 3G, 3H, 3I, 3J, 3K, 3L, 3M, 3N, 3O, 3P, 3Q, 3R, 3S, 3T, 3U, 3V, 3W, 3X, 3Y, 3Z
- Region 4 (Red):** 4A, 4B, 4C, 4D, 4E, 4F, 4G, 4H, 4I, 4J, 4K, 4L, 4M, 4N, 4O, 4P, 4Q, 4R, 4S, 4T, 4U, 4V, 4W, 4X, 4Y, 4Z
- Region 5 (Green):** 5A, 5B, 5C, 5D, 5E, 5F, 5G, 5H, 5I, 5J, 5K, 5L, 5M, 5N, 5O, 5P, 5Q, 5R, 5S, 5T, 5U, 5V, 5W, 5X, 5Y, 5Z
- Region 6 (Blue):** 6A, 6B, 6C, 6D, 6E, 6F, 6G, 6H, 6I, 6J, 6K, 6L, 6M, 6N, 6O, 6P, 6Q, 6R, 6S, 6T, 6U, 6V, 6W, 6X, 6Y, 6Z
- Region 7 (Red):** 7A, 7B, 7C, 7D, 7E, 7F, 7G, 7H, 7I, 7J, 7K, 7L, 7M, 7N, 7O, 7P, 7Q, 7R, 7S, 7T, 7U, 7V, 7W, 7X, 7Y, 7Z
- Region 8 (Green):** 8A, 8B, 8C, 8D, 8E, 8F, 8G, 8H, 8I, 8J, 8K, 8L, 8M, 8N, 8O, 8P, 8Q, 8R, 8S, 8T, 8U, 8V, 8W, 8X, 8Y, 8Z
- Region 9 (Blue):** 9A, 9B, 9C, 9D, 9E, 9F, 9G, 9H, 9I, 9J, 9K, 9L, 9M, 9N, 9O, 9P, 9Q, 9R, 9S, 9T, 9U, 9V, 9W, 9X, 9Y, 9Z
- Region 10 (Red):** 10A, 10B, 10C, 10D, 10E, 10F, 10G, 10H, 10I, 10J, 10K, 10L, 10M, 10N, 10O, 10P, 10Q, 10R, 10S, 10T, 10U, 10V, 10W, 10X, 10Y, 10Z
- Region 11 (Green):** 11A, 11B, 11C, 11D, 11E, 11F, 11G, 11H, 11I, 11J, 11K, 11L, 11M, 11N, 11O, 11P, 11Q, 11R, 11S, 11T, 11U, 11V, 11W, 11X, 11Y, 11Z
- Region 12 (Blue):** 12A, 12B, 12C, 12D, 12E, 12F, 12G, 12H, 12I, 12J, 12K, 12L, 12M, 12N, 12O, 12P, 12Q, 12R, 12S, 12T, 12U, 12V, 12W, 12X, 12Y, 12Z
- Region 13 (Red):** 13A, 13B, 13C, 13D, 13E, 13F, 13G, 13H, 13I, 13J, 13K, 13L, 13M, 13N, 13O, 13P, 13Q, 13R, 13S, 13T, 13U, 13V, 13W, 13X, 13Y, 13Z
- Region 14 (Green):** 14A, 14B, 14C, 14D, 14E, 14F, 14G, 14H, 14I, 14J, 14K, 14L, 14M, 14N, 14O, 14P, 14Q, 14R, 14S, 14T, 14U, 14V, 14W, 14X, 14Y, 14Z
- Region 15 (Blue):** 15A, 15B, 15C, 15D, 15E, 15F, 15G, 15H, 15I, 15J, 15K, 15L, 15M, 15N, 15O, 15P, 15Q, 15R, 15S, 15T, 15U, 15V, 15W, 15X, 15Y, 15Z
- Region 16 (Red):** 16A, 16B, 16C, 16D, 16E, 16F, 16G, 16H, 16I, 16J, 16K, 16L, 16M, 16N, 16O, 16P, 16Q, 16R, 16S, 16T, 16U, 16V, 16W, 16X, 16Y, 16Z
- Region 17 (Green):** 17A, 17B, 17C, 17D, 17E, 17F, 17G, 17H, 17I, 17J, 17K, 17L, 17M, 17N, 17O, 17P, 17Q, 17R, 17S, 17T, 17U, 17V, 17W, 17X, 17Y, 17Z
- Region 18 (Blue):** 18A, 18B, 18C, 18D, 18E, 18F, 18G, 18H, 18I, 18J, 18K, 18L, 18M, 18N, 18O, 18P, 18Q, 18R, 18S, 18T, 18U, 18V, 18W, 18X, 18Y, 18Z

122

- 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 padrão 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;
- Coleta de grandes volumes: É uma coleta específica, que visa coletar os resíduos domiciliares volumosos depositados em lotes vagos, é realizada em caminhão basculante, pois não é possível a coleta em compactadores, a coleta é de segunda a sábado, no turno diurno e frequência variada;
- Os Distritos do Município de Uberlândia serão atendidos em frequência de duas vezes por semana:
  - Distrito Martinésia;
  - Distrito Cruzeiro dos Peixotos;
  - Distrito Tapuirama;
  - Distrito Miraporanga.
- Contêineres para coleta convencional:
  - Centro Administrativo (PMU e Câmara) – 04 unidades;
  - Rodoviária (estacionamento) – 04 unidades;

- Mercado Municipal – 03 unidades;
- UFU – Campus Santa Mônica – 04 unidades;
- Cemitérios – 08 unidades.

Os serviços de coleta de resíduos domiciliares 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 os comerciais, industriais e de serviços, que geram em média até 50 quilos de resíduos por dia. Nos distritos e em alguns pontos especiais a coleta é feita uma ou duas vezes por semana de acordo com a programação. A quantidade de veículos é direcionada de acordo com a área ou setor de abrangência (Tabela 21).

**Tabela 21:** Número de veículos de acordo com turnos e dias de coleta.

Turno	Dias	Número de Veículos
Diurno	2 <sup>a</sup> , 4 <sup>a</sup> e 6 <sup>o</sup>	22
Diurno	3 <sup>a</sup> , 5 <sup>a</sup> e sábado	22
Noturno	2 <sup>a</sup> , 4 <sup>a</sup> e 6 <sup>o</sup>	7
Noturno	3 <sup>a</sup> , 5 <sup>a</sup> e sábado	8
Noturno	Diário	9
Diurno	Diário	2
Diurno	Diário – distritos alternados	1

**Fonte:** Banco de Dados Integrados, 2016.

Para a coleta convencional são utilizados caminhões coletores com capacidade mínima de 15 m<sup>3</sup>, e a frota é de 24 veículos coletores mais 5 (cinco) de reserva, totalizando 29 (vinte e nove) caminhões compactadores e 03 (três) basculantes para serviços eventuais.

Estes cinco veículos reservas serão utilizados num sistema de rodízio permanente, para evitar que fiquem parados além do tempo permitido pela manutenção. Os veículos são do tipo coletores compactadores providos de caçamba receptora do tipo fechada, com vedação estanque e caixa coletora de chorume, sistema de carga traseira, compactação hidráulica na taxa de compactação de 5:1, sinalizador traseiro tipo giroflex e sistema hidráulico de levantamento dos contêineres, com carrocerias especiais e tanques, revestidas com material liso e impermeável.

O itinerário da coleta deve iniciar-se tão próximo a saída dos veículos quanto possível, levando em conta:

- Os locais e períodos de tráfego intenso e ruas de mão única;
- Locais de tráfego intenso não podem ser atendidos durante as horas mais movimentadas do dia;



- Ruas com desníveis, devem ter o serviço iniciado próximo à parte mais elevada da mesma rua e vir descendo até a conversão;
- Serviço em ruas sem saída tem que ser considerado como serviço no segmento da rua com que façam esquina, já que somente são atendidas quando se trafega inicialmente nessa rua;
- Para evitar conversões à esquerda ou reduzi-las, a coleta em ruas sem saída se dá quando estas estiverem à direita do veículo, em caso de pistas de mão dupla;
- Sempre que possível o atendimento aos pontos de coleta em ladeiras acentuadas será feito em ambos os lados da rua, enquanto o veículo desce, por razões de facilidade e segurança, velocidade da coleta, carga no veículo e economia de combustível;
- Locais mais altos precisam situar-se no início do trajeto;
- Para coletas feitas em um lado da rua de cada vez, necessita realizar a volta na quadra no sentido horário, minimizando as conversões à esquerda, que geralmente são mais difíceis e consomem mais tempo;
- Dentro do Itinerário, os trechos percorridos em aclives têm que ser coletados logo no início do circuito, onde o peso total do veículo é menor;
- Os trechos em descidas devem ser percorridos preferencialmente nos estágios mais avançados do circuito, quando o caminhão está próximo de completar sua carga;
- O início da coleta a fazer, será o ponto mais próximo à garagem central e seu término o mais próximo ao local de disposição final.

Para transporte de resíduos diversos, em vários locais da cidade conforme ordens de serviços, existem quatro caminhões basculantes em bom estado de conservação, com manutenção e limpezas periódicas, com capacidade de 12m<sup>3</sup>. O local de descarga dos resíduos também será definido por ordem de serviço. Os veículos possuem placas regulamentares, indicações necessárias à identificação da contratada e número do telefone para informações, reclamações ou sugestões. Os caminhões são dotados de dispositivos e equipamentos de segurança e proteção exigidos pela legislação, poderão ser utilizados para apoio em outros serviços conforme solicitação da Divisão de Limpeza Urbana.

Há também, uma pá carregadeira em bom estado de conservação, manutenção e limpeza periódicas, com capacidade de 2,5m<sup>3</sup>, de pneus para remoção de entulhos, terra, galhos, resíduos volumosos em geral conforme ordens de serviço; possuem placas regulamentares, dispositivos de segurança e proteção exigidos pela legislação. Um trator de esteira com capacidade de 09 toneladas para atuar em diversos locais conforme ordens de serviço. O uso do trator é para as

seguintes situações:

- Transbordo de resíduos;
- Espalhamento de resíduos de construção civil;
- Desmatamentos em áreas institucionais conforme licenças ambientais;
- Correção de áreas degradadas;
- Limpeza em áreas de difícil acesso, onde não é possível o uso de pá carregadeira.

A totalidade da frota de veículos e máquinas utilizados nos serviços de coleta convencional de resíduos domiciliares, nas operações do aterro sanitário, e nos serviços de limpeza urbana pertence a empresa de limpeza urbana de Uberlândia. Nos serviços da coleta seletiva e cata-treco os 13 caminhões baú utilizados são alugados de uma cooperativa.

A coleta de animais de pequeno porte é realizada por veículo furgão de empresa contratada, específico para coleta desses animais, e o recolhimento de animais de grande porte é realizado por um caminhão caçamba e uma pá-carregadeira, sobre responsabilidade pública.

A cidade de Uberlândia possui ainda 11 Ecopontos, que são locais cujo objetivo é destinar adequadamente os resíduos da construção civil:

- Classe A: tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento, argamassa, concreto, tubos, etc.;
- Classe B: plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros;
- Classe C: produtos fabricados com gesso, podas de árvores, materiais recicláveis, volumosos: sofás, armários, vaso sanitário, pias, etc.

Os Ecopontos foram criados para recebimento de pequenos volumes definidos em 1m<sup>3</sup> pela Lei 10.280/2009, de Resíduos de Construção Civil (RCC) e volumosos para atender as pequenas reformas, podas e outros utensílios domésticos oriundos das residências e, funcionam como ponto de entrega voluntária. No Quadro 8 encontra-se a relação dos Ecopontos já implantados em Uberlândia.



**Quadro 8:** Ecopontos implantados na cidade de Uberlândia.

<b>Implantação</b>	<b>Bairros</b>	<b>Endereços</b>
Ecoponto 1 19/09/2009	Luizote	R. Wilson Gonçalves de Souza, 10. Esquina com R. Paulo Margonari
Ecoponto 2 28/04/2010	São Jorge	Av. Serra do Mar, 411. Esquina com Av. Serra do Espinhaço
Ecoponto 3 11/11/2010	Santa Rosa	R. Ângela Alkimin, 211. Esquina com R. Elis Regina
Ecoponto 4 01/03/2011	Guarani	R. do Repentista, 350
Ecoponto 5 27/07/2011	Roosevelt	R. Olívia, de Freitas Guimarães, 950
Ecoponto 6 03/03/2012	Daniel Fonseca	Descarga: R. Itabira, 1720 Carga: R. Thomazinho Rezende, 2001
Ecoponto 7 23/04/2012	Morumbi	Rua Mangaba. Esquina com Ingá
Ecoponto 8 27/08/2012	São Lucas	Rua do Cientista, 11
Ecoponto 9 25/10/2012	Tocantins	Rua Bernardete Silva Arantes, 511
Ecoponto 10 20/12/2012	Cruzeiro do Sul	Rua Sudoeste. Esquina com R. Pedro Quirino da Silva
Ecoponto 11 28/11/2013	Segismundo Pereira	R. Prof <sup>o</sup> Mário Godoy. Esquina com Av. Dr. Laerte Vieira Gonçalves

**Fonte:** Banco de Dados Integrados, 2016.

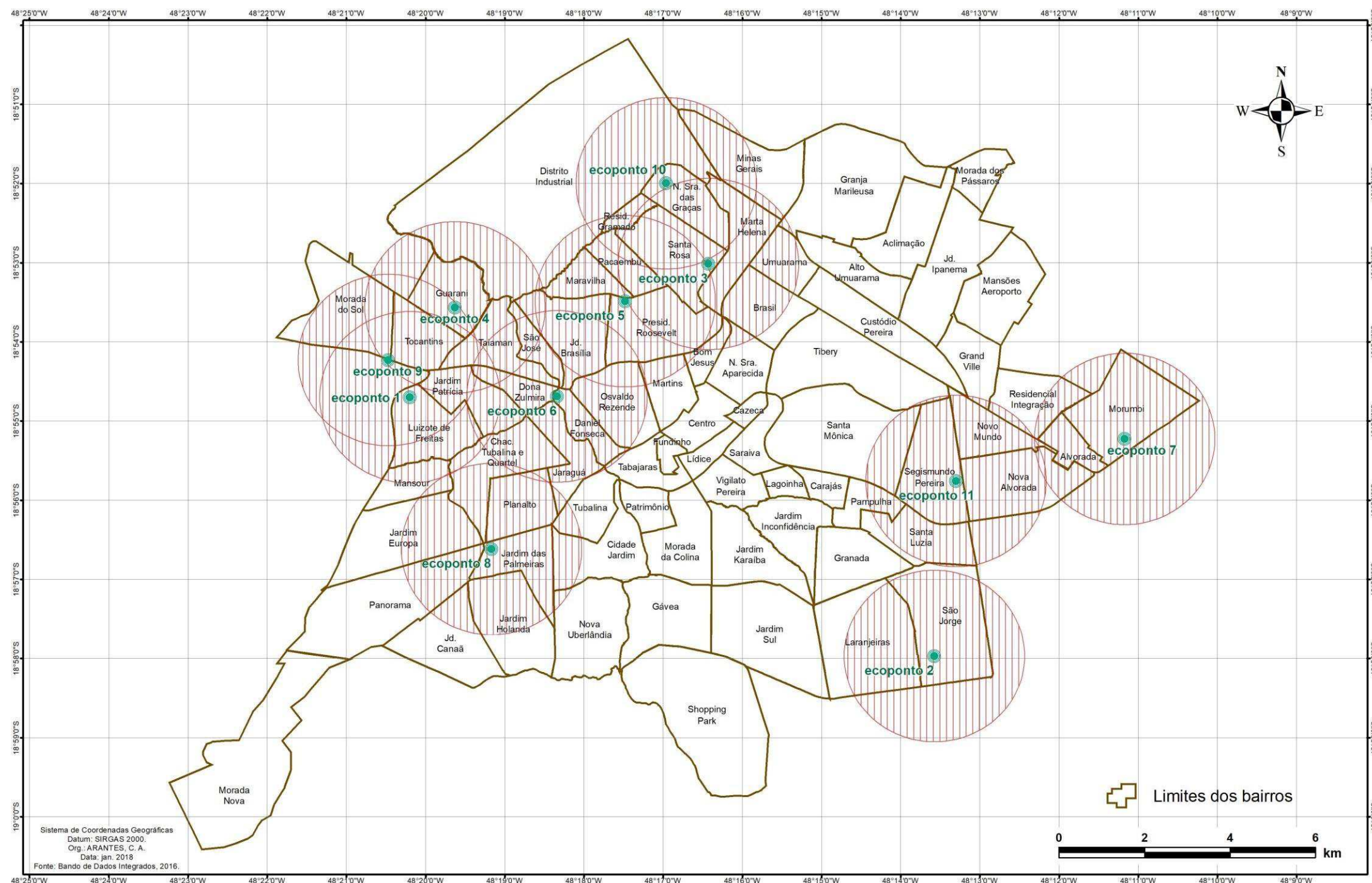
No Mapa 6 pode-se ter uma melhor visualização da distribuição por bairros dos Ecopontos de Uberlândia e no Mapa 7 é possível perceber a área que cada um desses Ecopontos atende dentro da cidade.

**Mapa 6:** Localização dos Ecopontos já implantados em Uberlândia.



**Fonte:** Banco de Dados Integrados, 2016.

Mapa 7: Área atendida pelos Ecopontos instalados em Uberlândia



Fonte: Banco de Dados Integrados, 2016. Modificado para esse estudo.



Analisando o Mapa 7 apresentado é possível notar que uma grande área da cidade, em branco no mapa, desde a região Sul, passando pela Central até a região Norte fica totalmente desprovida de Ecopontos que recebam os resíduos citados acima no texto. Desse modo os moradores, comerciantes, entre outros, dessas áreas, precisam se deslocar a outras regiões para disporem dos resíduos produzidos, o que gera dispêndio de tempo e recursos. Por esse motivo, muitas vezes encontram-se resíduos depositados em locais inapropriados dentro da área urbana de Uberlândia, uma vez que, não há opções de disposição dos mesmos.

A partir dos Ecopontos foi instaurada em seguida a Coleta Seletiva, que é uma das formas que pode ser utilizada para minimizar os impactos ambientais causados pelo desenvolvimento da cidade. Consiste basicamente na separação do lixo na fonte geradora, sendo encaminhados posteriormente para a reciclagem, que transforma os materiais já usados em outros produtos que podem ser comercializados novamente. A separação na fonte evita a contaminação dos materiais reaproveitáveis, aumentando o valor agregado destes e diminuindo os custos de reciclagem.

Para esta estruturação foi utilizado como base a divisão em setores censitários do IBGE, compatibilizando com a setorização da coleta comum. Com isto é possível estimar o número de residentes e domicílios no setor, o total de resíduos gerados e os resíduos recicláveis.

O Programa de Coleta Seletiva em Uberlândia iniciou em janeiro de 2011 nos bairros Santa Mônica e Segismundo Pereira. A escolha dos locais se deu por contar com uma área e população significativa, além de abrigar a Universidade Federal da cidade. Inicialmente contava com quatro caminhões para coletar os materiais recicláveis de cerca de 54 mil habitantes.

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.

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. Todos os custos, como energia elétrica, água, lanche e serviços de segurança dos barracões são mantidos pela prefeitura. A Universidade Federal de Uberlândia por meio da incubadora, presta

apoio técnico nas atividades e disponibiliza equipamentos manuais.

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 de Reciclagem Boa Esperança – ARBE;
- Associação de Recicladores e Catadores Autônomos – ARCA;
- Associação dos Catadores e Recicladores do Bairro Taiaman – ASSOMAN;
- Associação Brasileira de Reciclagem e Coleta Seletiva – ABRCS;
- Cooperativa de Recicladores de Uberlândia – CORU.

Essas associações ou cooperativas executam a coleta do material separado na fonte: nas casas, condomínios e edifícios residências e comerciais, empresas, em dias previamente acordado, e outras trabalham apenas na triagem dos materiais coletados pela prefeitura (GONÇALVES, 2003). Elas são organizadas para o desenvolvimento do trabalho de despoluição das cidades mediante a coleta de materiais recicláveis como alumínio, papelão, plástico e vidro (MAGERA, 2003).

Elas estão diretamente ligadas ao tema economia solidária, que são todas as iniciativas de produção e oferta de bens e serviços, incluindo redes de trocas solidárias, moeda social, comércio justo, empresas de autogestão, cooperativas de crédito e trabalho, entre outros (SINGER, 2004).

Veiga; Rech (2001), afirmam que são entidades sem fins lucrativos, constituídas de pessoas, dirigidas por uma diretoria eleita, cujas funções estão subordinadas à vontade coletiva e democrática de seus associados e cristalizadas nos seus estatutos, aprovados em Assembleia Geral. Este princípio está garantido pela Constituição Federal em seu inciso 5º: “a criação de associações e na forma de lei, a de cooperativas, independente de autorização, sendo vedada a interferência estatal em seu funcionamento”.

Em uma associação, os associados não são propriamente os seus donos. O patrimônio acumulado pela associação, em caso da sua dissolução, deverá ser destinado à outra instituição semelhante conforme determina a lei, e os ganhos eventualmente auferidos pertencem à sociedade e não aos associados que dela não podem dispor, pois os mesmos também de acordo com a lei, deverão ser destinados à atividade-fim da associação.

A organização dos trabalhadores informais em associações representa uma alternativa

às políticas de emprego convencionais e uma busca de práticas que promovam a sustentabilidade ambiental por meio da inclusão social (SINGER, 2000). Dessa forma, as associações integram-se às políticas de desenvolvimento como uma medida que abrange além da questão dos resíduos sólidos, também o problema da desigualdade social e da cidadania, gerando renda para pessoas excluídas do mercado de trabalho formal, devido principalmente à baixa qualificação (POLÔNIO, 1999).

Em abril de 2011 a coleta seletiva foi estendida aos bairros Tibery, Fundinho e Tabajaras. Em agosto do mesmo ano o Bairro Roosevelt integrou o programa, finalizando dezembro com os Bairros Luizote, Dona Zulmira, Mansour, Jardim Patrícia, Centro e diversos outros locais como: Hospital de Clínicas e algumas empresas.

O objetivo do Programa é conscientizar a população da importância de se reduzir, reutilizar e reciclar os resíduos sólidos. Assim pretende-se resolver os problemas de acumulação de lixo nos centros urbanos, e reintegrar os mesmos no ciclo industrial, o que traz vantagens ambientais e econômicas.

Para atingir esse objetivo foi realizada uma campanha informativa junto à população, convencendo-a da importância da separação dos materiais recicláveis, orientando-os como separá-los. No Bairro Santa Mônica e Segismundo Pereira, essa divulgação foi realizada no período de 11/01 a 25/03/2011.

A partir de junho de 2013, a coleta dos materiais recicláveis recolhidos de porta a porta, foi realizada por 9 (nove) caminhões com carroceria tipo baú e comprimento aproximado de 2,60m, adaptados e adesivados (Foto 1) para a coleta de materiais recicláveis com dispositivos sonoros, que servem como alerta a população quanto a passagem do caminhão coletor. Em setembro de 2013, foram colocados rastreadores em todos os caminhões de forma a otimizar, redefinir e fiscalizar as rotas da coleta.

**Foto 1:** Caminhão utilizado para coleta seletiva em Uberlândia.



**Fonte:** Banco de Dados Integrados, 2016.

Cada equipe da coleta seletiva é composta por:

- 1 caminhão carroceria;
- 1 motorista.
- 2 coletores.

Em 2013 a coleta seletiva foi dimensionada (Contrato por horas/trabalhadas) em:

- 8 caminhões carroceria;
- 8 motoristas;
- 16 coletores.

O método utilizado para a coleta seletiva é porta a porta em residências, empresas, escolas ou em containers ou recipientes instalados para tal fim, onde o caminhão percorre ruas dos bairros em dias e horários específicos e, que não coincidem com a coleta convencional. Esses resíduos são entregues nas associações e cooperativas e, posteriormente comercializados e encaminhados para a reciclagem. Na Tabela 22 é possível visualizar alguns números importantes quanto a coleta seletiva na cidade de Uberlândia.

**Tabela 22:** Informações importantes quanto a coleta seletiva de Uberlândia.

<b>Coleta Seletiva</b>	
24 bairros	41% da área urbana atendida
94.279 domicílios	246.509 habitantes atendidos
<b>149 toneladas/mês</b>	

**Fonte:** Banco de Dados Integrados, 2016.

No Quadro 9 encontram-se os 24 bairros atendidos pela coleta seletiva até o momento em Uberlândia.

**Quadro 9:** Bairros atendidos pela coleta seletiva em Uberlândia.

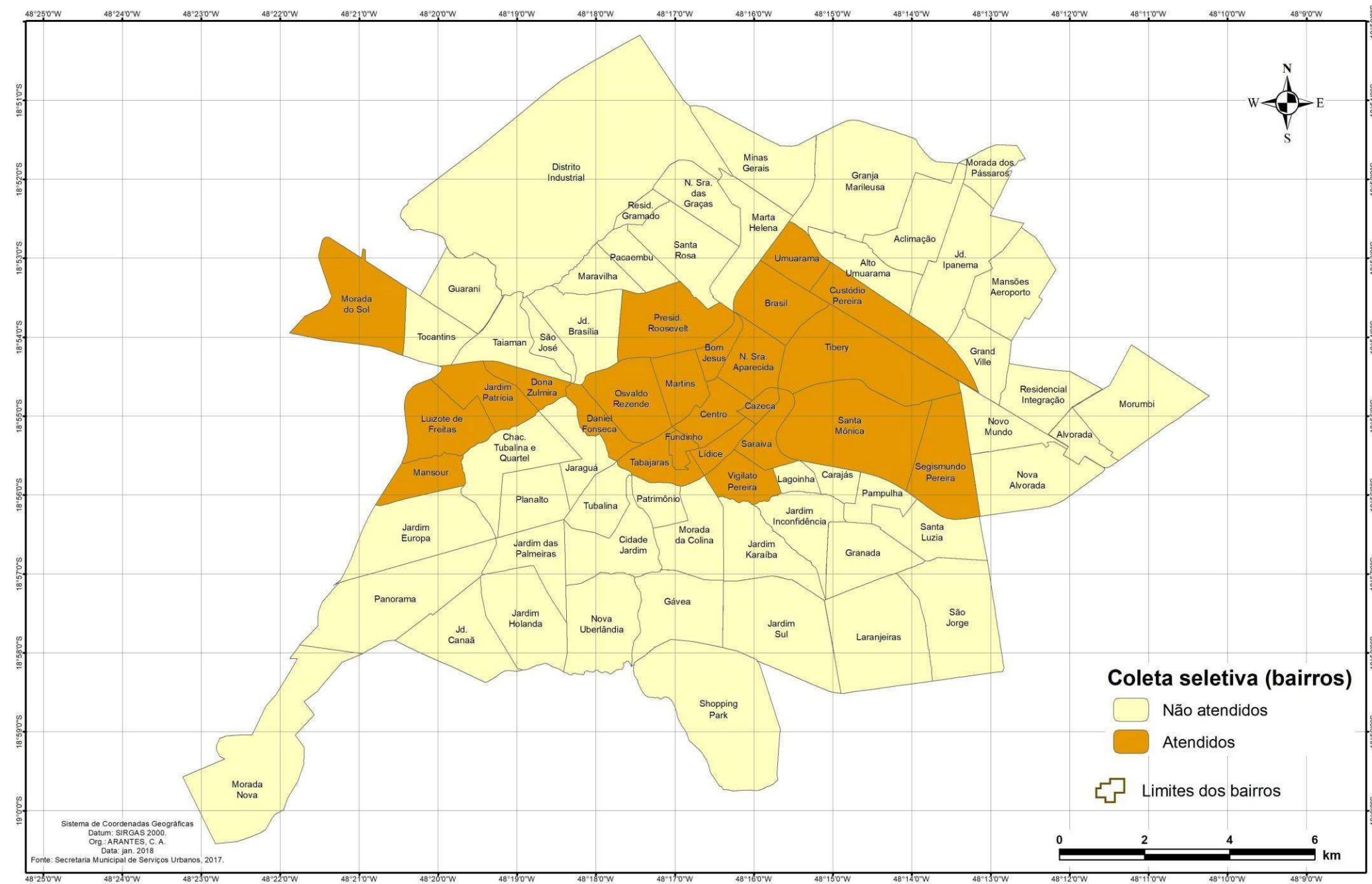
Bom Jesus	Martins
Brasil	Morada do Sol
Cazeca	Nossa Senhora Aparecida
Centro	Osvaldo Rezende
Custódio Pereira	Presidente Roosevelt
Daniel Fonseca	Santa Mônica
Dona Zulmira	Saraiva
Fundinho	Segismundo Pereira
Jardim Patrícia	Tabajaras
Lídice	Tibery
Luizote	Umuarama
Mansour	Vigilato Pereira

**Fonte:** Secretaria Municipal de Serviços Urbanos, 2017.

O Mapa 8 traz a localização dos bairros que são atendidos pela coleta seletiva desde 2011 e o Quadro 10 os dias e turnos de atendimento dos bairros.



**Mapa 8:** Bairros da cidade de Uberlândia atendidos pela coleta seletiva.



**Fonte:** Banco de Dados Integrados, 2016.

**Quadro 10:** Dias e turnos em que os bairros recebem a coleta seletiva.

Bairros	Dia	Turno
Cazeca Dona Zulmira Jardim Patrícia Mansour Luizote de Freitas	Segunda-feira	Diurno*
Centro	Segunda-feira	Noturno*
Daniel Fonseca Lídice Martins Morada do Sol Osvaldo Rezende Santa Mônica Segismundo Pereira	Terça-feira	Diurno
Dona Zulmira Jardim Patrícia Mansour Luizote de Freitas Fundinho Lídice Umuarama	Quarta-feira	Diurno
Centro	Quarta-feira	Noturno
Bom Jesus Custódio Pereira Martins Santa Mônica Segismundo Pereira	Quinta-feira	Diurno
Aparecida Brasil Presidente Roosevelt Saraiva	Sexta-feira	Diurno
Centro	Sexta-feira	Noturno

**Fonte:** Secretaria Municipal de Serviços Urbanos, 2017.

\*Diurno: após as 08:00 horas;

\*Noturno: Após as 18:00 horas.

A Tabela 23 mostra os tipos de materiais e a quantidade de toneladas anual coletadas nos bairros citados acima.

**Tabela 23:** Materiais e quantidades coletados na coleta seletiva em Uberlândia.

Tipo de Material Coletado	Quantidade (ton/ano)
<b>Papel</b>	390.317,960
<b>Papelão</b>	662.870,660
<b>Metal</b>	127.173,380
<b>Vidro</b>	147.971,700
<b>Tetra Pack</b>	34.275,420
<b>Plástico</b>	268.592,240
<b>Total</b>	<b>1.631.201,360</b>

**Fonte:** Secretaria Municipal de Meio Ambiente, 2017.

Calcula-se que 72% do total de resíduos sólidos recicláveis coletados em residências, comércio, hospitais, indústrias, e outros estabelecimentos são comercializados pelas cooperativa e associações de recicladores de Uberlândia, sendo que o restante, 28%, são enviados ao aterro sanitário.

Ressaltando que não existe no PGIRS da cidade de Uberlândia nenhuma consideração realizada sobre coleta seletiva nos diversos produtores de resíduos biodegradáveis. Mesmo concluindo com o texto acima que a coleta seletiva da cidade vem progredindo de forma satisfatória e, que muito provavelmente atingirá todo o perímetro urbano, os resíduos biodegradáveis são excluídos da programação.

#### 4.2.3. Resíduos Sólidos – Quantidade Produzida em Uberlândia

Segundo a concessionária que cuida dos serviços de limpeza urbana da cidade, os resíduos domiciliares são originários de atividades domésticas em residências urbanas; são compostos por resíduos biodegradáveis e resíduos não biodegradáveis. Os resíduos não biodegradáveis 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 - recicláveis. Já os resíduos biodegradáveis são constituídos principalmente por restos oriundos da cozinha, quintais e jardins. Contém partes de alimentos in natura, como folhas, cascas e sementes, restos de alimentos industrializados e outros. Grandes produtores como: escolas, hospitais e condomínios também produzem em sua maioria esses tipos de resíduos citados acima.

De acordo com essa mesma empresa, por dia entram no aterro sanitário 600 toneladas de resíduos sólidos. Esse valor é obtido com base na pesagem realizada na entrada dos caminhões na área do aterro sanitário, uma vez que todo caminhão que chega carregado é pesado, exceto aos domingos, pois não há coleta. Consequentemente tem-se por ano que uma média 216.000,00 toneladas são dispostas na área, conforme Tabela 24.

**Tabela 24:** Total de resíduos que chegam ao aterro sanitário por dia e por ano.

Descrição	Toneladas/dia
Resíduo residencial/comercial	600
Descrição	Toneladas/ano (média)
Domiciliar/comercial	216.000,00
Industrial Classe II	21.926,65
<b>Total</b>	<b>237.926,64</b>

**Fonte:** Concessionária de limpeza urbana de Uberlândia, 2017.

Desde que começou a ser utilizada a opção de aterro sanitário na cidade é realizada uma pesquisa gravimétrica dos resíduos sólidos. A informação obtida pela composição gravimétrica de uma amostra, de uma fração ou de um volume de resíduo coletado disponibilizado dentro de uma seleção heterogênea, demonstra os comportamentos e tendências consumistas de um setor da sociedade. A obtenção destes dados garante uma análise prática e básica para qualquer tomada de decisão no manejo de resíduos sólidos.

A última pesquisa realizada ocorreu nos dias 3 e 4 de abril de 2013 em 10 bairros da cidade, que são escolhidos através da renda média da população e, também se levou em conta os bairros que possuem coleta seletiva. Foram realizadas duas avaliações de resíduos da coleta convencional domiciliar, subtraídos amostras de 110 Kg para especificação dos materiais presentes.

Os resíduos coletados para a pesquisa não foram compactados pelo caminhão, como de costume. Anotou-se o bairro, a rua e a quantidade de residências equivalentes a cada coleta. Em cada amostragem, ao chegarem ao aterro sanitário, os resíduos foram descarregados em um pátio sobre uma lona que protegia o solo. Em seguida, iniciou-se o trabalho de quarteamento, estabelecidos pela norma ABNT NBR 10.006. Nesse método os resíduos são separados em quatro partes iguais, das quais se misturam duas novamente (duas que se encontravam opostas em uma diagonal). A partir desta mistura, outras quatro partes foram separadas novamente e, assim, sucessivamente até que se obteve uma amostra de aproximadamente 100 quilos (Foto 2). Dessa forma foi realizada para as amostras de todos os bairros onde houve coleta.

**Foto 2:** Resíduos quarteados sobre lona de proteção do solo para determinar a composição gravimétrica.



**Fonte:** Cunha, 2013.

Com essa amostra de 100 kg é realizada a separação dos resíduos, geralmente em biodegradáveis, vidro, papel e papelão, metal, rejeito, madeira e poda, têxtil. Por fim, pesa-se cada tipo de material e faz-se os cálculos de porcentagem que cada um representou na amostra coletada.

No Quadro 11 é possível observar a lista de composição dos materiais coletados nos bairros e utilizados para realização da pesquisa.

**Quadro 11:** Lista de materiais coletados e utilizados para determinar a composição gravimétrica.

<b>Material</b>	<b>Composição</b>
Matéria Orgânica	Restos de comida, restos de marmite, cascas de laranja, resíduos de varrição e jardinagem, etc.
Papel e Papelão	Papeis picados, restos de caixas de papelão, caixas de sabão em pó, papelão úmido, etc.
Embalagens longa vida	Caixas de leite e sucos
Plástico filme	Sacolas de supermercado, sacos de lixo, etc. Todos sujos e úmidos.
Plástico rígido	Embalagens de óleo de cozinha, shampoo, detergentes, alimentos, refrigerantes, etc.
Metal	Latas de alimentos
Vidro	Vidros de bebidas e alimentos
Têxtil	Retalho de roupas
Perigosos (pilhas, baterias, lâmpadas, resíduos de serviços de saúde, etc.)	Ausentes
Rejeito	Papel higiênico, papel toalha, fraldas descartáveis, absorventes, etc.
Outros	Ausentes

**Fonte:** Concessionária de limpeza urbana de Uberlândia, 2013.

A Tabela 25 mostra os bairros e a quantidade de cada material coletado nos mesmos.

**Tabela 25:** Quantidade de materiais coletados em cada bairro para pesquisa.

<b>Composição gravimétrica</b>							
<b>Bairros</b>	<b>Matéria Orgânica (%)</b>	<b>Metais (%)</b>	<b>Papel/ Papelão (%)</b>	<b>Plástico (%)</b>	<b>Vidro (%)</b>	<b>Rejeitos (%)</b>	<b>Outros (%)</b>
Santa Mônica	54,5	0,5	14,7	15,7	2,2	10,4	2 (tetra pack)
Segismundo Pereira	62,0	2,0	9,0	13,0	1,0	13,0	0
Tibery	66,5	0,7	8,1	22,1	1,3	1,3	0
Fundinho	61,8	2,1	9,7	17,8	1,3	7,2	0
Tabajaras	58,0	2,0	12,0	16,0	1,0	11,0	0
Roosevelt	54,6	0,2	13,4	13,2	1,2	12,3	5,0
Luizote de Freitas	59,0	2,0	6,0	19,0	1,0	13,0	0
Mansour	57,0	3,0	9,0	13,0	4,0	13,0	1,0
Jardim	66,9	1,0	6,0	18,0	3,0	6,0	0

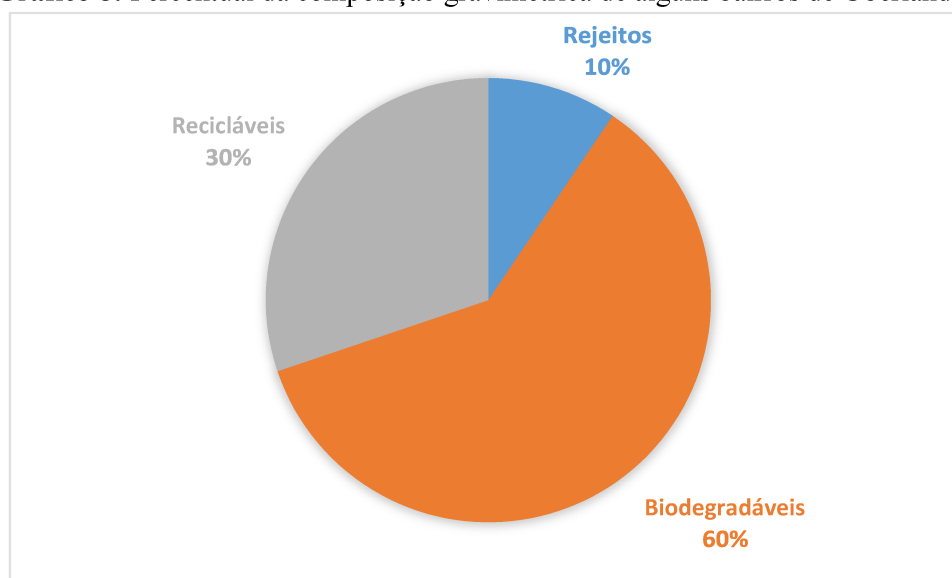


Patrícia							
Centro	64,3	0	17,4	10,9	0	7,2	0,2 (tetra pack)
<b>Total</b>	603,7	13,5	105,3	158,7	16,0	94,4	8,2
<b>Média</b>	60,37	1,35	10,53	15,87	1,6	9,44	0,82

**Fonte:** Concessionária de limpeza urbana de Uberlândia, 2013.

No Gráfico 8 pode-se visualizar de forma mais fácil a composição gravimétrica dos resíduos sólidos produzidos em Uberlândia.

**Gráfico 8:** Percentual da composição gravimétrica de alguns bairros de Uberlândia.



**Fonte:** Concessionária de limpeza urbana de Uberlândia, 2013.

Como já foi mencionado no Capítulo 2, no Brasil, segundo o Plano Nacional de Resíduos Sólidos, 51,4% dos resíduos produzidos são biodegradáveis. Em Uberlândia, de acordo com a composição gravimétrica, esse índice é ainda maior, chegando a 60,37%, ou seja, um número relevantemente maior que os demais resíduos produzidos, uma vez que o segundo colocado – plástico – somente chega a 15,87%.

Pode-se deduzir então que das 600 toneladas de resíduos que entram no aterro sanitário por dia, 362,22 toneladas são de resíduos biodegradáveis. E das 216.000,00 toneladas por ano que são aterradas 130399,20 toneladas são biodegradáveis. O que deixa a seguinte questão: por que esses resíduos ainda não possuem um outro tipo de destinação? Pois toneladas de materiais estão sendo perdidas no aterramento, enquanto poderiam voltar ao ciclo produtivo. A cidade perde, em termos econômicos, recursos que poderia estar recebendo com o reaproveitamento

do resíduo biodegradável, recursos, os quais, poderiam ser utilizados para manter e melhorar usinas de compostagem, por exemplo.

Em 2013 foi desenvolvido o Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PGIRS) da cidade de Uberlândia, para cumprimento da Lei nº 12.305 – Política Nacional de Resíduos Sólidos. O PGIRS tem como objetivo principal minimizar os impactos dos resíduos sólidos de forma estratégica e universal com todos os meios de geração. Além disso, 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.

Os objetivos específicos são (PLANO DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS sólidos, 2013, pág. 2):

#### 1.2. Objetivos específicos

- Atender a Lei 12.305, de 02 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos;
- Informar sobre o desenvolvimento social, econômico, demográfico e as características territoriais do Município de Uberlândia;
- Apresentar os diagnósticos dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos do município;
- Levantar dados da situação dos resíduos sólidos 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 resíduos sólidos 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.

Se o Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Uberlândia for analisado, mesmo que somente seu sumário, ficará claro que não existem serviços especializados ou distintos para os resíduos biodegradáveis gerados nos domicílios, comércio, escolas, hospitais, condomínios fechados, entre outros.

Avaliando o PGIRS encontram-se destinações para os seguintes resíduos,

- Resíduos Sólidos Domiciliares – Óleo vegetal;
- Resíduos Sólidos Gerados na Coleta Seletiva;
- Resíduos Sólidos Gerados da Limpeza Pública:
  - Resíduos Sólidos da coleta de Animais Mortos: Em média dos últimos anos, cerca de 200 toneladas de animais mortos foram encaminhadas ao Aterro Sanitário;

- Resíduos Sólidos Gerados na Construção Civil;
- Resíduos Sólidos coletados nos Ecopontos;
- Resíduos Sólidos da Construção Civil dos Grandes Geradores;
- Resíduos Sólidos da Massa Verde Urbana: Os serviços de conservação e limpeza de áreas verdes geram um grande volume de aparas, galhos e troncos, porém no processo de recolhimento ocorrem misturas com outros resíduos de limpeza. No final, o que é transportado é descaracterizado e encaminhado ao pátio de volumosos no aterro sanitário. Para o serviço de remoção de árvores a secretaria municipal do meio ambiente, possui uma equipe do Horto municipal que administra o corte, transporte e a destinação;
- Resíduos Sólidos Gerados nos Parques Municipais: São gerados 1.200 Kg de resíduos biodegradáveis por dia nos parques de Uberlândia e, seu destino final é o aterro sanitário;
- Resíduos Sólidos dos Serviços da Saúde;
- Resíduos Sólidos sujeitos à Logística Reversa: Segundo o Ministério do Meio Ambiente, em 5 de maio de 2011 foram criados cinco Grupos de Trabalho Temáticos – GTTs, para definir a forma de implantação dos sistemas de logística reversa das seguintes cadeias produtivas: embalagens plásticas de óleos lubrificantes; de lâmpadas fluorescentes de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista; e de embalagens em geral, eletroeletrônicos e medicamentos;
- Pneus inservíveis;
- Lâmpadas;
- Pilhas e baterias;
- Eletroeletrônicos;
- Resíduos Sólidos Gerado no Saneamento Básico: Em 2011 o volume total de esgoto tratado pelo DMAE foi de aproximadamente 39.590.090 m<sup>3</sup>, com média mensal de 3.299.170 m<sup>3</sup>. Gerando em todo o processo de tratamento (preliminar, primário, secundário, terciário) das ETEs em um volume de 8.114,96 toneladas e as ETAs em volume de 3.650,00 toneladas. Em 2012 foram encaminhados para o Aterro Sanitário 8.399,50 toneladas de resíduos das ETEs;
- Resíduos Sólidos Cemiteriais: Alguns resíduos produzidos em cemitérios, como: resíduos das jardinagens, varrição e limpeza, que são considerados biodegradáveis, também são enviados ao aterro sanitário, juntamente com os demais tipos;



- Resíduos Sólidos Industriais;
- Resíduos Sólidos Agrossilvopastoris Inorgânicos;
- Resíduos Sólidos Agrossilvopastoris Orgânicos: No campo a prática, sob os pontos de vistas ambiental, social e econômico, percebe-se que o Município, na sua maioria, acaba gerenciando seus resíduos sólidos de forma tecnicamente inadequada, não observando princípios básicos, tais como: a prevenção; o aproveitamento; a reciclagem e outras formas de valorização dos resíduos, como a compostagem, além de não oferecer uma destinação final adequada para os mesmos.

Analisando as informações acima é possível dizer que não há para nenhum resíduo biodegradável uma destinação diferente do aterro sanitário. Todos são enviados para o mesmo, juntamente com os demais tipos de rejeitos produzidos, em outras palavras, não há uma separação ou algum modo de reaproveitamento desses resíduos, todos são perdidos durante o aterramento. Nem mesmo nos resíduos sólidos sujeitos a logística reversa, aparecem os biodegradáveis, o que é digno reflexão, pois como já foi mencionado no texto, estes resíduos representam a maior parte da geração em Uberlândia e seu reaproveitamento poderia trazer novos recursos a administração pública.

No tópico sobre Carências e Deficiências na gestão de resíduos em Uberlândia, foram apontadas algumas sugestões na audiência pública, que ocorreu na sede da Prefeitura Municipal. Algumas delas propunham soluções para os resíduos biodegradáveis, mostrando que a população se preocupa não somente com uma destinação correta, mas com reaproveitamento desses resíduos. Dentre elas estão:

- Capacitar pessoas que são gestoras de grandes condomínios e proprietários de grandes restaurantes, a fim de evitar que os resíduos biodegradáveis sejam misturados, podendo o mesmo seguir para a reciclagem;
- Estimular a compostagem doméstica mediante incentivos adotados de recursos financeiros e tecnológicos disponíveis para a população, conscientizando do problema e envolvendo-a para a responsabilidade, em busca do equilíbrio de composto orgânico no ciclo;
- Reativar a compostagem que existia antigamente em execução no aterro sanitário;
- Montar usinas público-privadas para as devidas reciclagens, tais como: resíduos da construção civil, compostagem orgânica, coleta seletiva por bairro.

Algumas iniciativas que já estão sendo desenvolvidas com relação aos resíduos sólidos produzidos na cidade, também são apontadas no PGIRS. A primeira delas é novo modelo de

gestão participativa, integrando sociedade e administração. Outra iniciativa citada vem da Secretaria Municipal de Meio Ambiente, que iniciou o planejamento estratégico denominado “Uberlândia 2050”, que contempla ações de mudanças de hábitos, incentivos e valorização do meio ambiente e, a Secretaria Municipal de Educação através de parcerias e convênios tem realizado diversas atividades junto à comunidade escolar, englobando os diversos agentes ali presentes com foco na necessidade da conscientização com relação ao consumo, reutilização, reaproveitamento, reciclagem e destinação adequada dos resíduos produzidos no ambiente escolar. Além disso, deve-se ressaltar a constante mobilização dos educadores para o desenvolvimento de atividades com o objetivo de levar o aluno a perceber a necessidade do cuidado com o meio ambiente. Objetivando melhorias prevê-se capacitações, palestras, cursos e concursos, além da implantação efetiva da coleta seletiva dentro de cada escola, para que se tornem ferramentas, que nos próximos anos oportunizem não só o desenvolvimento do conhecimento contínuo, como também resultem em cidadãos conscientes, sensíveis e ativos em relação ao meio que os cercam.

Em relação as diretrizes traçadas pelo PGIRS, em algumas delas aparecem os resíduos biodegradáveis, com possíveis soluções para seu reaproveitamento:

- As prioridades da gestão integrada de resíduos sólidos: recuperação incluindo a valorização energética e Compostagem;
- Estratégias de implementação e redes de áreas de manejo local ou regional: promover unidades de compostagem e biodigestão de resíduos biodegradáveis nas áreas urbanas e rurais.

Já dentro de metas quantitativas, ações e prazos, foram apresentadas as diretrizes específicas para atendimento ao novo sistema de gestão dos resíduos sólidos em Uberlândia. Definindo 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. Dentro dessas metas também aparecem soluções para a destinação dos resíduos biodegradáveis:

- Diretriz 02: Aperfeiçoar o sistema de controle do PGIRS para os estabelecimentos urbanos (grandes geradores) para admissão da destinação de seus próprios resíduos, e promover a compostagem dos resíduos úmidos nos distritos e áreas rurais, para a redução do volume de resíduos na coleta convencional. 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;
- Planejar novas infraestruturas municipais de ecopontos, galpões de triagem da coleta seletiva, unidades de compostagem, usinas de reciclagem de resíduos da construção civil, unidade de triagem e reciclagem de resíduos volumosos e especiais – Curto prazo (1 a 4 ano);
- Resíduos Sólidos Urbanos – Compostagem: Uberlândia não promove a Compostagem dos resíduos úmidos domiciliares ou resíduos rurais. Atualmente não possui programa de incentivo ou projeto de tratamento. Em 2016 o aterro sanitário recebeu 341,80 toneladas por dia de resíduos biodegradáveis. E 123.051,20 toneladas por ano.
- Metas:
  - Curto Prazo (1 a 4 anos):
    - ✓ Licenciamento de Unidades de Compostagem no município de Uberlândia;
    - ✓ Buscar recursos da união para implantação do projeto de compostagem dos resíduos úmidos domiciliares;
    - ✓ Implantar um sistema integrado de Compostagem para os resíduos domiciliares biodegradáveis dos grandes geradores da área urbana;
    - ✓ Promover convênios e parcerias para manutenção, gerenciamento, monitoramento e distribuição;
    - ✓ Promover a Compostagem dos resíduos úmidos da área rural, em suas propriedades;
    - ✓ Aperfeiçoar a limpeza pública no processo de podas e capinas para uma segregação adequada para a inclusão dos resíduos verdes na Compostagem;
    - ✓ Promover programas e projetos com os grandes geradores de resíduos biodegradáveis na segregação e destinação adequada para a Compostagem;

- ✓ Implantação de um pátio com equipamentos para triagem, revolvimento, peneiramento e distribuição dos compostos. Com uma equipe efetiva e permanente de operadores e monitores de processo;
- ✓ Programar a coleta containerizada de resíduos biodegradáveis nas feiras livres, CEASA e Parques.

- Médio Prazo (4 a 8 anos):

- ✓ Ampliar em 50% o processo de recepção e produção de Compostagem;
- ✓ Investir na tecnologia dos Biossólidos oriundos da ETE para Compostagem;
- ✓ Estudar e avaliar a instalação de processos, insumos ou equipamentos que visem adotar o procedimento das linhas de Compostagem acelerada;
- ✓ Programar a coleta containerizada domiciliar de resíduos biodegradáveis nos condomínios horizontais e verticais.

- Longo Prazo (8 a 20 anos):

- ✓ Ampliar em 100% o processo de recepção e produção de Compostagem;
- ✓ Ampliar o programa da coleta containerizada domiciliar de resíduos biodegradáveis nos bairros de maior geração.

As ações descritas no PGIRS para que essas metas e prazos sejam cumpridos são as seguintes:

- Promover o conhecimento da Compostagem em todos os programas da Educação Ambiental do Município;
- Promover a técnica de Compostagem em instituições de ensino fundamental e médio;
- Programar nas instituições de ensino fundamental o projeto de Compostagem dos resíduos biodegradáveis gerados nas cozinhas e refeitórios, para as suas próprias Hortaliças;
- Fomentar Kits de Compostagem domiciliares para condomínios e distritos do município;
- Efetivar as parcerias técnicas com a Universidade Federal de Uberlândia, por intermédio de convênios nos programas de Educação Ambiental e estágios nas unidades de compostagem;

- Promover programas de crédito junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento para os resíduos biodegradáveis de granjas de aves, suínos e bovinos para a biodigestão na geração de energia e fertilizantes.

Outra diretriz traçada no plano foi: Programa de Compostagem de Resíduos Orgânicos – PGIRO, tendo como objetivo e meta - Reduzir a quantidade média per capita de resíduos biodegradáveis destinados ao aterro sanitário em no mínimo 10%, até o ano de 2015, e promover a utilização racional destes resíduos e a sustentabilidade ambiental.

Para tanto seriam desenvolvidos os seguintes projetos e ações:

- Implantar e/ou ampliar as instalações básicas para o processamento da compostagem junto ao aterro sanitário e estruturar as equipes de trabalho de forma gradativa, conforme o aumento dos resíduos destinados à compostagem;
- Promover a conscientização e incentivar os feirantes e gestores de outras atividades geradoras a segregar os resíduos biodegradáveis dos demais resíduos descartados e a destiná-los adequadamente para a compostagem;
- Utilizar o adubo composto nos parques e jardins públicos, promover e incentivar os produtores rurais a utilizá-lo nas culturas apropriadas;
- Implantar projetos que visem aprimorar a tecnologia de Compostagem a nível municipal.

Observando as diretrizes e prazos citados acima, pode-se afirmar que as ações que seriam realizadas em curto prazo não foram cumpridas, pois já se passaram 4 (quatro) anos que o PGIRS foi elaborado e ainda não se vê nenhuma dessas ações concretizadas, inclusive a diminuição de 10% dos resíduos biodegradáveis, que deveria ter ocorrido até o ano de 2015. A implantação das usinas de compostagem nos meios rurais e urbanos e o investimento nessa área também não ocorreram, o que foi confirmado na entrevista com a responsável pela Divisão de Limpeza Urbana de Uberlândia. Segundo ela os recursos disponíveis no município estão escassos, devido a atual situação do país: “cada vez temos menos recursos disponíveis e precisamos priorizar certas áreas, como saúde e educação, mas nossa intenção é cumprir tudo que foi proposto, mesmo que não seja no prazo estipulado”.

A administração pública deveria obter alternativas para incluir novamente os resíduos biodegradáveis no ciclo produtivo, promovendo sua logística reversa. Dessa forma, ele se tornando novamente um produto que possa ser comercializado e gere lucro, criaria possibilidades diversas para o uso da verba gerada, a qual poderia ser utilizada para uma melhor gestão dos resíduos sólidos na cidade. Mas para tanto é necessário que sejam pesquisadas

alternativas, principalmente no início, que não gerem tantos gastos e consigam arrecadar um fundo de caixa, que pode ser utilizado para montar as estruturas necessárias para realizar os processos de reaproveitamento desses resíduos.

No capítulo a seguir serão apresentadas as respostas obtidas nas entrevistas realizadas e, algumas alternativas de disposição e destinação e seus custos, para que se consiga chegar na alternativa mais viável economicamente para gestão dos resíduos biodegradáveis da cidade. Através do custo de oportunidade, será apresentado também tudo o que a cidade está deixando de ganhar optando por uma opção ao invés de outra.

## **CAPÍTULO 5 - RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **OPÇÕES ECONOMICAMENTE VIÁVEIS PARA DESTINAR OS RESÍDUOS BIODEGRADÁVEIS EM UBERLÂNDIA – ATERRO SANITÁRIO E COMPOSTAGEM**

Depois de apresentadas todas as informações referentes à produção de resíduos e sua gestão e gerenciamento em Uberlândia, serão disponibilizadas todas as opções de destinação para os resíduos biodegradáveis que podem ser utilizadas na cidade em questão. Para tanto foram analisados todos os custos de cada uma delas e realizada uma comparação para aferir qual delas é a mais viável economicamente.

#### **5.1. Iniciativas de Destinação e Legislação Para Resíduos Biodegradáveis no Brasil e no Mundo**

Em se tratando de outros países, alguns possuem legislações sérias e, já empregadas a vários anos, para melhor destinar os resíduos biodegradáveis. A seguir são apresentados alguns desses países.

##### **✓ Canadá**

A compostagem de resíduos orgânicos é obrigatória para cidades com mais de 50.000 habitantes e em algumas províncias foi banido o recebimento de resíduos orgânicos nos locais de disposição final de resíduos (JURAS, 2005).

##### **✓ Estados Unidos da América**

Esse país utiliza instrumentos econômicos em sua política de gestão ambiental. As cidades de Washington e Seattle operam, atualmente, um sistema de cobrança variável, onde cada morador deve pagar determinada quantia por contêiner de lixo recolhido (um contêiner de 135 litros coletado uma vez por semana custa U\$ 13.75; cada contêiner adicional custa U\$ 9,00. Quando o número de contêineres usados mensalmente é reduzido, os residentes são premiados com a diminuição do preço do serviço de coleta e disposição de resíduos. Com a implantação desse sistema, a cidade de Seattle conseguiu, em pouco mais de um ano, reduzir em 30% a coleta mensal dos resíduos sólidos (BERNSTEIN, 1991; OPSCHDOR; LCHMANN; VOS, 1994).



A Agência Americana de Proteção Ambiental lançou em 2011 o desafio intitulado *Food Recovery Challenge*. O desafio tinha três pilares principais: prevenção, doação e compostagem. Ou seja, os participantes deveriam reduzir a quantidade de alimentos desperdiçados, doar mais alimentos sempre que possível e, quando os restos alimentares não pudessem ser evitados, deveriam realizar a sua compostagem. Diversos empreendimentos participaram do desafio: hotéis, universidades, mercados e estádios esportivos.

Em Nova York o programa de compostagem atende hoje 100 mil residências. Os resíduos biodegradáveis dessas residências são separados e encaminhados para “fazendas de compostagem”. Em 2015 o programa se propôs a adicionar mais 33.000 residências.

Atualmente existem 3.285 centros de compostagem nos Estados Unidos. Juntos, eles tratam 19,4 milhões de toneladas por ano. Isso representa apenas 7,8% do resíduo biodegradável gerado. O Estado americano com melhor percentual é Iowa com 47,0%, seguido por Rhode Island com 14,0% e Washington com 13,7%.

Do total de centros de compostagem mapeados, 71% realizam unicamente a compostagem de restos de jardim. A compostagem de restos de comida está mais atrasada, mas cresceu consideravelmente nos últimos dez anos. Hoje mais de 180 comunidades realizam a coleta seletiva de restos de alimentos para compostagem. Uma década atrás, eram menos de dez.

Poucos Estados têm grandes projetos de incentivo à compostagem (apenas 14 de 39 Estados.) Porém, cada vez mais Estados limitam ou proíbem a disposição de restos de jardinagem e até restos de comida nos aterros ou incineradores.

#### ✓ Japão

Sem dúvida, o Japão é um dos países líderes do mundo em relação a tecnologias e práticas de gestão de resíduos, pois compreendeu muito cedo que a gestão correta é eficiente e bem-sucedida apenas quando apoiada pelo arcabouço legal apropriado. O país adota uma abordagem pró-ativa na gestão de resíduos, em particular, as cidades japonesas e as autoridades provinciais têm focado na redução dos resíduos sólidos encaminhados aos aterros, o que é obviamente uma resposta à falta de espaço acessível disponível, à crescente produção de resíduos e aos limitados recursos naturais. Como consequência, o país começou a andar em direção ao fortalecimento da Política dos 3Rs (reduzir, reutilizar e reciclar), encarando os resíduos não apenas como algo a se descartar e, sim, como um recurso valioso (JURAS, 2005).

✓ União Europeia

Com relação aos resíduos biodegradáveis, a União Europeia os define como: resíduos de jardins e parques, resíduos alimentares e de cozinha das habitações, dos restaurantes, das unidades de transformação de alimentos. Estima-se que a quantidade total de resíduos biodegradáveis gerada esteja na ordem de 30 a 40% do total geral. As opções de gestão desses resíduos incluem, para além da prevenção na fonte:

- Coleta seletiva: os seus benefícios podem incluir o desvio dos resíduos facilmente biodegradáveis dos aterros e a geração de uma fração orgânica mais limpa, que permite produzir composto de elevada qualidade e que facilita a produção de biogás. É apoiada em determinados Estados-Membros (Áustria, Países Baixos, Alemanha, Suécia e regiões da Bélgica (Flandres), Espanha (Catalunha) e Itália (Regiões do Norte));
- Disposição em aterro: é a pior opção, de acordo com a hierarquia dos resíduos e, para receber os resíduos biodegradáveis devem ser construídos, de acordo com a Diretiva de Disposição em Aterro da União Europeia: barreiras impermeáveis, equipamentos de captação de metano a fim de prevenir os danos ambientais decorrentes da geração de metano e de efluentes;
- Incineração: os resíduos biodegradáveis são geralmente incinerados como parte dos resíduos sólidos urbanos, mas tendo em conta que os mesmos reduzem o nível de eficiência da incineração, é aconselhável que não se dê esse destino a eles;
- Tratamento biológico (compostagem e a digestão anaeróbica): pode ser classificado como reciclagem, pois o composto é utilizado na terra ou para a produção de suportes de cultura. A compostagem é a opção de tratamento biológico mais comum, sendo que existem cerca de 6000 instalações no total. Os produtos da compostagem são utilizados na agricultura, em arranjos paisagísticos, na produção de suporte de cultura e solos artificiais;
- Tratamento mecânico-biológico (*Mechanical-biological treatment - MBT*): abrange técnicas que combinam o tratamento biológico com o tratamento mecânico (triagem). Tem sido utilizado em toda União Europeia nos últimos 10 anos como um pré-tratamento destinado a satisfazer os critérios de aceitação da disposição em aterro. Contudo, o MBT com digestão anaeróbia gera biogás, pelo que pode também ser um processo de valorização energética. Em 2005, havia 80 grandes instalações com uma capacidade combinada de mais de 8,5 milhões de toneladas, principalmente na Alemanha, Espanha e Itália. O MBT é um processo que funciona de forma extramente

satisfatória nesses países, pois a produção de resíduos biodegradáveis deles é consideravelmente menor que a do Brasil. O processo então reduz o volume desses resíduos produzidos, ocupando uma área menor e, os deixam dentro das normas para enviar ao aterro sanitário. No Brasil, por ser uma produção bem elevada, não seria viável, pois são muitas toneladas de resíduos biodegradáveis desperdiçados que seriam enviadas ao aterro, do mesmo modo como é realizado hoje e que deixariam de ser incorporados novamente a cadeia produtiva pela logística reversa.

É válido ressaltar alguns trechos de diretivas que tratam de resíduos biodegradáveis. A primeira delas, Diretiva 2008/98/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 19 de novembro de 2008:

Artigo 22º

Bio-resíduos

Os Estados-Membros tomam medidas, se for o caso, nos termos dos artigos 4º e 13º, incentivam:

- a) A coleta seletiva de bio-resíduo, tendo em vista a sua compostagem e digestão anaeróbia;
- b) O tratamento dos bio-resíduos em moldes que satisfaçam um elevado nível de proteção do ambiente;
- c) A utilização de materiais ambientalmente seguros produzidos a partir de bio-resíduos.

A Comissão procede a uma avaliação da gestão dos bio-resíduos tendo em vista a apresentação de uma proposta, se adequado. A avaliação examina a oportunidade do estabelecimento de requisitos mínimos para a gestão dos bio-resíduos e de critérios de qualidade para a sua compostagem e digestão anaeróbia, a fim de garantir um nível elevado de proteção da saúde humana e do ambiente (UNIÃO EUROPEIA, 2008).

A Diretiva 1999/31/CE do Conselho de 26 de abril de 1999, relativa a deposição de resíduos em aterros, estabelece:

(16) Considerando que deverão ser tomadas medidas para reduzir a produção de gás metano proveniente dos aterros, nomeadamente para diminuir o aquecimento global por meio da redução da deposição de resíduos biodegradáveis em aterro e de disposições que estabeleçam o controle dos gases nos aterros;

(17) Considerando que as medidas adotadas para reduzir a deposição de resíduos biodegradáveis em aterro deverão igualmente destinar-se a promover a recolha separada de resíduos biodegradáveis em aterro, a triagem de modo geral, a valorização e reciclagem;

Artigo 5º

Resíduos e tratamentos não admissíveis em aterro:

1. No prazo máximo de dois anos a contar da data prevista no nº 1 do artigo 18º, os Estados-Membros definirão uma estratégia nacional para a redução dos resíduos biodegradáveis destinados aos aterros e notificarão a Comissão dessa estratégia. Essa estratégia deverá incluir medidas destinadas a alcançar os objetivos estabelecidos no nº 2, através, designadamente, de reciclagem, compostagem, produção de biogás ou valorização de materiais/energia.

2. Essa estratégia deverá assegurar o seguinte: no prazo máximo de 15 anos da data prevista, os resíduos biodegradáveis destinados a aterros devem

ser reduzidos para 35% da quantidade total de resíduos urbanos biodegradáveis produzidos.

Essa diretiva ainda estabelece que para receber resíduos biodegradáveis em aterros, os mesmo devem passar anteriormente por um tratamento que permita estabilizar suas características nocivas ao meio ambiente, através do MBT.

#### ✓ Alemanha

A Alemanha é pioneira na adoção de medidas destinadas a equacionar a questão dos resíduos sólidos. De uma política que previa a coleta dos resíduos gerados e a valorização ou a simples deposição destes resíduos, passou-se a aplicar, essencialmente, os princípios de evitar e valorizar os resíduos antes da eliminação. Os objetivos dessa nova política de resíduos foram estabelecidos por meio da Lei de Minimização de Resíduos, de 1986. Com base nessa lei, vários regulamentos foram editados, entre os quais podem citar-se o de Óleos Usados de 1987, o de Solventes de 1989, e o de Minimização de Vasilhames e Embalagens de 1991 (JURAS, 2005).

Conforme a legislação alemã, primordialmente, deve-se evitar a geração de resíduos; os resíduos não evitáveis devem ser valorizados, na forma de recuperação material (reciclagem) ou valorização energética (produção de energia); os resíduos não valorizáveis devem ser eliminados de forma ambientalmente compatível (JURAS, 2005).

Segundo Sasse (2001), a política de gestão de resíduos na Alemanha possui alguns pontos peculiares. Entre eles:

- Padronização de vasilhame: essa padronização de vasilhames nas residências da Alemanha auxilia na política de reciclagem dos resíduos. Cada resíduo possui um vasilhame de cor diferente, auxiliando a separação na fonte pelas pessoas, são eles: vidro, papel, resíduos biodegradáveis, resíduo especial e embalagens. O restante vai para a lata de lixo normal. No entanto, não resta quase nenhum tipo de despejo. Por esse sistema, o custo do resíduo residencial cai para 70% a 80%. Mais de 90% da população alemã participa dessa coleta, demonstrando que o sistema foi bem aceito. A introdução dos vasilhames padronizados, além das vantagens estéticas e higiênicas, facilita a coleta e possibilita a cobrança de tarifas, tomando o volume de resíduos gerado como parâmetro;

- Tarifas de resíduos: segundo o código atual de limpeza urbana de Berlim, o volume mínimo do vasilhame utilizado é de 30 litros por semana. A tarifa individual do usuário depende menos da quantidade de lixo que ele produz e mais do tamanho do vasilhame que ele utiliza. Em grandes condomínios e edifícios faz-se o uso de contêineres maiores (coletivos). Os custos neste caso são distribuídos entre os moradores. Um vasilhame de resíduos de 240 litros, suficiente para um conjunto de seis residências com coleta semanal, custa por ano, aproximadamente U\$ 335.

Em relação aos resíduos biodegradáveis é importante destacar que na instrução técnica sobre resíduos residenciais de 1993, ficou estabelecido que a partir de 2005 não fosse mais permitida a disposição de resíduos biodegradáveis e lodo orgânico não tratado em aterros. Essa exigência levou na prática, a partir dessa data, ao fim do aterro sanitário como era concebido.

No tratamento exigido deve ser produzido um resíduo com teor orgânico bem baixo. O limite estabelecido é de 3%, determinado como carbono orgânico total ou, alternativamente, de 5%, determinado como perda de ignição. Isso é o limite máximo para resíduos a serem enviados para o aterro de Classe II (resíduos-sólidos não perigosos).

A compostagem de resíduos biodegradáveis é vista como um caminho viável, e em certas cidades, como Berlim, ou alguns bairros há coleta especial dos mesmos. De modo geral, a compostagem funciona melhor em sistemas descentralizados. A compostagem no próprio quintal é superior a qualquer outra forma, e serve bem ao aproveitamento de resíduos biodegradáveis domésticos, produzindo adubo de boa qualidade.

Estudando agora casos brasileiros, já existem algumas iniciativas bem-sucedidas de destinação para os resíduos biodegradáveis, alguma serão citadas a seguir.

#### ✓ Curitiba

Com 1,8 milhão de habitantes, segundo a projeção do Instituto Brasileiro de Geografia Estatística (IBGE) para 2015, Curitiba produz 41 mil toneladas de resíduo biodegradável por mês. De acordo com a prefeitura, é 1,64 mil toneladas diárias de resíduos, nos 25 dias de coleta.

Técnicas que contribuam na redução de resíduos podem ser alternativas para o combate desta adversidade da sociedade atual, que mais gasta, mais consome e, conseqüentemente, mais gera lixo. A compostagem e a vermicompostagem – feita com minhocas – são exemplos de que é possível transformar o resíduo biodegradável em algo positivo, como o adubo. O engenheiro agrônomo, responsável pela Unidade de Agricultura Urbana da Prefeitura de Curitiba, passou a ministrar um curso de compostagem para participantes das hortas comunitárias da capital paranaense. Atualmente, Curitiba tem 20 hortas comunitárias. A ideia é que, até o fim do ano, todas as hortas tenham passado

pela capacitação. A iniciativa faz parte do projeto "Lavoura", da Secretaria Municipal do Abastecimento, que apoia o aproveitamento organizado de espaços urbanos públicos e/ou privados e pequenas propriedades particulares remanescentes da agricultura familiar da cidade, para o cultivo de hortas comunitárias e lavouras.

Outro projeto voltado para a transformação do resíduo biodegradável vai atuar no programa "Nosso Quintal", também da Secretaria Municipal do Abastecimento, que incentiva o cultivo de hortas em pequenos espaços, como os quintais das casas, terrenos de escolas, creches e outras entidades ou organizações do município.

✓ São José do Rio Preto

Em municípios com população acima de 400.000 habitantes, uma das únicas usinas de triagem, reciclagem e compostagem que permanece em operação no Brasil é a de São José do Rio Preto. Essa usina foi implantada e licenciada ambientalmente em 1989. O Estudo de Impacto Ambiental – EIA/RIMA foi aprovado pelo Conselho Estadual de Meio Ambiente – CONSEMA. O complexo ocupa área pavimentada e impermeabilizada de 40.000 m<sup>2</sup>. A recepção e a compostagem são realizadas em pátios cobertos e enclausurados. Diariamente são processadas 420 toneladas de resíduos sólidos domiciliares, com a separação de 40 toneladas de plásticos, metais, papéis e vidros. Também são produzidas 60 toneladas/dia de composto orgânico. Cada tonelada desse composto é capaz de repor ao solo agrícola entre 10 a 15 Kg de Nitrogênio e de Fósforo e entre 6 a 8 Kg de Potássio. Em 2010 o Ministério da Agricultura emitiu o registro de estabelecimento produtor de composto na categoria de fertilizante orgânico.

O controle ambiental das operações da usina impede a poluição das águas, a proliferação de moscas, a emissão de substâncias odoríferas e a atração de urubus e de aves de rapina. Esse cuidado minimiza o risco de colisões com aviões na área de segurança aeroportuária de São José do Rio Preto. No complexo da usina existe uma completa infraestrutura para a atividade de educação ambiental. Os serviços públicos de coleta e de tratamento (reciclagem) dos resíduos sólidos domiciliares custam à Prefeitura Municipal de São José do Rio Preto aproximadamente R\$ 3.000.000,00 por mês, equivalentes a R\$ 0,23 por habitante, por dia. Esse valor é inferior ao preço de outros serviços, como água/esgoto, energia elétrica, telefonia, internet e TV a cabo.

✓ Mar de Espanha

A Usina de Triagem, Compostagem de Resíduos Sólidos Urbanos de Mar de Espanha tem vida útil de dez anos e prevê o crescimento da população do município dos atuais 9,6 mil para 11,6 mil habitantes. A usina atende a toda a população urbana do município e trata cerca de cinco toneladas diárias de resíduos. Com a instalação da Usina, Mar de Espanha adequa-se aos critérios de destinação correta de resíduos sólidos estabelecidos pela DN nº 52/2001.

✓ Tibagi - Programa Recicla Tibagi

O programa teve início em 2009 a partir de uma parceria entre a Prefeitura Municipal de Tibagi e a Associação dos Catadores de Materiais Recicláveis de Tibagi (ACAMARTI), o objetivo inicial foi resolver o problema do lixão do município de Tibagi (Paraná).

Ao completar oito anos de funcionamento do Programa Recicla Tibagi, o Centro de Triagem e Compostagem de Tibagi (CTCT), passou por reformas e adaptações em suas instalações, foram revitalizadas: o refeitório, banheiros, vestiários, escritório, áreas externas, barracão de triagem, instalação de esteiras automatizadas, toda a estrutura elétrica do aterro foi refeita e melhorada, possibilitando o trabalho em dois turnos, se necessário, foi construída uma nova trincheira impermeabilizada com a instalação de geomembrana, com sistema de drenagem das águas pluviais, sistema de drenagem de líquidos percolados (chorume) e sistema de drenagem de gases.

Foi instalada uma nova estufa para produção de flores, que utilizam o material orgânico produzido nas compostagens, foram fornecidos novos EPIs e uniformes aos associados em comemoração à data alusiva do aniversário da ACAMARTI.

Estas ações demonstram a preocupação do Poder Público Municipal que vai de encontro ao cumprimento da Lei nº 12.305/2010, bem como à atenção às determinações e orientações do Ministério Público Estadual e Órgãos Públicos responsáveis, pela correta destinação dada aos resíduos sólidos dispostos no Aterro.

O Centro de Triagem e Compostagem de Tibagi possui:

- Trincheira impermeabilizada com geomembrana e sistema de drenagem de chorume e drenagem de gases;
- Barracão com uma esteira automatizada para triagem dos resíduos secos e úmidos, e outra em processo de construção, três prensas para enfardamento dos materiais recicláveis, pátio de compostagem, estufa para produção de flores e de mudas de árvores nativas;



- Um barracão para recepção de produtos eletrônicos, que são desmontados e acondicionados para destinação correta;
- Recepção (guarita) para controle de entrada e saída de veículos não oficiais, bem como a proibição da circulação de pessoas não autorizadas pelo CTCT, de munícipes e de eventuais catadores;
- Escritório da ACAMARTI, vestiários, banheiros, almoxarifado e refeitório;
- Local de confraternização.

O Programa Recicla Tibagi tem como objetivo implantar um sistema de tratamento de resíduos domiciliares comprometido com a proteção ambiental, através da sistemática de recolhimento, separação dos resíduos sólidos e destinação correta dos mesmos, reintroduzindo-os no processo produtivo e assim aumentando a vida útil do aterro sanitário, reduzindo os impactos ambientais. Medidas como as adotadas contribuem para a preservação do meio ambiente e com a melhoria da qualidade de vida dos integrantes da Associação de Catadores de Materiais Recicláveis de Tibagi.

✓ Montenegro

Há mais de 20 anos, 14 famílias deram início a Ecocitrus – Cooperativa dos Citricultores Ecológicos do Vale do Caí, localizada no município de Montenegro. Hoje, a cooperativa possui 97 associados em 62 propriedades agrícolas, 107 funcionários, uma usina de compostagem, uma usina de biogás e uma indústria de sucos e óleos essenciais. Essas iniciativas oferecem sucos orgânicos e concentrados, óleos essenciais, recebimento e tratamento de resíduos, adubos orgânicos e gás natural.

A cooperativa foi formada em 1994 (primeiramente em forma de associação), como uma alternativa à agricultura convencional, que dependia da utilização de agrotóxicos. Por meio de incentivos e orientações técnicas vindas de um projeto entre Brasil e Alemanha, denominado de ‘Prorenda Agricultura Familiar’, os agricultores começaram a perceber os danos que os insumos causavam à saúde e ao meio ambiente. Focados nesse objetivo passaram a buscar informações sobre agricultura ecológica, especialmente em citricultura. Logo perceberam que, além de quase não haver citrus plantados de forma orgânica, não havia

compostos ecológicos disponíveis no mercado para serem utilizados nas lavouras. Foi assim que surgiu a ideia de uma usina própria para compostagem de resíduos, que seriam usados como adubo nas propriedades. Em três anos, todas as lavouras convencionais dos associados passaram a ser ecológicas. Os frutos in natura eram comercializados em feiras orgânicas de todo o estado.

A partir daí os resultados começaram a surgir. A Usina de Compostagem foi ampliada para 14 hectares e passou a fornecer não somente adubos para os associados, mas também a oferecer serviço ambiental para destinação correta de resíduos agroindustriais. Hoje são mais de 200 empresas atendidas e uma produção anual de 48 mil metros cúbicos de composto orgânico. Todo o adubo orgânico é distribuído gratuitamente para os associados.

Com todos esses exemplos de destinação de resíduos biodegradáveis no Brasil e em outros países foram escolhidas duas alternativas para serem utilizadas na cidade de Uberlândia, que podem funcionar para gestão e gerenciamento desses resíduos. São elas: aterro sanitário, opção já utilizada na cidade e compostagem. Em seguida serão apresentados os custos de cada uma dessas alternativas para que por meio da comparação seja aferida a alternativa mais viável economicamente.

## **5.2. Aterro Sanitário de Uberlândia**

### **✓ Licenciamento Ambiental para Aterros Sanitários**

O aterro sanitário de Uberlândia de acordo com a Deliberação Normativa 74 de 2004, que estabelece critérios para classificação, segundo o porte e potencial poluidor, de empreendimentos e atividades modificadoras do meio ambiente passíveis de autorização ou de licenciamento ambiental no nível estadual, determina normas para indenização dos custos de análise de pedidos de autorização e de licenciamento ambiental, e dá outras providências, está classificado com o código E-03-07-7 - Tratamento e/ou disposição final de resíduos sólidos urbanos. Nessa mesma deliberação é possível encontrar o porte do empreendimento de acordo com quantidade de toneladas de resíduos que o aterro recebe por dia, sendo que pequeno porte recebe menos de 15 toneladas por dia e grande porte mais de 250 toneladas diárias. No caso de Uberlândia, como já mencionado antes, o aterro recebe 600 toneladas de resíduos por dia, ou seja, ele é considerado de grande porte.

Com essa informação é possível, através da Fundação Estadual de Meio Ambiente, definir qual a classe do empreendimento, que para o aterro de Uberlândia é Classe 5: grande

porte e médio potencial poluidor. Assim sendo os estudos exigidos para o licenciamento ambiental do aterro são: Licença Prévia, Licença de Instalação e Licença de Operação e, para a análise ambiental exige-se o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA). Além disso, existe o Estudo de Escolha de Área, que deve ser realizado antes de qualquer outra etapa.

Quanto ao licenciamento do aterro sanitário de Uberlândia, a Licença Prévia, solicitada mediante apresentação de EIA/RIMA, foi concedida em 14 de agosto de 2009 na 58ª RO COPAM após realização da Audiência Pública. E, em 12 de março de 2010, na 64ª RO COPAM, a concessionária de limpeza urbana de Uberlândia obteve Licença de Instalação para início das obras de implantação do aterro. Por solicitação do empreendedor, considerando o disposto no §2º do artigo 9 do Decreto nº 44.844/2008, foi concedida APO – Autorização Provisória para Operar em 10 de setembro de 2010. A vistoria técnica para subsidiar a análise do presente processo de licenciamento ocorreu no dia 16 de setembro de 2010.

Foram exigidas as seguintes condicionantes, chamadas como Programas Ambientais e Planos de Monitoramento:

- Programa de Controle e Minimização de Odores;
- Programa de Controle de Vetores e Monitoramento de Aves;
- Programa de Controle de Erosão e Assoreamento;
- Monitoramento de Águas de Mananciais Superficiais;
- Monitoramento de Mananciais Subterrâneos;
- Monitoramento de Efluentes/Percolados;
- Monitoramento das Águas de Uso Operacional;
- Monitoramento da Qualidade do Ar - Emissão de Particulados - Emissão de Gases Veiculares - Emissão de Biogases - Geração e Emissão de Maus Odores;
- Monitoramento de Ruídos;
- Monitoramento do Recobrimento Diário e Final dos Resíduos;
- Monitoramento Geotécnico;
- Monitoramento da Avifauna e de Vetores;

- Plano de Acompanhamento da Saúde dos Funcionários;
- Plano de Controle do Acesso de Pessoas, Veículos e Resíduos;
- Plano de Recuperação Paisagística;
- Monitoramento dos Aspectos Climáticos;
- Plano de Comunicação Social.

✓ **Informações Gerais Sobre o Aterro Sanitário de Uberlândia**

Uberlândia está utilizando o segundo aterro sanitário, sendo que o primeiro exauriu sua capacidade de recebimento de resíduos em meados do ano de 2010, tendo funcionado 15 anos, desde julho de 1995, período em que recebeu cerca de 2.100.000 toneladas de resíduos domiciliares e especiais. É válido ressaltar que a vida útil do aterro foi planejada para 20 anos, ou seja, a capacidade máxima foi atingida cinco anos antes do previsto. Se esse ritmo for mantido será necessária a construção de sete aterros somente nesse século. A implantação do novo aterro foi iniciada em 2008 e iniciou o recebimento de resíduos em 2010, obteve a Licença de Operação nº 151 com validade até 08/10/2014, e foi projetado para receber 4.200.00 toneladas/m<sup>3</sup> de resíduos, com vida útil prevista para 21 anos, conforme o estudo que subsidiou o projeto de sua implantação (Figuras 10 e 11).

**Figura 10:** Áreas do antigo e novo aterro sanitário de Uberlândia.



**Fonte:** Google Earth, 2018. Modificada para esse estudo.

**Figura 11:** Área atual do aterro sanitário de Uberlândia. Vista aproximada.



**Fonte:** Google Earth, 2018.

O órgão ambiental responsável pela liberação da licença ambiental estipulou alguns prazos e condicionantes que devem ser cumpridos pelo novo aterro sanitário. Uma das condicionantes é:

- Projetos para que haja um Programa de Gerenciamento Integrado de Resíduos no município, como: Projeto de Sensibilização e Conscientização Ambiental; Projeto de Coleta Seletiva; Projeto de Gerenciamento de Resíduos Hospitalares; Projeto de Compostagem – sendo importante ressaltar que durante entrevista à concessionária de limpeza urbana foi confirmado que não há nenhum projeto com compostagem no aterro atual.

O atual aterro está localizado em área contígua ao aterro anterior, localizado no Distrito Industrial, na BR 452 km 128,3 – Anel Viário - a cerca de 10 km da Divisão de Limpeza Urbana (DLU). O recebimento de resíduos ocorre durante 24 horas por dia, de segunda-feira a sábado. Sua infraestrutura é composta dos seguintes elementos:

- Área total do terreno: 300.000 m<sup>2</sup>;
- Área útil do maciço: 200.000 m<sup>2</sup>;
- Área de Reserva Legal: 60.000 m<sup>2</sup>;
- Área de apoio administrativo e infraestrutura: 20.000 m<sup>2</sup>.

A escolha da área para a implantação do novo aterro sanitário foi resultado de um complexo estudo que levou em conta critérios ambientais, técnicos, econômicos, sociais e legais. A partir desse estudo, foi selecionada a área com maior potencialidade para receber a planta de destinação final de resíduos sólidos urbanos do município de Uberlândia.

Inserida no Distrito Industrial de Uberlândia, a área selecionada caracterizou-se, até alguns anos atrás, pelo uso pela pecuária, diferentemente do que ocorre no entorno, onde são desenvolvidas atividades industriais de mineração e de saneamento (Foto 3).



**Foto 3:** Uso do solo para pastagem antes da construção do aterro sanitário de Uberlândia.



**Fonte:** Concessionária de limpeza urbana de Uberlândia, 2009.

O bairro residencial mais próximo situa-se a uma distância superior a 900 m. Dada a finalidade para a qual foi implantado, o Distrito Industrial de Uberlândia exibe intensa ocupação industrial (Figura 12). A porção do Distrito Industrial na qual a área escolhida está inserida contém o antigo Aterro Sanitário e a Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) de Uberlândia, que juntos integram uma região de uso do solo urbano, industrial, com vocação para saneamento.

**Figura 12:** Localização do atual aterro sanitário de Uberlândia.



**Fonte:** Google Earth, 2017. Modificada para esse estudo.



O acesso ao terreno possui pavimentação adequada, sinalização, iluminação (Foto 4). As rampas são suaves e as curvas também. É dotado de infraestrutura de energia elétrica, transporte público, água tratada e telefonia.

**Foto 4:** Via de acesso ao aterro sanitário de Uberlândia.



**Fonte:** Concessionária de limpeza urbana de Uberlândia, 2017.

A distância ideal para o centro produtor (gerador) principal (centro urbano) em uma cidade do porte de Uberlândia é até 10 km. Acima disso, ampliam-se os custos no processo de recolhimento e operação no empreendimento. Segundo o Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT, tomando por base as grandes cidades brasileiras, a distância máxima entre o centro gerador e o local de destinação final é de 20 km, acima da qual é inviável em razão dos impactos econômicos refletirem decisivamente nas tarifas públicas. Considerando as distâncias calculadas pelo IPT, acredita-se que acima de 15 km, para o município de Uberlândia, o impacto sócioeconômico já pode ser considerado elevado. A distância verificada do empreendimento ao centro gerador principal é de 8,0 km. Nesse caso, custos gerados pelo recolhimento, transporte e operação são aceitáveis.

Atualmente conta com 330 colaboradores, distribuídos nos setores administrativos, operacional, serviços gerais e serviços de apoio:

- Administrativo: 40 funcionários;
- Coletores: 200 funcionários;
- Motoristas: 80 funcionários;

- Oficina Mecânica: 10 funcionários.

O regime de operação está descrito a seguir:

- Administrativo: Segunda a sexta – feira – 08h às 17h
- Coleta: Diurno- Segunda – feira a sábado – 07h às 15:20h – 170 funcionários
- Coleta: Noturno- Segunda-feira a sábado - 17h as 01h20min – 110 funcionários
- Oficina Mecânica: Segunda a sexta-feira: 08 h às 17h. Sábado 8h a 12h.

A estrutura física do empreendimento é composta por recepção, escritórios, refeitório, banheiros, área de lavagem de veículos (desativada) e oficina mecânica (Foto 5).

**Foto 5:** Oficina mecânica instalada dentro da área do aterro sanitário de Uberlândia.



**Fonte:** Concessionária de limpeza urbana de Uberlândia, 2017.

A água utilizada limita-se às finalidades de consumo humano, higienização das instalações e lavagem de peças sendo fornecida pela rede pública de abastecimento de água, DMAE (Departamento Municipal de Água e Esgoto). O consumo médio mensal é de 216 m<sup>3</sup>/mês.

A seguir são apresentadas algumas informações sobre a operação do aterro sanitário de Uberlândia, que foram conseguidas durante a entrevista com uma funcionária da concessionária de limpeza urbana. A destinação de resíduos ocorre em dois turnos operacionais:

- Das 07:00 às 17:00 h
- Das 18:00 às 02:00 h

Em função das características topográficas da área onde se localiza o empreendimento, optou-se pelo Sistema de Plataformas para sua operacionalização, que compreende uma série de etapas repetitivas de disposição dos resíduos no solo, incluindo as seguintes atividades:

- Recepção e pesagem dos veículos autorizados;
- Instalação das manilhas de concreto e seu preenchimento com pedra britada (pedra de mão) para constituição dos drenos de biogás sobre os drenos de líquidos percolados já executados;
- Descarregamento dos resíduos na frente de serviço aberta, junto à saia do talude, construído com inclinação de 1:3 (V:H);
- Espalhamento e compactação dos resíduos junto ao talude mencionado em camadas de 50 cm até a altura recomendada da célula diária. O trator de esteira utilizado na operação deve pesar, no mínimo, 14 toneladas;
- Retirada de material para cobertura e formação de camada de 30 cm para fechamento da célula do dia;
- Manutenção das vias de acesso internas de toda área, dos sistemas de drenagem superficial e de drenagem de gases e percolados, assim como do tratamento dos mesmos.

Como forma de preservar o talude formado, ao final de cada plataforma é implantada a cobertura vegetal do mesmo, assim como as canaletas pluviais nas bermas e as devidas descidas de água.

Os resíduos são confinados em área de 15 metros de frente, altura de 5 metros e rampa frontal de adensamento com inclinação de 30° a 45° (Foto 6). A frente de destinação tem constantemente a presença de 01 trator de esteiras de 16 toneladas e pessoal para coordenação e manutenção da praça de descarga.



**Foto 6:** Frente em envelopamento/adensamento e confinamento de resíduos.



**Fonte:** Concessionária de limpeza urbana de Uberlândia, 2017.

A equipe do início do turno diurno (07:00 h) recebe a frente de envelopamento de resíduos totalmente vedada com enlonamento feito ao final do turno noturno (02:00 horas) (Foto 7).

**Foto 7:** Frente de resíduos protegida com lonas.



**Fonte:** Concessionária de limpeza urbana de Uberlândia, 2017.

No início do turno diurno procede-se a retirada das lonas e inicia-se a recepção e envelopamento constante dos resíduos com cobertura de solo imediata dos locais que atingiram a altura prevista (Foto 8).

**Foto 8:** Cobertura dos resíduos que chegam ao aterro sanitário.



**Fonte:** Concessionária de limpeza urbana de Uberlândia, 2017.

Ao final deste turno (17:00 horas), com o resíduo devidamente confinado, é feito o envelopamento visando sua completa vedação. Repete-se o procedimento no início do turno noturno (18:00 horas) e o seu devido enlonaamento ao final (02:00 horas). Esses procedimentos possibilitam a obtenção de bons resultados nos seguintes aspectos:

- Inibição na exalação de odores;
- Evita a presença de aves na área;
- Não visualização constante dos resíduos.

O acesso ao aterro sanitário é permitido somente aos caminhões que executam os serviços de limpeza pública do município e aqueles devidamente autorizados pela Secretaria Municipal de Serviços Urbanos. Todos devem estar previamente cadastrados pelo órgão, que se obriga a conhecer e fiscalizar a origem da carga, além de exigir assinatura de Termo de Responsabilidade com relação às características dos resíduos. As visitas técnicas e escolares são previamente agendadas com a Secretaria Municipal de Serviços Urbanos, com exceção de vistorias de órgãos fiscalizadores.

Para fins de medição, controle e planejamento todos os caminhões que transportam resíduos ao aterro devem ser pesados antes e depois do descarregamento, recebendo uma das vias do ticket da balança. Tais medições devem integrar um demonstrativo mensal que, além de inferir com os serviços da coleta, se tornam parâmetros de controle de aterramento e

compactação dos resíduos e de monitoramento da vida útil.

Além das questões operacionais, são tomadas medidas de controle que garantem a segurança e a qualidade das operações. Desta forma são realizados diariamente no aterro sanitário:

- A eliminação pontual de possíveis focos de vetores decorrentes, principalmente, do acúmulo indevido de águas pluviais;
- O recolhimento, na área do aterro e adjacências, de material disperso, que eventualmente possa cair dos caminhões ou serem carregados pelo vento;
- A instalação de tela de nylon (com 1,5m de altura) que segue à frente de serviço, impedindo a dispersão dos papéis, plásticos e outros materiais levados pelo vento;
- A utilização de caminhão-pipa durante a estiagem para irrigação das mudas plantadas e controle de poeira (particulados) dos acessos e pistas internas ao aterro;
- A estocagem de material de recobrimento devidamente disposta de modo a facilitar as operações de recobrimento diário dos resíduos;
- Na estação chuvosa ocorre o recobrimento temporário da terra a ser utilizada, com a utilização de lonas plásticas tipo “terreiro grossa” ou similar;
- A manutenção de material de regularização para pistas (brita, cascalho, escória ou inertes de construção previamente triados) durante estação chuvosa;
- Rotina de vistorias do sistema de drenagem de águas pluviais e de líquidos percolados, corrigindo-se a tempo, possíveis entupimentos ou desvios ocasionais;
- A implantação dos queimadores, de forma a propiciar a combustão dos gases gerados no maciço de resíduos imediatamente após o início de operação;
- A sinalização dos queimadores, que pode se dar com a implantação de cerca ou fitas de segurança (amarelas e pretas) ao redor dos mesmos, como forma de alerta aos operadores e visitantes.

Os equipamentos utilizados na operação do aterro são:

- Dois tratores de esteiras com lâmina angulável, tipo D-6 ou similar (Peso Bruto Total de 16 Toneladas), a ser alocado em tempo integral no aterro;

- Uma pá carregadeira acompanhada de pelo menos dois caminhões basculantes. Equipamento e veículos a serem utilizados eventualmente quando necessário efetuar transferências de material de recobrimento ou limpezas periódicas no aterro;
- Uma retro-escavadeira, cuja necessidade se faz de forma suplementar à da pá carregadeira, sendo também muito utilizada para correções de drenagem pluvial;
- Dois caminhões de carroceria basculante com capacidade de carga de 6 m<sup>3</sup>;
- Um caminhão-pipa para molhagem de vias e irrigação da área verde em época de seca;
- Um comboio de lubrificação e abastecimento que deverá suprir de combustível o trator e demais equipamentos presentes no aterro;
- Enxadas, pás, carrinhos de mão, ancinhos, martelos, alicates, etc.;
- Material básico necessário ao reparo dos equipamentos.

#### ✓ Sistema de Captação e Tratamento de Percolados

O sistema de drenagem de percolados é constituído por drenos horizontais de tubos de PVC de 100 mm de diâmetro, perfurados. Os tubos são colocados longitudinalmente em valas de aproximadamente 0,5 m de largura por 0,5 m de profundidade, protegidos com pedra britada n.º 4 e capim, que também funcionam como um filtro, evitando o entupimento dos drenos. A construção deste sistema de drenagem é realizada na cota mais baixa do terreno obedecendo uma declividade mínima de 2%, facilitando o escoamento do líquido pela ação da gravidade. Esta operação também previne que ocorra a mineralização do chorume no interior da rede, processo que pode ocorrer em sistemas de baixa vazão. Caixas de passagem de chorume completam o sistema de verificação da rede de drenagem.

O chorume é um líquido de alta carga poluidora e, por isso, deve ser tratado por um sistema especial para minimização destes efeitos, antes de ser descartado em um corpo d'água. Os percolados escoados pelo sistema de drenagem de chorume são encaminhados para um sistema preliminar de tratamento por RAFA (Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente). Inicialmente, o líquido passa pelo tratamento preliminar, composto por gradeamento e decantação. São processos físicos de separação que visam a retirada de possíveis sólidos grosseiros arrastados. Após esta etapa, a vazão do chorume é registrada em um medidor tipo Calha Parshall.



Em seguida o líquido passa por um tratamento biológico, que representa a etapa mais importante do processo, no qual a maior parte da matéria orgânica é removida. O efluente atravessa o leito de lodo do RAFA, onde microorganismos processam a parte orgânica na ausência de oxigênio. Posterior ao RAFA, o líquido passa pelo filtro biológico, local em que microorganismos anaeróbios aderidos ao meio filtrante constituído de bambu removem mais uma parcela da carga orgânica existente no chorume.

Na saída do filtro biológico, o líquido é encaminhado a uma calha fluidizante de, aproximadamente, 70 m de extensão que retém muitos sólidos do chorume durante a sua trajetória pela calha. Finalmente, o líquido é direcionado a duas caixas de decantação e sua vazão de saída é registrada em outro medidor tipo Calha Parshall.

Após o pré tratamento no RAFA, o percolado segue por gravidade para o emissário da ETE-Uberabinha (Estação de Tratamento de Esgotos do Município) se incorporando ao esgoto bruto do município, onde há complementação do tratamento e posterior lançamento no corpo receptor final, rio Uberabinha, também por gravidade.

#### ✓ Sistema de Captação e Tratamento de Biogases

A concepção do sistema de drenagem de biogases prevê a instalação de tubos de concreto armado perfurados de 0,60 m de diâmetro, de encaixe tipo ponta e bolsa, para a drenagem descendente de líquidos, e a drenagem de gases em fluxo ascendente. Estes tubos são envoltos por pedra britada nº 04 ou rachão, contido por tela de aço, formando um espaço anelar preenchido por brita de no mínimo 50 cm.

Os gases conduzidos para este sistema deverão ser queimados nas saídas dos tubos de concreto através de *flare*. À medida que o aterro vai ganhando cota esses tubos devem ser prolongados, com o cuidado de substituir o tubo que será enterrado, se por ventura ele tenha sido usado com queimador dos gases, sem utilização do *flare*. Esta medida visa garantir a integridade estrutural do sistema de tubos.

O tubo inferior da coluna do dreno de gás penetra no dreno de base de percolados e se apoia sobre uma laje de concreto armado, de 1,60 m quadrada e 0,15 m de espessura, para distribuir as tensões na camada de impermeabilização. Este tubo deve ter sua perfuração aumentada para facilitar a saída dos líquidos percolados e totalmente preenchido por rachão. O primeiro metro de tubo de concreto deve ser perfurado com uma maior quantidade de furos,

que os superiores, com furos de 3,0 a 5,0 cm de diâmetro. Este tubo deve ser preenchido com agregado do tipo rachão e os tubos de PEAD (polietileno de alta densidade), dos drenos horizontais de percolados de base, penetrados no concreto. A densidade de furos deste primeiro tubo representa da ordem de 20% da área total do tubo, podendo-se adotar da ordem de 10% para os tubos superiores. Os tubos de PEAD dos drenos horizontais de percolados de camada devem penetrar nos respectivos tubos de concreto de suas cotas.

#### ✓ **Sistemas de Macro-drenagem e Drenagem Definitiva do Aterro**

A macro-drenagem da área é adequada de maneira a criar-se desvio das águas da chuva passando ao lado das áreas destinadas aos resíduos através da implantação de canaletas, descidas em gabião manta, caixas de passagem, tubos de concreto, de maneira a circundar todo o aterro sanitário. O término da drenagem é em caixa de dissipação de energia e retenção de areia construída em gabião manta.

Este sistema definitivo deverá ser implantado gradualmente, à medida que o aterro for subindo, de jusante para montante, integrado com o sistema operacional e de cobertura definitiva. A drenagem dos taludes e bermas finais do aterro será composta por canaletas tipo meia-cana de diâmetro de 0,30 m, internas às bermas dos taludes, bermas essas que têm declividades no sentido interno e longitudinal de 1%.

#### ✓ **Plano do Monitoramento do Aterro Sanitário de Uberlândia**

Com o objetivo de avaliar os impactos e intervir na operação do empreendimento, é necessária a implementação de um Plano de Monitoramento Ambiental. Este plano consiste em inspeções, medições e ensaios de laboratório a serem realizados sistematicamente durante a fase de operação do aterro, prolongando-se por mais 10 anos no mínimo, após o término de sua vida útil.

Ressalta-se que todos os resultados devem ser sistematicamente enviados à FEAM / COPAM, facilitando ao máximo a fiscalização e possibilitando a participação ativa da comunidade no controle ambiental do aterro sanitário. Assim, desde o início de sua operação, o Plano de Monitoramento Ambiental é composto pelos programas apresentados a seguir.

### ✓ Programa de inspeções e manutenção

São verificados diariamente os aspectos gerais de toda a área e, principalmente a integridade dos componentes do aterro, tais como:

- A execução do próprio programa de monitoramento;
- A segurança com relação às condições de trabalho e do trabalhador;
- A condição dos equipamentos;
- A execução do recobrimento dos resíduos;
- A condição de desenvolvimento das espécies semeadas dos taludes e no cinturão verde;
- Os elementos estruturais do aterro, principalmente drenos pluviais, de chorume e de biogases.

A área total do aterro sanitário deve ser mantida limpa, roçada e capinada, removendo os materiais espalhados pelo vento. As instalações físicas de apoio operacional devem ser mantidas na mais perfeita organização e higienizadas diariamente (Quadro 12).

**Quadro 12:** Manutenção da área do aterro sanitário de Uberlândia.

<b>Componente, Estrutura ou Equipamento do Aterro Sanitário</b>	<b>Frequência de inspeção</b>
Higienização das Edificações	Diária
Limpeza da unidade (com remoção dos materiais espalhados pelo vento)	Diária
Capina da área para manutenção do paisagismo	Mensal
Manutenção dos portões e cercas de isolamento	Mensal
Manutenção de cinturão verde e plantio de gramíneas	Mensal
Limpeza e manutenção dos dispositivos de drenagem pluvial	Semanal
Limpeza e manutenção das estruturas de drenagem de chorume	Semanal
Manutenção dos dispositivos de queima de gases	Diária
Verificação do sistema de cobertura das plataformas	Semanal
Limpeza e manutenção das vias de acesso	Semanal
Inspeção e manutenção dos instrumentos de monitoramento	Mensal
Limpeza e manutenção dos veículos e equipamentos	Diária
Sistema de fiscalização, controle e inspeção de resíduos	Diária
Limpeza e manutenção do sistema de tratamento do chorume (RAFA)	Semanal (ou quando necessário)
Controle da saúde dos funcionários	Semestral

**Fonte:** Concessionária de limpeza urbana de Uberlândia, 2017.

### ✓ Programa de monitoramento geotécnico

O objetivo principal do monitoramento geotécnico é garantir a estabilidade da massa de resíduos, orientando a operação quanto à geometria das camadas e, mantendo e adequando os sistemas de drenagem de líquidos e gases durante o período construtivo.

O aterro sanitário conta com uma equipe de topografia para o controle do índice de adensamento dos resíduos dispostos, além dos recalques e deslocamentos. São realizadas medições nas três coordenadas (x, y e z) e os resultados obtidos são analisados, comparados e plotados em gráficos para arquivamento.

Durante o acompanhamento do deslocamento do maciço o parâmetro mais importante é o recalque. A engenharia geotécnica convencional define recalque como a deformação vertical positiva do terreno proveniente da aplicação de cargas externas ou do seu peso próprio. No caso de aterros de resíduos sólidos urbanos, estes recalques podem ser definidos como deslocamentos verticais descendentes da superfície do aterro, provocados por cargas externas, peso próprio dos resíduos ou camada de cobertura e, principalmente, devido aos complexos processos de degradação biológica dos resíduos depositados.

Em um aterro podem ocorrer até três tipos de recalques. O recalque imediato, logo após a disposição do lixo, quando ocorre o seu acomodamento devido ao peso das camadas sobrejacentes e equipamentos de compactação. O recalque primário, proporcionado pelo peso próprio dos resíduos em função do fenômeno de adensamento (drenagem de gases e líquidos), podendo ocorrer meses ou anos após a disposição. E o recalque secundário, proveniente da degradação biológica dos resíduos, ocorrendo por toda a “vida” do aterro.

A quantificação do recalque e dos deslocamentos horizontais é realizada através do acompanhamento de placas instaladas ao longo dos pés dos taludes de todas as plataformas do aterro. Os resultados obtidos pela equipe topográfica são analisados, tratados e discutidos em um relatório confeccionado mensalmente.

O índice de adensamento obtido durante a compactação dos resíduos dispostos é calculado através de levantamentos topográficos que são obtidos pela comparação das cotas atuais com o primitivo, auxiliados pelo controle da quantidade de material de cobertura utilizado para o confinamento e da quantidade de resíduos dispostos.

Os levantamentos topográficos também auxiliam no controle das condições de contorno do aterro, bem como das jazidas de material para cobertura, utilizando-se, para isso, de marcos de concreto, estacas e outros pontos fixos que servem de base para os demais levantamentos e

também para auxílio dos operadores de máquinas. As informações, principalmente a “cubagem” do andamento do maciço, aliadas às quantidades aterradas provenientes do controle operacional servem de subsídios para o acompanhamento do índice de compactação e das variações de densidade do maciço ao longo do tempo.

#### ✓ **Sistema de instrumentação geotécnica**

O sistema de instrumentação geotécnica consta de instrumentos especiais que medem:

- Pressões neutras de líquidos e gases internas ao aterro (piezômetros);
- Deslocamentos horizontais e verticais do aterro (marcos superficiais);
- Vazões de drenos de fundação e percolados (medidores de vazão); e
- Pluviometria e dados meteorológicos locais (Mini Estação Meteorológica)

Para tornar o sistema completo, o aterro implantou um programa de gerenciamento de dados específico em computador, que tem por finalidade fornecer os registros das medidas realizadas, gráficos de evolução das medidas com o tempo ou com os outros parâmetros de interesse.

Os pontos de monitoramento dos marcos superficiais e piezômetros são escolhidos de maneira a permitir a análise do funcionamento e desempenho dos diversos sistemas do aterro instalados, ao longo do tempo. São utilizados conjuntos de piezômetros e marcos de superfícies, associados, para avaliação da estabilidade geomecânica ao longo da vida útil do aterro.

A posição definitiva de campo dos instrumentos no aterro e seu sistema de proteção segue o projeto executivo de monitoramento, principalmente em suas camadas de maiores cotas, quando a estabilidade da massa precisa ser monitorada. A frequência dos levantamentos topográficos é quinzenal.

#### ✓ **Programa de monitoramento da eficiência do sistema de tratamento do chorume**

O monitoramento do sistema de tratamento de líquidos percolados tem como principal objetivo acompanhar a sua eficiência, no que se refere à remoção de substâncias contaminantes. Este monitoramento consiste na realização de análises periódicas de parâmetros físico-químicos, bacteriológicos e de metais pesados, em pontos situados antes (chorume bruto) e após (chorume tratado) o tratamento feito nas próprias instalações do aterro. As amostras são

colhidas e encaminhadas a um laboratório idôneo, cadastrado na Fundação Estadual de Meio Ambiente (FEAM) conforme estabelece a legislação ambiental vigente. O laboratório segue integralmente as técnicas para a coleta, preservação das amostras e métodos de análises. A periodicidade das amostragens e os parâmetros a serem analisados são pré-definidos pela Prefeitura Municipal de Uberlândia e/ou pelo órgão estadual ambiental competente.

Os resultados obtidos pelo laboratório são analisados e discutidos por um Engenheiro Químico credenciado no Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura (CREA), que é o profissional responsável pela elaboração dos relatórios. Estes relatórios, realizados mensalmente, contêm o mapeamento estatístico e os gráficos indicadores da evolução dos parâmetros analisados, para uma melhor visualização dos resultados ao longo do tempo.

A eficiência do sistema é avaliada através de parâmetros de qualidade do afluente (chorume bruto) e do efluente (chorume tratado). As amostras são coletadas respectivamente nos dispositivos de entrada do RAFA e saída da Calha Fluidizante. Os parâmetros e frequências constam no Quadro 13.

O nível da manta de chorume nas plataformas do aterro é acompanhado através de medições feitas nos piezômetros instalados ao longo do maciço. Este acompanhamento é importante para a detecção de entupimentos no sistema de drenagem de líquidos percolados.

**Quadro 13:** Monitoramento da eficiência do sistema de tratamento de chorume.

Parâmetros	Chorume bruto e tratado		Frequência
	Entrada do RAFA	Saída da Calha Fluidizante	
Vazão (m <sup>3</sup> /dia) (Medida em Calha Parschall)	X		Diária
Temperatura do líquido (°C)	X	X	Diária
PH	X	X	Diária
Sólidos sedimentáveis (ml/l)	X	X	Mensal
Sólidos suspensão totais (mg/l)	X	X	Mensal
Sol. suspensão voláteis (mg/l)	X	X	Mensal
DBO (mg/l)	X	X	Mensal
DQO (mg/l)	X	X	Mensal
OD (mg/l)		X	Mensal
Coliformes totais (NMP/100ml)	X	X	Mensal
Coliformes fecais (NMP/100ml)	X	X	Mensal

**Fonte:** Concessionária de limpeza urbana de Uberlândia, 2017.

### ✓ Programa de monitoramento de águas subterrâneas

O Plano de Monitoramento do lençol freático tem como objetivo acompanhar a qualidade do aquífero subterrâneo que passa sob o aterro, além de verificar uma possível contaminação ocorrida através da base do maciço, pela percolação de biogás ou chorume. O monitoramento destas águas é realizado por meio de análises periódicas de parâmetros físico-químicos, bacteriológicos e de metais pesados, em pontos situados a montante e a jusante do maciço de lixo. As amostras são colhidas em poços perfurados conforme as normas técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e da FEAM. Posteriormente, as amostras são encaminhadas a um laboratório idôneo e cadastrado na Fundação Estadual de Meio Ambiente (FEAM), conforme estabelece a legislação ambiental vigente.

Os resultados obtidos pelo laboratório são analisados e discutidos por um Engenheiro Químico credenciado no Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura (CREA), que é o profissional responsável pela elaboração dos relatórios. Estes relatórios, realizados mensalmente, contém o mapeamento estatístico e os gráficos indicadores da evolução dos parâmetros analisados, para uma melhor visualização dos resultados ao longo do tempo.

Para o monitoramento da qualidade das águas subterrâneas são utilizados seis poços, chamados de piezômetros, sendo três de montante (denominados M-01, M-02 e M-03) e três de jusante (denominados J-01, J-02 e J-03) conforme normatização da ABNT. Os parâmetros e frequências constam no Quadro 14.

**Quadro 14:** Monitoramento das águas subterrâneas.

Parâmetros	Águas subterrâneas	Frequência
	Piezômetros	
Turbidez (UT)	X	Mensal
PH	X	Mensal
DBO (mg/l)	X	Mensal
DQO (mg/l)	X	Mensal
OD (mg/l)	X	Mensal
Condutividade (µs/cm)	X	Mensal
Série nitrogênio (mg/l)	X	Mensal
Coliformes totais (NMP/100ml)	X	Mensal
Coliformes fecais (NMP/100ml)	X	Mensal

**Fonte:** Concessionária de limpeza urbana de Uberlândia, 2017.



### ✓ Programa de monitoramento de águas superficiais

O monitoramento do corpo d'água situado a jusante do aterro sanitário, o Rio Uberabinha, é realizado por meio de análises periódicas de parâmetros físico-químicos, bacteriológicos e de metais pesados em amostras d'água coletadas em pontos situados a montante e a jusante do empreendimento. Este acompanhamento tem como objetivo a verificação da interferência das atividades exercidas no aterro sanitário sobre as águas do rio. As amostras são colhidas e encaminhadas a um laboratório idôneo e cadastrado na Fundação Estadual de Meio Ambiente (FEAM), conforme estabelece a legislação ambiental vigente. Os parâmetros a serem analisados são pré-definidos pela Prefeitura Municipal de Uberlândia e/ou pelo órgão estadual ambiental competente (Quadro 15).

**Quadro 15:** Monitoramento das águas superficiais.

Parâmetros	Águas superficiais	Frequência
	Pontos	
Cor (UH)	X	Mensal
Turbidez (UT)	X	Mensal
PH	X	Mensal
DBO (mg/l)	X	Mensal
DQO (mg/l)	X	Mensal
OD (mg/l)	X	Mensal
Condutividade (µs/cm)	X	Mensal
Série nitrogênio (mg/l)	X	Mensal
Coliformes totais (NMP/100ml)	X	Mensal
Coliformes fecais (NMP/100ml)	X	Mensal

**Fonte:** Concessionária de limpeza urbana de Uberlândia, 2017.

Os relatórios são realizados mensalmente e contêm o mapeamento estatístico e os gráficos indicadores da evolução dos parâmetros analisados, para uma melhor visualização dos resultados ao longo do tempo.

### ✓ Programa de monitoramento de biogases

Os drenos verticais de biogás são construídos em tubos de concreto perfurados de 60 cm de diâmetro, envolvidos por pedra brita, que é sustentada por uma tela de metal. A brita tem como objetivo evitar o entupimento do tubo que drena o gás gerado no interior do maciço de resíduos. Ao fim da execução do dreno de biogás um tubo de cerâmica é colocado em sua parte superior formando o queimador, o qual ainda apresenta uma proteção para evitar que intempéries apaguem as suas chamas.

A manutenção dos queimadores ocorre três vezes ao dia (manhã, tarde e madrugada), através de funcionários que acompanham sua eficiência, mantendo sempre todos acesos. Para o monitoramento dos gases emitidos pela massa de resíduos, são retiradas amostras do biogás produzido pelo aterro sanitário para avaliação dos tipos e concentrações dos gases componentes. Dessa maneira pode-se avaliar o processo de digestão dos componentes orgânicos dos resíduos, podendo-se estimar o tempo de inertização do aterro, após o encerramento.

Estas amostras são retiradas anualmente junto aos drenos de gás, durante a operação e após o encerramento, até a inertização total do aterro. Os ensaios definidos para os gases têm por objetivo os parâmetros:

- Metano (CH<sub>4</sub>);
- Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>);
- Nitrogênio (N<sub>2</sub>);
- Oxigênio (O<sub>2</sub>);
- Gás sulfídrico (H<sub>2</sub>S).

#### ✓ Estação meteorológica

Registros de temperaturas máxima e mínima, direção e velocidade dos ventos, pluviometria e umidade relativa do ar fazem parte do monitoramento do aterro. A temperatura é um parâmetro que está ligado à biodegradação dos resíduos dispostos. O índice pluviométrico, além de influenciar no processo de decomposição da matéria orgânica presente nos resíduos, pode variar significativamente a vazão de líquidos percolados. O acompanhamento dos ventos e da umidade relativa do ar pode auxiliar, com precisão, possíveis evidências de emissão de material particulado e odores para o ambiente externo.

Os registros dos dados meteorológicos são auferidos três vezes ao dia, tendo registrados as seguintes informações: temperaturas máxima e mínima (termômetros), direção e velocidade dos ventos (medidor arraia), umidade relativa do ar (higrômetro) e pluviosidade (pluviômetro).

### ✓ **Monitoramento atmosférico do aterro**

Acompanhar a qualidade do ar e quantificar a concentração de material particulado em suspensão na área do aterro é muito importante. São realizadas análises com um medidor de grandes volumes (Hi-Vol) em diversas condições climáticas. Os valores obtidos durante o estudo, que é realizado por um período de 24 horas, têm-se enquadrado nos padrões estabelecidos pelas normas ambientais em vigor. Medidas mitigadoras deste impacto, como a molhagem das vias internas e frentes de serviço por caminhão pipa, minimizam a poeira originada pelo tráfego de máquinas e caminhões, auxiliando na obtenção dos bons resultados.

### ✓ **Paisagismo**

A atividade exercida em um aterro sanitário pode ser considerada visualmente degradante, não só por alterar a paisagem local, mas, também, porque o ato do montante de resíduos sendo compactado gera certo desconforto na maioria das pessoas. Portanto no item paisagismo a meta é estar sempre aprimorando a estética local, como descrito a seguir:

#### ○ Cinturão verde

O aterro sanitário é delimitado por uma cerca de arame farpado com cinco fios que percorre todo o seu perímetro e possui 2.356 metros. As cercas têm a função, não só de delimitar a área pretendida, mas também de protegê-la contra a entrada de pessoas e animais indesejados.

Além da cerca de arame farpado, o aterro sanitário conta com uma cerca viva formada por sansão do campo, eucalipto e bambu, que a acompanha em toda a sua extensão. A cerca viva apresenta diversas funções benéficas ao empreendimento, formando uma cortina vegetal que inibe a ação dos ventos, que espalham a poeira provocada pelo corte de terra para cobertura dos resíduos e pela movimentação intensa de tratores e caminhões. Além disso, tem a função de barrar os ruídos emitidos pelas máquinas e formar barreira visual, impedindo a vista das atividades realizadas no aterro (Foto 9).

**Foto 9:** Cinturão verde em torno do aterro sanitário de Uberlândia.



**Fonte:** Concessionária de limpeza urbana de Uberlândia, 2017.

#### ○ Jardins

O projeto paisagístico em um aterro sanitário é muito importante visto que minimiza o impacto visual degradante da disposição final de resíduos e valoriza a estética local (Foto 10). Desta forma, é importante estar atento a áreas que podem ser destinadas à construção de novos jardins e, mais ainda, à manutenção dos mesmos.

**Foto 10:** Jardins implantados na área do aterro sanitário de Uberlândia.



**Fonte:** Concessionária de limpeza urbana de Uberlândia, 2017.

- Taludes

Os taludes encerrados passam por um processo de vegetação com plantio de gramíneas em toda sua extensão (Foto 11), o qual é iniciado com o período de chuvas e é bastante intensificado. Além do plantio de grama sobre os novos taludes, este é realizado também nas falhas de taludes que já passaram por plantio prévio.

**Foto 11:** Vegetação de taludes encerrados.



**Fonte:** Concessionária de limpeza urbana de Uberlândia, 2017.

A manutenção dos taludes é uma atividade muito importante e por isso é realizada diariamente. Esta ação objetiva aparar a grama para facilitar a identificação de possíveis processos erosivos durante períodos de altos índices pluviométricos, com consequente exposição de resíduos aterrados anteriormente, ou mesmo vazamentos de chorume.

- Irrigação

Um caminhão pipa disponível em tempo integral no aterro sanitário auxilia na irrigação da cerca viva, do cinturão verde e dos taludes. Já o viveiro de mudas apresenta um sistema de irrigação por aspersão. O caminhão pipa também irriga as bermas a fim de se evitar a alta concentração de material particulado em suspensão, proveniente da movimentação de caminhões e máquinas. Sua utilização é mais intensa nas estações de inverno e primavera, pois, com a chegada do verão e o início do período chuvoso, não há tanta necessidade de irrigação da área do aterro sanitário, sendo ele destinado à limpeza das vias internas.



### ✓ **Sistema de vigilância**

O aterro sanitário conta com um sistema de vigilância que objetiva a manutenção da segurança patrimonial, a proibição da entrada de pessoas estranhas e de catadores de resíduos, bem como a manutenção da ordem. A área toda é cercada com fios de arame e cerca viva do tipo espinheiro implantada pelo paisagismo.

A vigilância do empreendimento é armada e efetuada em regime de 24 horas, inclusive aos sábados, domingos e feriados. Os funcionários utilizados neste serviço são terceirizados e a empresa subcontratada, é exigido que os mesmos possuam cursos e experiência prévia em segurança patrimonial e solução de conflitos.

Além disso, a existência de apenas uma entrada ao empreendimento e as vias de acesso em bom estado de conservação facilitam a circulação dos seguranças, e a garantia do controle interno é favorecida.

### ✓ **Programas de educação ambiental**

Um aterro sanitário é um empreendimento que se utiliza de um meio poluidor para um fim despoluidor. Sua presença causa impactos ambientais no local de implantação, porém sua existência evita impactos extraordinariamente maiores à municipalidade, à localidade e à comunidade.

Esta característica torna o aterro sanitário um tipo de empreendimento que deve promover a democratização do acesso às informações sobre os resíduos sólidos, o meio ambiente, a natureza, os hábitos da sociedade moderna e as diversas formas de participar de um desenvolvimento sustentável do ser humano no planeta Terra.

Com o propósito de promover a educação ambiental entre as crianças, a operadora do aterro sanitário de Uberlândia convida alunos do ensino fundamental da rede pública municipal de ensino a participar de atividades como palestras, musicalização com materiais recicláveis, oficinas de artes, plantio de árvores, comemoração do Dia Internacional do Meio Ambiente, entre outras.

### ✓ **Relacionamento Com a Comunidade de Entorno**

Em termos de núcleos habitacionais no entorno das áreas avaliadas, nenhuma delas localiza-se a uma distância inferior a 900 metros do aterro sanitário. Entretanto, por se localizarem no Distrito Industrial ou na área de expansão deste, empreendimentos industriais, comerciais ou de prestação de serviços estão presentes a distâncias inferiores a 1.000 metros.

Quanto a comunidade mais próxima ao aterro, foi realizada uma entrevista com alguns moradores dos bairros Guarani, São José, Taíaman e Tocantins, a respeito da percepção dos mesmos sobre a operação do aterro sanitário. Foram 40 entrevistados em cada bairro, totalizando 160 residentes.

As respostas obtidas para as questões estão apresentadas a seguir:

#### 1. Em sua opinião qual o destino adequado para a destinação dos resíduos sólidos?

Ao todo 73% dos entrevistados responderam que o destino adequado para os resíduos sólidos é o aterro sanitário; 18% responderam que os resíduos devem ser enviados a lixões e 9% não souberam responder.

#### 2. Qual destino é dado a maioria dos resíduos em Uberlândia?

A grande maioria (81%) dos entrevistados responderam que os resíduos produzidos em Uberlândia são enviados ao aterro sanitário da cidade. O restante (19%) não soube responder a essa questão.

#### 3. Sabe onde fica o aterro sanitário da cidade?

Nessa questão 70% das pessoas afirmaram saber onde fica o aterro sanitário e, informaram sua localização. Os 30% que responderam não saber da localização disseram que nunca procuraram tal informação ou que a informação nunca chegou até eles, mesmo ele estando tão próximo aos seus bairros.

#### 4. Qual sua percepção a respeito do aterro sanitário? Acha que ele atrapalha em algo no dia-a-dia da comunidade?

Quanto a esse questionamento os 30% que não sabiam a localização do aterro não souberam responde-la, pois não faziam ideia que o mesmo se encontrava próximo aos seus bairros. Dos outros 70%, 40% reponderam que não tinham nenhuma reclamação ou crítica quanto a localização do aterro, pois não atrapalhava em nada suas vidas e eles nem mesmo se lembravam que estavam relativamente próximos a tal construção. O restante (30%) foi mais crítico em alguns aspectos, como por exemplo: citaram sobre a desvalorização dos bairros por



estarem próximos ao aterro sanitário, que é considerado por eles um local sujo e poluído. Já outros falaram sobre a impossibilidade do uso dessa área futuramente para outros fins e, por fim, algumas pessoas falaram que essa área deveria ser mais afastada dos bairros da cidade.

#### 5. Faz coleta seletiva em casa?

Nesse caso 92% das pessoas responderam que não praticam a coleta seletiva em suas casas. O motivo mais citado entre os entrevistados é que não há coleta seletiva da prefeitura em seus bairros. Como já foi apresentado mais acima nesse trabalho, nenhum desses bairros é contemplado pela coleta especial de resíduos. Os moradores justificaram então, que mesmo se fizessem não haveria para onde enviar os resíduos. O restante (8%) disse que separa porque já tem combinado com um catador que passa algumas vezes na semana para recolher os resíduos recicláveis. Quanto aos resíduos biodegradáveis 100% das pessoas afirmaram não fazer sua separação, pois não há quem recolha tal resíduo.

Contudo, quando questionados se houvesse uma coleta diferenciada para os resíduos biodegradáveis eles praticariam a segregação dos mesmos, 85% responderam que sim, que fariam a separação e mandariam para essa coleta, os outros 15% falaram não ter tempo para realizar tal ação.

Como se pôde perceber a maioria dos entrevistados tem informação sobre o aterro sanitário da cidade e sua localização e, também, não veem problema quanto estar próximos a ele, mas ainda assim alguns pensam que essa localização prejudica os bairros menos distantes.

#### ✓ Plano de Encerramento de Aterros Sanitários

Na desativação de um aterro sanitário, a ordem é estabilizar a área física, química e biologicamente e, após esta estabilização, período geralmente não inferior a 10 -15 anos após encerramento da disposição de resíduos, destiná-la a um uso compatível. A cobertura definitiva deve ser projetada e executada de maneira a atender aos requisitos de isolar o resíduo do meio ambiente, impedir a infiltração de chuvas e impedir a saída não controlada do biogás.

Obedecendo as devidas normas de proteção, após o fim das atividades do aterro, o local pode ser usado para a construção de um parque, jardim, campo de futebol ou estacionamento, construídos em cima da última camada de lixo, sem que o terreno apresente qualquer risco à saúde pública ou de deslizamento. No caso de Uberlândia, a área não poderá mais ser utilizada para os mesmos usos anteriores, agropecuários, pois a legislação não permite que áreas que

foram aterros sanitários sejam utilizadas para esses fins, depois de seu encerramento.

O encerramento de aterros sanitários é baseado nas recomendações propostas pelos órgãos fiscalizadores, na evolução dos conhecimentos nas últimas décadas, nas práticas adotadas e bem-sucedidas em outros países e principalmente na necessidade de minimizar os impactos ambientais. Dores (2007), indica uma metodologia básica de encerramento de aterros de disposição de resíduos sólidos urbanos, que é apresentada a seguir:

- **Fase inicial - diagnóstico da situação**
  - Levantamento plano-altimétrico do local;
  - Planejamento do sistema de drenagem pluvial superficial;
  - Planejamento do sistema de drenagem de gases e dos líquidos percolados superficiais
  - Planejamento do plano de contenção e destino final dos líquidos percolados;
  - Planejamento do sistema de drenagem de possível existência de insurgência de água (mina de água) no entorno;
  - Planejamento do plano de monitoramento contemplando com análises físicas, químicas e biológicas do solo e da água;
  - Coleta de amostras para verificação dos resíduos existentes no local - devendo existir informação básica sobre tipo, composição, consistência, capacidade de lixiviação, e se possível caracterização da origem;
  - Avaliação de risco, específica do local: a avaliação de risco inclui a identificação de qual risco potencial pode produzir os resíduos depositados, a identificação dos receptores (neste caso a biosfera e possivelmente as águas subterrâneas), a identificação das vias através das quais substâncias provenientes dos resíduos podem atingir a biosfera, e a avaliação do impacto das substâncias susceptíveis de atingir a biosfera;
  - Elaborar um Relatório Ambiental Preliminar – RAP, baseado nas informações coletadas no pré-planejamento;
  - Planejamento do plano de avaliação de estabilidade do aterro;

- Especificação da fonte do material de cobertura;
  - Elaboração de projeto de cobertura vegetal e o plano de paisagismo;
  - Elaboração de projeto de cinturão verde no entorno, numa faixa de 20% da área do aterro;
  - Identificação da seqüência de encerramento para operações escalonadas de estruturas usadas no local;
  - Especificação dos procedimentos de engenharia para o desenvolvimento das estruturas usadas no local;
  - Elaboração de memorial descritivo que contemple metas e ações técnicas mínimas a serem obedecidas na execução da obra e serviços citados acima, fixando, portanto, os parâmetros mínimos a serem atendidos para materiais, serviços, equipamentos, máquinas e licenças nos órgãos ambientais oficiais que se fizerem necessários;
  - Elaboração de planilha de custo das atividades provenientes do encerramento de deposição de resíduos em lixões ou em aterros.
- 
- **Fase de implantação das ações – Três meses antes do encerramento**
    - Revisão do plano de encerramento – eliminação de possíveis falhas na elaboração do plano;
    - Programação da data do encerramento definitivo;
    - Preparação da escala final dos procedimentos de encerramento;
    - Notificação dos órgãos governamentais competentes quanto aos procedimentos adotados;
    - Notificação oficial dos usuários do local sobre a interrupção da disposição, tanto os veículos oficiais quanto os particulares.
- 
- **Fase de encerramento propriamente dita**
    - Erguer cercas ou outras estruturas apropriadas para limitar o acesso;

- Colocar placas indicativas do encerramento e locais alternativos de destinação do RSU;
  - Recolher todo o resíduo ou entulho remanescente e colocar em célula de disposição e finalizá-la;
  - Cobrir todos os resíduos por ventura ainda expostos;
  - Manter a espessura da camada de terra entre os taludes de 0,30 a 0,40 m e na finalização (última camada) sobre os taludes revestir com uma barreira geológica não inferior a 0,50 m (argila adicionada a uma camada mineral que aumente a impermeabilização do aterro);
  - Finalizar a cobertura com uma camada de solo não inferior a 1,0 m para que haja a recomposição vegetal da área degradada;
  - Executar todas as metas e ações estabelecidas na fase de pré- planejamento.
- 
- **Fase de manutenção – 3 meses após o encerramento e nos 15 a 20 anos posteriores**
    - Avaliação técnica das condições do local após as medidas de encerramento;
    - Completar as estruturas e aspectos do controle de drenagem que se façam necessários;
    - Completar conforme requerido, os sistemas de coleta de gases e de ventilação, as instalações de contenção do chorume e os artefatos de monitoramento de gás e de águas subterrâneas;
    - Colocar a quantidade requerida, após estudos indicativos, de cobertura de terra sobre o aterro;
    - Implantar e manter ao longo do tempo a cobertura vegetal;
    - Executar obras de engenharia necessárias para a estabilização do aterro, ações de monitoramento, procedimentos de destino final dos líquidos percolados bem como obras para o controle do estado dos canais desaguadores e bueiros;
    - Efetuar as correções e tarefas de limpeza necessárias nos canais para mantê-los em perfeito estado operativo;

- Elaborar relatórios a cada seis meses contendo todas as informações ambientais, técnicas e sócio-econômicas, sobre as investigações que contemplem as avaliações dos riscos, monitorações e previsões do comportamento das diversas emissões na área.

### 5.3. Compostagem

#### ✓ Licenciamento Ambiental para Áreas de Compostagem

Uma unidade de compostagem para a cidade de Uberlândia precisa ser capaz de atender as 362,22 toneladas de resíduos biodegradáveis produzidas por dia. De acordo com a DN 74/2004 Classe 5 e médio porte poluidor.

As etapas para seu licenciamento seriam:

- Autorização Ambiental de Funcionamento (AAF);
- Deferimento Licenciamento Prévio (LP);
- Anuência do IEF (Instituto Estadual de Florestas);
- Outorga de Água IGAM (Instituto Mineiro de Gestão das Águas);
- Registro de Estabelecimento e Produtor MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento);
- Anuência da ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil);
- Deferimento do Licenciamento de Instalação (LI);
- Pedido de Licença de Operação (LO);
- Deferimento da Licença de Operação.

De acordo com sua classe é possível saber que essa unidade de compostagem precisaria desenvolver um estudo ambiental do tipo Relatório de Controle Ambiental - RCA e Plano de Controle Ambiental - PCA, que são estudos mais simples quando comparados ao EIA/RIMA.

Analisando a compostagem visitada e, que forneceu as informações que serão descritas abaixo nesse capítulo, é possível saber quais condicionantes o órgão ambiental pediria como complemento ao licenciamento ambiental, que seriam:

- Apresentar relatório da execução do Projeto de Educação Ambiental proposto nos estudos ambientais anualmente;
- Adequar o tanque de armazenagem de combustível às normas da ABNT NBR 17.505/07, Resolução CONAMA nº 273/00 e DN COPAM nº 108/07. Comprovar com relatório técnico e ART do profissional, em 180 dias;
- Comprovar a execução de todas as medidas exigidas pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), conforme ofício nº 1406/GGCO-RJ/SIE/2008. Durante a Vigência da LO;
- Apresentar manifestação/anuência do III COMAR – Comando Aéreo Regional, em razão da localidade do empreendimento. OBS.: Deverá ser comprovado a execução de eventuais medidas de segurança impostas pelo COMAR durante a vigência da Licença, conforme cronograma estabelecido, em 60 dias;
- Manter sob controle o processo de compostagem de modo a não causar emissão de substâncias odoríferas na atmosfera, em quantidades que possam ser perceptíveis fora dos limites de propriedade do empreendimento. Durante a Vigência da LO;
- Deverão ser mantidas as medidas de controle a fim de evitar o arraste, pela ação dos ventos, dos materiais manipulados pela empresa. Durante a Vigência da LO;
- Devem ser mantidos os devidos cuidados nas operações de carga e descarga dos produtos manipulados pela empresa, de forma a evitar o rompimento das embalagens e a consequente liberação dos mesmos para o meio ambiente. Durante a Vigência da LO;
- Deverá ser mantido em operação o sistema de drenagem das águas pluviais captadas no pátio, de modo a evitar que as mesmas adentrem a área de armazenamento de matéria-prima e área de reserva legal. Durante a Vigência da LO;
- Executar o Programa de Auto monitoramento conforme definido pelo órgão ambiental, durante a Vigência da LO. Sendo os seguintes:
  - Esgoto sanitário: monitorar a entrada e saída do sistema de tratamento de efluentes sanitários, cujos parâmetros a serem analisados são: DBO<sub>5,20</sub>, DQO, pH, sólidos em suspensão e sólidos sedimentáveis, com periodicidade semestral;
  - Águas subterrâneas: realizar seu monitoramento com periodicidade semestral;

- Emissão veicular: promover anualmente durante a vigência da licença o auto monitoramento dos veículos e máquinas próprios e/ou terceirizados movidos a óleo diesel;
- Odor: realizar cinco amostras no perímetro do pátio de compostagem e uma amostra no ponto central, anualmente;
- Ruídos: monitorar em pontos localizados nos limites da área do empreendimento, anualmente;
- Águas pluviais: monitorar os parâmetros: pH, sólidos totais dissolvidos, cloretos, boro, fluoreto, fenóis, cianeto, nitratos, sulfatos, DQO, Arsênio, Selênio, Ferro, Bário, Alumínio, Vanádio, Sódio, Mercúrio, Cromo, Prata, Manganês, Cobre, Chumbo, Zinco, Cádmio, Cobalto, Níquel, Molibdênio, Coliformes totais e termotolerantes, pesticidas e afins. Com periodicidade anual.
- Relatar ao órgão ambiental todos os fatos ocorridos na unidade industrial que causem impacto ambiental negativo. Durante a Vigência da LO.

#### ✓ **Informações Gerais Sobre a Compostagem**

As informações referentes a compostagem foram obtidas com visitas e entrevista a uma empresa privada de Uberlândia, que trabalha somente com essa atividade, mas todas essas informações podem ser utilizadas para montar uma nova unidade de compostagem, pela Prefeitura Municipal de Uberlândia, por exemplo, pois o processo seria o mesmo.

A compostagem é entendida como o processo de decomposição biológica da fração orgânica dos resíduos, efetuado por uma população diversificada de organismos, em condições controladas de aerobiose e demais parâmetros, desenvolvido em duas etapas distintas: uma de degradação ativa e outra de maturação.

As questões positivas e negativas dos impactos decorrentes da compostagem dos resíduos sólidos são importantes para o conhecimento dos executores de qualquer projeto para que seja assegurada a preservação do meio ambiente, melhoria nas condições de saneamento e benefícios à população envolvida com o processo.

Vários são os impactos positivos dessa atividade, podendo citar: redução dos resíduos sólidos biodegradáveis de origem animal e vegetal que deixam de gerar gases e maus odores, líquidos percolados, atrair animais vetores de doenças; reduções nos investimentos para a

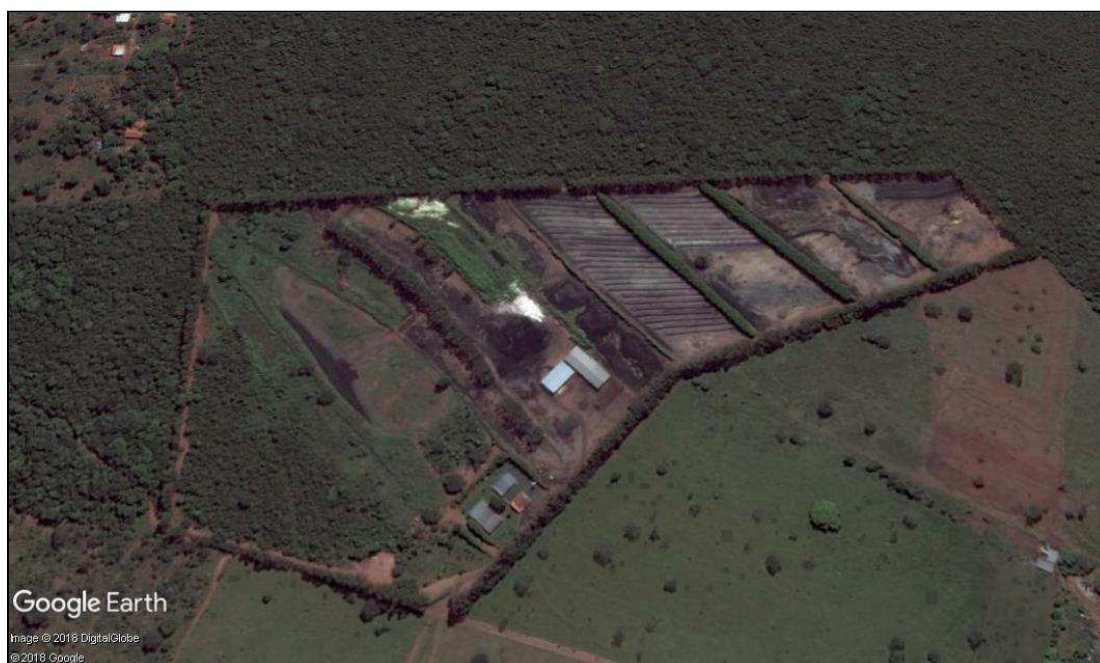


instalação dos aterros sanitários; aproveitamento agrícola da matéria orgânica; a reciclagem de nutrientes para o solo reduzindo os custos da produção agrícola; a economia de tratamento de efluente.

É importante destacar, que podem existir impactos negativos durante a operação de compostagem, advindos da inadequada operação, podendo dividi-los em três grupos principais: emissão de odores, proliferação de vetores e produção de chorume. Cabe ressaltar que estes impactos e suas consequências, são extintos ou mitigados, quando se tem uma operação embasada na legislação, seguindo todas as normas técnicas, desde a instalação da área até o momento que o produto final é destinado aos compradores.

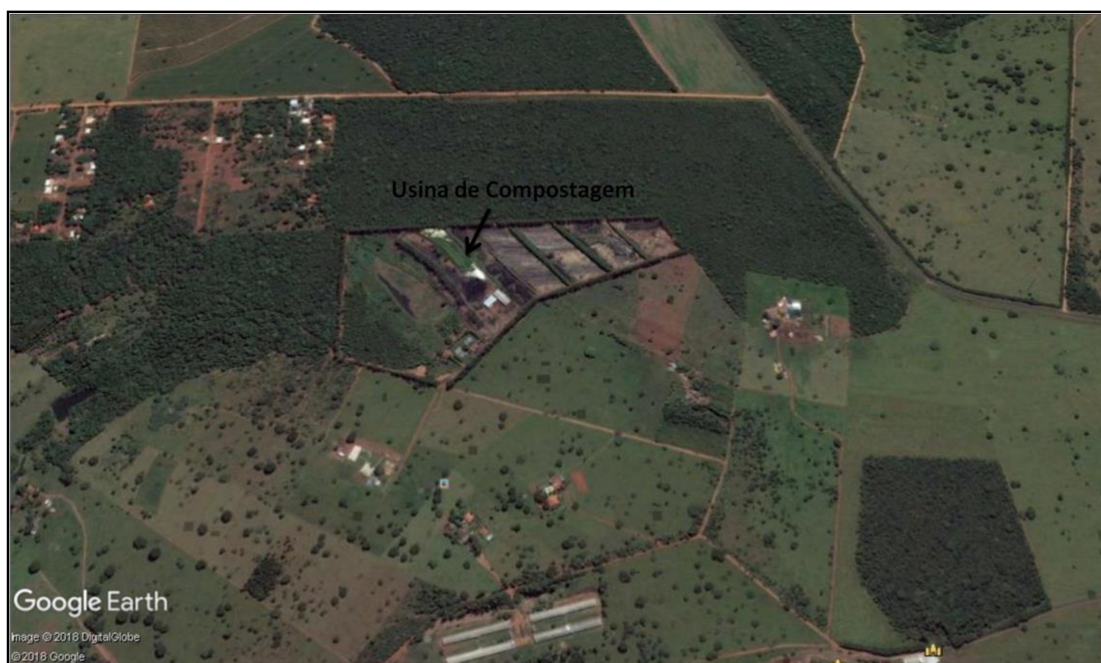
A empresa em questão possui área total de 24 ha, sendo que a área útil pode chegar a 16 ha; e sua área edificada atual é 0,06 ha (Figura 13). A atividade para a qual o empreendimento foi licenciado é listada pela DN74/2004: F-05-05-3 Compostagem de resíduos industriais, sendo, portanto, considerado como Classe 5. Sua capacidade nominal instalada (em termos de matéria-prima ou produto principal) é 39.000 toneladas/ano. Está localizada na zona rural de Uberlândia (Figura 14) e fica a 11,8 km do centro da cidade. Está em operação desde 2005, quando obteve sua Autorização Ambiental para Funcionamento.

**Figura 13:** Localização da unidade de compostagem da empresa privada visitada em Uberlândia.



**Fonte:** Google Earth, 2018.

**Figura 14:** Localização em área rural da unidade de compostagem pesquisada.



**Fonte:** Google Earth, 2018. Modificada para esse estudo.

Ao todo são 15 funcionários divididos entre auxiliares de produção, operadores de máquinas, motoristas e administrativo. A recepção da matéria-prima foi programada para o seguinte turno: de 7:30 às 18:00 horas, de segunda a domingo, com rotatividade dos funcionários. Já a operação das atividades de 7:30 às 17:18 horas, de segunda a sexta.

A previsão de consumo de energia elétrica a ser fornecida pela Companhia Energética de Minas Gerais - CEMIG, é de 230 KWh/hora em horários de pico. O fornecimento da água é realizado através de 4 poços artesianos, sendo consumidos por mês cerca de 18 mil litros de água, na época seca, pois as vias são umidificadas para evitar a emissão de material particulado e poeira.

Os equipamentos utilizados no processo de produção e transporte do produto final são:

- 1 Trator traçado com super redutor (utilizado para rebocar a revolvedora de leiras);
- 4 Pás carregadeiras, contendo “concha” com capacidade 1,00 m<sup>3</sup>, embutida no trator da compostadeira;
- 1 Revolvedora de leiras, com dimensões de base de leira de 4,00 m e altura de 1,70 m;
- 1 Peneira rotativa de seção circular ou hexagonal com malhas variadas (abertura grossa e fina, com capacidade para 20 toneladas/hora de produto;

- 2 Esteiras transportadoras;
- 1 Moenga para alimentação da peneira;
- Moinho de facas (com capacidade para 20 toneladas/hora de produto);
- 3 caminhões trucados;
- 2 carretas;
- 1 compostador de resíduos biodegradáveis.
- Equipamentos utilizados no laboratório: •1 Balança analítica para medição de umidade; 1 pHmetro (aparelho medidor de pH = potencial de hidrogênio); termômetro de campo com haste metálica.

As estruturas existentes na área são:

- Prédio administrativo;
- Laboratório;
- Banheiro/vestiário;
- Galpão para armazenamento dos implementos e equipamentos;
- Galpão para peneiramento;
- Instalações elétricas (rede de interligação com postes e cabos, e 1 transformador);
- Estufa;
- Baías nos pátios para separação da matéria-prima;
- 7 pátios;
- Oficina mecânica;
- Centro de educação ambiental.

Com relação a operação da unidade de compostagem pesquisada, os resíduos biodegradáveis são recolhidos de uma indústria de Uberlândia e transportados por caminhões apropriados, até a área de produção. Em toda entrada de matéria-prima existe a verificação da nota fiscal da carga. Subsequentemente as matérias-primas são avaliadas e triadas para, então, proceder-se à etapa de armazenagem temporária em baías individuais. Logo após inicia-se a seção de empilhamento nos pátios de compostagem e, concomitantemente, blendagem para

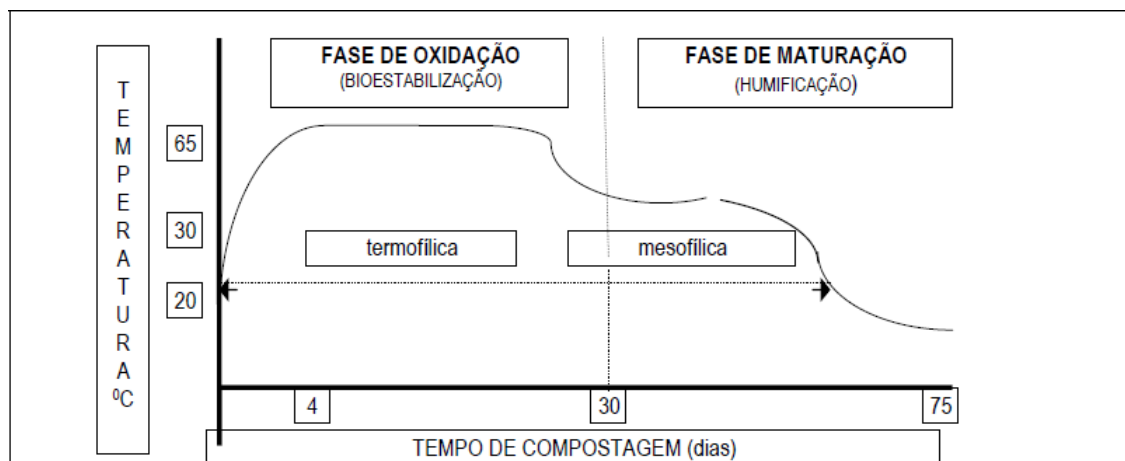
formação das leiras.

As matérias-primas são transferidas do local de armazenamento para o pátio de compostagem por meio dos caminhões basculantes. Após o enleiramento das matérias-primas no pátio de compostagem, as leiras são submetidas ao compostador de resíduos biodegradáveis, que ao mesmo tempo que possibilita a aeração no interior das leiras, promove a homogeneização dos resíduos.

A compostagem, na atualidade é definida como um processo biotecnológico, desenvolvido em meio aeróbio controlado, realizado por uma colônia mista de microrganismos. Ocorre em duas fases distintas: cura e de maturação. O que se estabelece nesse processo é um grupamento de seres vivos reunidos pela atração não-recíproca exercida entre eles, pelos diversos fatores de meio (biocenose). O funcionamento de biocenose é baseado numa rede complexa de interações entre os seus diversos constituintes, que dependem estritamente uns dos outros, podendo existir entre eles predação, competição, parasitismo, entre outros.

Na fase inicial do processo, prevalece populações de bactérias mesófilas. Assim que a temperatura começa a aumentar, já no segundo dia, as bactérias mesofílicas são sucedidas por bactérias termófilas, que passam gradativamente a prevalecer ao lado de populações de fungos termófilos, que surgem a partir do quinto ao décimo dia. Nesse momento, a temperatura máxima é atingida. O decréscimo gradual da temperatura inicia-se após o trigésimo dia, quando se faz aeração forçada por revolvimento mecanizado. Atinge-se assim, a segunda fase, a de maturação, com permanência de populações de actinomicetos e mofos. A duração do período de compostagem da 1ª fase é de 25 a 30 dias e de 30 a 50 dias para a 2ª fase (Figura 15).

**Figura 15:** Diagrama das fases de compostagem.



Fonte: Pereira; Neto, 2011.

Durante a compostagem, os parâmetros monitorados com maior frequência são umidade e temperatura. Este acompanhamento é fundamental para garantir a qualidade do produto final, evitar a inversão do processo aeróbico para anaeróbico, e identificar o nível de atividade microbológica do meio. Para revolvimento das leiras, é utilizado trator traçado e compostador de resíduos biodegradáveis, esta atividade é realizada duas vezes por semana, durante o período de cura e, semanalmente, durante a maturação. Esta frequência pode ser alterada, dependendo das demandas do processo.

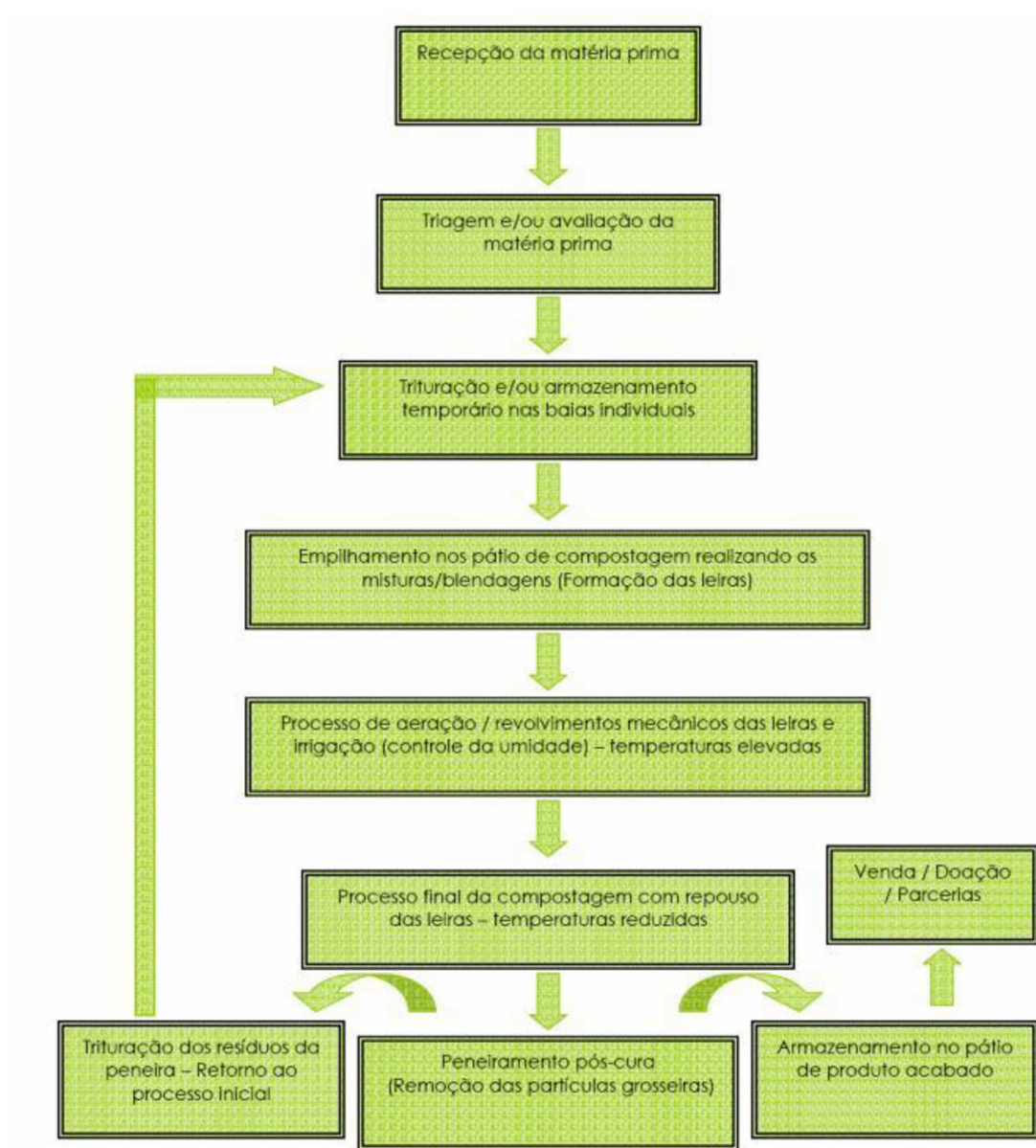
O controle da umidade das leiras é avaliado por meio de uma balança IR (infravermelho), para leitura percentual em amostras sólidas, presente no laboratório da própria unidade de compostagem, criado apenas para controle interno de qualidade do processo.

A temperatura das leiras é monitorada diariamente por meio de termômetro com haste metálica, aplicada a uma profundidade média entre 50 cm a 100 cm, no interior da leira. Tal parâmetro é um fator crítico para o controle de sanidade do composto. Dependendo do resultado destes dois parâmetros, associado à idade das leiras, aumenta-se a frequência de revolvimento das mesmas para melhorar o teor de O<sub>2</sub> no meio, promovendo a reativação da atividade microbológica. A temperatura de compostagem das pilhas deverá estar entre 40°C a 60°C durante a maioria da fase de oxidação (cura). Na fase termofílica, picos de temperatura entre 65 e 80°C são registrados, indicando a alta atividade microbológica. Tão logo a fonte de carbono tenha sido exaurida, a temperatura da pilha cai para limites abaixo de 30°C a 35°C, indicando o final da primeira fase e início da fase de maturação.



Outro parâmetro monitorado é o pH, que para atingir condições ótimas de compostagem, deve permanecer na faixa de 6,5 a 7,5. Teoricamente, ele é auto ajustado na massa durante as fases iniciais. O processo completo de compostagem dura em torno de 90 dias. Finalmente, o substrato obtido dos procedimentos de cura e de maturação é peneirado para a retirada das partículas grosseiras e endereçado à baia de armazenamento de produto final e são destinados aos clientes. O peneiramento do produto é feito na própria baia de armazenamento. O produto final é o condicionador de solo, usado 90% para cafeicultura e 10% para hortifrúti. A seguir tem-se o fluxograma de produção do composto orgânico.

**Figura 16:** Fluxograma do processo produtivo.



Fonte: Organizado pela autora.

### ✓ **Considerações Sobre Materiais no Processo de Compostagem**

A compostagem é um processo usado no tratamento de larga variedade de resíduos biodegradáveis, assim, é difícil precisar todas as mudanças bioquímicas que ocorrem durante o processo. Para assegurar boas condições para o desenvolvimento do processo algumas considerações especiais são necessárias, a saber:

- **Reviramento:** As operações de reviramento são necessárias na compostagem por aeração mecanizada, e é dimensionado, dependendo do material a compostar e de suas características como granulometria e umidade. Considerando-se também que o ar tenderá a estabelecer caminhos preferenciais pela massa de resíduos em compostagem, poderá ser necessária a aplicação de reviramento para evitar a formação desses canais preferenciais de ar;
- **Inoculação:** Pode-se auxiliar o processo de compostagem inoculando-se as leiras novas com materiais em estágio avançado de compostagem (ainda não estabilizado). Há um comércio emergente de bactérias para a inoculação de materiais em compostagem. Trata a literatura específica de cepas de bactérias altamente especializadas na degradação de sólidos biodegradáveis. Para sua aplicação serão realizadas análises custo/benefício para avaliação da aplicabilidade deste tipo de inoculante, uma vez que o mesmo se constituirá em um insumo para o processo de compostagem;
- **Controle de odores:** De um modo geral não há formação de odores na compostagem aeróbica. A maioria dos casos de emissão de odores na compostagem ocorre associada à formação de zonas de anaerobiose nas massas de resíduos. Isto pode ocorrer pela umidade alta, granulometria homogênea (sólidos estruturantes) ou baixa eficiência de reviramento.

### ✓ **Plano de Monitoramento da Unidade de Compostagem**

#### ➤ **Emissões atmosféricas**

De acordo com a Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM, 2015) as emissões atmosféricas representam o lançamento na atmosfera de substâncias na forma particulada, gasosa ou aerossóis, acompanhadas ou não de energia, capazes de causar alterações no compartimento atmosférico, quando lançadas em concentrações superiores à sua capacidade de assimilação.



Essas substâncias denominam-se poluentes atmosféricos ou agentes de poluição do ar quando lançadas com intensidade, quantidade, concentração, tempo de exposição ou características que tornem ou possam tornar o ar impróprio e nocivo à saúde da população e ao meio ambiente. Em síntese, os poluentes são todas as substâncias capazes de degradar a qualidade do ar, independentemente de serem previstos ou não na legislação ambiental.

As principais fontes antrópicas de poluentes atmosféricos são denominadas fontes fixas (indústrias) ou móveis (veículos a gasolina/diesel/álcool/gás natural), podendo ser decorrentes da combustão externa (caldeiras, fornos) ou combustão interna (automóveis) e outros processos de transformação (fabricação de ácidos).

No caso da unidade de compostagem, tratam-se de fonte móveis e difusas, cujas emissões atmosféricas geradas pelas atividades desenvolvidas são representadas por quantidade insignificante de material particulado evoluído nas operações de manuseio das matérias-primas e de produtos acabados, uma vez que não há evolução de gases ou vapores nas fases de processamento e, poeira gerada pela movimentação de caminhões e máquinas durante o processo de produção.

A utilização de tratores e caminhões no pátio da empresa promove a emissão de gases resultantes da combustão dos motores. É baixa a concentração, sendo o impacto temporário e reversível, pois após a realização da ação os gases são dispersos rapidamente.

As medidas mitigadoras são: manutenção adequada das máquinas, tratores e veículos, uso de combustível de qualidade e treinamento dos operadores das máquinas. Além disso, utiliza equipamentos novos com tecnologia de fábrica que visa reduzir a emissão de gases. Em época de seca é realizada a umidificação das vias, principalmente fora da área do empreendimento, evitando geração de poeira, que pode vir a causar transtornos aos vizinhos.

### ➤ **Ruídos**

O ruído ou vibração sonora é o movimento de oscilação, propagado pelo ar provocado por fonte mecânica em movimento vibratório. As estatísticas mostram que o ruído é o agente insalubre mais encontrado nas indústrias de modo geral e praticamente todo equipamento com algum tipo de movimento causa ruído.

De um modo geral, o controle do ruído pode ser executado tomando-se as seguintes medidas:

- Controle do ruído na fonte;
- Controle do ruído no meio de propagação;
- Controle do ruído no receptor.

Nesse caso as medidas mitigadoras são as seguintes: correta e periódica manutenção de veículos e máquinas, para que não emitam ruídos além de sua emissão considerada normal; isolamento da área com cerca viva, que auxilia na retenção dos ruídos do processo na área, evitando causar desconforto nas propriedades vizinhas. Esse isolamento visa controlar o ruído na sua trajetória de propagação, ou seja, significa construir barreiras que separem as máquinas do meio que a rodeia, evitando que o som se propague e quando chegar ao receptor sua intensidade será pequena (UNESP, 2010).

#### ➤ **Odor**

Para que o processo de compostagem se mantenha aerado é necessário seu constante monitoramento. Quando a umidade é excessiva há aglutinação de partículas, o que baixa a resistência estrutural da leira, restringindo sobremaneira a difusão *de* oxigênio (POINCELOT, 1975; WILLSON et al., 1976). Este fato reduz a temperatura média da leira (para faixa mesofílica de 20 a 40°C) e a concentração de oxigênio para valores menores que 5% (HUGHES, 1980; POINCELOT, 1975; WILLSON et al., 1976; DIAZ et al., 1982).

Ocorrendo esses problemas, a velocidade de degradação da matéria orgânica diminuirá, e condições anaeróbicas se instalarão na massa de compostagem promovendo consequências indesejáveis, tais como os odores (PEREIRA NETO 1987, 1996; POINCELOT, 1975; WILLSON et al., 1976).

Devido à natureza da atividade desenvolvida na usina de compostagem pesquisada, há o potencial de emissão de substâncias odoríferas, dentre as quais está o sulfeto de hidrogênio (H<sub>2</sub>S), originado pela decomposição anaeróbia da matéria orgânica.

Nesse caso, as medidas mitigadoras, além da cerca viva utilizada em toda a área que auxilia na não dispersão de odores, existe o compostador de resíduos biodegradáveis, cuja função é revirar as leiras durante o processo de compostagem, mantendo-o 100% do tempo em ambiente aeróbico, não permitindo assim o surgimento de organismos típicos de meios isentos de oxigênio, e que são os responsáveis pela formação do odor (Foto 12).

**Foto 12:** Compostador de resíduos biodegradáveis.



**Fonte:** Autora, 2017.

### ➤ **Resíduos sólidos**

Não são gerados resíduos sólidos no processo produtivo, visto que, toda matéria-prima é utilizada. Após o peneiramento, as partículas maiores retornam ao processo inicial de trituração. Devido a isso, o Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) monitora basicamente os resíduos gerados na área administrativa, oficina e EPIs.

Para os resíduos gerados as medidas mitigadoras são: são separados, armazenados corretamente até a coleta e enviados para destinatários licenciados para recebê-los. É realizado controle da quantidade de resíduos gerados, origem, classe, armazenagem, forma de destinação, empresa que realiza o transporte e a empresa que recebe cada resíduo. Todas essas informações são anotadas em planilhas e arquivadas no empreendimento.

### ➤ **Posto de abastecimento e oficina para manutenção de veículos e máquinas**

Na área de compostagem é realizada a manutenção de veículos e máquinas, mas somente aquelas mais simples e rápidas, caso contrário são levados para oficinas externas. A troca de óleo também é realizada no local. O abastecimento das máquinas e veículos também ocorrem dentro da unidade.

Desse modo, são necessários alguns cuidados para evitar acidentes, e no caso de ocorrerem fazer com que sejam minimizados ao máximo seus efeitos indesejáveis. Os resíduos misturados a combustíveis não devem chegar ao solo, cursos d'água ou aos lençóis freáticos, portanto as propriedades que possuírem áreas de abastecimento devem obedecer às normas regulamentadoras para evitar uma possível contaminação e também contribuir para a segurança

de seus funcionários e de sua propriedade (MANUAL DO PRODUTOR RURAL, 2014).

As medidas mitigadoras são: área impermeabilizada, circundada por canaletas direcionadoras de fluxo; bacia de contenção tem volume superior ao volume do tanque de armazenamento acrescido do volume da base de sustentação do mesmo, construída em concreto e impermeável. O piso da bacia de contenção tem declividade mínima de 1% na direção do ponto de coleta do efluente. A área permite fácil acesso de pessoas e equipamentos ao seu interior, tanto em situação normal como em caso de emergência e, está a uma distância mínima de 4,5 metros de qualquer tipo de construção, seguindo as normas impostas pela NBR 7505-1:2008 (Foto 13).

**Foto 13:** Área usada para abastecimento dentro da área de compostagem.



**Fonte:** Autora, 2017.

Existe ainda, a caixa separadora de água e óleo, que é responsável pela separação do óleo combustível do restante do efluente. O óleo separa-se naturalmente da água, por ser menos denso, mantendo-se na superfície. A captação da água ocorre através de um fecho hidráulico instalado no fundo da caixa; essa tubulação é vedada na parte superior para que não haja a entrada do óleo. A saída do óleo é composta por uma tubulação em formato de sifão, com a abertura voltada para cima; esta tubulação é instalada na parte superior da caixa e ligada a caixa coletora de óleo.

### ➤ Efluentes sanitários

Os efluentes sanitários são dejetos provenientes de residências, edifícios comerciais, indústrias, instituições ou quaisquer edificações que contenham banheiros e/ou cozinhas, dispostos em fossas ou tanques de acúmulo. Compõem-se basicamente de líquidos de hábitos higiênicos e das necessidades fisiológicas como urina, fezes, restos de comida, lavagem de áreas comuns, etc. Sua composição inclui sólidos suspensos, sólidos dissolvidos, matéria orgânica, nutrientes (nitrogênio e fósforo) e organismos patogênicos (vírus, bactérias, protozoários e helmintos) (MMA, 2011).

A área da usina de compostagem, por tratar-se de zona rural não servida por sistema público, a ABNT recomenda o tratamento e disposição final de esgotos sanitários conforme a NBR 7229 (1993), através de digestão anaeróbia da matéria orgânica executada em sistema “Tanque séptico / Filtro Anaeróbio” e disposição final do efluente tratado por infiltração no solo em áreas próprias, através de sumidouro (Foto 14).

**Foto 14:** Fosse séptica utilizada na área de compostagem.



**Fonte:** Autora, 2017.

O esgoto é coletado através de caixas de inspeção (CI), localizadas perto dos tubos de queda da administração e escoado através de tubos de PVC de caixa em caixa com declividades e diâmetros apropriados até a fossa séptica, unidade de sedimentação e digestão, de fluxo horizontal, destinada ao tratamento de esgotos. O esgoto após passar pela fossa séptica escoar para o filtro anaeróbio, unidade de tratamento biológico do efluente da fossa



séptica de fluxo ascendente em condições anaeróbias, cujo meio filtrante mantém-se afogado. Do filtro anaeróbio o esgoto já tratado escoar para um sumidouro ou poço escavado no chão e não impermeabilizado, que orienta a infiltração de água residuária no solo.

### ➤ Águas subterrâneas

Essas águas são monitoradas no empreendimento por três piezômetros, que são poços ou equipamentos de observação no qual é medido o nível freático ou a altura piezométrica. São instrumentos desenvolvidos para monitoramento de águas subterrâneas ideais para a investigação inicial do local. Podem ser instalados permanentemente para monitoramento de curto ou longo prazo do nível e qualidade da água e na determinação inicial de plumas de contaminantes em águas subterrâneas, amostragem de voláteis e gases. Os poços são permanentes na área do empreendimento e foram colocados a montante e a jusante da área diretamente afetada, que é considerada a área da própria unidade de compostagem (Foto 15).

**Foto 15:** Poços utilizados para o monitoramento das águas subterrâneas.



**Fonte:** Autora, 2017.

## ➤ Águas Pluviais

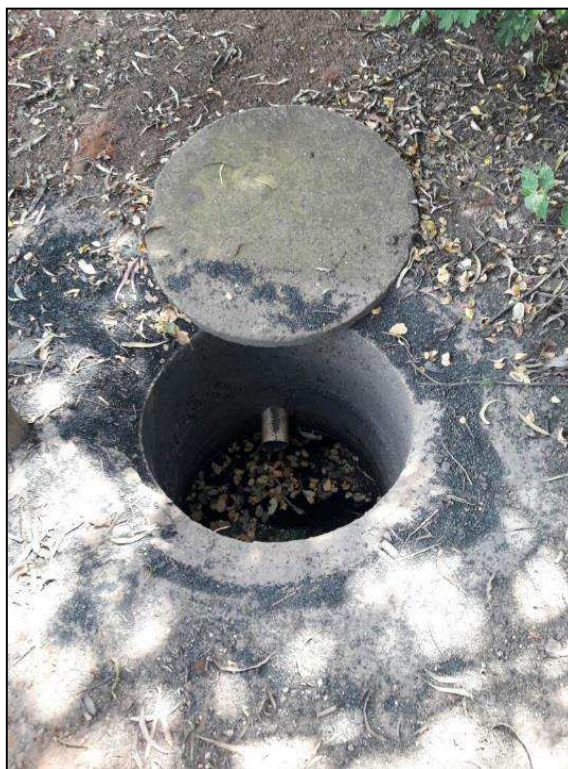
A importância de um serviço adequado de drenagem e manejo de águas pluviais em áreas de compostagem encontra-se no fato de evitar seus efeitos negativos, tais como alagamentos, carreamento de matéria-prima para outros locais, uma vez que, a lavagem de superfícies dessas áreas acarreta aumento de carga de poluentes em cursos de água e também, de propriedades vizinhas.

Por esse motivo, o sistema de drenagem de águas pluviais empresa pesquisada é bem adaptado a suas necessidades e é composto por:

- Caixas coletoras: são utilizadas no escoamento das águas pluviais em condomínios, indústrias, etc. Possuem vantagens como: não existe acúmulo de água; saída e entrada de água na parte de baixo do produto; fácil instalação; durabilidade, pois o material não se degrada ou oxida em contato com a água; fácil acabamento com o piso: formato quadrado; podem ser utilizados prolongadores; fácil de limpar, pois facilita a remoção dos sedimentos.

Na unidade de compostagem estão instaladas em todos os pátios, recebem manutenção sempre que necessário – com a retirada dos resíduos sólidos e limpeza da mesma (Foto 16).

**Foto 16:** Caixa coletora.



**Fonte:** Autora, 2017.



- Tubulação: todo o processo é realizado por encanamentos subterrâneos e externos, que passam por todos os pátios da área, conectados com as caixas coletoras, evitando de modo eficiente que a água pluvial escoe de forma descontrolada por todos os pátios utilizados durante o processo produtivo (Foto 17).

**Foto 17:** Encanamento presente dentro da área de compostagem.



**Fonte:** Autora, 2017.

- Lagoa de retenção de águas pluviais: é um reservatório construído para o armazenamento temporário das águas das chuvas, que escoam pela área da compostagem, liberando esta água acumulada de forma gradual, garantindo assim, que o sistema de drenagem local conduza eficientemente os picos das enxurradas, e também, permite que a água acumulada seja reutilizada no processo produtivo. Possui vantagens como baixo custo de instalação e manutenção e ainda, flexibilidade de ampliação. Na área de compostagem a lagoa foi criada com o intuito de reter a água pluvial dentro do empreendimento (Foto 18).

**Foto 18:** Lagoa pluvial instalada dentro da área de compostagem.



**Fonte:** Autora, 2017.

Em um primeiro momento, quando a água pluvial atinge o pátio de compostagem, ela é direcionada para uma caixa de 1 m<sup>3</sup> devidamente instalada nas áreas mais baixas dos pátios (laterais). A partir daí, ao atingir um nível acima das caixas, a água começa a ser drenada via tubulação subterrânea para a lagoa pluvial. A cada 50 m de percurso, a água passa por caixas de passagem (para desaceleração) e atinge a lagoa pluvial, usada para contenção de matéria-prima ou produto durante o período de chuvas. Essa, totalmente compactada e rebaixada em relação as áreas vizinhas, permite que a água evapore em grande parte durante o período seco e permite a separação da fase sólida arrastada, que é retirada após a secagem e reenviada ao processo de compostagem. Essa lagoa ainda possui um dreno no fundo, que realiza o escoamento de águas, quando necessário.

#### ➤ **Pátios**

Os pátios passaram por uma limpeza do terreno, regularização do terreno e compactação do mesmo, seguindo as normas da ABNT para compactação de áreas de base para aterros sanitários. Estas medidas são utilizadas para garantir que não haverá possíveis contaminações ao sistema de aquíferos subterrâneos do local (Foto 19).

**Foto 19:** Compactação dos pátios presentes na área de compostagem.



**Fonte:** Empresa de compostagem pesquisada, 2009.

Além disso todos os pátios são rebaixados em relação ao terreno das propriedades vizinhas e cursos d'água próximos, para que águas pluviais e demais materiais que possam ser carregados não sejam transportados para fora da área da compostagem.

#### ➤ **Produção de chorume**

Chorume é o líquido resultante da decomposição natural dos resíduos orgânicos durante o processo de bioestabilização ativa, o que por si não causa nenhum impacto ambiental. Porém, pode incorporar altas concentrações de macro e micronutrientes e toxinas orgânicas. É muito importante ressaltar que não ocorre a produção desse líquido na área de compostagem visitada, pois são tomadas medidas para evitar sua produção, entre elas:

- Operação das leiras de compostagem com umidade de projeto entre 45-55%, o que impossibilita qualquer liberação de chorume da leira de compostagem;



- Aumento do ciclo de reviramento para as leiras que apresentem umidade acima de 55%, incorporando composto maturado seco, em quantidade necessária
- Operação de leiras no limite mínimo de umidade (45%) durante o período chuvoso.

Cabe também esclarecer que no processo de maturação, na qual o material já está estabilizado, em processo de umidificação, não ocorre a formação do chorume. Como já foi citado anteriormente, os pátios foram compactados por pessoal técnico especializado e treinado seguindo as normas da ABNT para compactação de áreas de base para aterros sanitários (Foto 20).

**Foto 20:** Leiras de compostagem sem a presença de chorume em seu entorno.



**Fonte:** Autora, 2017.

#### ✓ **Relacionamento com a Comunidade de Entorno**

Como já foi mencionado a unidade de compostagem visitada está localizada em zona rural, o que torna o número de vizinhos bastante reduzidos. Como pode ser verificado na imagem de satélite a seguir, existem apenas sete propriedades mais próximas a área estudada, o que possibilita menos conflitos ou opiniões negativas quanto a empresa.

**Figura 17:**Propriedades no entorno da área de compostagem pesquisada.



**Fonte:** Google Earth, 2018.

Foi realizada uma entrevista com os moradores dessas propriedades, a respeito da percepção dos mesmos sobre a operação da área de compostagem em questão. Foram um total de sete entrevistados.

As respostas obtidas para as questões estão apresentadas a seguir:

1. Você sabe qual atividade é realizada na propriedade vizinha?

Nessa questão 100% dos entrevistados disseram estar cientes da atividade realizada na área estudada. Quando perguntados como sabiam de tal atividade, responderam que a empresa realiza reuniões na comunidade para explicar qual atividade desenvolve, a importância e esclarecer dúvidas sobre o processo.

2. Já visitou o local?

Nessa questão, quatro dos setes entrevistados, disseram já terem tido a oportunidade de visitar o local, ou porque foram convidados ou porque tiveram a curiosidade de se informarem sobre a atividade realizada no local. Os outros três afirmaram nunca terem tido a oportunidade de tal visita.

3. Já teve alguma reclamação quanto a atividade realizada na propriedade?

Nesse caso, dois moradores se queixaram do odor, que às vezes incomoda, mas também afirmaram que são poucas as vezes que sentem o mau cheiro. Os demais disseram não ter nenhum problema quanto a atividade desenvolvida.

Como se pôde perceber todos os entrevistados têm informação sobre o processo de compostagem realizado na área e, a maioria não vê problema quanto estarem próximos a essa área. A questão da desvalorização do local não foi citada por nenhum proprietário.

#### ✓ **Plano de Encerramento de Áreas de Compostagem**

Como foi mencionado acima no texto, as áreas de compostagem que estão conformes com a legislação, possuem todas as técnicas para evitar problemas ambientais e são monitoradas corretamente, não causam prejuízos ao meio ambiente local e de entorno. Por esse motivo quando a atividade for cessada, lembrando que não existe vida útil para usinas de compostagem, pois os resíduos não ficam armazenados no local, a área será monitorada mais uma vez e liberada para quaisquer usos que os proprietários queiram dar a ela.

### **5.4. Respostas aos Questionários Aplicados na Divisão de Limpeza Urbana, Catadores de Materiais recicláveis e Grandes Geradores**

#### ✓ **Divisão de Limpeza Urbana**

As respostas apresentadas a seguir, fazem parte dos questionários aplicados como forma de complementar os resultados desse trabalho. Serão expostas todas as questões e respostas obtidas, exceto as ligadas a custos, pois essas serão discutidas no próximo item desse capítulo.

Na entrevista com a responsável pela Divisão de Limpeza Urbana de Uberlândia foram realizados os seguintes questionamentos: se existe um responsável direto pelos resíduos biodegradáveis, o que segundo a entrevistada não existe. Nunca houve esse profissional na cidade de Uberlândia. Em seguida foi perguntado se há algum projeto em andamento ou futuro para os resíduos biodegradáveis e, a resposta também foi que não há nada proposto para agora e nem para o futuro. Interessante observar que mesmo havendo as metas e os prazos no PGIRS com relação aos resíduos biodegradáveis, não existe nenhuma ação sendo realizada para que essas metas sejam cumpridas.

A terceira questão foi se existe algum projeto de Educação Ambiental sendo realizado com os grandes geradores de resíduos e, nesse caso, ela disse que há projetos sendo desenvolvidos para implantação de coleta seletiva somente em algumas escolas da cidade, com relação aos resíduos recicláveis, nada proposto para os biodegradáveis. Na sequência foi questionado a ela quais são as dificuldades para gestão e gerenciamento dos resíduos biodegradáveis, a resposta foi a seguinte: “Existe uma grande falta de recursos para essa área na cidade de Uberlândia, recursos para ampliar a coleta seletiva e implantar também para resíduos biodegradáveis, mas eu vejo também, que há falta de vontade do poder público em iniciar algum projeto nesse sentido.”

Quando questionada sobre o motivo pelo qual as metas e prazos estipulados no PGIRS não estão sendo cumpridas e a falta de opções para o gerenciamento de resíduos biodegradáveis, a funcionária respondeu mais uma vez, que a falta de recursos é o principal motivo, mas também falta de especialistas no assunto, falta de pessoas capacitadas, falta de fiscalização por parte do poder público para que as metas sejam colocadas em prática.

O descaso com a destinação dos resíduos biodegradáveis é notável para quem busca se informar sobre tal assunto e pôde ser confirmado nessa entrevista. O fato de ser o tipo de resíduo mais produzido na cidade e o que mais ocupa volume no aterro sanitário não é levado em conta pela administração pública, que simplesmente não empenha esforços para desviar esses resíduos do aterro.

#### ✓ **Catadores de Materiais Recicláveis**

A coleta de materiais recicláveis é uma possibilidade de sobrevivência, uma alternativa comum para pessoas que não tiveram outra oportunidade de trabalho, por falta de estudo, formação técnica, falta de recursos para investir em uma carreira, entre outros motivos.

Figueiredo (1994) afirma que, na realidade, por trás de toda a movimentação dos resíduos urbanos, desde a coleta até sua disposição final, encontra-se uma complexa rede operacional extraoficial de grande importância para a manutenção da dinâmica dos resíduos urbanos. Nos grandes centros urbanos, milhares de pessoas, direta ou indiretamente, tiram o seu sustento do lixo urbano. Entre esses indivíduos encontram-se os catadores de lixo, catadores de papelão, catadores de vidro, pessoas envolvidas com operação de “ferro velho”, garis, lixeiros e muitos outros.



A discriminação é uma das grandes dificuldades que o catador de materiais recicláveis encontra, o que faz com que o seu trabalho não seja valorizado. O trabalho com o “lixo” significa muito das vezes uma diminuição no círculo social principalmente no bairro que estes trabalhadores moram, (SECRETÁRIA DE INTEGRAÇÃO E CIDADANIA, 2000) onde sofrem discriminação por parte dos outros moradores.

O serviço prestado pelos catadores de materiais recicláveis em Uberlândia, passou a ser regulamentado pela Lei 12.504 de 25 de agosto de 2016 que dispõe sobre o serviço público de coleta seletiva solidária. Com essa lei os resíduos com destinação para reciclagem deverão ser separados pelo gerador; institui-se o Comitê Gestor da Coleta Seletiva Solidária (CGCSS) para fiscalizar o serviço; serviço será prestado exclusivamente por cooperativas ou associações reconhecidas pelo Município; prestação de serviço passou a ser remunerada pelo Município.

Em Uberlândia chega a 1200 o número de pessoas que sobrevivem do lixo, em condições de miséria e exclusão social (Secretaria Municipal de Serviços Urbanos de Uberlândia apud JESUS, 2003). Pode-se observar que as pessoas que trabalham com materiais recicláveis são marginalizadas da sociedade e que possuem um estilo de vida insalubre devido ao contato com vários tipos de dejetos (doméstico, comercial, público, hospitalar entre outros).

Foram entrevistadas 120 pessoas que trabalham como catadores de materiais recicláveis, sendo 103 homens e 17 mulheres, eles foram encontrados no momento de entrega dos resíduos nas associações ou cooperativas de reciclagem da cidade. Quando questionados se já haviam pensado sobre a possibilidade de trabalhar coletando resíduos biodegradáveis, a grande maioria, 112 catadores, responderam que não. As justificativas principais foram que nunca cogitaram tal hipótese porque não sabem para onde levariam os resíduos, quem compraria o material. Os outros oito entrevistados, que disseram já ter pensado na possibilidade, não sabiam como proceder para executar tal tarefa.

Eles foram perguntados se alguém já havia procurado por eles, administração pública ou particulares para falar sobre o recolhimento desses resíduos e, nesse caso, todos eles responderam que nunca foram procurados para exercer tal atividade. Quando questionados se aceitariam recolher esse tipo de resíduo, 95 deles responderam que sim, justificando que seria uma renda a mais para ajudar em suas despesas e da família; já os outros 25 disseram que não,

pois é um tipo de resíduos que seria mais difícil de manusear, de transportar, além do mau cheiro.

Na parte de ganhos econômicos com a coleta dos materiais recicláveis, os mais vendidos, segundo os entrevistados, são papelão e garrafa PET, que custam R\$0,25 e R\$1,30, respectivamente, por quilograma. Apenas sete dos entrevistados disseram vender mais latinhas de alumínio, que é o material mais valorizado na hora da venda, sendo R\$ 3,90 o quilograma.

A grande maioria respondeu que trabalha diariamente e entrega os resíduos em associações ou cooperativas todos os dias ou no fim de cada semana. Muitos deles, não sabiam ao certo, qual o valor recebe por dia, pois não têm um controle sobre esses valores e acabavam se esquecendo do valor correto. Mas as respostas foram entre 10 e 200 reais por dia. Há uma discrepância considerável entre os valores que são ganhos por dia, mas como alguns materiais são muito baratos, o valor final acaba sendo pequeno e, os catadores de alumínio acabam ganhando um valor mais alto.

Os catadores que se mostraram favoráveis com a coleta e venda dos resíduos biodegradáveis disseram que fariam o serviço por uma média de R\$3,00 por quilograma, já que teriam que entregar obrigatoriamente todos os dias na central de compostagem, pois não poderiam deixar armazenados em casa, devido ao mau cheiro e chorume. Citaram ainda o fato de que os resíduos precisariam estar muito bem embalados nos locais onde a coleta fosse ser realizada, para que os mesmos não ficassem espalhados na rua durante o transporte em seus carrinhos de mão.

Esses catadores seriam muito importantes caso a administração pública resolvesse implantar um projeto de compostagem na cidade, pois seriam parte integrante da logística reversa dos resíduos biodegradáveis. A partir do entendimento da compostagem também como uma forma de reciclagem, conclui-se que a prestação deste tipo de serviço por cooperativas ou outras formas de associações de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis é mais uma forma de atuação possível destas entidades.

### ✓ **Grandes Geradores**

Nesse estudo foram considerados grandes geradores os restaurantes, escolas, hospitais e condomínios. No caso dos restaurantes as informações foram retiradas da dissertação de mestrado desenvolvida em 2013 pela autora dessa tese. As demais informações foram obtidas com visitas e entrevistas aos locais acima descritos.

Foram visitados:

- 120 restaurantes e *um shopping center*, pertencentes a 31 bairros. Esses restaurantes foram retirados de uma lista cedida pela Vigilância Sanitária de Uberlândia;
- Ao todo Uberlândia possui 324 escolas entre municipais, estaduais, particulares e federais. Durante o período de campo foram visitadas 100 escolas;
- De acordo com o Banco de Dados Integrados (2016), existem 1475 estabelecimentos de saúde registrados no Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde. Dentre eles foram visitados os maiores hospitais da cidade, considerados como hospitais gerais, que são 17 ao todo;
- Quanto aos condomínios, apesar das diversas tentativas na Divisão de Limpeza Urbana, Secretaria de Planejamento Urbano e Secretaria de Saúde da Prefeitura Municipal de Uberlândia, nenhum desses locais conseguiu passar uma lista com número total de condomínios fechados existentes na cidade. Alegaram que nenhuma das secretarias possui um sistema ou planilha montada que contenha essas informações. Busquei também nesses mesmos locais quantos condomínios entregaram o projeto de construção de abrigo para armazenamento de resíduos sólidos, depois da legislação criada em dezembro de 2016, mas também sem sucesso. Desse modo, foram visitados 10 condomínios fechados em cada setor da cidade: Norte, Sul, Leste, Oeste e Central, ou seja, 50 condomínios foram visitados, onde foram deixados questionários para os moradores responderem e depois foram recolhidos. Com esse procedimento foram obtidos 4000 questionários respondidos, durante os quatro anos de pesquisa de campo.

### ➤ Questionário

Questão 1: Há separação dos resíduos biodegradáveis? Se sim, para onde destinam? Se não, por que não?

Nos restaurantes visitados 28% fazem a separação dos resíduos biodegradáveis e 72% não praticam essa separação. Os estabelecimentos que separam responderam que existem pessoas que passam recolhendo os restos duas ou três vezes por semana e, são criadores de animais que utilizam esses restos para alimenta-los.

Das 100 escolas pesquisadas, apenas uma tem um projeto de compostagem realizado no fundo de sua área, cujo composto formado é utilizado em sua horta e doado a professoras da

escola. As demais não praticam a separação dos resíduos biodegradáveis. A prefeitura mantém um projeto para segregação na fonte de resíduos recicláveis em 41 escolas da cidade, mas os resíduos biodegradáveis não estão inclusos nesse projeto.

Dos 17 hospitais pesquisados, todos separam os resíduos hospitalares, pois são obrigados por lei, a separá-los e destiná-los para local adequado e, todos segregam os resíduos recicláveis, os biodegradáveis vão para o aterro sanitário. Quanto aos condomínios, do total dos 50 visitados, 100% não possui separação de resíduos biodegradáveis, mas todos eles possuem abrigo para armazenamento dos resíduos até que a coleta seja realizada. Desses 50, 37 entregaram o projeto de adaptação do abrigo, de acordo com a Lei nº 12.578, de 30 de novembro de 2016 e já iniciaram a separação de resíduos recicláveis, pilhas, baterias, lâmpadas, mas os resíduos biodegradáveis vão para o aterro sanitário.

De todos que responderam não separar os resíduos biodegradáveis duas respostas foram mais comuns, para justificar tal fato. Em primeiro lugar não separam porque não há local separado para armazenar no condomínio e, também, não há para onde enviá-los e, segundo, não separam porque nunca tiveram esse hábito e por falta de tempo. Um estudo desenvolvido por Corrêa; Lange (2011) demonstrou que os resíduos recicláveis são considerados de mais fácil manuseio e, também, possuem facilidade de destinação, por isso são mais facilmente segregados pelas pessoas.

Questão 2: Onde o resíduo fica armazenado até a coleta?

Dos 120 restaurantes pesquisados, 86 (71,7%) optam pelo armazenamento em sacos plásticos, o restante, 34 (28,3%) adquiriram recipientes tampados para armazenar os resíduos. É válido ressaltar que o número de restaurantes que separam os resíduos biodegradáveis é o mesmo dos que utilizam os recipientes tampados para armazená-los, ou seja, são aqueles que dão uma destinação diferente aos resíduos, ao invés de enviar ao aterro sanitário.

Nas escolas, 99 de 100, não separam os resíduos biodegradáveis e os colocam em sacos plásticos pretos de lixo, onde permanecem até o momento da coleta. Interessante

observar que as 41 escolas que fazem parte do projeto de reciclagem da prefeitura, possuem um local separado para armazenamento de resíduos até o momento da coleta e são muito bem organizadas. As demais deixam em um local no fundo da escola até a passagem da coleta convencional.

Todos os hospitais possuem o abrigo de resíduo construído, onde os mesmos ficam armazenados, cada um com espaço diferente, todos separados por tipos. Os biodegradáveis e os demais, que são enviados ao aterro sanitário, são armazenados em sacos para lixo. Os condomínios, como já foi dito, possuem o abrigo para armazenamento de resíduos até a coleta, seja ela seletiva ou convencional, embora alguns ainda não estejam se adaptando as exigências da nova lei, mas todos possuem um abrigo. Os condomínios que já entregaram o projeto para cumprir a legislação, estão começando construção do novo abrigo para então implantarem a coleta seletiva dos recicláveis e outros.

Segundo informações passadas pela Vigilância Sanitária de Uberlândia, não existe nenhuma norma ou legislação específica para o município quanto ao modo de armazenar os resíduos biodegradáveis nesses grandes geradores, eles devem seguir as leis federais, que se encontram disponíveis em sites da internet, pois segundo a Vigilância Sanitária, ela não possui a obrigação de passar essas informações.

Foi questionado também, a Vigilância Sanitária, sobre doar os alimentos para criadores de animais, e a resposta é que não há problemas, desde que os resíduos não fiquem armazenados muitos dias no local gerador, e durante o tempo que permanecer no mesmo, deve ser em área externa e em recipientes tampados. Mas se ocorrer algum problema durante o transporte destes resíduos, os geradores são responsabilizados.

Questão 3: Conhece alguém que recolha os resíduos biodegradáveis para algum uso alternativo?

Os 28% de restaurantes que segregam os resíduos biodegradáveis conhecem pessoas que recolhem esse resíduo, por isso doam os mesmos para essa coleta separada e informal. Nas escolas, quatro delas citaram que conhecem pessoas que recolhem esses resíduos, que até já separaram por um tempo, mas devido a falta de comprometimento das pessoas de passarem nos dias combinados e a dificuldade em armazenar os resíduos por muito tempo na área da escola, fizeram com que elas não separassem mais os resíduos biodegradáveis para doação.

Nenhum dos hospitais afirmou ter conhecimento de pessoas que recolham esse tipo de resíduo. Já nos condomínios, 15 deles afirmaram ter sido procurados por criadores de animais que precisavam dos resíduos como doação. Dos 4000 mil questionários respondidos, em 733 haviam respostas de moradores que separaram os resíduos biodegradáveis por um tempo, mas pararam pelos seguintes motivos: a dificuldade em implantar a coleta seletiva no condomínio todo; a falta de locais para enviá-los, pois uma pessoa somente, não conseguiria e nem precisaria da quantidade total gerada no dia em um condomínio, para somente alimentação de animais; e, o fato de as vezes o coletor não passar nos dias e horários combinados, fez com que essas pessoas parassem de separar esses resíduos.

Questão 4: A Prefeitura Municipal já realizou alguma campanha ou treinamento quanto ao manuseio, armazenamento, destinação final dos resíduos biodegradáveis?

Quanto a essa questão, os 120 restaurantes responderam que nunca foram procurados para receber nenhum tipo de treinamento com o tema resíduos biodegradáveis. O mesmo ocorreu com as escolas, nenhuma delas recebeu auxílio por parte da prefeitura sobre como tratar os resíduos biodegradáveis. As 41 escolas que fazem parte do projeto de reciclagem, foram preparadas para trabalhar somente com os resíduos recicláveis.

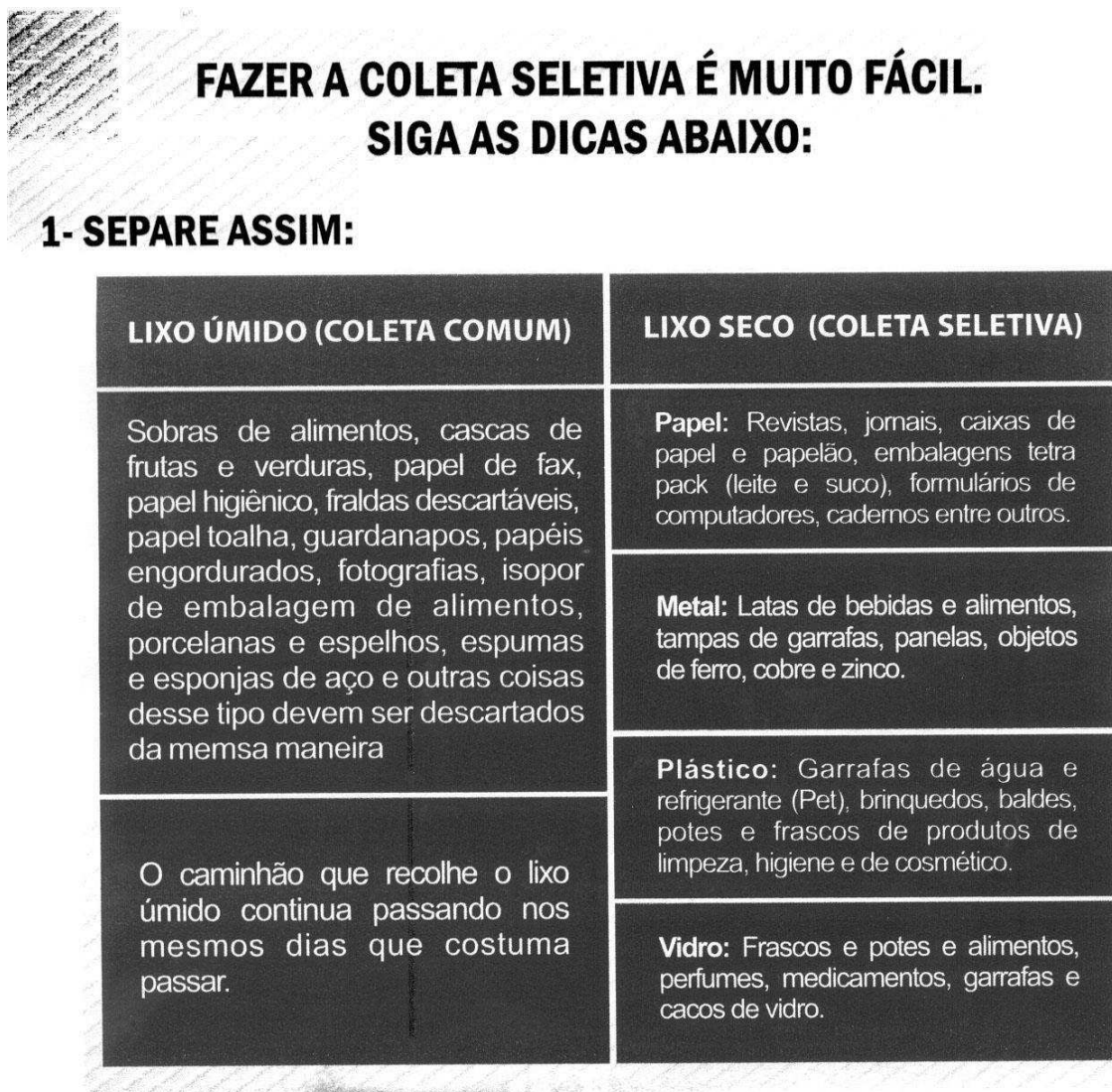
Nos hospitais ocorreu o mesmo, 100% nunca recebeu nenhum tipo de preparação ou treinamento para segregar, manusear e destinar os resíduos biodegradáveis. Cabe dizer que entre os 17 hospitais visitados, existem hospitais públicos e particulares e, nem mesmo os públicos receberam esse tipo de auxílio por parte da administração pública de Uberlândia. Em se tratando dos condomínios, dos 50 visitados, 42 já receberam algum tipo de intervenção da prefeitura quando se trata de resíduos sólidos. Foram campanhas realizadas através de panfletos distribuídos, mas em nenhum momento, um treinamento com profissionais da área com um contato mais próximo com os moradores.

Apesar de todas as diretrizes e prazos colocados no PGIRS, mencionadas no capítulo anterior, e da aparente intenção de buscar outras formas para destinação dos resíduos biodegradáveis, a Prefeitura Municipal vem se contradizendo quanto a isso. Um panfleto (Figura 18) foi distribuído pela Secretaria Municipal de Serviços Urbanos em condomínios, incentivando e instruindo aos moradores que separem "lixo úmido" de "lixo seco". Nesse "lixo úmido" caberia restos alimentares, fraldas descartáveis, porcelanas, espelhos, entre outros, que seriam todos armazenados em conjunto, ou seja, em um mesmo recipiente, e enviados ao aterro



sanitário da cidade.

**Figura 18:** Panfleto distribuído pela Secretaria Municipal de Uberlândia em condomínios da cidade.



**Fonte:** Secretaria Municipal de Serviços Urbanos, 2017.

Para início da discussão a SMSU está usando termos antiquados, que já estão em desuso, como lixo para se referir a materiais que ainda podem receber outro tipo de destinação, como reciclagem e compostagem. O termo correto seria resíduo, ou até mesmo material em trânsito. A palavra lixo só é utilizada para aqueles materiais que realmente não possuem nenhuma outra forma de aproveitamento.

Além disso, utiliza termos errôneos, como úmido e seco, uma vez que, fraldas descartáveis, fotografias, isopor, embalagens de alimentos, não são "lixo úmido" e, papel,



metal, plástico e vidro são resíduos recicláveis e não "lixo seco". Outro ponto central é o incentivo em dispor todos esses resíduos, considerados como úmidos, em um mesmo recipiente, para posterior coleta e envio ao aterro sanitário. Não se pode incentivar essa mistura, pois cada um desses resíduos possui um destino diferente na cadeia da logística reversa, cada um pode ser destinado a locais distintos e reaproveitado de alguma forma.

Essa atitude da SMSU vem comprovar que a preocupação da cidade está voltada apenas para os resíduos mais comuns, ditos como recicláveis. Os demais são considerados lixo e, possuem o incentivo somente para serem enviados ao aterro sanitário. Nas Figuras 19 e 20 são apresentados panfletos distribuídos por um condomínio explicando aos moradores como funcionará a coleta e a separação dos resíduos, para cumprir com a Lei nº 12.578, de 30 de novembro de 2016. Tal lei dispõe sobre a construção de abrigos para acondicionamento de resíduos sólidos em loteamentos, reloteamentos, condomínios fechados, horizontais ou verticais, edifícios residenciais e estabelecimentos comerciais no município de Uberlândia. Essa nova legislação prevê o correto acondicionamento dos resíduos em condomínios, mas não dispõe sobre quais resíduos devem ser segregados e reciclados.

**Figura 19:** Funcionamento do ecoponto dentro de um condomínio fechado em Uberlândia.



**Figura 20:** Forma de segregação de resíduos sólidos proposta por um condomínio fechado em Uberlândia.



**ecoponto** #ADOTESSAIDEIA

**O ECOPONTO JÁ ESTÁ FUNCIONANDO!**

AGORA, **TODO TIPO DE RESÍDUO, SEJA ELE ORGÂNICO OU RECICLÁVEL DEVER SER ENTREGUE NO ECOPONTO** NOS SEGUINTE HORÁRIOS:

**FUNCIONAMENTO DE SEGUNDA À SEXTA – 7H ÀS 18H | SÁBADO – 7H ÀS 12H**  
DAS 5 ÀS 7H O DESCARTE DOS RESÍDUOS PODE SER FEITO NOS CONTAINERS ALOJADOS EM FRENTE AO ECOPONTO.

**CADA APARTAMENTO TEM DIREITO A RETIRAR UMA ECOBAG RETORNÁVEL PARA ARMAZENAMENTO E DESCARTE DOS RESÍDUOS RECICLÁVEIS.**

**PROCURE A ADMINISTRAÇÃO DO CONDOMÍNIO DURANTE O HORÁRIO COMERCIAL PARA RETIRAR A SUA!**

COMO SEPARAR OS RESÍDUOS?		NÃO SERÃO ACEITOS:
<b>SACOLINHAS PLÁSTICAS</b> <b>RESÍDUOS COMUNS:</b> - SOBRAS DE ALIMENTOS; - RESÍDUOS SANITÁRIOS; - BITUCAS DE CIGARRO; - OBJETOS CORTANTES, ETC.	<b>ECOBAG</b> <b>RECICLÁVEIS:</b> - PAPEL; - PLÁSTICO; - METAL; - VIDRO; - ÓLEO DE COZINHA; - ELETRONÍCOS.	<b>RESÍDUOS PERIGOSOS:</b> - RESÍDUOS DE OBRAS; - DESCARTES DE MÓVEIS; - PEÇAS DE CARRO; - ÓLEO AUTOMOTIVO; - VIDROS QUEIMADOS.

**A RESPONSABILIDADE DE SEPARAÇÃO NÃO É OBRIGATÓRIA, ENTRETANTO É UMA ATITUDE SOCIALMENTE RESPONSÁVEL.**

**FAÇA A SUA PARTE!**

A RETIRADA DO LIXO SERÁ FEITA DUAS VEZES AO DIA, EXCETO AOS SÁBADOS, COM APENAS UMA RETIRADA.

Como pode ser observado na figura acima, os resíduos biodegradáveis (restos de comida) devem ser descartados em sacolas plásticas, juntamente com os rejeitos, ou seja, não há uma coleta seletiva para esses resíduos, que vão diretamente para o aterro sanitário da cidade.

Mais uma vez ficou claro que os resíduos biodegradáveis, que são a grande maioria, não possuem nenhum tipo de incentivo por parte da administração pública para serem destinados de uma outra maneira, o que contradiz as metas propostas para compostagem no PGIRS de Uberlândia. Essa situação, por sua vez, gera a falta de interesse por parte de condomínios e demais grandes geradores a segregarem o material biodegradável, pois não há um outro destino na cidade para sua transformação e reaproveitamento, restando somente a opção do aterro sanitário.

Com isso, pode-se concluir, que as diretrizes e metas traçadas pela administração pública no PGIRS não serão contempladas, uma vez que nem mesmo ela incentiva os cidadãos a cumpri-las. Será necessário buscar a iniciativa privada ou ao menos uma parceria público-privada que invista recursos e incentive a população a segregar e destinar corretamente cada tipo de resíduo produzido. Algumas opções como cobrança pela geração de resíduos, a partir da quantidade gerada ou legislações que obrigassem a segregação dos resíduos biodegradáveis com uma fiscalização efetiva quanto isso, poderiam funcionar, ao menos para os grandes geradores.

Questão 5: Se houvesse a coleta seletiva regulamentada fariam a correta separação dos resíduos biodegradáveis?

Entre os restaurantes 9% responderam que não separam e nem vão separar os resíduos biodegradáveis, por falta de tempo ou interesse; 63% não separam, mas separariam se houvesse uma coleta diferencial regulamentada; 28% já separam. Quanto às escolas, todas responderam que praticariam a segregação, caso houvesse essa coleta seletiva. Esse mesmo resultado foi encontrado nos hospitais pesquisados. Quanto aos moradores dos condomínios, dos 4000 questionários respondidos, 3632 responderam que separariam os resíduos sem o menor problema ou dificuldade, o restante - 368 - não separariam de forma alguma, por falta de tempo, ou local para colocar os resíduos em casa até descerem para o abrigo.

Essa pesquisa foi muito importante, pois possibilitou enxergar que os grandes geradores estão dispostos a separar os resíduos, caso a prefeitura tome a iniciativa de implantar a logística reversa, com a coleta seletiva e uma usina de compostagem na cidade, ou ao menos firmar uma parceria com uma empresa privada que já trabalhe com compostagem, que possa receber os resíduos biodegradáveis produzidos na em Uberlândia.

Leite (2009) afirma que a implantação de processos de logística reversa pode ser a solução para a questão da excessiva geração de resíduos sólidos. No caso dos grandes geradores estudados seria uma excelente alternativa, pois haveria coleta seletiva, evitando o armazenamento por muitos dias e, ainda, os resíduos biodegradáveis teriam uma destinação ambientalmente correta ao invés da somente disposição correta, através da compostagem e sua transformação em adubo orgânico.

## 5.5. Custos Envolvidos nas Atividades do Aterro Sanitário e Compostagem

### ✓ Aterro Sanitário

Em relação ao aterro sanitário de Uberlândia é preciso esclarecer que houve um processo licitatório realizado para contratação da empresa, que ficaria responsável por toda implantação, operação, manutenção, encerramento e, custos provenientes dessas etapas. A Prefeitura Municipal de Uberlândia tem como despesas com essa empresa o valor acordado em contrato e o valor que é pago por tonelada de resíduos que entram no aterro sanitário.

A seguir serão demonstrados todos os custos referentes a todas as fases pelas quais o aterro sanitário passa e, os custos que a prefeitura possui com o mesmo, os quais são os mais relevantes para esse trabalho, pois serão comparados aos custos que teria se fizesse a compostagem dos resíduos biodegradáveis.

Na tabela a seguir estão apresentados os valores gastos pela concessionária de limpeza urbana para implantação do aterro sanitário de Uberlândia.

**Tabela 26:** Estimativas de custos em todas as fases do aterro sanitário.

<b>Etapas</b>	<b>Valor</b>	<b>% da etapa no total</b>
Pré-implantação	1.865.880,00	3,21%
Área	1.500.000,00	
Projeto	65880,00	
Licenciamento	300000,00	
Implantação	8.309.207,36	14,32%
Obras	2.700.984,00	
Equipamentos	5.608.223,36	
Operação	45.000.000,00	77,60%
Encerramento	610602,24	1,08%
Monitoramentos	2.200.000,00	3,79%
<b>TOTAL</b>	<b>57.985.689,36</b>	<b>100%</b>

**Fonte:** Concessionária de limpeza urbana de Uberlândia, 2017.

Ressaltando que esses valores foram e são gastos pela concesscionária de limpeza urbana e, não, pela Prefeitura Municipal. As informações foram obtidas através de entrevista realizada na empresa responsável pelo aterro sanitário, sendo que os custos de pré- implantação e implantação já foram realizados, pois são etapas que já foram finalizadas, enquanto que os valores da operação, do encerramento e do monitoramento são estimativas realizadas pelo setor econômico da empresa. No caso da etapa operação é preciso levar em conta o tempo de vida útil do aterro, que são 21 anos, que dariam cerca de R\$2.142.857,14 por ano.

Segundo um estudo realizado pela Fundação Getúlio Vargas em 2009, o ciclo total de um aterro sanitário dura cerca de 42 anos. A etapa de pré-implantação ocorre ao longo do primeiro ano; no segundo ano são dispendidos os custos referentes à etapa de implantação e compra de veículos e equipamentos. Já os investimentos na etapa de operação são divididos ao longo dos 20 anos de vida útil programada. E, por fim, o encerramento e monitoramento nos próximos 15 ou 20 anos. Para Uberlândia, como a concessionária de limpeza definiu a vida útil do aterro para 21 anos, seu ciclo total é de 43 anos.

Os serviços de coleta de resíduos domiciliares e a maior parte dos serviços de limpeza urbana (varrição, capina e roçada de vias e logradouros públicos e outras atividades correlatas como limpeza de praças) são prestados pela empresa particular de limpeza urbana, em regime de contrato administrativo regido pela Lei federal nº 8.666/93, e os serviços de implantação e operação do novo aterro sanitário (CTR) e de encerramento do aterro antigo são prestados em regime de concessão administrativa, delegados, também, a essa mesma empresa de limpeza urbana.

Em se tratando das despesas da prefeitura com tal empresa, tem-se que considerar o valor do contrato acordado no momento da aprovação da licitação e o valor pago à empresa por tonelada de resíduo aterrado, no geral esses são os gastos que a administração pública tem com a empresa que cuida do aterro em Uberlândia. A seguir esses valores serão melhores discriminados.

O contrato firmado entre a prefeitura e a empresa contratada foi renovado em 2017 com o valor de R\$56.000.000,00, esse é o valor anual repassado a empresa. Quanto ao valor de cada tonelada de resíduo que entra no aterro, em 2017 era R\$176,85. Tomando por base esse valor e realizando-se os cálculos chega-se aos seguintes números, apresentados na Tabela 27, com relação a totalidade de resíduos e, Tabela 28 os valores somente para resíduos biodegradáveis.



**Tabela 27:** Quantidade de resíduos enviados ao aterro sanitário por dia, mês e ano e o valor pago por tonelada de resíduos aterrados.

<b>Quantidade de resíduos aterrados (toneladas)</b>	<b>Valor pago por tonelada (R\$)</b>
<b>Dia</b> 600	<b>Dia</b> 106.110,00
<b>Mês</b> 18000	<b>Mês</b> 3.183.300,00
<b>Ano</b> 216000	<b>Ano</b> 38.199.600,00
<b>21 Anos*</b> 451.047,52	<b>21 Anos*</b> 79.767.753,91

**Fonte:** Concessionária de limpeza urbana de Uberlândia, 2017.

\*Vida útil prevista para o aterro sanitário de Uberlândia.

Os valores calculados para o fim da vida útil do aterro (21 anos) foram encontrados através da informação passada pela entrevistada da Divisão de Limpeza Urbana, a qual informou que há um crescimento de 5,4% na geração de resíduos por ano. Com os valores apresentados nessa tabela, conclui-se que a prefeitura gasta por ano R\$56.000.000,00 de contrato com a concessionária de limpeza urbana, mais R\$38.199.600,00 com aterramento de resíduos no aterro sanitário, chegando-se a um valor total de R\$94.199.600,00.

**Tabela 28:** Quantidade de resíduos biodegradáveis enviados ao aterro sanitário por dia, mês e ano e o valor pago por tonelada de resíduos aterrada.

<b>Quantidade de resíduos aterrados (toneladas)</b>	<b>Valor pago por tonelada (R\$)</b>
<b>Dia</b> 362,22	<b>Dia</b> 64058,607
<b>Mês</b> 10866,60	<b>Mês</b> 1.921.758,21
<b>Ano</b> 130399,20	<b>Ano</b> 23.061.098,52
<b>21 Anos*</b> 272295,26	<b>21 Anos*</b> 48.155.416,73

**Organização:** Arantes, 2017.

\*Vida útil prevista para o aterro sanitário de Uberlândia.

Segundo a funcionária entrevistada na Divisão de Limpeza Urbana, se fossem analisados somente os resíduos biodegradáveis, ou seja, se o aterro sanitário recebesse somente esse tipo de resíduo, o valor firmado em contrato entre a prefeitura e a empresa de limpeza urbana, seria cerca de R\$33.807.200,00. Com essa conclusão pode-se afirmar que o gasto que a Prefeitura Municipal de Uberlândia possui com os resíduos biodegradáveis anualmente é de R\$33.807.200,00 de contrato e R\$23.061.098,52 com o seu aterramento, totalizando

R\$56.868.298,52. Ao fim de 21 anos de vida útil do aterro sanitário a Prefeitura Municipal terá gasto com a destinação final dos resíduos biodegradáveis R\$1.194.234.268,92, que seria o valor do contrato somado ao valor gasto com o aterramento dos resíduos.

Com a retirada desses resíduos do aterro, o valor do contrato, de acordo com a entrevista realizada na Divisão de Limpeza Urbana, diminuiria para cerca de R\$22.192.800,00, o que significa dizer que, além de economizar com o contrato, haveria também a economia do valor pago para o aterramento.

Por fim, a economia anual seria de R\$33.807.200,00 com o contrato mais R\$23.061.098,52 com os resíduos biodegradáveis que não seriam aterrados, totalizando R\$56.868.298,52, que poderiam ser investidos em uma forma de destinação diferenciada para esses resíduos. Isso considerando que 100% dos resíduos biodegradáveis fossem desviados do aterro sanitário para outra finalidade.

O aterro sanitário apresenta algumas vantagens como, ser adequado para a recepção de resíduos de origem doméstica, varrição de vias públicas e comércios, sem causar danos ou riscos à saúde pública e à segurança, minimizando os impactos ambientais. Em contrapartida cria um passivo ambiental expressivo, além de ocupar uma área (espaço) a inviabilizando para usos mais nobres para a sociedade, gera, também, a perda dos benefícios em potencial com o aproveitamento dos materiais biodegradáveis, que representam em torno de 60,37% em massa e volume do que foi depositado no aterro.

Não há até o momento nenhum estudo na cidade de Uberlândia que tenha se preocupado em pesquisar e apresentar os valores gastos com o aterro sanitário, procurando mostrar quão oneroso esse tipo de empreendimento é, economicamente falando, para a cidade em estudo. A administração pública, até o momento, também não agiu no sentido de buscar esses números e compará-los com uma outra forma de destinação para os resíduos biodegradáveis, que pudesse reaproveita-los e ser mais viável economicamente para a gestão dos mesmos.

### ✓ **Compostagem**

Todos os valores obtidos para calcular os custos de uma usina de compostagem foram conhecidos durante a entrevista a empresa privada de Uberlândia, que trabalha com essa atividade e, na entrevista a Divisão de Limpeza Urbana. Nesse tópico serão feitas estimativas



dos custos para a prefeitura implantar uma usina de compostagem desde a sua construção e, também os custos que teria se fosse firmada parceria com uma empresa privada que já trabalhe com compostagem na cidade.

No caso de a prefeitura construir uma área para compostagem dos resíduos biodegradáveis coletados na cidade, os custos de investimentos iniciais e operacionais seriam significativamente maiores, pois a área, a estrutura, a mão-de-obra, os equipamentos, as matérias-primas, entre outros, seriam 100% custos da administração pública, além disso, a estrutura seria iniciada, o que gera aumento nesses custos. Os mesmos estão discriminados na tabela a seguir.

**Tabela 29:** Custos dispendidos nas etapas de uma usina de compostagem.

<b>Etapas</b>	<b>Valor</b>	<b>% da etapa no total</b>
Pré-implantação	625000,00	
Área	600000,00	2,26%
Projeto	10000,00	
Licenciamento	15000,00	
Implantação	4.550.500,00	
Obras	820500,00	16,47%
Equipamentos	3.730.000,00	
Operação	22.302.000,00	80,77%
Encerramento	100000,00	0,36%
Monitoramentos	40000,00	0,14%
<b>TOTAL</b>	<b>27.617.500,00</b>	<b>100%</b>

**Fonte:** Usina de compostagem privada e Divisão de Limpeza Urbana, 2017.

Para que possa ser realizada uma comparação entre um aterro sanitário e uma usina de compostagem, foi considerado como tempo de vida útil dessa usina, também 21 anos. Lembrando que uma das vantagens da compostagem é que sua área não é depreciable, podendo ser utilizada para esse fim enquanto houver necessidade de operação. Desse modo, o custo de operação demonstrado na Tabela 29, se refere a 21 anos de operação, o que daria R\$1.062.000,00 por ano.

Comparando os gastos totais para todas as fases de implantação do aterro sanitário e para todas as fases de implantação da usina de compostagem, o aterro possui um gasto duas vezes maior que a usina. Comparando somente os gastos que a Prefeitura Municipal possui com o aterramento de resíduos biodegradáveis (R\$56.868.298,52), ainda assim o valor é duas vezes maior do que a construção de uma usina de compostagem (27.617.500,00).

Os gastos que a administração pública possui com a empresa de limpeza urbana e com o aterramento de resíduos biodegradáveis, durante um ano, como demonstrado acima é de R\$56.868.298,52 e R\$1.194.234.268,92 ao fim de 21 anos. Para a construção de uma usina de compostagem, tomando como base os valores apresentados na Tabela 29, no primeiro ano, incluindo as etapas de pré-implantação, implantação, operação e coleta seriam de R\$18.699.500,00. Nos anos seguintes teriam somente os custos com operação (R\$1.062.000,00) e coleta de resíduos biodegradáveis R\$12.487.966,88, tal valor foi informado pela Divisão de Limpeza Urbana de Uberlândia.

Segundo a entrevistada, a cidade tem um gasto de R\$20.685.716,22 por ano com a coleta convencional, por estimativa ela informou que para a quantidade de resíduos biodegradáveis produzidos, seriam gastos cerca de R\$12.487.966,88. A operação e a coleta totalizariam R\$13.549.966,88. Por fim, no último ano seria gasto com operação, encerramento, monitoramento e coleta o valor de R\$13.689.966,88. Ao fim de 21 anos, os gastos da prefeitura para a construção, manutenção, operação, coleta e encerramento, tudo sob sua responsabilidade, seria de R\$289.838.837,60.

Quando comparado o custo ao fim de 21 anos para o aterramento de resíduos biodegradáveis e o custo para sua compostagem, percebe-se que a construção da usina e todos os demais gastos, são quatro vezes menores que o valor despendido para aterrar esses resíduos.

Caso a prefeitura optasse por fazer uma parceria público-privada com uma empresa que já pratique a compostagem em Uberlândia, não haveria os gastos com pré-implantação e implantação, pois eles já foram executados, não sendo, portanto, incorridos gastos com a construção de uma usina. Essa opção seria bastante viável, sob o ponto de vista de facilitar a transição entre o envio dos resíduos biodegradáveis para o aterro e, seu reaproveitamento e reinserção no ciclo produtivo, através da compostagem.

Durante a entrevista com o responsável pela empresa de compostagem pesquisada, ficou claro que os resíduos biodegradáveis urbanos poderiam ser incorporados em seu processo produtivo, sem perda nem dano para seu composto orgânico produzido. Isso com as seguintes condições: contrato de no mínimo 20 anos enviando resíduos para a área, considerando 21 anos para esse trabalho e, seria cobrado um valor por tonelada de resíduo que entrasse na empresa; a prefeitura cuidaria da coleta e transporte dos resíduos; deveria ser realizada uma campanha para que os geradores separassem corretamente os resíduos biodegradáveis; e, depois que os resíduos chegassem à área de compostagem a responsabilidade seria toda da empresa

privada.

O entrevistado estabeleceu uma estimativa de valor de R\$90,00 por tonelada de resíduos que chegasse a área. A Tabela 30 apresenta os valores que seriam gastos pela Prefeitura Municipal, com a compostagem dos resíduos biodegradáveis por dia, mês e ano.

**Tabela 30:** Valores gastos pela prefeitura com o envio dos resíduos biodegradáveis para empresa de compostagem por dia, mês e ano.

<b>Quantidade de resíduos aterrados (toneladas)</b>	<b>Valor pago por tonelada (R\$)</b>
<b>Dia</b>	<b>Dia</b>
362,22*	32599,80
<b>Mês</b>	<b>Mês</b>
10866,60	977994,00
<b>Ano</b>	<b>Ano</b>
130399,20	11.735.928,00
<b>21 Anos</b>	<b>21 Anos</b>
272.295,26	24.506.573,34

**Fonte:** Autora, 2017.

\*Considerando que 100% dos resíduos biodegradáveis fossem desviados do aterro sanitário.

Na Tabela 31 são observados os demais gastos que a prefeitura teria com a compostagem dos resíduos biodegradáveis, caso firmasse essa parceria. As informações foram estimadas pela empresa de compostagem, com base em seus gastos com veículos, combustível e campanhas de Educação Ambiental.

**Tabela 31:** Gastos com a compostagem através de parceria com empresa privada.

<b>Despesas Anuais</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Valor (R\$)</b>
Veículos para coleta + combustível	14 veículos	4.430.000,00
Campanhas	4 por ano	500.000,00
<b>TOTAL</b>		<b>4.930.000,00</b>

**Fonte:** Usina de compostagem privada, 2017.

O valor exposto na Tabela 31 para veículos e combustível seria gasto no primeiro ano, pois seria necessária a compra dos mesmos. Nos demais anos o valor seria reduzido para combustível e manutenções e, seria, segundo o entrevistado da empresa privada, cerca de R\$230000,00. Com esses valores é possível notar que durante o primeiro ano a prefeitura gastaria com a empresa de compostagem R\$11.735.928,00 relativos ao recebimento dos resíduos pela empresa, R\$4.930.000,00 de outras despesas com compra de veículos coletores,

combustível e campanhas e R\$12.487.966,88 com a coleta dos resíduos, perfazendo um total de R\$29.153.894,88.

Nos demais anos os gastos seriam reduzidos para R\$11.735.928,00 referentes ao envio do resíduo para a empresa, R\$230000,00 de combustível e manutenção e, ainda, R\$12.487.966,88 para a coleta dos resíduos, perfazendo um total de R\$24.453.894,88. Os valores anuais são duas vezes menores do que se gasta anualmente com a aterragem dos resíduos biodegradáveis (R\$56.868.298,52).

Ao fim de 21 anos, a prefeitura gastaria com a compostagem dos resíduos biodegradáveis pela empresa privada R\$518.231.792,48, o dobro do valor encontrado, caso a prefeitura construísse sua própria usina e fosse responsável por toda a sua operação (R\$289.838.837,60), mas ainda assim é metade do valor gasto para aterrar os resíduos (R\$1.194.234.268,92). Confirmando que, qualquer uma das escolhas seria mais viável economicamente para a Prefeitura Municipal de Uberlândia, pois seria realizada a destinação diferenciada para os resíduos biodegradáveis e, ainda, sobrariam valores consideráveis, que poderiam ser utilizados para outras melhorias para a cidade.

Na Tabela 32 serão apresentados todos os resultados encontrados nesse tópico, para facilitar a visualização de valores e, para que se possa realizar uma comparação entre as formas apresentadas para a destinação dos resíduos biodegradáveis de Uberlândia. Mais uma vez afirmando, que o trabalho foi realizado com a hipótese de desviar 100% de resíduos biodegradáveis do aterro sanitário. Portanto a comparação será realizada com a quantidade de toneladas produzidas e os valores encontrados durante um ano e durante 21 anos.

**Tabela 32:** Comparação dos gastos para as formas de destinação de resíduos biodegradáveis apresentadas.

<b>Tipo de destinação</b>	<b>Gasto anual pela Prefeitura (R\$)</b>	<b>Gastos em 21 anos (R\$)</b>
<b>Aterro Sanitário</b>	56.868.298,52	1.194.234.268,92
<b>Construção de Usina de Compostagem</b>	Entre 13 e 19 milhões	289.838.837,60
<b>Parceria público-privada</b>	Entre 24 a 30 milhões	518.231.792,48

**Fonte:** Usina de compostagem privada e Divisão de Limpeza Urbana, 2017.

Na Tabela 32 fica claro que qualquer forma escolhida para realizar a compostagem - construção da usina ou parceria público-privada - é mais vantajosa economicamente para

Uberlândia, do que o envio dos resíduos biodegradáveis para o aterro sanitário. Alguns autores como Almeida (2000) e Bahia (2001), apontam as vantagens econômicas de se realizar a compostagem, como: as reduções nos investimentos para instalação dos aterros sanitários, causados pela diminuição da quantidade de resíduos sólidos; o aproveitamento agrícola da matéria orgânica; a reciclagem de nutrientes para o solo, reduzindo os custos da produção agrícola; a economia de tratamento de efluentes.

Todos esses pontos fazem o questionamento sobre o motivo pelo qual a administração pública ainda não alterou sua forma de destinar os resíduos biodegradáveis, ficar mais evidente. Como já mencionado eles são a grande maioria de resíduos produzidos, existem planos e metas no PGIRS que nunca foram cumpridas e, não há, segundo a funcionária da Divisão de Limpeza Urbana, nenhum tipo de projeto sendo programado para desviar esses resíduos do aterro.

O que parece ser a explicação mais plausível para tal situação, é o descaso, a falta de interesse por parte da administração pública, como essa mesma funcionária mencionou, de buscar outros meios para a destinação desses resíduos. Economicamente falando, provou-se acima no texto que seria uma opção expressivamente mais vantajosa, pois os valores não mais gastos no aterramento, seriam suficientes para fazer a compostagem dos mesmos e gerar, ainda outros benefícios para a cidade, como a venda do composto orgânico produzido.

#### **5.6. Custo de Oportunidade do Aterro Sanitário em Relação à Alternativa da Destinação dos Resíduos Biodegradáveis à Compostagem**

Como já exposto nesse trabalho, com base na literatura revisada, o custo de oportunidade envolve o valor que deixa de ser obtido ou preterido de uma alternativa ao investimento escolhido. Nos cálculos econômicos das atividades considera-se sempre uma alternativa, o valor de retorno de um investimento alternativo. E o empreendimento escolhido deve proporcionar retorno mais satisfatório do que a opção preterida (MINÉU; FEHR, 2017).

Ainda com base no trabalho desenvolvido por Minéu e Fehr foram escolhidos componentes monetários para serem analisados, que demonstram os custos evitados e os benefícios gerados caso a compostagem fosse realizada ao invés do aterramento dos resíduos biodegradáveis e, também, as despesas que a compostagem gera. No quadro a seguir são demonstrados todos os componentes monetários utilizados no trabalho.

**Quadro 16:** Componentes utilizados para análise do custo de oportunidade do aterro sanitário em relação a compostagem.

Investimentos no Aterro Sanitário	Investimentos na Compostagem		
	Custos Evitados	Benefícios gerados	Despesas Geradas
Área utilizada	Evita a perda com a produção ou de outro uso da área	Disponibiliza a área para outros usos	-
Obras	Aquisição de novas áreas a cada 15 ou 20 anos	Gera lucros na área utilizada	Aquisição de área para montagem da usina
Operação do aterro - resíduos biodegradáveis	Evita a perda do valor dos materiais enterrados e o gasto com seu aterramento	Gera valor financeiro com a venda dos materiais	Despesas com a compostagem
Coleta e transporte	-	Gera ocupação e renda com o transporte dos recicláveis	Despesa com a coleta dos resíduos biodegradáveis
Encerramento	Evita essa despesa a cada 15 a 20 anos	A área pode ser utilizada para outros fins	Com encerramento da usina
Monitoramento	Evita essa despesa a cada 15 a 20 anos	-	Monitoramento único após o encerramento

**Fonte:** Humberto Ferreira Silva Minéu, 2017.

Os componentes escolhidos serão apresentados de forma isolada para que fique mais fácil a visualização do custo de oportunidade. Antes de detalhar cada um deles, é importante lembrar que o aterro sanitário não deixaria de existir, optando-se pela compostagem, uma vez que, ainda há a geração de rejeitos, que não podem ser nem reciclados nem compostados e, precisam de um local de destinação adequada. Por isso todos os cálculos do custo de oportunidade apresentados a seguir, são baseados na retirada dos 60,37% de resíduos biodegradáveis da área do aterro sanitário.

#### ✓ Valor econômico perdido com o uso da área para implantação do aterro sanitário

Considerando que há um crescimento de 5,4% ano na taxa de geração de resíduos em Uberlândia, para uma vida útil de 21 anos, o atual aterro teria recebido até o momento de seu encerramento 6.030.167,65 toneladas de resíduos e, que dessas, 3.640.412,21 toneladas seriam de resíduos biodegradáveis, a área economizada se esses resíduos fossem desviados do aterro seria 18,11 ha, do total de 30 ha do aterro. Essa estimativa de área foi calculada juntamente com

o funcionário do aterro sanitário entrevistado.

Nesse caso, poderia ser dado a essa área de 18,11 ha, outro uso como a instalação de uma indústria, já que a área está localizada no Distrito Industrial da cidade e já possui vocação para esse uso.

Segundo dados de uma indústria instalada na área de entorno do aterro sanitário de Uberlândia, ela gera de impostos, que são repassados a administração pública, os seguintes números:

- ICMS: R\$4.578.000,00;
- IPI: R\$4.649.000,00;
- PIS/COFINS: R\$1.585.000,00;
- TOTAL: R\$10.812.000,00.

Foram perdidos então R\$10.812.000 em valores no ano de 2017, que poderiam estar sendo utilizados pela administração pública. A seguir pode-se observar na Tabela 33 o valor do custo de oportunidade correspondente aos resíduos biodegradáveis.

**Tabela 33:** Valor perdido com o aterro sanitário e custo de oportunidade dos resíduos biodegradáveis.

<b>Dados</b>	<b>2017</b>
Valor gerado pelas arrecadações com indústria	R\$10.812.000,00
Área disponível	18,11 ha
Valor total perdido	R\$10.812.000,00
Custo de oportunidade correspondente aos 60,37% dos resíduos biodegradáveis	R\$6.527.204,40

**Fonte:** Cyntia Andrade Arantes, 2017.

O valor total perdido representa quanto a cidade está deixando de ganhar ocupando os 30 ha com aterramento de resíduos, esse é um custo evitado pelo uso do sistema alternativo, que seria a compostagem. Calculou-se ainda o que a cidade perde durante o ciclo total do aterro sanitário, que foi considerado de 43 anos, ou seja, qual o valor perdido durante todo esse tempo pela administração pública, ocupando toda a área com o aterro sanitário. O resultado pode ser visto na Tabela 34.



**Tabela 34:** Valor econômico perdido com a área do aterro comparado ao uso industrial e o custo de oportunidade correspondente aos resíduos biodegradáveis.

Uso	Valor gerado pela indústria (R\$)	Área disponível (ha)	Valor perdido (R\$)	Anos	Valor perdido total (R\$)
Industrial	10.812.000,00	18,11	10.812.000,00	43	464.916.000,00

Fonte: Cyntia Andrade Arantes, 2017.

Como pode-se observar na Tabela 34, o valor perdido com a área ocupada pelos resíduos biodegradáveis no aterro sanitário de Uberlândia, geraria um lucro para a cidade de R\$464.916,000,00, uma quantia significativa, que poderia ser utilizada em outros setores da administração, ou até mesmo para a gestão de resíduos. Esse valor seria mais que suficiente para manter uma usina de compostagem e até mesmo construir outras, em área urbana e rural, como aparece nas metas do PGIRS.

Com essas informações, trazidas pelo custo de oportunidade, é possível fazer duas escolhas: ou se reduz a área para construção de um próximo aterro, após o desvio dos resíduos biodegradáveis, apenas ao tamanho necessário para os resíduos que ainda entrarão no mesmo, ou mantém-se a área do mesmo tamanho e tem-se um aterro com vida útil maior. Com a escolha da primeira opção seria necessária uma área de cerca de 12,89 ha para o restante dos resíduos que entram no aterro, como já mencionado anteriormente. Essa hipótese é considerada no caso de se manter a vida útil do aterro em 21 anos. Em relação à segunda opção, não seriam necessários os trabalhos para buscar novas áreas, nem gastos com a construção de novos aterros de 20 em 20 anos, o que seria muito vantajoso.

Em todas as etapas haveria redução de custos: escolha da área, projeto, licenciamento, pré-implantação, implantação, obras, encerramento e monitoramento, uma vez que, ou a área seria menor, demandando recursos bem inferiores, ou seria do mesmo tamanho, mas recebendo menos da metade dos resíduos que recebe atualmente. Nas duas situações os custos seriam reduzidos.

O custo de oportunidade nesse caso vai além do valor que deixa de ser arrecadado com um outro uso para a área, mas também há o fato de que, sendo utilizada uma área menor para o aterro sanitário, o valor pago para compra da mesma seria reduzido consideravelmente. Além disso, ainda há o valor que deixará de ser pago para o aterramento dos resíduos biodegradáveis e valor que será ganho com a produção do composto orgânico a partir desses resíduos, que está detalhado a seguir.

### ✓ **Valor Perdido com os Resíduos Biodegradáveis Aterrados**

Caso os 60,37% de resíduos biodegradáveis produzidos fossem desviados do aterro, optando-se por uma destinação alternativa, nesse caso a compostagem, seria gerado um valor para a administração pública. Para estimar esse valor perdido durante os 21 anos de vida útil do aterro, foi realizada uma progressão para saber a quantidade de resíduos que o aterro irá gerar até o fim desse período. Segundo a Divisão de Limpeza Urbana a produção de resíduos de Uberlândia vem passando por um crescimento de 5.4% ao ano, ou seja, se a produção em 2017 foi de 362,22 toneladas por dia de resíduos, no fim de sua vida útil, em 2031, estará produzindo cerca de 756,37 toneladas por dia.

Para calcular o valor que seria gerado com a compostagem dos resíduos biodegradáveis no fim dos 21 anos de vida útil do aterro sanitário, procurou-se informação na empresa privada visitada, que trabalha com compostagem. Devido às perdas que ocorrem durante o processo, cada tonelada de resíduo biodegradável gera 200 kg de composto orgânico e, o mesmo é vendido a 145 reais por tonelada a granel. Desse modo, é possível aferir que, com as 130.399,20 toneladas de resíduos biodegradáveis geradas no ano de 2017, são produzidos 26.079,840 kg de composto orgânico, originando um valor de R\$3.781.567,80.

Se for realizada a progressão para o ano 2031, fim da vida útil do aterro, onde a quantidade de resíduos biodegradáveis passaria a ser 756,37 toneladas/dia e 272.295,26 toneladas/ano, a quantidade de adubo orgânico produzido nesse ano seria de 54.459,052 kg, gerando um valor de R\$7.896.562,54 com sua venda. E no total, somando os 21 anos de operação do aterro, são 3.640.412,21 toneladas de resíduos biodegradáveis, que geram 728.082,44 kg de composto orgânico, que totaliza um valor com sua venda de R\$ 105.571.954,09.

O produto final pode ter a finalidade de venda, doação e parcerias sendo levado a granel por caminhões. A maior eficiência do composto é obtida quando ele é utilizado imediatamente após o término do processo de compostagem. Entretanto, se isso não for possível, o composto deve ser armazenado em local protegido do sol e da chuva, de preferência mantendo-o coberto com lona de polietileno ou mesmo com sacos velhos. Para o caso em questão, será adotado o uso imediato do composto após o final do processo de compostagem, sendo considerados os seguintes destinos possíveis ao composto produzido:

- Utilização na produção de mudas de espécies nativas, em estufas da prefeitura ou empresa privada;
- Doação a escolas municipais, presídios, casas de detenção, associações de bairro e outras instituições, para aplicação em hortas comunitárias;
- Aplicação em áreas degradadas para recuperação do solo, através de parcerias com universidades, escolas, prefeituras, órgãos ambientais (IEF / FEAM / etc.);
- Aplicação nas áreas de silvicultura da própria empresa, caso seja firmada uma parceria público-privada;
- Venda direta e/ou indireta a produtores rurais, para enriquecimento do solo em plantações comerciais de culturas diversas. Sendo visadas culturas como: café, hortaliças, silvicultura e possivelmente a produção de mudas.

Segundo Bahia (2001), a venda de compostos orgânicos cresceu muito nos últimos anos, devido a busca da sociedade por uma alternativa de vida saudável, excluindo os alimentos produzidos com agrotóxicos. Em razão disso, abre-se um mercado cada vez maior para os produtos orgânicos, inclusive para exportação.

Como pode-se perceber, além de todas as vantagens já mencionadas anteriormente nesse tópico de custo de oportunidade, ainda há a geração de lucro com a compostagem dos resíduos biodegradáveis, que produzirá um composto orgânico para venda, criando um novo destino ao resíduo, utilizando das ferramentas mencionadas nessa tese: coleta seletiva, logística reversa, economia circular. Caso fossem enviados ao aterro sanitário seriam desperdiçados e, ao invés de gerar lucros, somente trariam gastos.

#### ✓ **Valores gastos com a destinação dos materiais biodegradáveis**

Nesse componente será apresentado o valor econômico gasto com a destinação dos resíduos biodegradáveis no aterro sanitário e na compostagem, para proporcionar uma forma de comparação entre eles. No componente anterior foi apresentado o valor que seria gerado com a compostagem desses resíduos, que é um valor perdido com o aterramento dos mesmos. As despesas com a destinação desses resíduos para o aterro geram um valor que se perde com seu aterramento, pois não há nenhuma forma de retorno.

Mesmo que a escolha da outra alternativa, compostagem, também gere despesas, ainda assim, é mais vantajoso, pois gera também um lucro no final do processo com a venda do composto orgânico produzido, como foi apresentado acima no texto. Essa é uma vantagem que deve ser levada em consideração, pois o resíduo está voltando ao ciclo de vida, foi inserido novamente no mercado com valor agregado e gerará uma renda com sua venda.

Por esse motivo, considerando que o custo para a coleta no sistema alternativo venha a ter o mesmo valor do atual para o processo de disposição no aterro, ainda representaria um benefício, devido ao reaproveitamento dos materiais, em comparação ao processo de aterrar.

A seguir pode ser visualizada na Tabela 35, um resumo de todas as despesas evitadas pelo envio dos resíduos biodegradáveis a compostagem, seja a usina construída pela prefeitura ou pela parceria público-privada e, também, as despesas com a compostagem, que entrariam de forma negativa no custo de oportunidade. O resultado ao final da tabela apresenta a estimativa do custo de oportunidade do aterro em relação à alternativa estudada, apresentando o valor anual positivo na apuração do custo. Assim, o valor total representa o quanto em recurso financeiro estaria sendo gerado com a realização da destinação dos resíduos recicláveis para a alternativa da coleta seletiva (compostagem). Ao mesmo tempo, enquanto permanecer o modelo vigente de destinar ao aterro, representa o valor financeiro que o município e a sociedade estão desperdiçando ao enterrar os resíduos que tem valor econômico e social (MINÉU, FEHR, 2017).

**Tabela 35:** Custo de oportunidade do aterro sanitário com base na alternativa de coleta seletiva para compostagem dos resíduos biodegradáveis.

Componente	2017	2031	Aterro sanitário valor gasto por ano (R\$)
1. Valor perdido com a área do aterro sanitário (R\$)	10.812.000,00*	227.052.000,00*	
2. Valor adquirido com a venda do composto (R\$)	3.781.567,80	7.896.362,94	
3. Despesa evitada com resíduos biodegradáveis desviados do aterro sanitário (R\$)	56.868.298,52	1.194.234.268,92**	56.868.298,52
4. Despesas com compostagem - usina da prefeitura (R\$)	18.699.500,00***	289.838.837,60	
5. Despesas com compostagem parceria (R\$)	29.153.894,88***	518.231.792,48	
<b>Custo de Oportunidade (1+2+3) -4 e -5</b>	<b>52.762.366,32</b>	<b>1.139.343.794,26</b>	
	42.307.971,44	910.950.839,38	

**Fonte:** Cyntia Andrade Arantes, 2017.

\*Imposto gerado por indústria - O valor foi considerado o mesmo para 2031 porque as taxas de impostos variam com questões políticas e de faturamento da empresa, sendo de grande dificuldade estimar esse valor para 2031.

\*\*Valor estimado pela concessionária de limpeza urbana de Uberlândia.

\*\*\*Foi utilizado o maior valor que seria gasto por ano, pois os valores variam de um no para outro.

Desse modo, considerando 21 anos de vida útil do aterro tem-se os valores perdidos, apresentados na tabela, que deixam de ser gerados para a economia de Uberlândia. Para 2017 foram R\$52.762.366,32, se a usina for da prefeitura e R\$42.307.971,44 se for utilizada a parceria público-privada.

Segundo Marques (2011) e Pereira *et. al.* (2013, p. 203) algumas desvantagens do uso de aterros sanitários, podem ser apontadas, mesmo sendo ele uma forma de disposição correta de resíduo, são elas:

- Disposição de resíduos sem nenhuma forma de reutilização;
- Dificuldades para encontrar a área adequada para implantação do aterro, pois se deve reunir um grande conjunto de condições e um grande volume de informações, como: localização fora de áreas de restrição ambiental; aquíferos menos permeáveis; solos mais espessos e menos sujeitos aos processos de erosão e escorregamentos; declividade apropriada; distância de habitações, cursos d'água, rede de alta tensão;

- Necessita de uma grande área para sua implantação;
- Legislação ambiental extremamente rigorosa para sua construção;
- Capacidade e vida útil limitada;
- Monitoramento constante da área;
- Meio antrópico do entorno deve ser pesquisado e monitorado para evitar prejuízos à comunidade;
- Não pode ser instalado a grandes distâncias da zona urbana, em contrapartida se houver comunidades próximas, as pessoas podem não aceitar o empreendimento;
- A área não pode ser utilizada para outros fins economicamente rentáveis depois de encerrada a sua vida útil.

Todas essas questões faz com que o desvio dos resíduos biodegradáveis do aterro sanitário seja vantajoso. Além da questão já discutida da economia linear, pois extrai-se a matéria-prima, produz-se um bem, tal bem é consumido e em seguida descartado, nunca fechando o ciclo. Com isso, há a geração de resíduos e rejeitos e a dissipação de energia ao longo do processo produtivo. Tal modelo de produção pressupõe a depleção contínua de recursos naturais e também caracteriza-se pelo descarte acelerado e precoce dos bens consumidos. Assim, com o aumento da produção e do consumo, ocorre o aumento da extração de recursos naturais e da deposição de resíduos, provenientes do processo produtivo e também do pós-consumo.

Por esse motivo, a utilização da compostagem, além de ter a vantagem da área não possuir vida útil limitada, a mesma ainda pode ser utilizada para qualquer outro uso após o encerramento da usina. Além de que, se for uma empresa privada estará gerando lucros à cidade com impostos e, se for da prefeitura estará gerando lucros com a venda do composto orgânico que será produzido. A compostagem então, já seria uma forma de economia circular, que propõe, em linhas gerais, a reinserção dos materiais no ciclo produtivo, visando minimizar a deposição no ambiente e consequentemente evitando a geração de impactos ambientais negativos e, propiciando impactos econômicos positivos. O fechamento de ciclos proposto pela Economia Circular já foi adotado em diversos processos produtivos, e vem estabelecendo-se progressivamente como modelo de gestão ambiental (SOUZA; REZENDE 2006; FOSTER, 2016).

Quanto a apuração do custo de oportunidade, conforme a literatura revisada envolve o valor que deixa de ser obtido ou preterido de uma alternativa ao investimento escolhido. Nos cálculos econômicos das atividades considera-se sempre uma alternativa, o valor de retorno de

um investimento alternativo. E o empreendimento escolhido deve proporcionar retorno mais satisfatório do que a opção preterida. O empreendimento escolhido, no caso o aterro sanitário, não gera nenhum tipo de lucro ou vantagem a cidade de Uberlândia, todo dinheiro gasto é perdido e não tem retorno.

Com essa abordagem do custo de oportunidade, é possível perceber que desviar os materiais do aterro e encaminhá-los para a alternativa da coleta seletiva - compostagem - representa um investimento melhor para o poder público, ocorrendo retorno econômico e benefícios para sociedade, superiores ao modelo de aterrar. Dessa forma, os recursos gastos com a coleta convencional e disposição no aterro se limitam a prestação de serviço e redução dos riscos de contaminação do solo e água e à saúde, ainda gerando um passivo ambiental. Enquanto que os recursos gastos na coleta seletiva, com o envio desses materiais para compostagem, eliminam os riscos de contaminação ambiental e aos seres humanos, não geram passivo ambiental e promovem ganhos no sistema produtivo-econômico, com a substituição das matérias-primas virgens pelo composto orgânico. Além dos demais benefícios pela menor demanda de recursos naturais e menor pressão por áreas para disposição (MINÉU; FEHR, 2017).

Essa pesquisa demonstrou com seus resultados, que a cidade de Uberlândia está deixando de gerar receita econômica significativa com o uso do aterro sanitário, como forma de disposição final de resíduos biodegradáveis. Nenhum outro trabalho ainda foi realizado na cidade com esse propósito de comparar formas de destinação desses resíduos, sendo portanto, importante considerar os valores encontrados e passa-los adiante, para que a administração pública reconsidere sua forma de gestão dos resíduos biodegradáveis.



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse trabalho teve como objetivo principal analisar opções gerenciais para resíduos biodegradáveis em Uberlândia e apontar qual delas é mais viável economicamente para a cidade. Para se atingir esse propósito maior, vários caminhos foram seguidos, buscando alternativas e respostas para questões sobre a produção desses resíduos.

Com as pesquisas bibliográficas foi possível chegar ao conhecimento aprofundado sobre temas, conceitos e opções que poderiam ser utilizadas na pesquisa. Com todas as leituras e trabalhos de campo, foi possível concluir que existe uma grande dificuldade por parte da administração pública em fazer a correta gestão dos resíduos sólidos, principalmente no que se trata de biodegradáveis. Existe uma falta de experiência, de profissionais responsáveis, de busca e de propostas, para que ocorra uma correta destinação desses resíduos e, não apenas, uma disposição adequada, que seria envia-los ao aterro sanitário.

Através dessas pesquisas foi possível encontrar várias ferramentas essenciais para a correta gestão dos resíduos biodegradáveis e, apontar como elas precisam ser utilizadas para que Uberlândia consiga modificar sua forma de dispor esses resíduos. Entre elas foram citadas:

- Educação Ambiental: que se resume como a base para que haja mudança de hábitos, de valores, para que se comece uma alteração na atual gestão dos biodegradáveis;
- Coleta seletiva: que proporciona a segregação desses resíduos nas fontes geradoras, sem a qual não é possível que haja uma outra forma de destinação;
- Logística reversa: ferramenta que deve ser utilizada para propor uma forma de reinserção dos resíduos biodegradáveis novamente no mercado, agregando valor a eles novamente e os transformando em uma forma de renda para a cidade;
- Economia circular: que prega o ciclo fechado para os produtos, ou seja, os resíduos biodegradáveis, nesse caso, não seriam simplesmente aterrados, encerrando seu ciclo de vida, eles seriam transformados em insumos para a produção de novos produtos, que serão inseridos no mercado;
- Custo de oportunidade: ferramenta essencial nesse trabalho, para demonstrar o valor que está sendo perdido optando-se pelo aterramento dos resíduos, demonstrando, tudo que a cidade está deixando de ganhar com essa ação. Com ele foi possível realizar uma comparação mais aprofundada entre as opções escolhidas para a gestão dos resíduos: aterro sanitário e compostagem.

Ainda com base em pesquisas aos principais locais que trabalham com resíduos sólidos na cidade, foi possível agrupar todas as informações importantes sobre saneamento básico e, conseqüentemente sobre a gestão de resíduos sólidos na cidade. Além disso, informações sobre a quantidade de resíduos produzida, o que permitiu constatar que a mesma possui como perfil gerar uma quantidade significativamente maior de resíduos biodegradáveis, quando comparados com os demais tipos. Segundo a concessionária de limpeza urbana, que realiza a pesquisa gravimétrica dos resíduos gerados na cidade, os biodegradáveis totalizam 60,37% da geração total. Apesar disso, não há nenhum projeto sendo desenvolvido para buscar formas de reaproveitar esse material que está sendo perdido com o aterramento.

Cabe questionar o motivo pelo qual ocorre esse desperdício de materiais, enquanto poderia estar sendo gerado lucro com seu reaproveitamento; o motivo pelo qual nenhuma proposta foi e nem está sendo desenvolvida para buscar uma melhor gestão desses resíduos; por que eles ainda são tratados como lixo ao invés de um material que pode ser transformado e reinserido no mercado interno e externo. Esse trabalho foi desenvolvido exatamente por não haver nenhum tipo de projeto, trabalho, pesquisa que estude esses resíduos, que mostre outros caminhos para sua destinação, provando que eles podem ser reutilizados e gerar lucros.

Na entrevista realizada com a funcionária da Divisão de Limpeza urbana, alguns motivos foram citados para a falta de alternativas para a destinação da quantidade expressiva de resíduos biodegradáveis produzida. Entre eles, a falta de vontade de procurar novas soluções foi a resposta mais enfática, o que significa dizer que a administração pública não está fazendo e nem pretende fazer algo para melhorar a gestão desses resíduos na cidade. Foi mencionado também a falta de profissionais capacitados para lidar com essa função e falta de recursos.

A falta de recursos seria um impecilho descartado, caso os resultados dessa pesquisa fossem levados a diante e considerados pelos administradores. Pois, foi provado que, se houver o desvio dos biodegradáveis do aterro haverá recursos de sobra para que seja praticada a compostagem na cidade. Ocorre um certo descaso por parte da administração com os resíduos biodegradáveis, uma vez que, há diretrizes, planos e metas a serem cumpridas, no Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, quanto a implantação da compostagem, tanto em área urbana quanto rural, mas vários desses prazos já estão vencidos e nada ainda foi realizado. Segundo a funcionária entrevistada, nem há previsão para que tudo seja colocado em prática.

A teoria foi cumprida conforme a legislação obrigou, pois a cidade apresentou o PGIRS dentro do prazo estipulado, ou seja, ele foi finalizado em 2013, quando o prazo era até 2014. Mas até o momento não passou mesmo de teoria, pois haviam prazos quanto a implantação de

compostagem para serem realizados em quatro anos, cujo vencimento foi em 2017 e, nada foi realizado até o momento.

Comprovando essa falta de projetos para os resíduos biodegradáveis, nas entrevistas aos grandes geradores, a maioria nunca foi procurado pela Prefeitura Municipal para tratar sobre a segregação na fonte desses resíduos, sobre como lidar com seu armazenamento e sobre outras formas de destina-los. Alguns, como hospitais e condomínios, possuem uma segregação na fonte e destinação diferenciada para alguns de seus resíduos, pois são obrigados por lei, mas nada para resíduos biodegradáveis. Esses resíduos nem são separados pela maioria dos entrevistados, pois não há para onde envia-los. Embora essa situação tenha sido detectada, a grande maioria, também, se propôs a separa-los, caso haja uma coleta e destinação diferenciadas para os mesmos.

Outro resultado importante apresentado, foi o fato da prefeitura realizar campanhas esporádicas com os condomínios da cidade, estimulando a separação dos resíduos para que haja uma coleta dos recicláveis. Mas o estímulo é somente para esses ditos recicláveis, pois ela incentiva o armazenamento de resíduos biodegradáveis, juntamente com: fraldas descartáveis, espelhos, entre outros, que são intitulados resíduos úmidos. Além da nomenclatura que está incorreta, ainda há a questão de armazenar todos esses resíduos em conjunto e o encorajamento de envia-los ao aterro sanitário, ao invés, de segregar os biodegradáveis e enviar para outro tipo de tratamento.

Com as pesquisas realizadas em outros países e em outros municípios do Brasil, foi possível conhecer algumas alternativas de destinação para os resíduos biodegradáveis e, a partir das ações bem sucedidas, esse trabalho optou por comparar duas formas: o aterro sanitário e a compostagem. O aterramento desses resíduos já é praticado na cidade e a compostagem é uma nova proposta para reaproveita-los. Com essa comparação foi possível estabelecer qual deles é mais rentável economicamente para Uberlândia.

Como demonstrado no trabalho, a economia exerce papel de destaque por ser elemento-chave no processo de tomada de decisão de gestores públicos e privados para a escolha e realização das ações. Por isso é preciso entender que o debate sobre resíduos sólidos, hoje, é muito mais complexo que debater apenas poluição, desmatamento, efeito estufa, espaço, saúde. Ainda que todos esses assuntos sejam da maior importância, é necessário que essas discussões envolvam também o debate sobre a otimização dos recursos, estratégia, marketing, economia, emprego, renda e cidadania. Somente dessa forma, comprovando que uma ação é menos onerosa que outra, é possível ter atenção por parte da administração pública e, interesse da

mesma em modificar a forma como os resíduos biodegradáveis são tratados até o momento.

Os gastos encontrados para implantação, operação e encerramento de um aterro sanitário foram de R\$57.985.689,95, esse valor não foi levado em consideração para os cálculos de comparação, pois a prefeitura não é responsável pelo mesmo. O valor considerado foi o gasto pela administração com os resíduos biodegradáveis somente, para que fosse realizada uma comparação mais fiel e justa, o qual é R\$56.868.292,52, que inclui contrato com a concessionária de limpeza urbana e gastos com aterramento dos resíduos. Em 21 anos, tempo de vida útil programada para o aterro, seriam R\$1.194.234.268,92.

Passando para as opções dadas para o uso de compostagem, foram encontrados os seguintes valores:

- Construção de usina de compostagem pela Prefeitura Municipal: os gastos variam nos 21 anos considerados entre 13 e 19 milhões, totalizando no final R\$289.838.837,60;
- Parceria público-privada: os valores ficariam entre 24 e 30 milhões por ano, totalizando ao fim dos 21 anos R\$518.231.792,48.

Com esses valores apresentados, que consideram operação, manutenção, coleta, transporte, entre outros, pôde-se perceber que a implantação da usina pela prefeitura teria um gasto quatro vezes menor do que o investimento no aterro sanitário e, a parceria público-privada custaria duas vezes menos. Comprovando que ambas são mais vantajosas que o simples aterramento dos resíduos biodegradáveis. Destacando, que a opção de a prefeitura implantar sua própria usina, traria ainda mais benefícios econômicos, pois apresenta um custo menor que as demais opções consideradas.

Tratando-se do custo de oportunidade, que se refere o quanto em recurso financeiro estaria sendo gerado pela escolha da outra alternativa e, ao mesmo tempo, o quanto está sendo desperdiçado pela atual escolha de disposição dos resíduos biodegradáveis, chegou-se aos seguintes valores:

- Construção da usina de compostagem pela Prefeitura Municipal: Em 2017 o valor encontrado foi R\$52.762.366,32 e em 2031, fim da vida útil do aterro sanitário, foi encontrado R\$1.139.343.794,26;
- Parceria público-privada: em 2017 encontrou-se R\$42.307.971,44 e em 2031 R\$910.950.839,38.

Assim sendo, comprova-se que valores significativos não estão sendo ganhos e,

simultaneamente, estão sendo gastos com a opção escolhida pela administração de aterrar os resíduos biodegradáveis. E, mais uma vez, nota-se que a opção mais vantajosa para Uberlândia, para destinar esses resíduos, é a construção de uma usina pela própria prefeitura, pois desse modo, recursos estariam sendo gerados e, ainda, haveria o aproveitamento de um material, que no momento atual, está sendo desperdiçado sem gerar os lucros que seriam possíveis.

Esse trabalho mostrou que a opção alternativa é mais vantajosa que a opção escolhida, contrariando o que prega o custo de oportunidade e, mostrando que a administração pública possui gastos excessivos que poderiam ser evitados optando-se pela melhor alternativa de tratamento dos resíduos biodegradáveis.

Espera-se, então, com a originalidade dessa pesquisa, que ela influencie na tomada de decisões públicas a partir desse momento e, que estimule mais pesquisadores a desenvolverem trabalhos nesse campo, que se encontra esquecido e fora de prioridade, mas que é significativamente importante para a cidade e para sua economia.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU JUNIOR, C. H.; BINCOLETTTO, L. F.; TROMBETA, ANDRÉ L. B. *O uso do composto de lixo urbano na agricultura: vantagens e limitações*. Notesalq. São Paulo, p. 4-8, jun. 2010.
- ACKOFF, R. L. *Planejamento de Pesquisa Social*. São Paulo: E.P.U./EDUSP, 1975.
- AIZEN, M.; PECHMAN, R. M. *Memória da Limpeza Urbana no Rio de Janeiro* – Rio de Janeiro, CMLU, 1985, Imprensa do Estado.
- ALBUQUERQUE, G.; FERREIRA, A. O Saneamento Ambiental no Brasil – cenário atual e perspectivas. *Revista BNDES 60 Anos Perspectivas Setoriais*, Volume 2. Rio de Janeiro, outubro de 2012.
- ALBUQUERQUE, G. *Elaboração de um modelo de valoração quantitativa das garantias para o setor de saneamento com utilização de Simulação de Monte Carlo: o caso da PPP de Esgoto para a Região Metropolitana do Recife e Município de Goiana*. Dissertação (Mestrado) - Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro, 2014.
- Andrade, J. B. *Análise do Fluxo e das Características Físicas, Químicas e Microbiológicas dos Resíduos de Serviços de Saúde: proposta de metodologia para o gerenciamento em unidades hospitalares*. 1997. 110 f. (Tese de Doutorado). Universidade de São Paulo. São Carlos, 1997.
- ARANTES, C. A. *Construção de uma proposta de logística reversa para resíduos biodegradáveis de restaurantes em Uberlândia/MG*. 2013. 241 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Geografia. Uberlândia, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS – ABRELPE. *Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil*. 2006.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS – ABRELPE. *Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil*. 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS – ABRELPE. *Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil*. 2016.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. *Resíduos sólidos - Classificação*. NBR – 10004. Rio de Janeiro-RJ, 2004. 71 p. Disponível em: <<http://www.aslaa.com.br>>. Consultado em dezembro de 201.
- ASSUNÇÃO, W. L. *A educação ambiental como um processo interdisciplinar: uma experiência com a coleta seletiva do lixo da Escola Estadual Joaquim Saraiva* – Uberlândia (MG). 1995. 117 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.

AZAMBUJA, A. M. V. *Análise de eficiência na gestão do transporte urbano por ônibus em municípios brasileiros*. 2002. Tese (Doutorado em Engenharia da Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002. 247

AZEVEDO, J. L. *A Economia Circular Aplicado no Brasil: uma análise a partir dos instrumentos legais existentes para a logística reversa*. XI Congresso Nacional de Excelência em Gestão. 2015.

BAI, R.; SUTANTO, M. The practice and challenges of solid waste management in Singapore. *Waste Management*, 22 (5), 557-567. 2002.  
[https://doi.org/10.1016/S0956-053X\(02\)00014-4](https://doi.org/10.1016/S0956-053X(02)00014-4)

BALLOU, R. H. *Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial*. 5. ed. São Paulo: Bookman, 2006.

BARBIERI, J. C. *Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos*. 2. ed., rev. e atual. São Paulo: Saraiva, 2007.

BAUMAN, Z. *Ética Pós-Moderna*. São Paulo: Paulus, 1997. p. 25, nota 3.

BERNDTSSON, M. (2015). *Circular Economy and Sustainable development*. (Tese de mestrado) em Desenvolvimento Sustentável, Department of Earth and Sciences, Uppsala University.

BERNSTEIN, J. D. Alternative Approaches to Pollution Control and Waste Management Regulatory and Economic Instruments. *Discussion Paper*. Washington: World Bank, 1991, p. 53-61.

BIDONE, F. R. A.; POVINELLI, J. *Conceitos básicos de resíduos sólidos*. São Carlos: EESC/USP, 1999. 120p.

BONCIU, F. (2014). The European Economy: From a Linear to a Circular Economy. *Romanian Journal of European Affairs* 14(4), 78-91.

BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J. *Logística empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimentos*. São Paulo: Atlas, 2001.

BRAGA, M. C.; DIAS, C. N. *Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos*. Volume I. Curitiba, 2008.

BRASIL. *Manual de Saneamento*. 2ª ed. Brasília: FUNASA – Fundação de Saúde, 2004.

BRASIL. [Lei n. 11.445, de 5 de janeiro de 2007]. *Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico*. Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2007. 18 p.

BRASIL. [Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010]. *Política nacional de resíduos sólidos* [recurso eletrônico]. – 2. ed. – Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2012. 73 p.



BROWN, L. *Estado do mundo*. Salvador: UMA, 1999. 284 p.

BUENROSTRO, O.; BOCCO, G. Solid waste management in municipalities in Mexico: goals and perspectives. *Resources, Conservation and Recycling*, v. 39, n. 3 p. 251-263, 2003. [https://doi.org/10.1016/S0921-3449\(03\)00031-4](https://doi.org/10.1016/S0921-3449(03)00031-4)

BURCH, E. E.; HENRY, W. R. Opportunity and Incremental Cost, Attempt to Define is Systems Terms: A Comment. *The Accounting Review*. January. 1974, p. 11 8-123. 248

BURGOS, H. A; ROSA, M. S. *O lixo pode ser um tesouro* – um monte de novidades sobre um monte de lixo. Rio de Janeiro: Centro Cultural Rio Cine. 1994.a

BURNLEY, S. J.; ELLIS, J. C.; FLOWERDEW, R.; POLL, A. J.; PROSSER, H. Assessing the composition of municipal solid waste in Wales. *Resources, Conservation and Recycling*, v. 49, p. 264-283, 2007.

CALDEIRA, M. M.; REZENDE, S.; HELLER, L. Estudo dos determinantes da coleta de resíduos sólidos urbanos em Minas Gerais. *Eng. Sanit. Ambient.*, v.14, n.3, jul/set 2009, p. 391-400. <https://doi.org/10.1590/S1413-41522009000300013>

CALDERONI, S. *Os bilhões perdidos no lixo*. 4. ed. São Paulo: Humanitas editora, 2003.

CAMPOS, A. C. A. *Resíduos sólidos urbanos: educação ambiental e análise de comportamentos de estudantes de escolas de Feira de Santana-BA*. 2001. 174 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

CARVALHO, I. *Territorialidades em luta: uma análise dos discursos ecológicos*. São Paulo: Instituto Florestal de São Paulo, 1991. Série Registros.

CARVALHO, I. *Qual educação ambiental?* Elementos para um debate sobre educação ambiental e extensão rural. *Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável*, 2(2):43-51, 2001.

CASTILHOS JUNIOR, A. B. de, et al. *Resíduos Sólidos Urbanos: aterro sustentável para municípios de pequeno porte*. Rio de Janeiro: ABES/Rima, 2003, 294p.

CASTRO NETO, P. P.; GUIMARÃES, P. C. V. A gestão dos resíduos em São Paulo e o desafio do desenvolvimento sustentável. *Revista de Administração Pública*: Rio de Janeiro, v. 34, n. 87-104, jun./ago.2000.

CAVALHEIRO, J. *Consciência Ambiental entre Professores e Alunos da Escola Estadual Básica. Dr. Paulo Devanier Lauda*. Monografia em Educação Ambiental. Universidade Federal de Santa Maria, 2008, 61p

CHERMONT, L. S.; SEROA DA MOTTA, R. *Aspectos Econômicos da Gestão Integrada de Resíduos Urbanos*. Texto para Discussão nº 416. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA).

Maio de 1996. Disponível em: <[www.cipedya.com/doc/100336](http://www.cipedya.com/doc/100336)>. Consultado em dezembro de 2016.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL - CETESB. *Inventário: resíduos sólidos 2005*. São Paulo: SMA; 2006.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL - CETESB. *Inventário: resíduos sólidos*. 2012. São Paulo: SMA; 2006.

COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA A RECICLAGEM – CEMPRE. *A Evolução da Coleta Seletiva e Reciclagem de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil*. 2011. Disponível em: <[www.cempre.org.br](http://www.cempre.org.br)>. Consultado em janeiro de 2017. 249

COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM – CEMPRE. *A Política Nacional de Resíduos Sólidos - Agora é lei: Novos desafios para poder público, empresas, catadores e população*. 2012. Disponível em: <[www.cempre.org.br](http://www.cempre.org.br)>. Consultado em dezembro de 2016.

CORRÊA. M. S.; LANGE, L. C. *Gestão de Resíduos Sólidos no Setor de Refeições Coletivas*. Pretexto. Belo Horizonte, v. 12, n. 1, p.29-54, 2010.

D'ALMEIDA, M. L.; VILHENA, A. *Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado*. 2. ed. São Paulo: IPT/CEMPRE, 2000. 370.

DALY, H. E., FARLEY, J. *Ecological economics: principles and applications*. Washington, DC: Island Press, 2004.  
<https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2004.04.008>

DENISON, R. A.; RUSTON, J. (1990), *Recycling and Incineration*, Island Press, Washington D.C., Dorchester Press, 1 st edition, pp1-10, ISBN: 1-01-502772-5.

DESLAURIERS, J.; KÉRISIT, M. O delineamento de pesquisa qualitativa. In: POUPART, Jean et al. *A pesquisa qualitativa: Enfoques epistemológicos e metodológicos*. Petrópolis, RJ: Vozes, 2008 (p. 127/153).

DIAS, S. *Avaliação de Programas de Educação Ambiental voltados para o Gerenciamento dos Resíduos Sólidos Urbanos*. Tese (Doutorado). Departamento de Saúde Ambiental da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. Feira de Santana, 2003, 342 p.

DORNIER, P. et al. *Logística e operações globais*. São Paulo: Atlas, 2000.

EIGENHEER, E. M. *A história do lixo – a limpeza urbana através dos tempos*. Porto Alegre: Pallotti, 2009.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION – EMF. *Towards the circular economy - Vol. 1: Economic and business rationale for an accelerated transition*. Isle of Wight: EMF, 2012.

EUROPA. *Acesso ao direito da União Europeia*. Directiva 1999/31/CE do Conselho, de 26 de abril de 1999, relativa à deposição de resíduos sólidos em aterros. Disponível em: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31999l0031:PT:NOT>>. Data de acesso: 18 out. 2017.

FARIA, R. C.; NOGUEIRA, J. M. *Método de valoração contingente: aspectos teóricos e empíricos*. Brasília, 1998. (Mimeogr.).

FEATHERSTONE, M. *Cultura de Consumo e Pós-Modernismo*. São Paulo: Studio Nobel, 1995.

FEHR, M. *The Threshold Target Approach to Waste Management in Emerging Economies: pragmatic, realistic, appropriate*. 2003. Disponível em: <<http://www.sciyo.com/articles/show/title/the-threshold-approach-to-waste-management-in-emerging-economies-pragmatic-realistic-appropriate>>. Consultado em dezembro de 2016.

FERREIRA, A. B. H. *Novo dicionário da língua portuguesa*. 2. Ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1986. 250

FIGUEIREDO, M. F.; FIGUEIREDO, A. M. C. *Avaliação Política e Avaliação de Políticas: um quadro de referência teórica*, in: Textos IDESP, n. 15, São Paulo, 1986.

FONSECA, E. *Iniciação ao estudo dos resíduos sólidos e da limpeza urbana*. João. Pessoa: Gráfica e Editora A União, 1999. 122p.

FONSECA, J. J. S. *Metodologia da Pesquisa Científica*. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

FRANCEYS, R.; PICKFORD, J.; REIED, R. *Guia para el desarrollo del saneamiento in situ*, OMS, p. 9/10. 1994.

FRANCO, T. R. *Coleta seletiva de lixo domiciliar: estudos para implantação*. Monografia (Bacharelado) - Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2000. Disponível em: <<http://www.ichs.ufop.br/cadernosdehistoria/download/CadernosDeHistoria-0414.pdf>>. Consultado em dezembro de 2016.

FREITAS, C. S. et al. *Diagnóstico do descarte clandestino dos resíduos de construção e demolição em Feira de Santana/BA: Estudo piloto*. In: VI Seminário Desenvolvimento Sustentável e a Reciclagem na Construção Civil. IBRACON. São Paulo, 2003. Anais.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE – FEAM. *Plano de Coleta Seletiva*. 2011. 33p.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE – FEAM. *Plano de Coleta Seletiva*. 2015. 33p.

GADOTTI, M. *Caminhos da ecopedagogia*. Debates socioambientais, 2(7):19-21, 1997.

GIL, A. C. *Como Elaborar Projetos de Pesquisa*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GODECKE, M. V.; NAIME, R. H.; FIGUEIREDO, J. A. S. O Consumismo e a Geração de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil. *Rev. Elet. em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*. V (8), nº 8, p. 1700-1712, SET-DEZ, 2012.

- GOLDENBERG, M. *A Arte de Pesquisar*. Rio de Janeiro: Record, 1997.
- GONÇALVES, P. A. *Reciclagem Integradora dos Aspectos Ambientais, Sociais e Econômicos*. Rio de Janeiro: Fase: 2003. 184 p.
- GRAY, J.; JOHNSTON, K. S. *Contabilidade e Administração*. São Paulo: McGraw-Hill, 1977.
- GRIMBERG, E.; BLAUTH, P. *Coleta seletiva: reciclando materiais, reciclando valores*. São Paulo: POLIS. 1998.
- GUARNIERI, P. *Logística Reversa: em busca do equilíbrio econômico e ambiental*. 1. Ed. Recife: Ed. Clube de Autores, 2011.
- GUIMARÃES, M. *A dimensão ambiental na educação*. Campinas: Papirus, 1995. 251
- GUIMARÃES, M. *Educação ambiental: no consenso, um embate?* Campinas: Papirus, 2000.
- GUIMARÃES, M. Educação ambiental e a gestão para a sustentabilidade. In: SANTOS, J.E.; SATO, M. (Orgs.) *A contribuição da educação ambiental à esperança de Pandora*. São Carlos: RIMA, 2001. p. 183-195.
- GUSMÃO, O. S. Reciclagem artesanal na UEFS: estratégia educacional na valorização do meio ambiente. In: CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE NA BAHIA, 2. 2000. Salvador. *Anais...* Salvador: UFBA, 2000. p. 56-58
- HANNEQUART, J. P. *The management of waste electrical & electronic equipment, The association of cities and regions for recycling*, [peržiūrėta 2009. kovo 2d. adresu]. 2005.
- HANSEN, D. R.; MOWEN, M. M. Gestão de Custos – Política Gerencial na Administração Pública. In: do VII Congresso Brasileiro de Custos. *Anais...* Recife, 2000.
- HARTLÉN, J. Waste management in Sweden. *Waste management*. Vol 16 n 5-6, 1996.
- HOTELLING, H. Economía de los recursos agotables, 22 p. \*Tradução de "The Economics of Exhaustible Resources". *Journal of Political Economy*, vol. 39, pp. 137-175. 1931. Disponível em: Acesso em: 15 ago. 2017.
- HOUSE OF COMMONS. *Growing a circular economy: Ending the throwaway society*. HC-214. Londres: House of Commons/ Environmental Audit Committee, 2014.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Pesquisa nacional de saneamento básico* 2000. Rio de Janeiro, RJ, 2002.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Projeção da População do Brasil e das Unidades da Federação*. 2008. <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb/pnsb.pdf>>. Consultado em dezembro de 2016.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Manejo de Resíduos Sólidos*. 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Atlas de Saneamento*. 2011. Rio de Janeiro: IBGE, 2011.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA – Brasília (IPEA). *Sustentabilidade ambiental no Brasil: biodiversidade, economia e bem-estar humano*. 2010. 640 p.

JACOBI, P. *Educação Ambiental, Cidadania e Sustentabilidade*. Cadernos de Pesquisa. São Paulo, n. 118, p. 15-27, mar. 2003.

JURAS, I. A. G. M. *Legislação sobre Resíduos Sólidos: Lei 12.305/2010 e exemplos de países desenvolvidos*. Artigos e Ensaio. Rio de Janeiro, 2005.

KIEHL, E. J. *Fertilizantes orgânicos*. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1985. 492p. 252

LANZA, V. C. V. *Caderno Técnico de Reabilitação de Áreas Degradadas por Resíduos Sólidos Urbanos*. Belo Horizonte: Fundação Estadual de Meio Ambiente, 2009. 28 p.

LAUTH, B. An Abstract Model for Inductive Inference. *Erkenninis*, 40, 87-120. 1994.  
<https://doi.org/10.1007/BF01128717>

LAYRARGUES, P.P. Educação no processo da gestão ambiental: criando vontades políticas, promovendo a mudança. In: ZAKRZEWSKI, S. B. B.; VALDUGA, A. T.; DEVILLA, I. A. (Orgs.) *Anais do I Simpósio Sul-Brasileiro de Educação Ambiental*. Erechim: EdiFAPES, 2002. p. 127-144.

LEITE, P. R. *Logística Reversa: Meio Ambiente e Competitividade*. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

LEITE, P. R. *Logística Reversa: meio ambiente e competitividade*. 2. Ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009, 240 p.

LEONARD, A. *A história das coisas*. Da natureza ao lixo, o que acontece com tudo que consumimos. Rio de Janeiro: Zahar, 2011.

LEONE, G. S. G. *Custos: planejamento, implantação e controle*. São Paulo. Atlas. 1982.

LI, C. S.; JENQ, F. T. Physical and Chemical Composition of Hospital Waste. *Infection Control and Hospital Epidemiology*, 14: 145-150. 1993.  
<https://doi.org/10.2307/30148478>

LIMA, L. M. S. *Lixo – tratamento e biorremediação*. 3.ed. São Paulo: Hemus, 1995. 265 p.

LIMA, G. Questão ambiental e educação: contribuições para o debate. *Ambiente & Sociedade*, 5(2):135-153, 1999.  
<https://doi.org/10.1590/S1414-753X1999000200010>

LIMA, J. D. *Gestão de resíduos sólidos urbanos no Brasil*. João Pessoa: EMLUR: PMJP: ECOSAN, 2001.

LIMA, G. Crise ambiental, educação e cidadania: os desafios da sustentabilidade emancipatória. In: LOUREIRO, C. F. B.; LAYRARGUES, P. P.; CASTRO, R. S. de. (Orgs.) *Educação ambiental: repensando o espaço da cidadania*. São Paulo: Cortez, 2002. p. 109-141

LOPES, A. A. *Estudo da Gestão e do Gerenciamento Integrado dos Resíduos Sólidos Urbanos no Município de São Carlos (SP)*. Dissertação (Mestrado) – Depto. de Engenharia da Universidade Federal de São Paulo. São Carlos, 2003.

LOPES, L. *Gestão e Gerenciamento Integrados de Resíduos Sólidos Urbanos: alternativas para pequenos municípios*. 2006. 113 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Geografia Humana. Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 2006.

LOUREIRO, C. F.; LAYRARGUES, P. P. Educação ambiental nos anos 90. Mudou, mas nem tanto. *Políticas Ambientais*, 9(25):6-7, 2001.

LUCENA, A. F. de. As políticas públicas de saneamento básico no Brasil: reformas institucionais e investimentos governamentais. *Revista Plurais*, Anápolis: Universidade Estadual de Goiás - UEG, Unidade Universitária de Ciências Socioeconômicas e Humanas de Anápolis - UnUCSEH, v. 1, n. 4, p. 113-130, 2006. Disponível em: 253

MACHADO JUNIOR, M. C. et al. *Resíduos hospitalares*. /Apresentado ao 3º Congresso Brasileiro de Limpeza Pública e 1º Congresso Pan-Americano de Limpeza Pública, São Paulo. 1978.

MACHADO, J. W. *Avaliação do Gerenciamento dos Resíduos Sólidos Especiais em Shopping Centers de Belo Horizonte – Minas Gerais*. 2004. 106 f. Dissertações (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Universidade de Minas Gerais, Belo Horizonte.

MAGALHÃES, T. Manejo de resíduos sólidos: sustentabilidade e verdade orçamentária com participação popular. In: GONÇALVES, S.A. et al. (Orgs) *Lei Nacional de Saneamento Básico: Perspectivas para as Políticas e a gestão dos serviços públicos*. Livro III. Brasília, 2009.

MAGALHÃES, A. C. B. *O espaço dos resíduos sólidos domiciliares e de sua logística reversa na geografia urbana: diagnóstico e modelo de gestão proativo*. 2010. 171 f. Dissertações (Mestrado em Análise, Planejamento e Gestão Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.

MAGERA, M. *Os empresários do lixo: um paradoxo da modernidade*. Campinas: Átomo, 2003. 190 p.

MAGRINHO, A.; DIDELET, F.; SEMIAO, V., 2006. Municipal solid waste disposal in Portugal. *Waste Management*, 26 (2006) 1477–1489.  
<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2006.03.009>



MARQUES, R. F. de P. *Impactos Ambientais da Deposição de Resíduos Sólidos Urbanos no Solo e na Água Superficial em Três Municípios de Minas Gerais*. 2011. 96 f. Dissertações (Mestrado em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas) – Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas, Universidade Federal de Lavras, Lavras.

MARTINS, R. C.; FELICIDADE, N. Limitações da Abordagem Neoclássica como Suporte Teórico para a Gestão de Recursos Hídricos no Brasil. In: FELICIDADE, N.; MARTINS, R. C.; LEME, A. A. *Uso e Gestão dos Recursos Hídricos no Brasil*. Ed. Rima. São Carlos, 2001.

MARTINS, C. H. B. *Trabalhadores na reciclagem do lixo: dinâmicas econômicas, socioambientais e políticas na perspectiva de empoderamento*. Porto Alegre: FEE, 2004. 241 p.

MASSUKADO, L. M. *Desenvolvimento do processo de compostagem em unidade descentralizada e proposta de software livre para o gerenciamento municipal dos resíduos sólidos domiciliares*. 2008. 182p. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008. 254  
<https://doi.org/10.11606/T.18.2008.tde-18112008-084858>

MATTOS, K. M. da C.; MATTOS, K. M. da C.; MATTOS, A. Valoração econômica do meio ambiente dentro do contexto do desenvolvimento sustentável. *Revista Gestão Industrial*, v. 01, n. 02, pp 105-117, 2005.  
<https://doi.org/10.3895/S1808-04482005000200009>

MAY, P.; LUSTOSA, M. C.; Vinha, V. *Economia do Meio Ambiente*. Rio de Janeiro: Campus, 2003, apresentação e prefácio.

MÉZAROS, I. *Produção destrutiva e o estado capitalista*. São Paulo: Ensaio, 1969.

MILARÉ, É. *Direito do Ambiente: A Gestão Ambiental em foco*. Doutrina. Jurisprudência. Glossário. 5ª ed. rev. atual. e ampl. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2007.

MINAYO, M. C. S. (Org.). *Pesquisa Social: teoria, método e criatividade*. Petrópolis: Vozes, 2001.

MINAYO, M. C. S. *O Desafio do Conhecimento*. Pesquisa qualitativa em saúde. São Paulo: HUCITEC, 2007.

MINÉU, H. F. S. 1969. *O custo de oportunidade do aterro sanitário de Ituiutaba, MG: componentes e repercussão econômica em longo prazo*. 2017. 269 f.: il. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Geografia.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). *Plano Nacional de Resíduos Sólidos*. Brasília, 2011. 109p.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). *Gestão de resíduos orgânicos*. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/gest%C3%A3o-de->



res%C3%ADduos-org%C3%A2nicos#o-que-sao-residuos-organicos>. Consultado em novembro de 2017.

MONREAL, J. Consideraciones sobre el Manejo de Resíduos de Hospitales en America Latina. In: *Anais do Seminário Internacional de Resíduos Sólidos Hospitalares*. Cascavel, Paraná, 1993.

MONTEIRO, J. H. P. *Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos*. Coordenação técnica Victor Zular Zveibil. Rio de Janeiro: IBAM, 2001. 200 p.

MOREIRA, T. A hora e a vez do saneamento. *Revista do BNDES*, n. 10. Rio de Janeiro: BNDES, 1998.

NERY, T. C. dos S. Saneamento: ação de inclusão social. *Estudos Avançados*, São Paulo: Universidade de São Paulo - USP, *Instituto de Estudos Avançados - IEA*, v. 18, n. 50, p. 313-321, jan./abr. 2004. Disponível em: <[www.scielo.br/pdf/ea/v18n50/a28v1850.pdf](http://www.scielo.br/pdf/ea/v18n50/a28v1850.pdf)>. Consultado em janeiro de 2017.

NUNES, V. R. de S. *Setor de Saneamento Básico no Brasil: desafios e perspectivas*. 71p. Projeto (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro: UFRJ/, 2015.

PREFEITURA MUNICIPAL DE UBERLÂNDIA. Secretaria Municipal de Serviços Urbanos e Secretaria Municipal de Meio Ambiente. *Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos*. 255

PRIMAVESI, A. *Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais*. São Paulo: Nobel, 1979. 579 p.

ROGERS, D. S.; TIBBEN. LEMBKE, R. S. *Going Backwards: Reverse Logistics Trends and Practices*. Reno, University of Nevada: 1999

PADILHA, V; BONIFÁCIO, R.C., Obsolescência planejada: armadilha silenciosa na sociedade de consumo. *Le Monde Diplomatique Brasil*, Ano 7, nº 74, set. 2013.

PEARCE, J. M. (2008). Industrial symbiosis of very large-scale photovoltaic manufacturing. *Renewable Energy*, 33(5), 1101-1108.

<https://doi.org/10.1016/j.renene.2007.07.002>

PEREIRA NETO, J. T. Gerenciamento de Resíduos Sólidos em Municípios de Pequeno Porte. *Revista Ciência e Ambiente*, nº 18, v. 1 – lixo urbano, Universidade Federal de Santa Maria, 1990: e. UFSM.

PHILIPPI JR.; A.; SOBRAL; M. do C. Desarrollo sostenible, interdisciplinaridad y Ciencias Ambientales. *RBPG*, Brasília, v. 10, n. 21, p. 509 - 533, outubro de 2013.

PINTO, T. P. *Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana*. 1999. 189 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

POLONIO, W. A. **Manual das sociedades cooperativas**. São Paulo: Atlas, 2ª edição. 1999. 192 p.

QUINTAS, J. S.; GUALDA, M. J. *A formação do educador para atuar no processo de gestão ambiental*. Brasília: Ibama, 1995.

QUINTAS, J. S. Por uma educação ambiental emancipatória: considerações sobre a formação do educador para atuar no processo de gestão ambiental. In: QUINTAS, J. S. (Org.). *Pensando e praticando a educação ambiental na gestão do meio ambiente*. Brasília: Ibama, 2000. p. 11-19.

RAIJ, B. Van. Seleção de métodos de laboratório para avaliar a disponibilidade de fósforo em solos. *R. bras. Ci. Solo*, 2:1-9, 1998.

RIBEIRO, F. L. *Avaliação contingente de danos ambientais: o caso do rio Meia Ponte em Goiânia*. Viçosa: UFV, 1998. 80 p. Dissertações (Mestrado em Economia Rural) – Universidade Federal de Viçosa, 1998. 256

RIBEIRO, F. de M.; KRUGLIANSKAS, I. *A Economia Circular no Contexto Europeu: conceito e potenciais de contribuição na modernização das políticas de resíduos sólidos*. Encontro Internacional Sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente, 2016.

ROMEIRO, A. R. Economia ou Economia Política da Sustentabilidade. In MAY, P.& LUSTOSA, M.C. & VINHA, V. *Economia do Meio Ambiente*. Rio de Janeiro: Campus, 2003, pp 1-29.

ROCHA, M. B.; SANTOS, N. de P. dos; NAVARRO, S. S. Educação Ambiental na Gestão de Resíduos Sólidos: concepções e práticas de estudantes do Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental. *Ambiente & Educação*, vol. 17(1) | 2012

ROGERS, D. S.; TIBBEN. LEMBKE, R. S. *Going Backwards: Reverse Logistics Trends and Practices*. Reno, University of Nevada: 1999

ROMEIRO, A. R. Desenvolvimento econômico e a questão ambiental: algumas considerações. *Revista Análise Econômica da UFRGS*, v. 9, n. 16, set. 1991.

ROMEIRO, A. R. *Economia ou economia política da sustentabilidade?* Texto para Discussão. IE/UNICAMP, Campinas, n. 102, set. 2001.

RUSSO, M. *Tratamento de Resíduos Sólidos*. Tese (Doutorado). Universidade de Coimbra. Faculdade de Ciência e Tecnologia. Coimbra, 2003. 196 p.

SAKAI, S.; SAWELL, S. E.; CHANDLER, A. J.; EIGHMY, T.T.; KOSSON, D. S.; VEHLLOW, J.; VAN DER SLOOT, H. A.; HARTLEN, J.; HJELMAR, O. 1996. World trends in MSW management Waste Management, *Skaneateles*, vol. 16 no. 5-6 pp. 341-350.

SANTOS, J. M. R.; MARTINS, M. T. *Coleta de Lixo – Uma alternativa ecológica no manejo integrado dos resíduos sólidos urbanos*. São Paulo, 1995. (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária, BT/PHD/18).

SANTOS, A. R. *Metodologia Científica: a construção do conhecimento*. Rio de Janeiro: DP&A, 1999.

SANTOS, J. dos. *Os caminhos do lixo em Campo Grande: disposição dos resíduos sólidos na organização do espaço urbano*. Campo Grande: UCDB, 2000.

SARDÁ, M. C.; ROCHA, J. C. *Métodos de classificação e redução dos resíduos da construção civil tirados em Blumenau/SC, utilizando como base a resolução do CONAMA nº 307*. IN: VI Seminário Desenvolvimento Sustentável e a Reciclagem na Construção Civil. IBRACON. São Paulo, 2003. Anais.

SCHALCH, V. *Estratégias para a gestão e o gerenciamento de resíduos sólidos*. 149 f. Livre docência. São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. 2002.

SCHALCH, V.; LEITE, W. L. *Gerenciamento integrado de resíduos sólidos*. In: Curso sobre gerenciamento integrado de resíduos sólidos. Fortaleza, Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade do Ceará. 1995. 257

SCHALCH, V.; LEITE, W. C. de A.; FERNANDES JÚNIOR, J. L.; CASTRO, M. C. A. A. de. *Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos*. Apostila de Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos. 2002. 97 p.

SCHRAMM, F. R., 1992. Ecologia, ética e saúde: O princípio da responsabilidade. In: *Saúde, Ambiente e Desenvolvimento* (Leal, M. C.; Sabroza, P. C.; Rodrigues, R. H.; Buss, P. M., orgs.), pp. 233-255, vol. 2, São Paulo: Hucitec/Rio de Janeiro: Abrasco. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd48/v11n2a14.pdf>>. Consultado em dezembro de 2016.

SACHS, I. *Ecodesenvolvimento: crescer sem destruir*. São Paulo: Vértice, 1986.

SACHS, I. *Estratégias de Transição para do século XXI – Desenvolvimento e Meio Ambiente*. São Paulo: Studio Nobel – Fundação para o desenvolvimento administrativo, 1993.

SACHS, I. *Rumo à ecossocioeconomia: teoria e prática do desenvolvimento*. São Paulo: Cortez, 2007.

SERRA NEGRA, C. A. et al. Apuração dos Lucros Ambientais (Receitas menos Despesas), Tomando-se por Base Dados da Coleta Seletiva de Lixo do Município de Belo Horizonte/MG. *Anais do Congresso Internacional de Custos*. Punta Del Leste, 2003.

SHARHOLY, M. et al. *Municipal Solid Waste Management in Indian Cities - A Review*. Waste Manag 28 (2), 459-467. 2007.  
<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2007.02.008>

SILVA, P. P. de L. et al. *Dicionário brasileiro de ciências ambientais*. Rio de Janeiro: Thex, 1999.

SILVA, P. S.; ALMEIDA, M. V. *Módulo Didático: Lixo, saúde e ambiente*. Educação Ambiental Centro de Referência Virtual do Professor - SEE-MG / agosto 2010. Disponível em: <[http://crv.educacao.mg.gov.br/sistema\\_crv/index.aspx?ID\\_OBJETO=119524&tipo=ob&cp=003366&cb&n1&n2=M%EF%BF%BDdulos+Did%EF%BF%BDticos&n3=Tem%EF%BF%BDticas+Especiais+-+Educa%C3%A7%C3%A3o+Ambiental&n4&b=s](http://crv.educacao.mg.gov.br/sistema_crv/index.aspx?ID_OBJETO=119524&tipo=ob&cp=003366&cb&n1&n2=M%EF%BF%BDdulos+Did%EF%BF%BDticos&n3=Tem%EF%BF%BDticas+Especiais+-+Educa%C3%A7%C3%A3o+Ambiental&n4&b=s)>. Consultado em dezembro de 2016.

SINER, P.; SOUZA, A. R. *A Economia Solidária no Brasil: a autogestão como resposta ao desemprego*. São Paulo: Contexto, 2000. 209 p.

SISINNO, C. S. OLIVEIRA, R, M. *Resíduos Sólidos, Ambiente e Saúde – uma visão multidisciplinar*. Rio de Janeiro, 2000. Ed. Fiocruz.

SLADE, G. *Made to break: Technology and Obsolescence in America*. Harvard University Press, 2006.

SOBRAL, C. *Educação Ambiental e Resíduos Sólidos: possibilidades para a construção de um Pensamento Crítico*. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de São João Del Rei. São João Del Rei. 2011, 160 p.

SORRENTINO, M. *Educação ambiental e universidade: um estudo de caso*. Tese (Doutorado). São Paulo: Universidade de São Paulo, 1995. 258

SOUZA, M. S. de. Meio ambiente urbano e saneamento básico. *Mercator*, Fortaleza: Universidade Federal do Ceará - UFC, Programa de Pós-Graduação em Geografia, v. 1, n. 1, p. 41-52, jan./jun. 2002. Disponível em: <[www.mercator.ufc.br/index.php/mercator/article/viewFile/194/160](http://www.mercator.ufc.br/index.php/mercator/article/viewFile/194/160)>. Consultado em janeiro de 2017.

STOCK, J. R. *Reverse logistics programs, Council of logistics management*, Illinois, 1998.

SZABÒ, J. A. *Educação Ambiental e gestão de resíduos*. 3. ed. São Paulo: Rideel, 2010.

TARTUCE, T. J. A. *Métodos de pesquisa*. Fortaleza: UNICE – Ensino Superior, 2006. Apostila.

TAVARES, M. A Educação Ambiental, Estudo e Intervenção do Meio. *Revista Iberoamericana de Educación*. 2005. Disponível em: <<http://www.rieoei.org/index.php>>. Consultado em janeiro de 2017.

VEIGA, S. M.; RECH, D. *Associações: como constituir sociedades sem fins lucrativos*. Rio de Janeiro: DP&A-Fase, 2001. 112 p.

VILHENA, A. *Guia da Coleta Seletiva de Lixo*. São Paulo: CEMPRES Compromisso Empresarial para Reciclagem, 1999.

VOLPI, A. *A história do consumo no Brasil*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

ZIGLIO, L. O Mercado da reciclagem de papel no município de São Paulo, Brasil. *Scripta Nova, Revista Eletrônica de Geografia e Ciencias Sociales, Universidad de Barcelona*, vol. vi, nº 119 (33), 2001.

ZULAUF, W. E. *Lixo – desafios para as prefeituras*. Folha de São Paulo, p. c-6, 1989.

WANG, H. T.; NIE, Y. F. Municipal solid waste characteristics and management in China [J]. *J Air & Waste Manage Assoc*, 51: 251–272. 2001.

<https://doi.org/10.1080/10473289.2001.10464266>

<https://doi.org/10.1080/10473289.2001.10464264>

WILLE, M. M.; BORN, J. C. Logística Reversa: conceitos, legislação e sistema de custeio aplicável. *Revista Eletrônica Opet*, nº8, 2013